

MAX

3 A

VMBO-GT

Biologie voor jou

# bvji



**MALMBERG**

NAAM EN KLAS:

.....



# bvij

## **3 VMBO-GT deel A**

**Biologie voor jou**

**Biologie voor vmbo-bovenbouw**

### **Eindredactie**

Lineke Pijnappels  
Linie Stam

### **Auteurs**

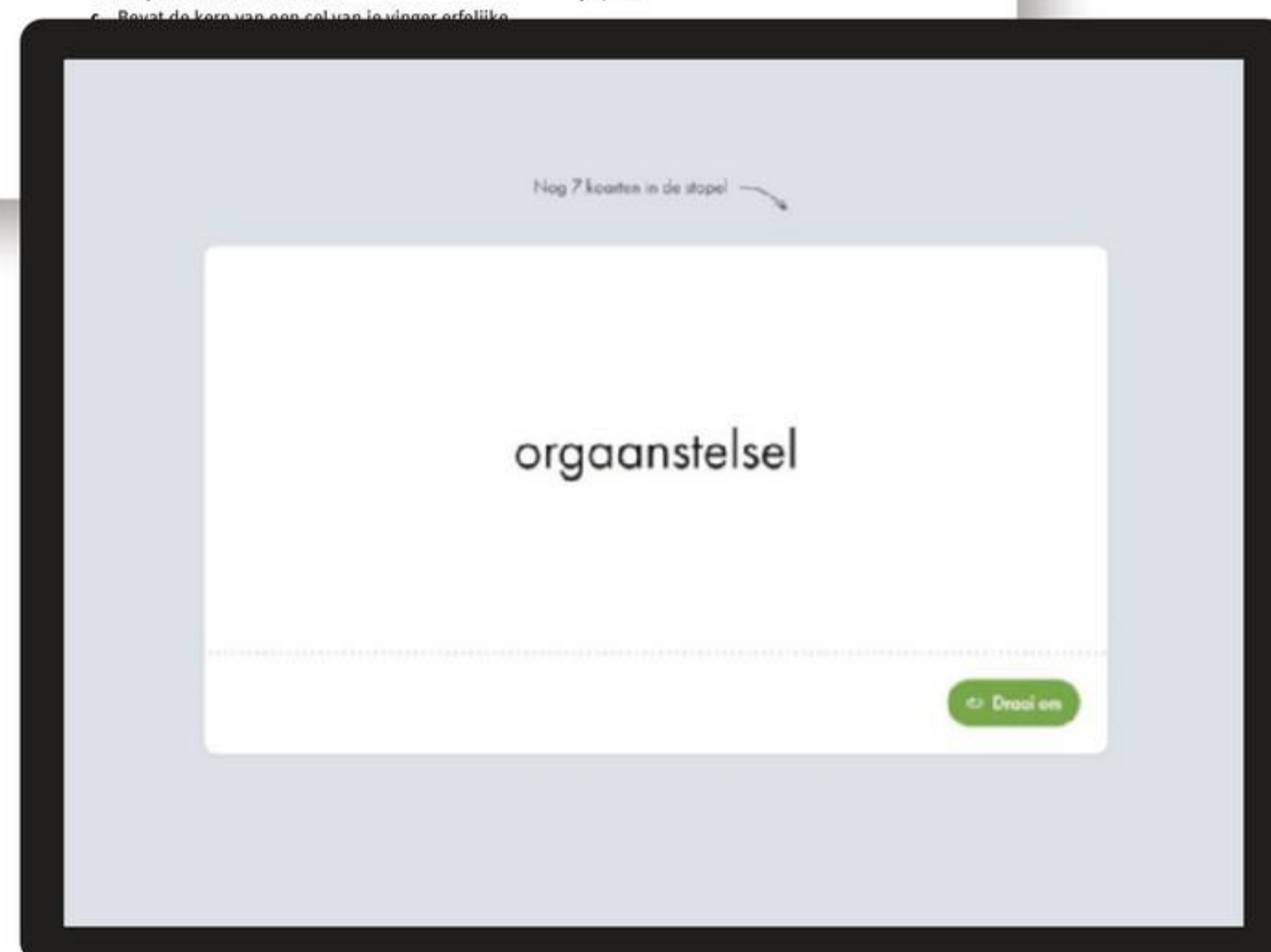
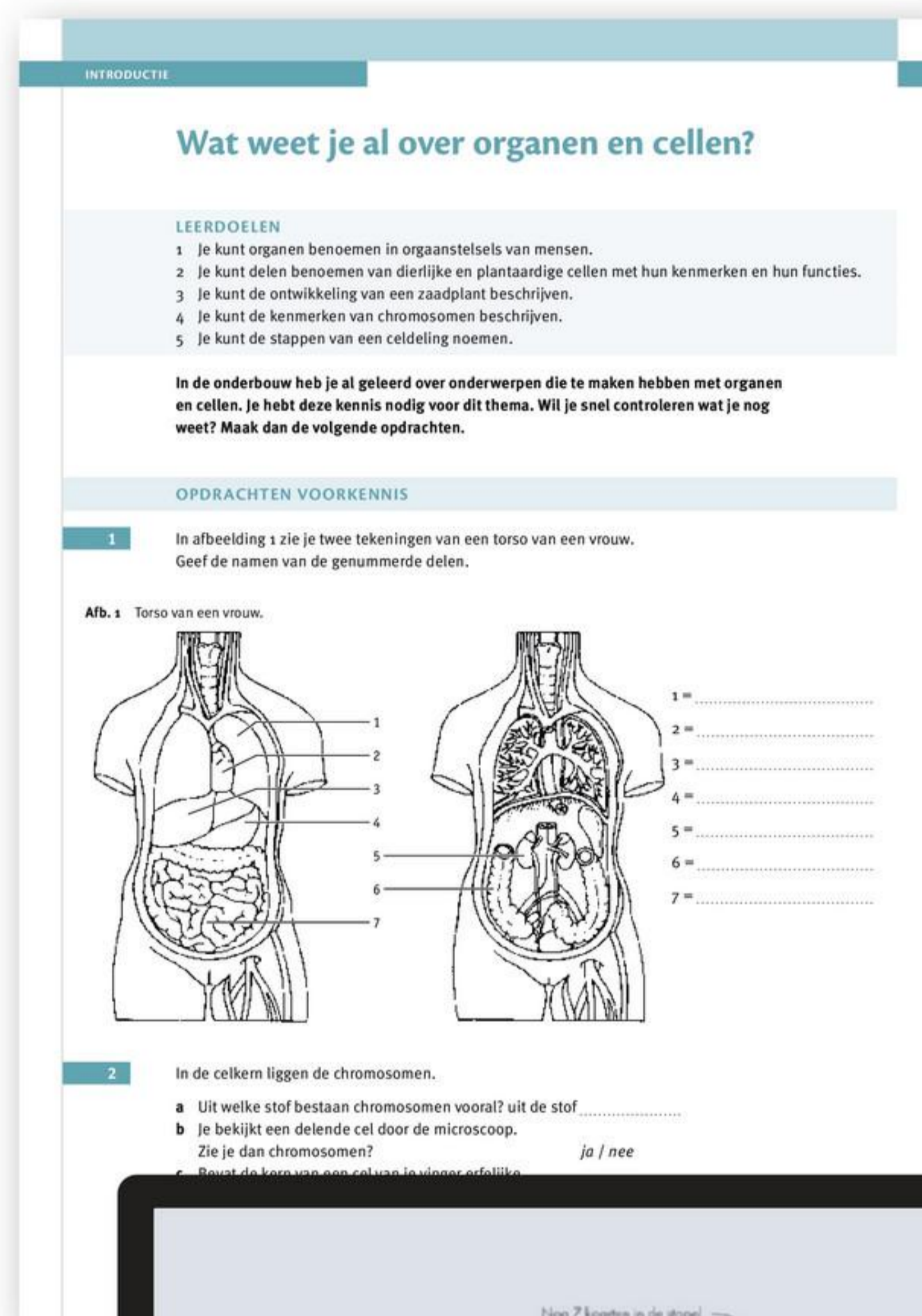
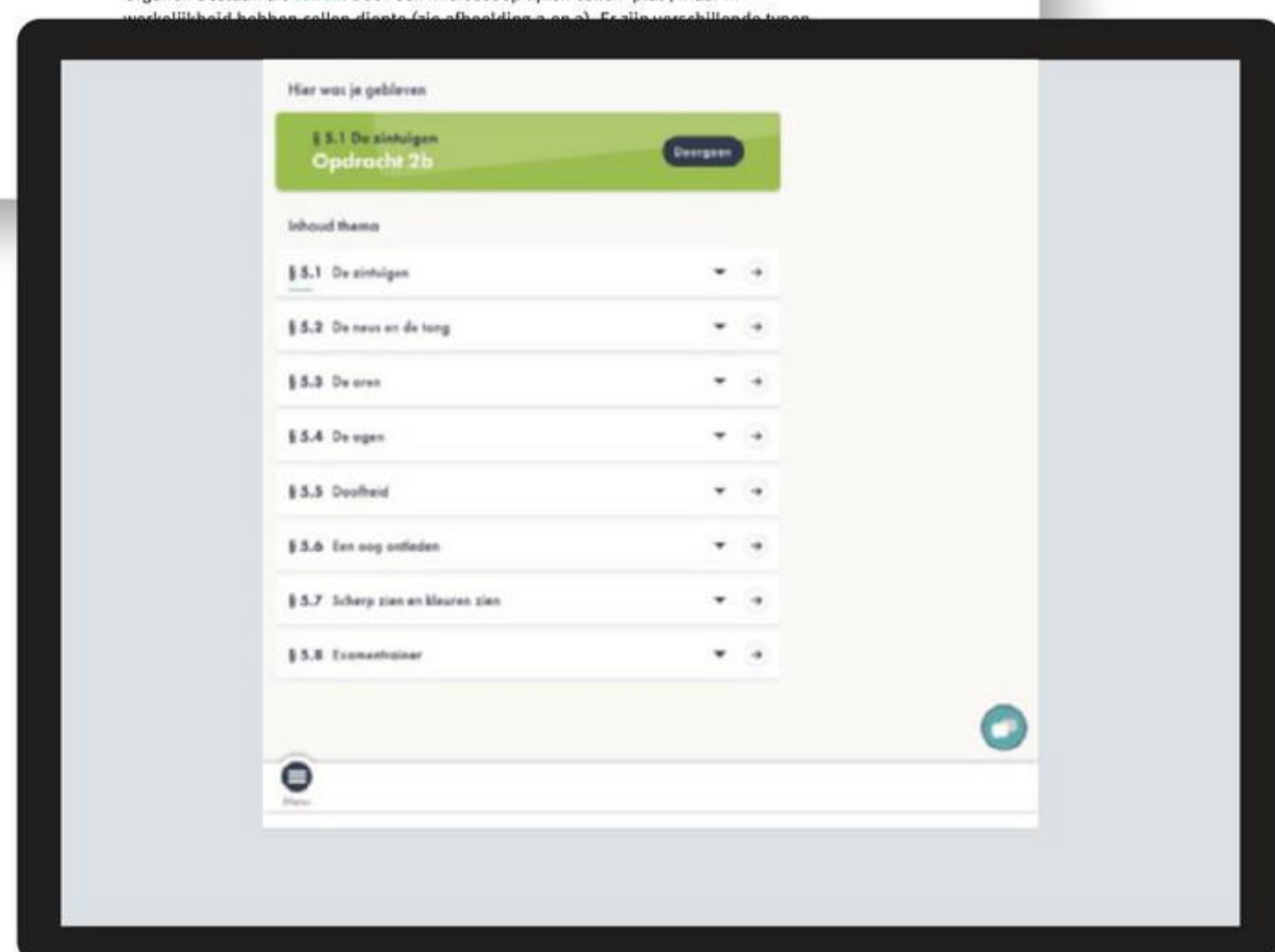
Lizzy Bos-van der Avoort  
Nicolien Dijkstra  
Froukje Gerrits  
Michiel Kelder  
Rik Smale  
Tom Tahey

 Release 8.1

[www.biologievoorjou.nl](http://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. Natuurlijk ben je met deze methode ook goed voorbereid op je examen.



## 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 bestaat uit de volgende onderdelen. **Introductie:** test wat je al weet. **Basisstof:** aan het begin van elke basisstof staan de leerdoelen. In een tabel zie je het niveau van de opdrachten. **Extra stof:** als je meer wilt weten of tijd over hebt. **Onderzoek:** leer onderzoek doen en ga aan de slag met practica. **Afsluiting:** de samenvatting en alle begrippen uit het thema. **Examenopgaven:** om te oefenen.

## Voordelen van online

- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties.
- Je leert de begrippen en overheert jezelf met de flicskaar ten.
- Je toetst of je de stof beheerst met de test jezelf, oefentoets, diagnostische toets of examenopgaven.
- Je kunt op een ander niveau en leerjaar werken.
- Je docent volgt hoe het met je gaat.

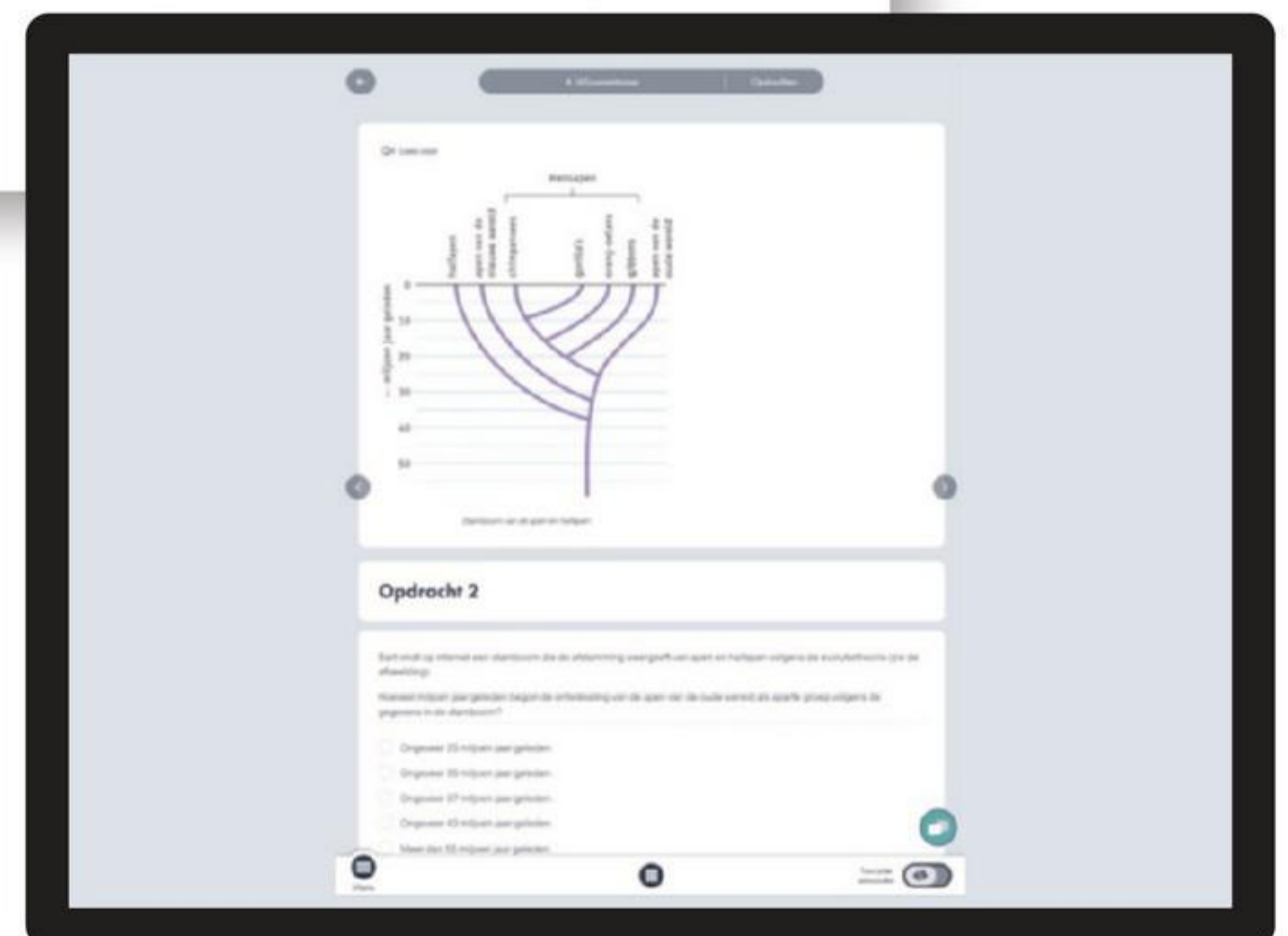
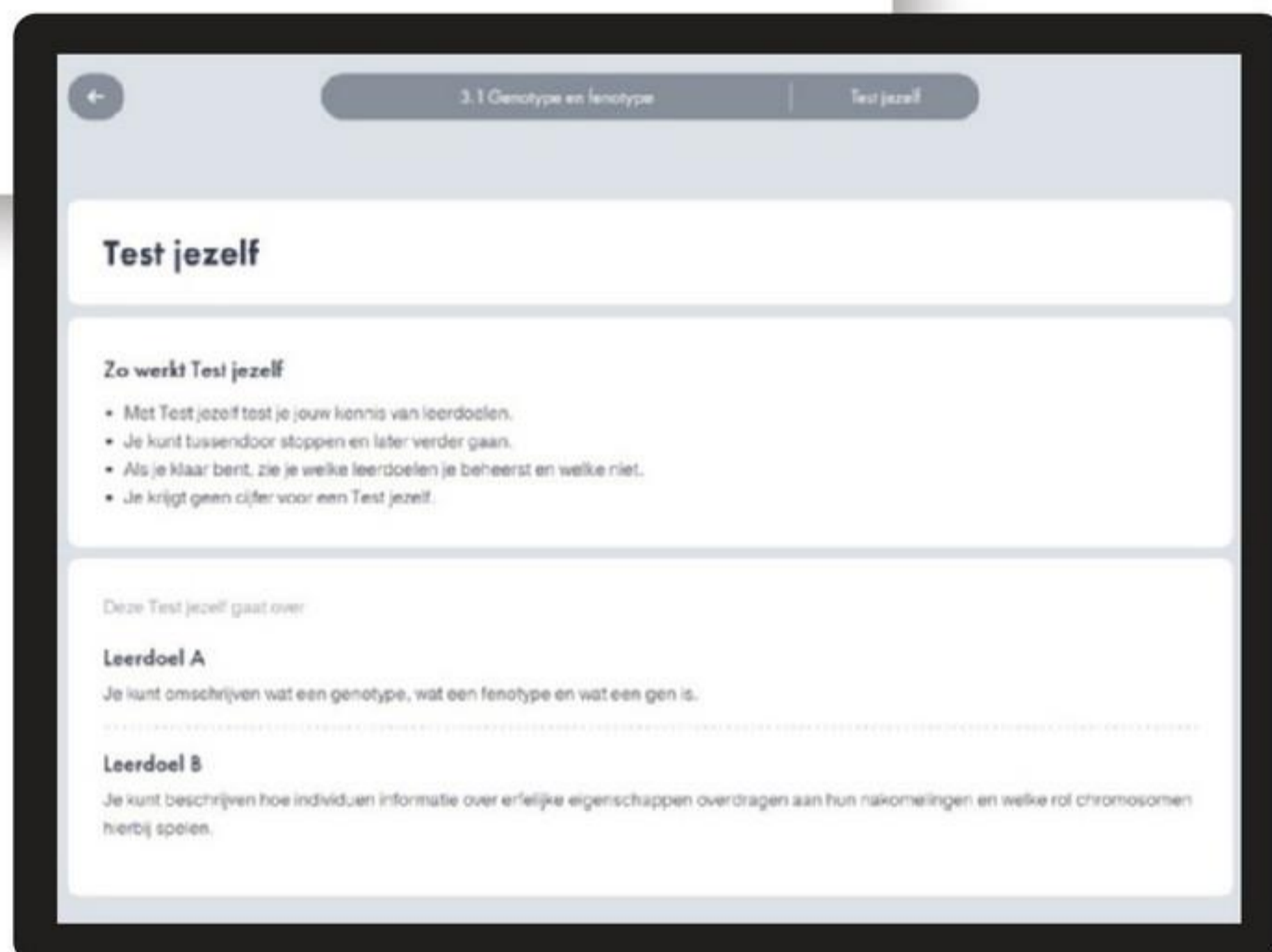
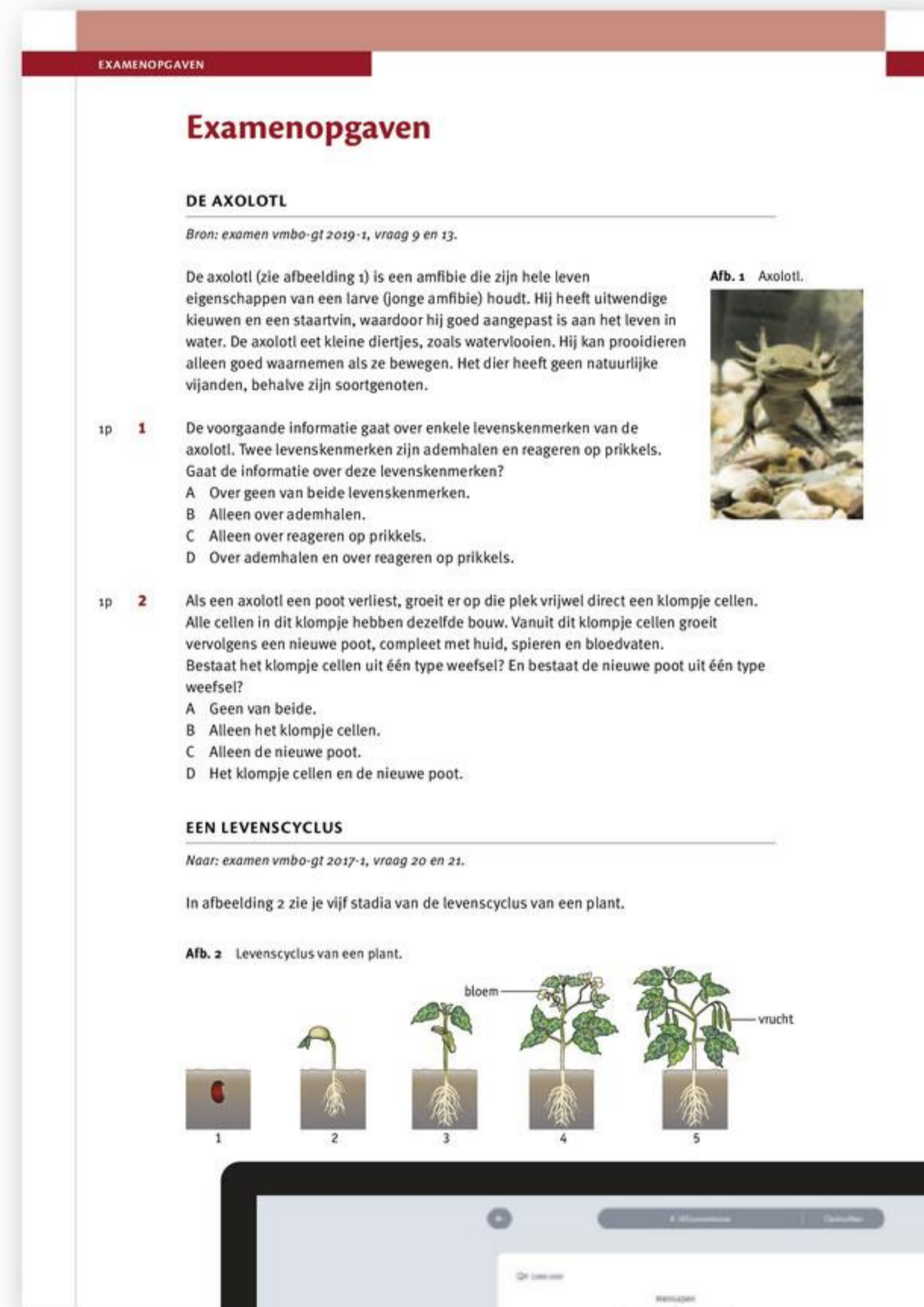
## Samenhang

Aan het einde van de basisstof staat de samenhang. Dit is een tekst over biologie in de wereld om je heen. Alles wat je hebt geleerd, mag je hier gebruiken. Zo ontdek je hoe bij biologie alles met elkaar samenhangt.

## Goede voorbereiding op de toets en het examen!

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





Bij elk thema staan **examenopgaven**, online zijn er nog meer.



## Voordelen van het boek

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

## Betekenis symbolen

-  Deze opdracht maak je het best in je boek.
-  Ga naar de online leeromgeving voor handige extra's.
-  Dit is de tijdsduur van het practicum.
-  Deze opdracht biedt extra uitdaging.

# Inhoud

## DEEL 3A

### Thema 1

#### Organen en cellen

##### INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennis	8
Voorkennistoets	
Filmpjes voorkennis	

##### BASISSTOF

1 Organismen	10
2 De bouw van een organisme	15
3 Cellen van dieren en planten	21
4 Chromosomen	26
5 Gewone celdeling (mitose)	31
6 Reductiedeling (meiose)	36
Samenhang: <i>Mooi rood is niet lelijk (maar ook niet echt lekker)</i>	42

##### EXTRA STOF

7 Je lichaam in getallen	
8 Virussen	

##### ONDERZOEK

Leren onderzoeken	44
Practica	57

##### AFSLUITING

Samenvatting	64
Flitskaarten	
Diagnostische toets	

##### EXAMENOPGAVEN

Extra examenopgaven	70
---------------------	----

### Thema 2

#### Voortplanting en seksualiteit

##### INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennis	76
Voorkennistoets	
Filmpjes voorkennis	

##### BASISSTOF

1 Geslachtsorganen	78
2 Veranderingen in de puberteit	86
3 Vruchtbaar worden	93
4 Zwanger worden	101
5 Geboorte	112
6 Seksualiteit	117
7 Veilige seks	124
8 Erfelijkheidsonderzoek	139
Samenhang: <i>Baby buiten de baarmoeder</i>	147

##### EXTRA STOF

9 Voortplanting bij dieren	
10 Meer voorbehoedsmiddelen en noodmaatregelen	

##### ONDERZOEK

Leren onderzoeken	149
Practica	151

##### AFSLUITING

Samenvatting	154
Flitskaarten	
Diagnostische toets	

##### EXAMENOPGAVEN

Extra examenopgaven	166
---------------------	-----

### Thema 3

#### Erfelijkheid en evolutie

##### INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennis	172
Voorkennistoets	
Filmpjes voorkennis	

##### BASISSTOF

1 Genotype en fenotype	174
2 Genen	179
3 Kruisingen	185
4 Stambomen	192
5 Variatie in genotypen	196
6 Evolutie	203
7 Verwantschap	211
8 DNA-technieken (SE)	221
Samenhang: <i>Detoxduiven op de Dam</i>	226

##### EXTRA STOF

9 Kleur bij katten	
10 Klonen	

##### ONDERZOEK

Leren onderzoeken	229
Practica	231

##### AFSLUITING

Samenvatting	232
Flitskaarten	
Diagnostische toets	

##### EXAMENOPGAVEN


Extra examenopgaven	239
---------------------	-----

# Inhoud

## DEEL 3B

### Thema 4 Ordering

#### INTRODUCTIE

- Opdrachten voorkennis 244
- Voorkennistoets 
- Filmpjes voorkennis 

#### BASISSTOF

- 1 Ontwikkeling van het leven op aarde 246
- 2 Organismen ordenen 252
- 3 Bacteriën en schimmels 260
- 4 Planten en dieren 270
- 5 Geleedpotigen en gewervelden 280
- 6 Organismen determineren 288  
Samenhang:  
*Plantaardig, maar niet diervriendelijk* 294



#### EXTRA STOF

- 7 Bedektzadigen en naaktzadigen
- 8 Bijzondere dieren


#### ONDERZOEK

- Practica 297

#### AFSLUITING

- Samenvatting 306
- Flitskaarten 
- Diagnostische toets 

#### EXAMENOPGAVEN

- Extra examenopgaven 

- Register 314
- Colofon 316

### Thema 5 Stevigheid en beweging

#### BASISSTOF

- 1 Het skelet van de mens
- 2 Kraakbeenweefsel en beenweefsel
- 3 Beenverbindingen
- 4 Spieren
- 5 Houding en beweging
- 6 Blessures  
Samenhang

#### EXTRA STOF

- 7 De schedel
- 8 Hoge hakken

### Thema 7 Duurzaam leven

#### BASISSTOF

- 1 De mens en het milieu
- 2 Voedselproductie
- 3 Landbouw in Nederland
- 4 Energie
- 5 Klimaat
- 6 Het water
- 7 Uitstoot en afval  
Samenhang

#### EXTRA STOF

- 8 Stikstofvervuiling
- 9 Landbouwgewassen en genetische modificatie

### Thema 6 Ecologie

#### BASISSTOF

- 1 Eten en gegeten worden
- 2 Piramiden
- 3 Koolstofkringloop en stikstofkringloop
- 4 Biologisch evenwicht
- 5 Aanpassingen bij dieren
- 6 Aanpassingen bij planten  
Samenhang

#### EXTRA STOF

- 7 Ecosystemen in Nederland
- 8 Exoten

### Thema 8 Gedrag

#### BASISSTOF

- 1 Wat is gedrag?
- 2 Oorzaken van gedrag
- 3 Aangeboren en aangeleerd gedrag
- 4 Sociaal gedrag
- 5 Taakverdeling binnen groepen
- 6 Gedrag bij mensen  
Samenhang

#### EXTRA STOF

- 7 Lichaamstaal
- 8 Communicatie bij insecten

#### EXAMENTRAINER

# 1

# Organen en cellen

Elk organisme bestaat uit een of meer cellen. In je lichaam worden door celdeling voortdurend nieuwe cellen gevormd. Cellen kunnen er heel verschillend uitzien.

## INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennis	8
Voorkennistoets	
Filmpjes voorkennis	

## BASISSTOF

1 Organismen	10
2 De bouw van een organisme	15
3 Cellen van dieren en planten	21
4 Chromosomen	26
5 Gewone celdeling (mitose)	31
6 Reductiedeling (meiose)	36
Samenhang	42
<i>Mooi rood is niet lelijk (maar ook niet echt lekker)</i>	

## EXTRA STOF

7 Je lichaam in getallen	
8 Virussen	

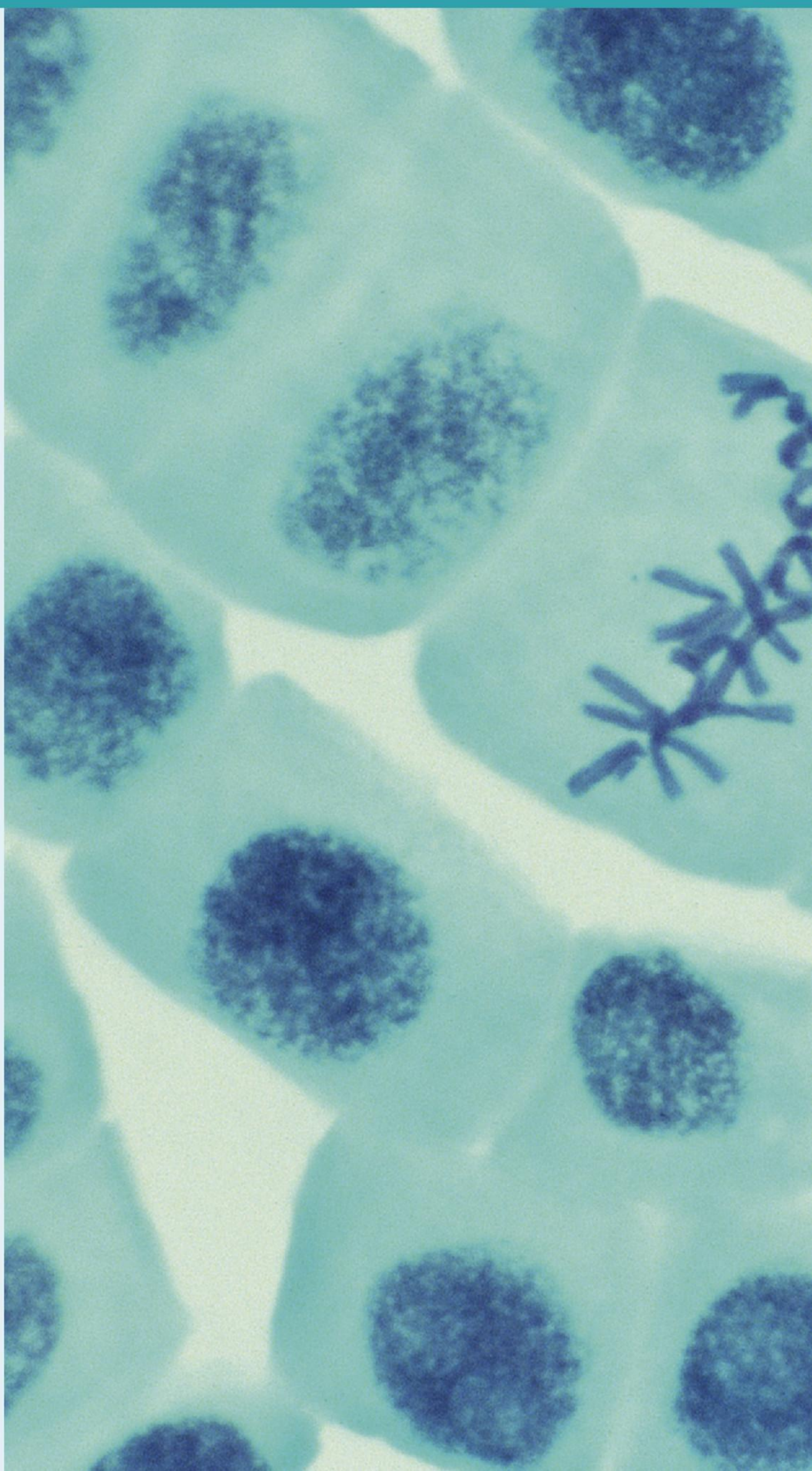
## ONDERZOEK

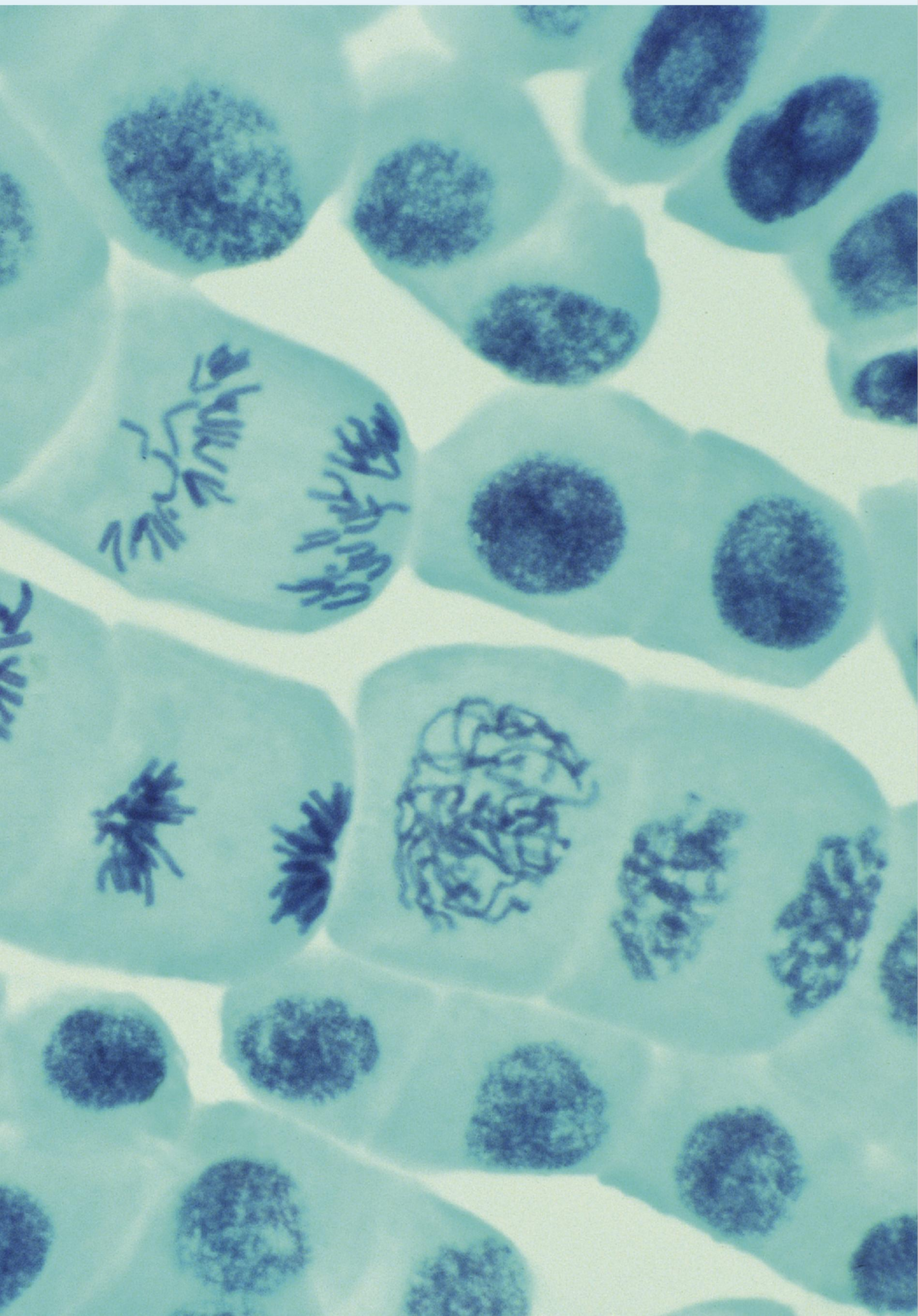
Leren onderzoeken	44
Practica	57

## AFSLUITING

Samenvatting	64
Flitskaarten	
Diagnostische toets	

EXAMENOPGAVEN	70
---------------	----





# Wat weet je al over organen en cellen?

## LEERDOELEN

- 1 Je kunt organen benoemen in orgaanstelsels van mensen.
- 2 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en hun functies.
- 3 Je kunt de ontwikkeling van een zaadplant beschrijven.
- 4 Je kunt de kenmerken van chromosomen beschrijven.
- 5 Je kunt de stappen van een celdeling noemen.

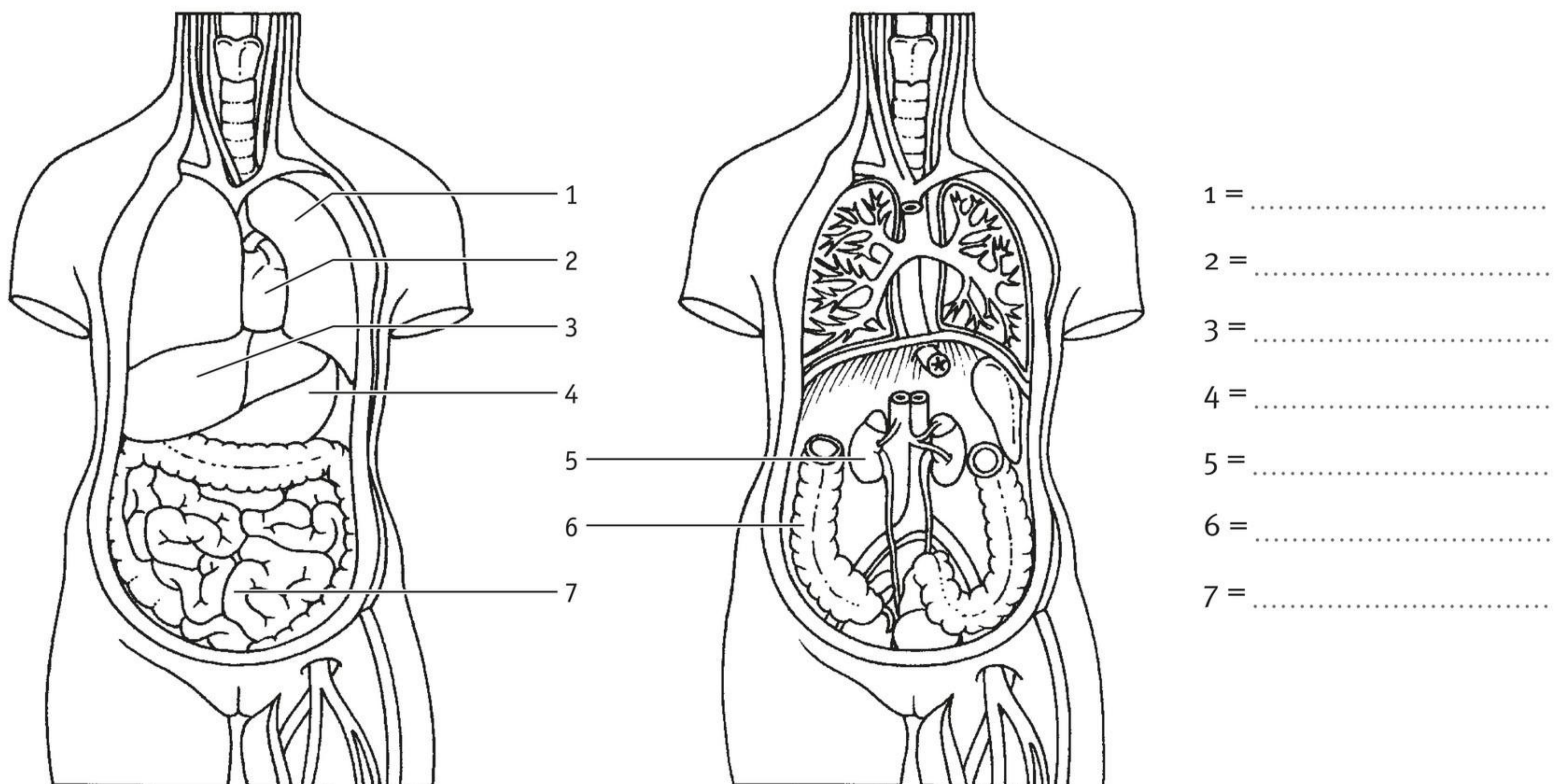
**In de onderbouw heb je al geleerd over onderwerpen die te maken hebben met organen en cellen. Je hebt deze kennis nodig voor dit thema. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.**

## OPDRACHTEN VOORKENNIS

1

In afbeelding 1 zie je twee tekeningen van een torso. Geef de namen van de genummerde delen.

**Afb. 1** Twee torso's.



2

In de celkern liggen de chromosomen.

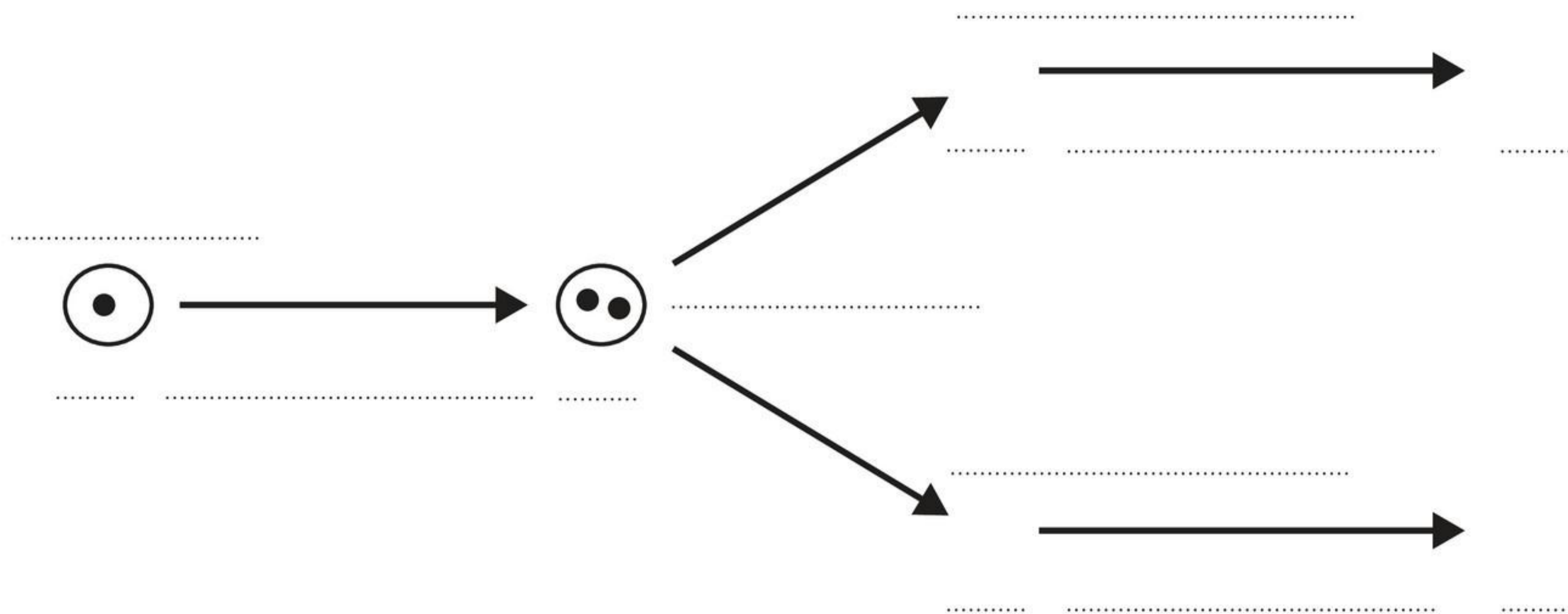
- a Uit welke stof bestaan chromosomen vooral? uit de stof .....
- b Je bekijkt een delende cel door de microscoop.  
Zie je dan chromosomen? *ja / nee*
- c Bevat de kern van een cel van je vinger erfelijke informatie over de vorm van je neus? *ja / nee*

3

Afbeelding 2 is een schematische weergave van een celdeling bij de mens. Elk rondje stelt een cel voor. Enkele cellen zijn nog niet getekend.

- a Teken de ontbrekende cellen achter de pijlen. Let op de grootte van de cellen.
- b Zet bij elke cel de naam. Gebruik daarbij: *dochtercel – moedercel*.
- c Zet bij de pijlen wat er gebeurt. Gebruik daarbij: *celdeling – kerndeling – plasmagroei*.
- d Zet bij elke cel het aantal chromosomen.

Afb. 2



4

In afbeelding 3 zie je tekeningen van een plantaardige cel en een dierlijke cel. Geef de namen van de genummerde delen.

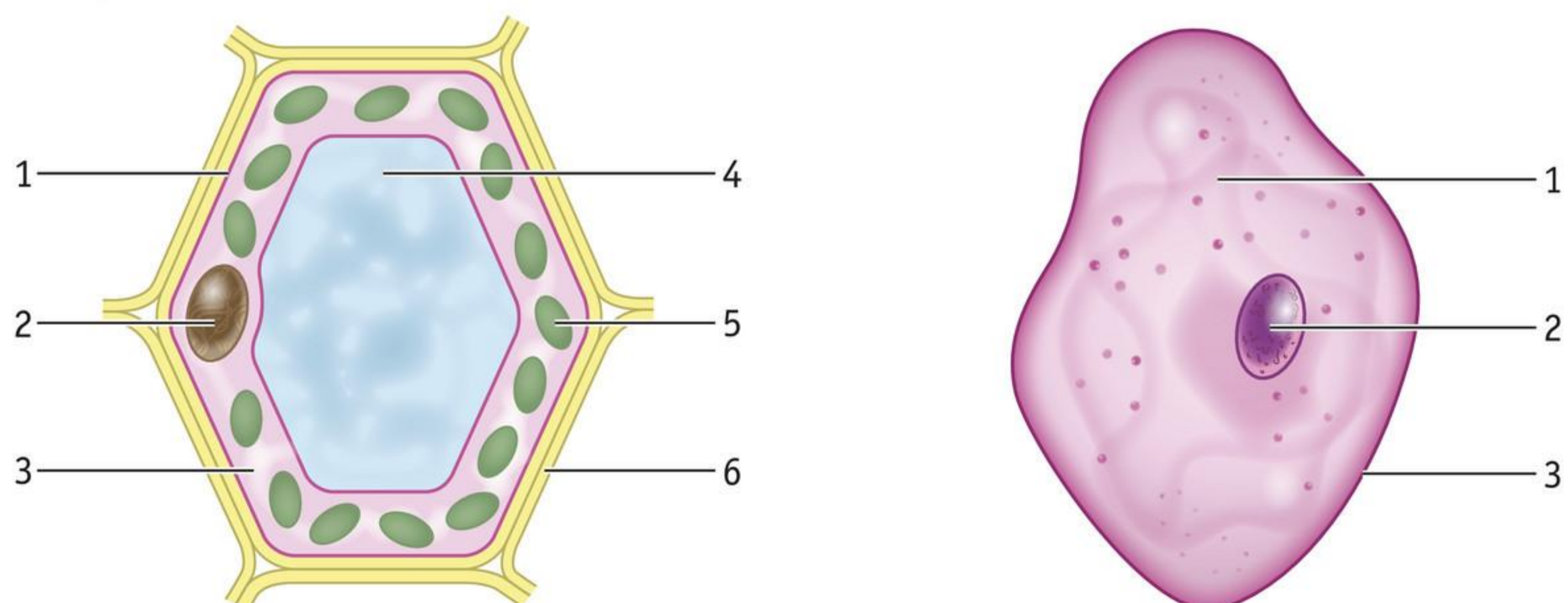
**Plantaardige cel**

- 1 = .....
- 2 = .....
- 3 = .....
- 4 = .....
- 5 = .....
- 6 = .....

**Dierlijke cel**

- 1 = .....
- 2 = .....
- 3 = .....

Afb. 3 Twee cellen.



1 plantaardige cel

2 dierlijke cel

Ga naar de *Voorkennistoets* en de *Filmpjes*.

# 1 Organismen

## LEERDOELEN

1.1.1 Je kunt negen levenskenmerken van organismen noemen.

1.1.2 Je kunt de levensfasen van de mens noemen met de gemiddelde leeftijden en voorbeelden van ontwikkeling geven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	1.1.1	1.1.2
Onthouden	1abd	2
Begrijpen	1c, 3, 6a, 7a	3
Toepassen	4	5a
Analyseren	6b	5b, 7b

**De biologie bestudeert al het leven op aarde: van bacteriën tot bomen en van vogels tot walvissen. Al deze levende wezens vertonen levenskenmerken en maken tijdens hun leven verschillende levensfasen door.**

## LEVENSKENMERKEN

Alle levende wezens zijn **organismen**. Alle organismen vertonen **levenskenmerken**:

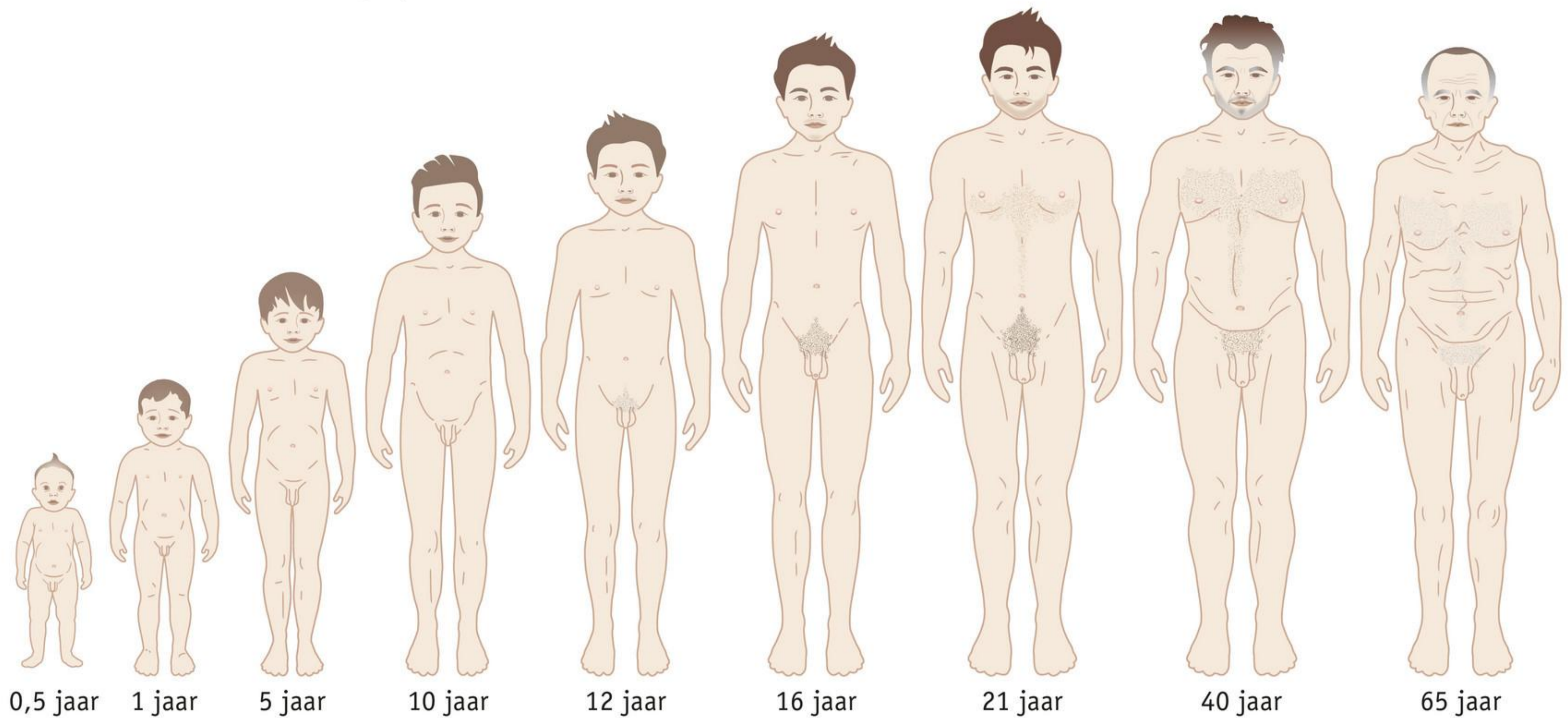
- **groei**, waarbij ook **ontwikkeling** kan plaatsvinden  
Door groei wordt een organisme groter en zwaarder. Bij ontwikkeling verandert de bouw van een organisme.
- **reageren op prikkels**, bijvoorbeeld door **beweging**  
Organismen kunnen prikkels waarnemen, zoals licht en geur. Ze kunnen vervolgens reageren op die prikkels. Organismen kunnen bijvoorbeeld in beweging komen als ze voedsel ruiken.
- **stofwisseling**; hierbij horen **voeding**, **ademhaling** en **uitscheiding** van afvalstoffen  
Bij stofwisseling worden in je lichaam stoffen omgezet in andere stoffen. Een voorbeeld van stofwisseling is de omzetting van suikers in vetten. Daarvoor heb je voeding nodig, en zuurstof die je opneemt door ademhaling. Als tijdens de stofwisseling afvalstoffen ontstaan, scheidt het lichaam deze uit.
- **voortplanting**  
Door voortplanting krijgen organismen nakomelingen.

## GROEI EN ONTWIKKELING

Mensen worden geboren, groeien, worden volwassen, krijgen kinderen (of niet) en sterven. Al deze fasen samen vormen de levensloop.

Je groeit vanaf je geboorte en stopt daarmee als je ongeveer 18 jaar bent. Tijdens deze **lichamelijke groei en ontwikkeling** veranderen de verhoudingen tussen de verschillende lichaamsdelen (zie afbeelding 1). Zo is je hoofd in het begin in verhouding tot de rest van je lichaam groot.

Je groeit en ontwikkelt niet alleen lichamelijk, maar ook geestelijk. De **geestelijke groei en ontwikkeling** gaan veel langer door dan je 18e levensjaar. Tijdens deze geestelijke groei en ontwikkeling veranderen bijvoorbeeld je voorkeur voor muziek of je kledingsmaak.

**Afb. 1** Groei en ontwikkeling bij een man.

De ontwikkeling van baby tot en met volwassene kun je in verschillende **levensfasen** indelen (zie afbeelding 2). Deze levensfasen duren niet bij iedereen even lang. Bij sommige mensen gaat de ontwikkeling wat sneller dan bij anderen. Zo zijn er baby's die al lopen voor hun eerste verjaardag, maar ook peuters die op hun tweede verjaardag nog niet kunnen lopen.

**Afb. 2** Levensfasen van de mens.

 <p><b>baby</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tot 1½ jaar</li> <li>• groeisput, leert zitten, leert reageren op andere mensen</li> </ul>	 <p><b>peuter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1½ tot 4 jaar</li> <li>• praten, lopen, torentje bouwen</li> </ul>	 <p><b>kleuter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 tot 6 jaar</li> <li>• fietsen, beeldscherm gebruiken, samen spelen</li> </ul>	 <p><b>schoolkind</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 tot 12 jaar</li> <li>• lezen, schrijven, rekenen</li> </ul>
 <p><b>puber</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 tot 16 jaar</li> <li>• groeisput, borsten, baardgroei, pubishaar, nieuwe gevoelens</li> </ul>	 <p><b>adolescent</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 16 tot 21 jaar</li> <li>• zelfstandig worden</li> </ul>	 <p><b>volwassene</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 21 tot 65 jaar</li> <li>• werken, kinderen krijgen</li> </ul>	 <p><b>oudere (bejaarde)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 jaar en ouder</li> <li>• lichamelijke problemen</li> <li>• soms geestelijke problemen</li> </ul>

## KENNIS

1

**a** Wat zijn de negen levenskenmerken?

- 1 .....
- 2 .....
- 3 .....
- 4 .....
- 5 .....
- 6 .....
- 7 .....
- 8 .....
- 9 .....

**b** Hoe heet verandering in de bouw van een organisme? .....

**c** Elk organisme gaat dood, maar de soort blijft (meestal) bestaan.

Welk levenskenmerk zorgt ervoor dat een soort blijft bestaan? .....

**d** Welke levenskenmerken vallen onder stofwisseling?

- A ademhaling
- B beweging
- C ontwikkeling
- D reageren op prikkels
- E uitscheiding
- F voeding

2

Welke levensfase hoort bij het kenmerk?

- 1 Krijgt geestelijke problemen of heeft verzorging nodig. ....
- 2 Krijgt (meestal) kinderen. ....
- 3 Leert lezen, schrijven en rekenen. ....
- 4 Leert praten en met een lepel eten. ....
- 5 Leert veters strikken en met andere kinderen spelen. ....
- 6 Leert zelfstandig worden. ....
- 7 Leert zitten en leert reageren op andere mensen. ....
- 8 Secundaire geslachtskenmerken komen tot ontwikkeling. ....

3

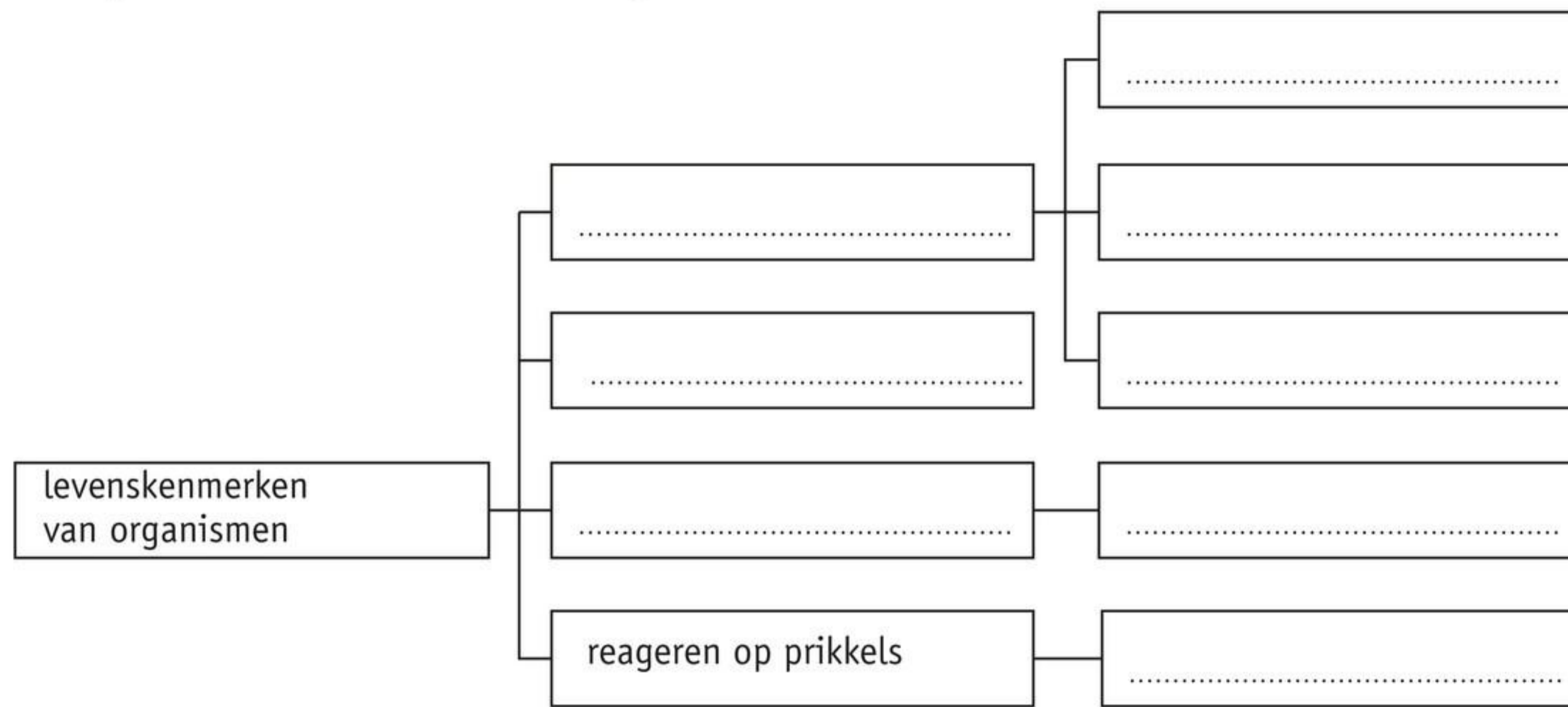
**Samenvatting**



Maak een samenvatting van de basisstof.

- Vul in het schema van afbeelding 3 de ontbrekende levenskenmerken in.

**Afb. 3** Levenskenmerken van organismen.



- Groei = .....
- .....
- Ontwikkeling = .....
- .....

- Vul de tabel verder in.

Levensfase	Leeftijd	Kenmerken
baby	0-1½ jaar	groeispurt, leert zitten, leert reageren op andere mensen

## INZICHT

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

4

Lees de tekst 'Klas 3 heeft pauze'.

Geef van elk van de volgende levenskenmerken een voorbeeld uit de tekst.

*beweging – ontwikkeling – uitscheiding – voeding – voortplanting*

**Afb. 4**

### Klas 3 heeft pauze

Aan het eind van de pauze klinkt de bel. Klas 3 maakt zich op om naar de les te gaan. Iedereen is druk bezig. Koen heeft al honger en denkt: 'Gauw nog even een boterham pakken.' Marit gaat nog snel even naar de wc om te plassen. Amir houdt niet van stilzitten en denkt: 'Gelukkig hebben we het zesde uur gymnastiek.' Luna is met iets heel anders bezig. Ze slikt sinds een paar weken de pil, maar is gisteren een pil vergeten en maakt zich zorgen. Ze denkt: 'Vanavond wil ik de pil niet vergeten.' Sam kijkt ook wat zorgelijk. Zijn nieuwe sneakers zijn nog niet zo oud, maar hij heeft alweer een grotere maat nodig. Koen heeft zich vanochtend voor het eerst geschoren en voelt wat onwennig aan zijn kin. 'Het voelt nog een beetje gek, dat scheren.' En dan komt hun docent aangelopen.

5

- a Tijdens welke levensfase vindt veel lichamelijke ontwikkeling plaats? Leg je antwoord uit.
- b Tijdens welke levensfasen vindt geestelijke ontwikkeling plaats? Leg je antwoord uit.

6

- a Fenne ziet een eland.  
Over welk levenskenmerk gaat deze zin?
- b Planten maken zuurstof.  
Over welk levenskenmerk gaat deze zin? Leg je antwoord uit.

+ 7

Omar had als baby vaak buikpijn. Uit onderzoek bleek dat hij een koemelkallergie heeft. Door deze allergie kan hij sommige stoffen uit koemelk niet goed verteren en krijgt hij buikpijn als hij koemelk drinkt.

- a Welk levenskenmerk is verstoord door de koemelkallergie van Omar?
- b Behalve dat Omar veel buikpijn had, groeide hij minder snel dan andere baby's.  
Leg uit hoe dat kwam.

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

## 2 De bouw van een organisme

### LEERDOEL

1.2.1 Je kunt de organisatieniveaus binnen een organisme benoemen en beschrijven.

- ▶ Leren onderzoeken 1
- ▶ Practica 1 en 2

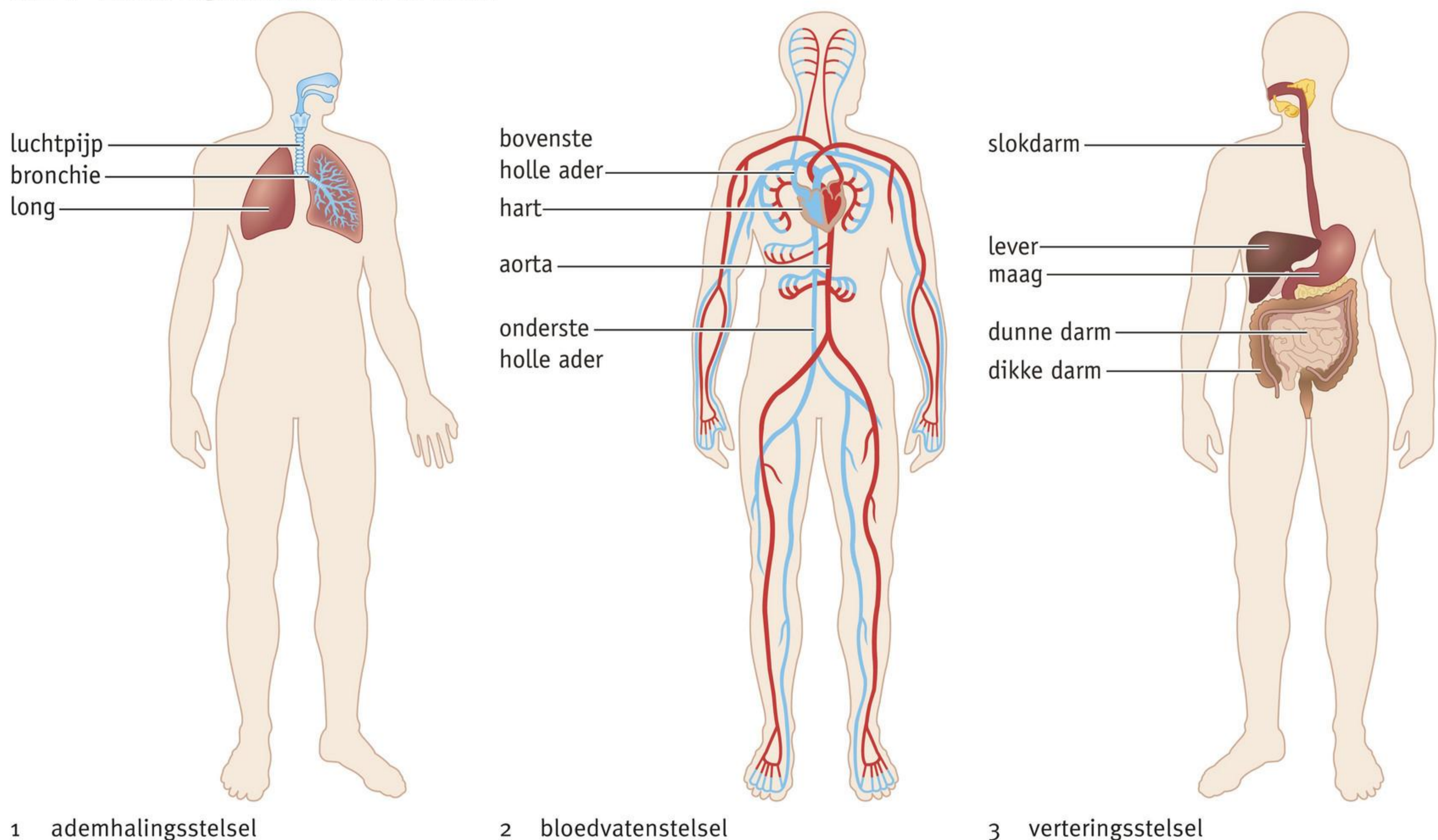
TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	1.2.1
Onthouden	1
Begrijpen	2, 3, 5a, 6a
Toepassen	4bc, 5b, 6bc
Analyseren	4a, 5c, 7

**Jouw lichaam bestaat uit miljoenen cellen. Al die cellen werken samen zodat jij kunt sporten, denken en praten. Niet elke cel is hetzelfde. Je spiercellen hebben bijvoorbeeld een andere bouw dan je hersencellen.**

### ORGAANSTELSELS

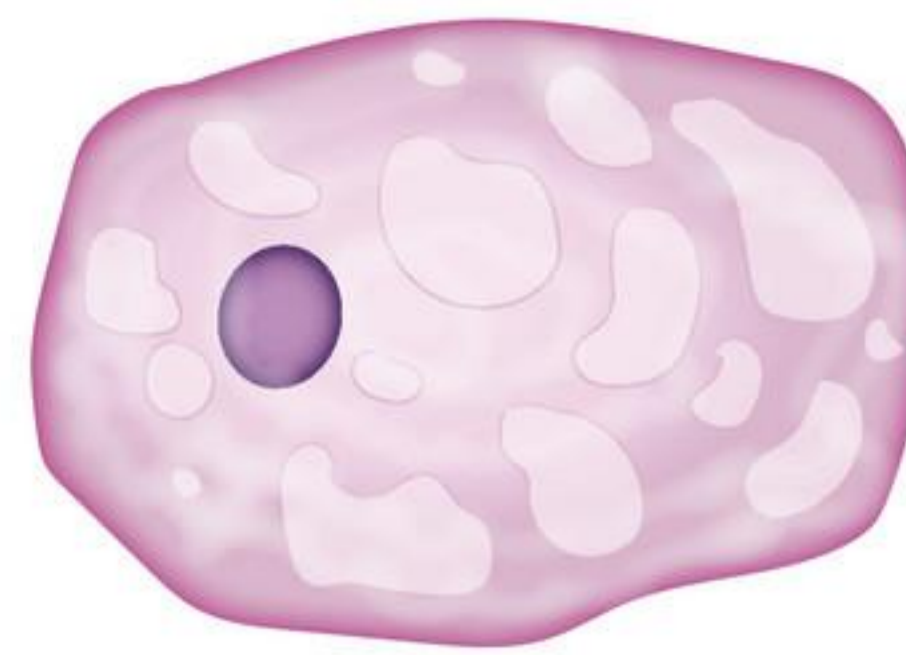
Grotere organismen zoals de mens hebben **orgaanstelsels**, bijvoorbeeld het verteringsstelsel of het ademhalingsstelsel (zie afbeelding 1). Een orgaanstelsel bestaat uit organen. Een **orgaan** is een deel van een organisme met een of meer functies.

**Afb. 1** Enkele orgaanstelsels van de mens.

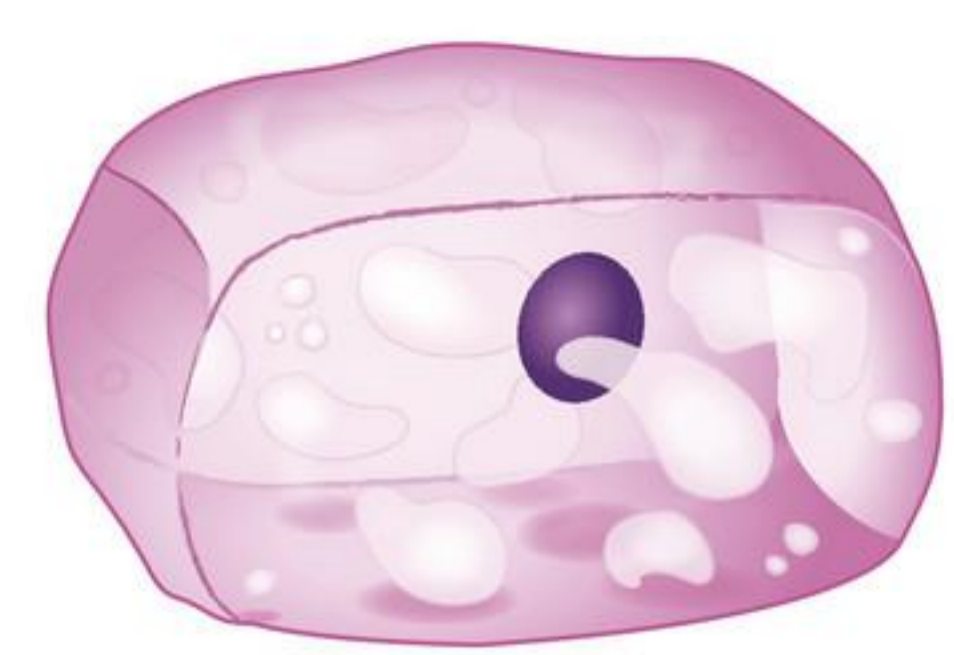


Organen bestaan uit **cellen**. Door een microscoop lijken cellen ‘plat’, maar in werkelijkheid hebben cellen diepte (zie afbeelding 2 en 3). Er zijn verschillende typen cellen. De vorm van een cel hangt samen met zijn functie.

**Afb. 2** Een cel getekend zoals je hem door een microscoop ziet.



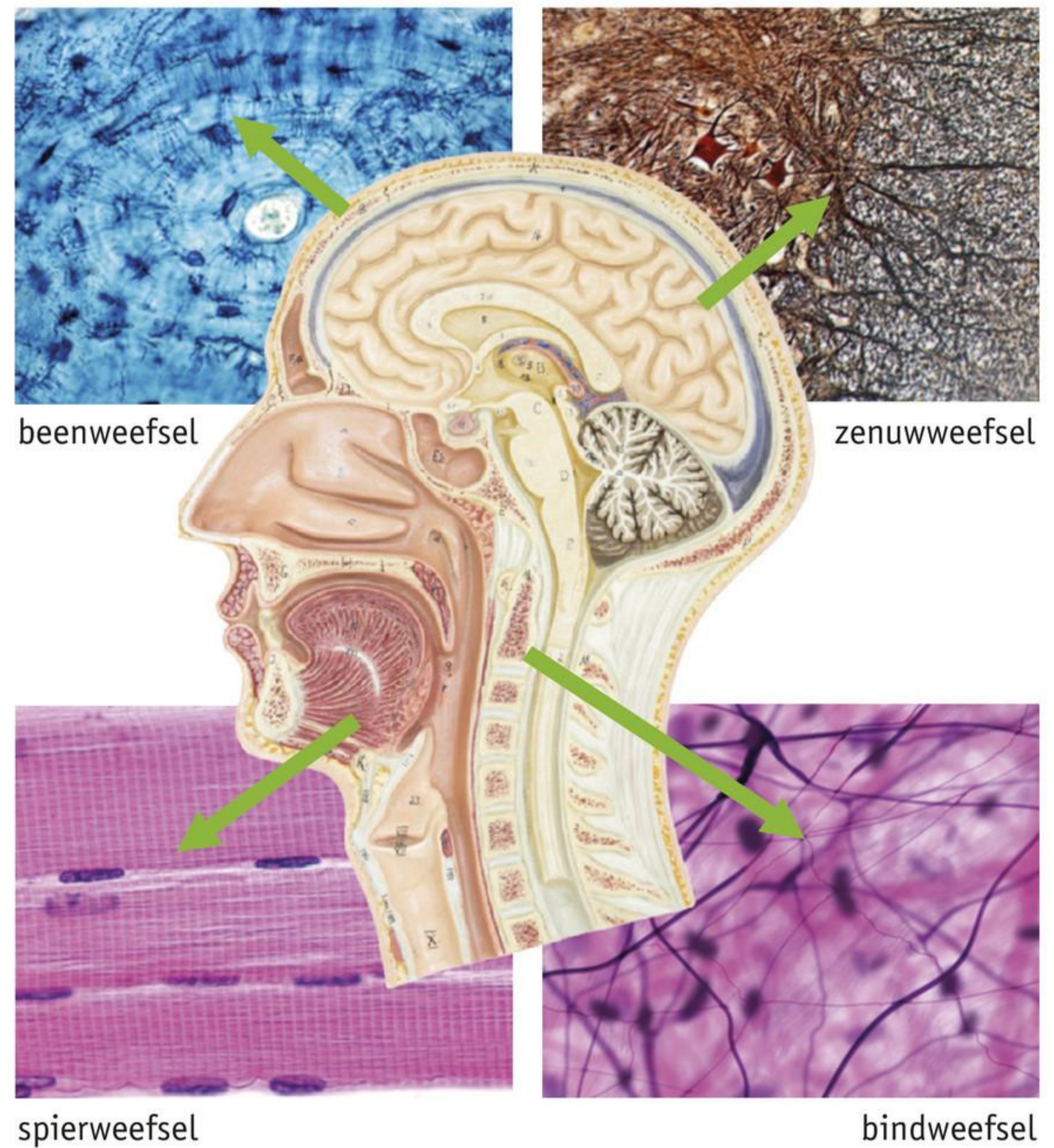
**Afb. 3** Een cel driedimensionaal getekend.



**WEEFSELS**

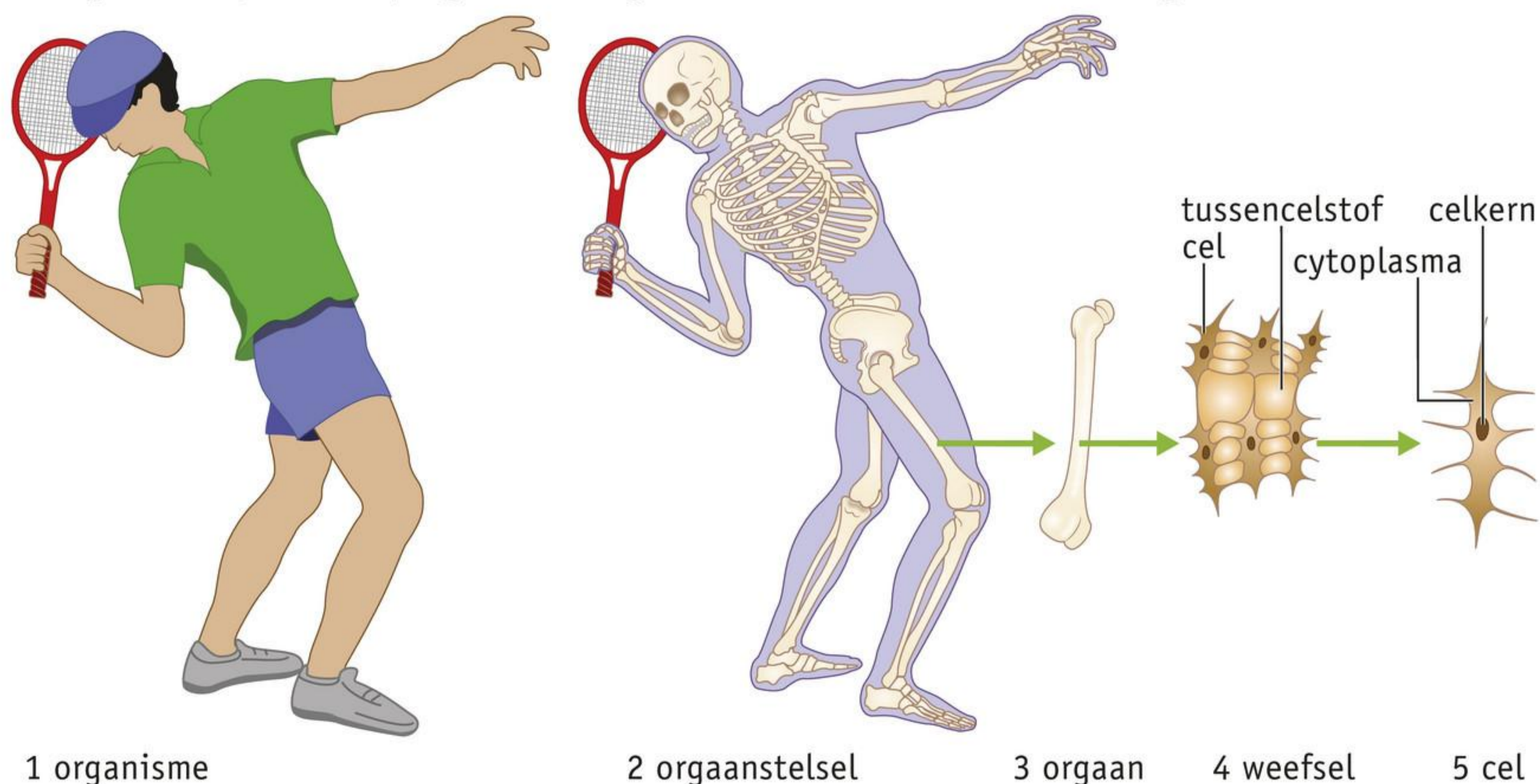
Een groep cellen met eenzelfde vorm en functie noem je een **weefsel**. In afbeelding 4 zie je voorbeelden van weefsels. Organen bestaan vaak uit verschillende weefsels. De cellen in spierweefsel hebben een andere vorm dan de cellen in bindweefsel.

**Afb. 4** Enkele weefseltypen.



In veel weefsels zit **tussencelstof** tussen de cellen. Er zijn verschillende typen tussencelstof, met elk zijn eigen functie. Soms is het een vloeistof, zoals de hersenvloeistof tussen de zenuwcellen in de hersenen, soms is het een harde stof die wordt gemaakt door de cellen. Zo maken botcellen een kalkachtige stof als tussencelstof. De botcellen zelf zijn met elkaar verbonden door uitlopers. Door de tussencelstof en de uitlopers is beenweefsel stevig en sterk.

**Afb. 5** Cellen, weefsels, organen en orgaanstelsels vormen samen een organisme.



## ORGANISATIENIVEAUS

Biologen onderzoeken organismen op verschillende **organisatieniveaus** (zie afbeelding 5). Van groot naar klein zijn dat:

- organisme
- orgaanstelsel
- orgaan
- weefsel
- cel

De verschillende organisatieniveaus werken voortdurend samen. Als je tegen een bal schopt, gebruik je bijvoorbeeld je skelet, spieren en zintuigcellen. Je orgaanstelsels, organen, weefsels en cellen reageren op elkaar en werken met elkaar samen. Door deze samenwerking kun je de bal met de juiste snelheid en in de goede richting schoppen.

## KENNIS

1

In afbeelding 6 zie je twee tekeningen van een torso. In afbeelding 6.1 zijn de ribben en het borstbeen uit de torso gehaald. In afbeelding 6.2 zijn meer organen uit de torso gehaald.

Geef de namen van de genummerde delen.

1 = .....

2 = .....

3 = .....

4 = .....

5 = .....

6 = .....

7 = .....

8 = .....

9 = .....

10 = .....

11 = .....

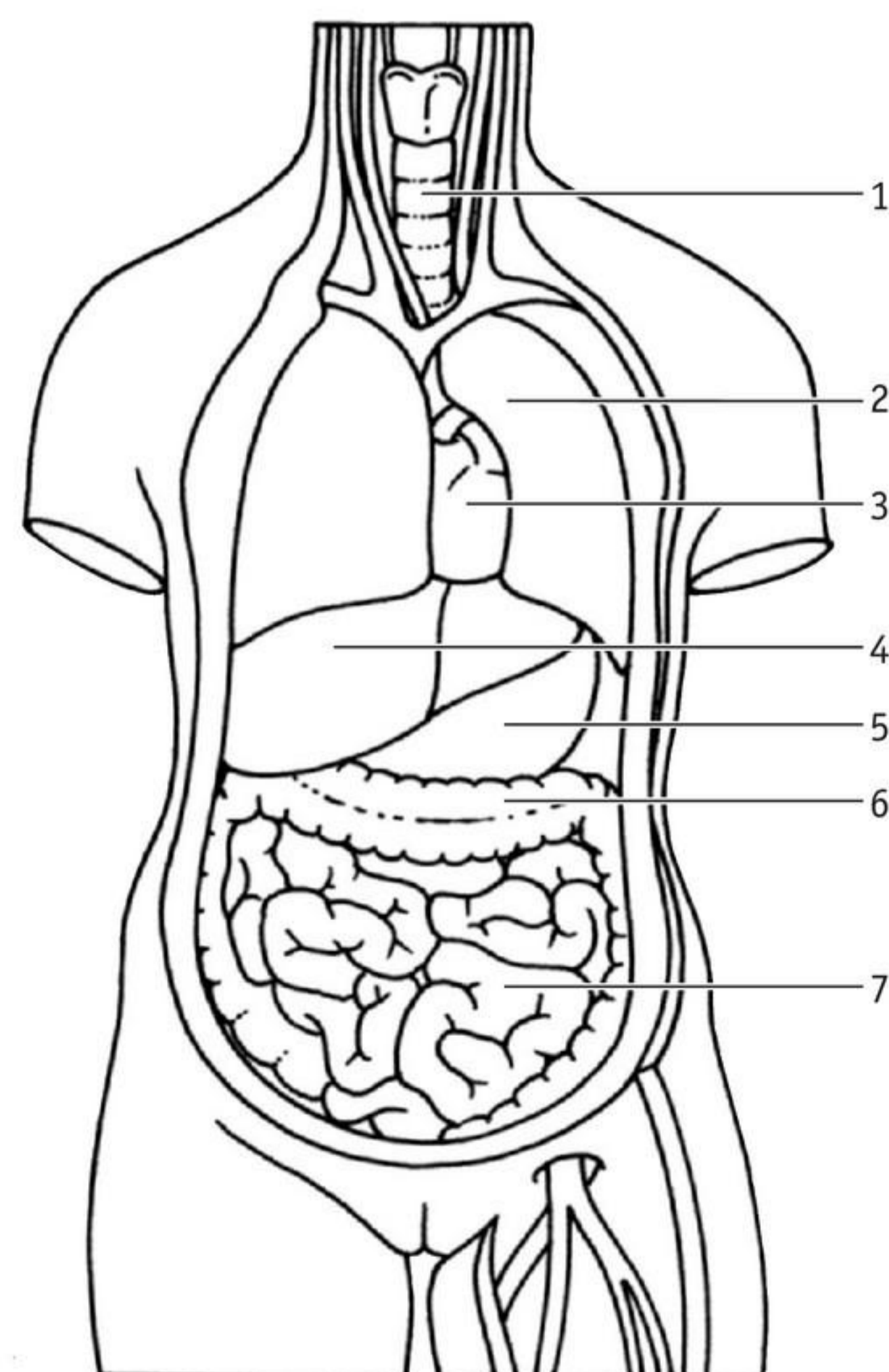
12 = .....

13 = .....

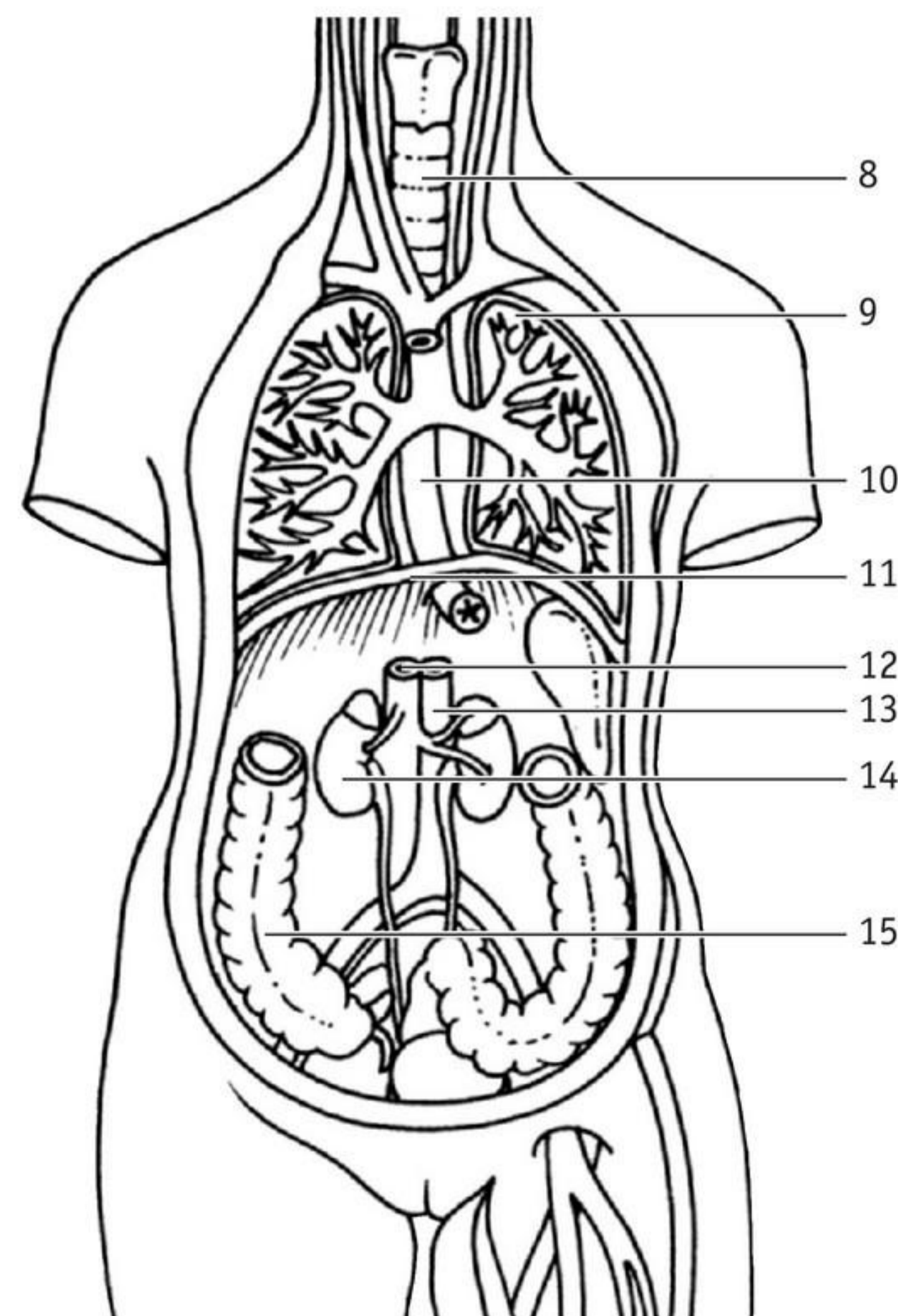
14 = .....

15 = .....

**Afb. 6** Torso's.



1



2

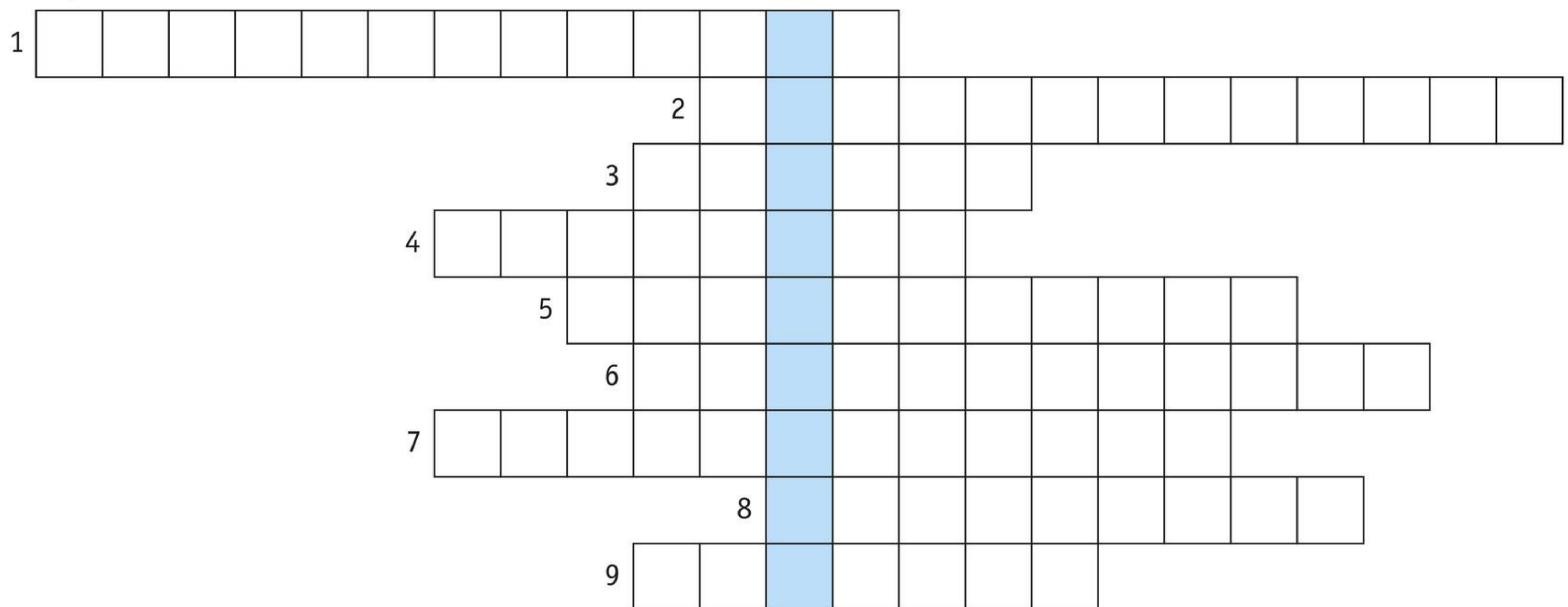
2



Hierna staan negen omschrijvingen van begrippen.

- Zet de namen van de begrippen in de puzzel van afbeelding 7.
  - In de gekleurde vakjes lees je dan een woord. Vul dit woord in onder de puzzel.
- 1 De stof die zich tussen de cellen bevindt.
  - 2 Een groep samenwerkende organen die samen een bepaalde functie hebben.
  - 3 Een deel van een organisme met een of meer functies.
  - 4 Het deel van het verteringsstelsel dat gedeeltelijk in de borstholte ligt en gedeeltelijk in de buikholte.
  - 5 De tussencelstof van dit weefsel bevat veel kalk.
  - 6 De spieren van je lichaam vormen samen dit orgaanstelsel.
  - 7 De hersenen zijn een deel van dit orgaanstelsel.
  - 8 Dit orgaan scheidt de romp in de borstholte en de buikholte.
  - 9 Een groep cellen met dezelfde bouw en dezelfde functie(s).

Afb. 7



Het woord in de gekleurde vakjes is .....

3



**Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Zet de organisatieniveaus op volgorde van groot naar klein.

.....

- Leg uit dat tussencelstof de eigenschappen van een weefsel bepaalt.

.....

.....

.....

.....

## INZICHT

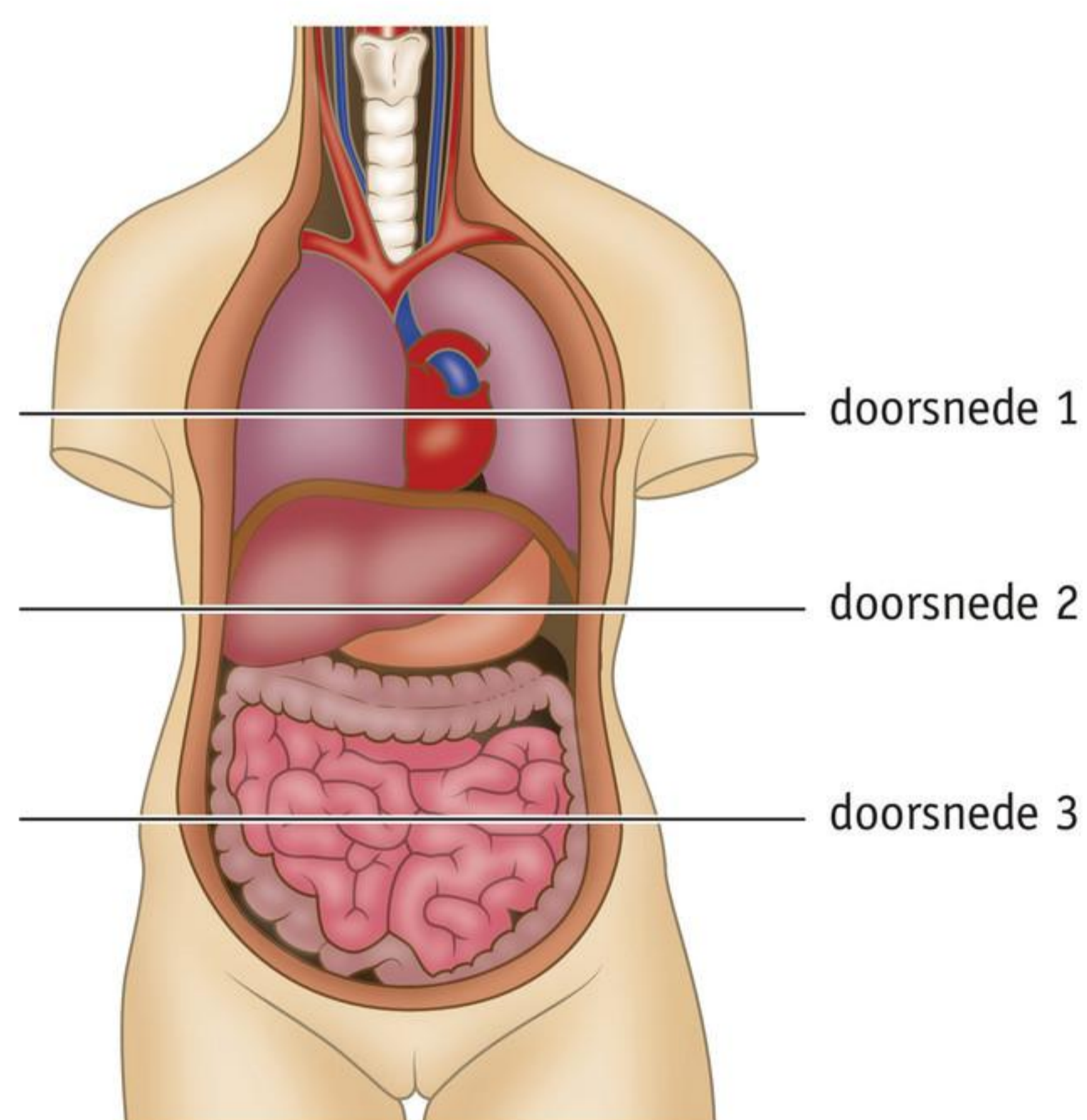
**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

4

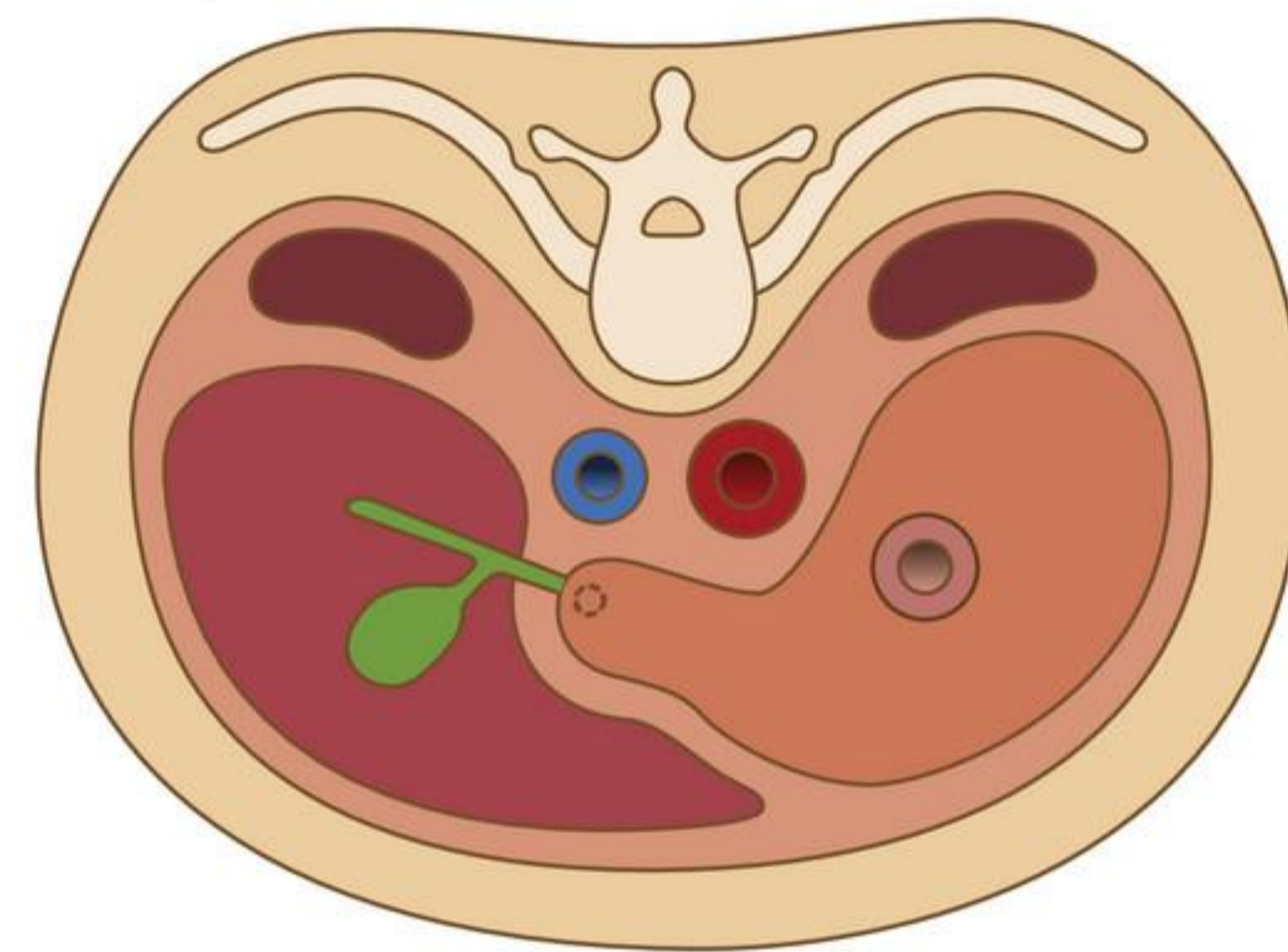
In afbeelding 8 is een torso schematisch getekend. Op drie plaatsen is een doorsnede gemaakt (1, 2 en 3). De dwarsdoorsneden (A, B en C) zijn in afbeelding 9 schematisch getekend.

- Combineer elke doorsnede met de juiste letter.
- Geef de namen van vijf organen die je ziet in doorsnede A.
- In het middenrif zitten openingen. Daar gaan organen doorheen die zowel in de borstholte als in de buikholte liggen. Welke organen gaan door het middenrif?

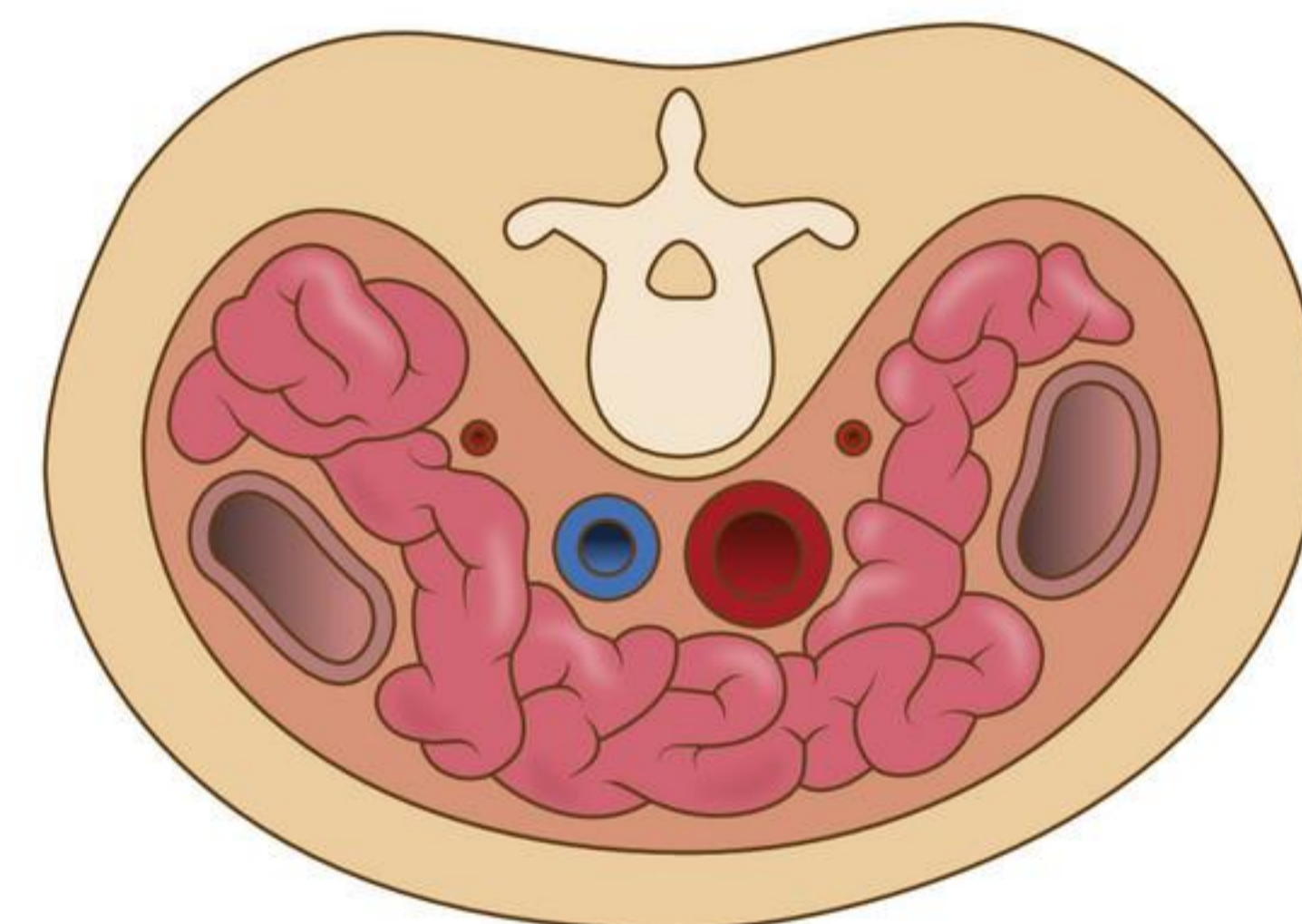
**Afb. 8** Doorsneden van een torso.



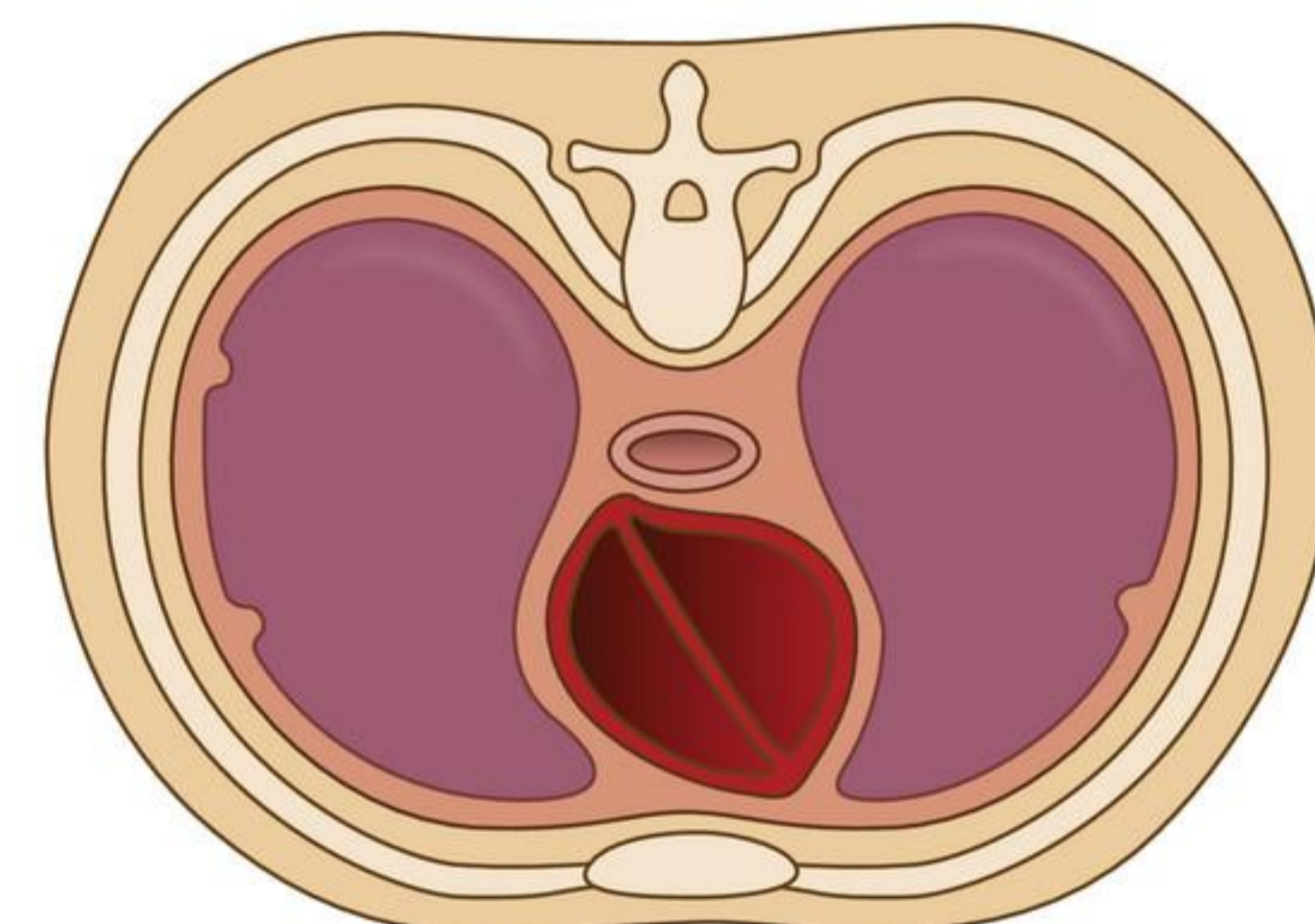
**Afb. 9** Dwarsdoorsneden van een torso.



A



B



C

5

- a** Cellen in je lichaam hebben verschillende vormen. Waarmee hangt de vorm van een cel samen?
- b** In afbeelding 10 zie je dat rode bloedcellen rond en plat zijn. Waarmee hangt deze ronde en platte vorm samen?
- c** Een rode bloedcel stroomt door het bloedvatstelsel. Is een rode bloedcel een deel van het bloedvatstelsel? Leg je antwoord uit.

**Afb. 10** Een rode bloedcel.



6

- Verschillende weefsels hebben verschillende eigenschappen.
- a** In je oorschelp zit kraakbeen. Kraakbeen is lichter en soepeler dan beenweefsel. Is de tussencelstof bij kraakbeen harder of zachter dan de tussencelstof bij beenweefsel?
  - b** Haaien hebben een skelet van kraakbeen. Wat is het voordeel van het kraakbeenskelet voor de haai?
  - c** Bij een volwassen mens bestaat het skelet voor het grootste deel uit beenweefsel. Welk nadeel zou een volwassene hebben als zijn skelet voor het grootste deel uit kraakbeenweefsel bestond?

+ 7

- Bij een orgaandonatie speelt tijd een belangrijke rol. De organen zijn meestal afkomstig van mensen die recent zijn overleden en moeten zo snel mogelijk worden getransplanteerd.
- a** Leg uit waarom het belangrijk is dat een orgaan zo snel mogelijk wordt getransplanteerd.
  - b** Sommige organen kun je ook doneren terwijl je nog leeft. Een voorbeeld hiervan zijn de nieren. Een nierpatiënt kan dus een nier krijgen van een levende donor. Leg uit waarom dat mogelijk is.

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 3 Cellen van dieren en planten

## LEERDOEL

1.3.1 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en functies.

- ▶ Leren onderzoeken 1 en 2
- ▶ Practica 3, 4 en 5

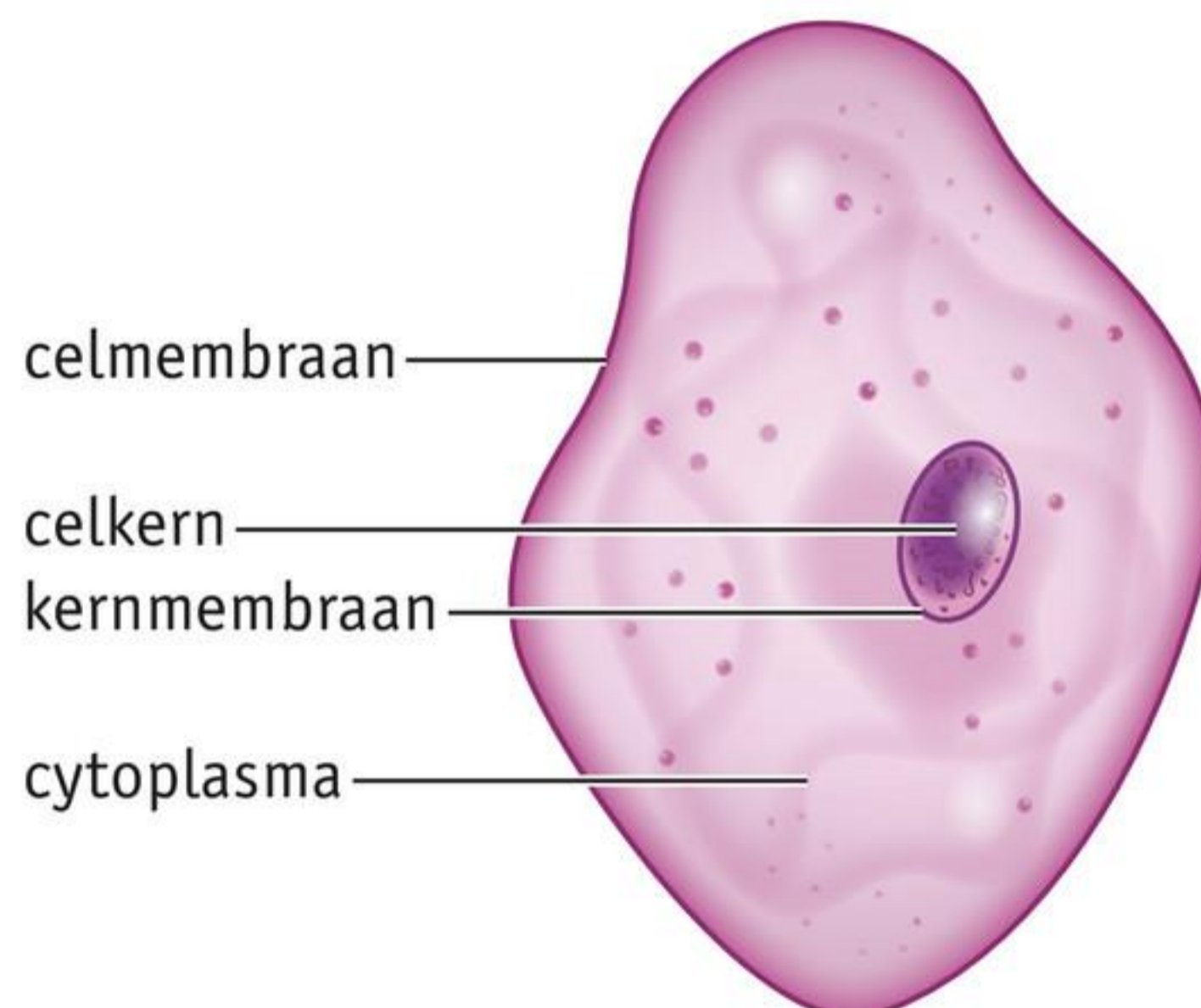
TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	1.3.1
Onthouden	1
Begrijpen	2, 3, 5ab
Toepassen	4, 5c, 6a
Analyseren	5d, 6b, 7

**Jouw lichaam bestaat uit ongeveer honderd biljoen cellen wanneer het volgroeid is. Ook andere organismen, zoals planten, kunnen uit veel cellen bestaan.**

## DIERLIJKE CELLEN

In afbeelding 1 zie je een schematische tekening van een dierlijke cel. Deze cel wordt omgeven door een dun vlies: het **celmembraan**. Een dierlijke cel bestaat voor het grootste deel uit cytoplasma (celplasma). **Cytoplasma** is een stroperige vloeistof van water met veel opgeloste stoffen. In het cytoplasma ligt de celkern. De **celkern** regelt alles wat er in een cel gebeurt. Ook om de celkern ligt een dun vlies: het kernmembraan.

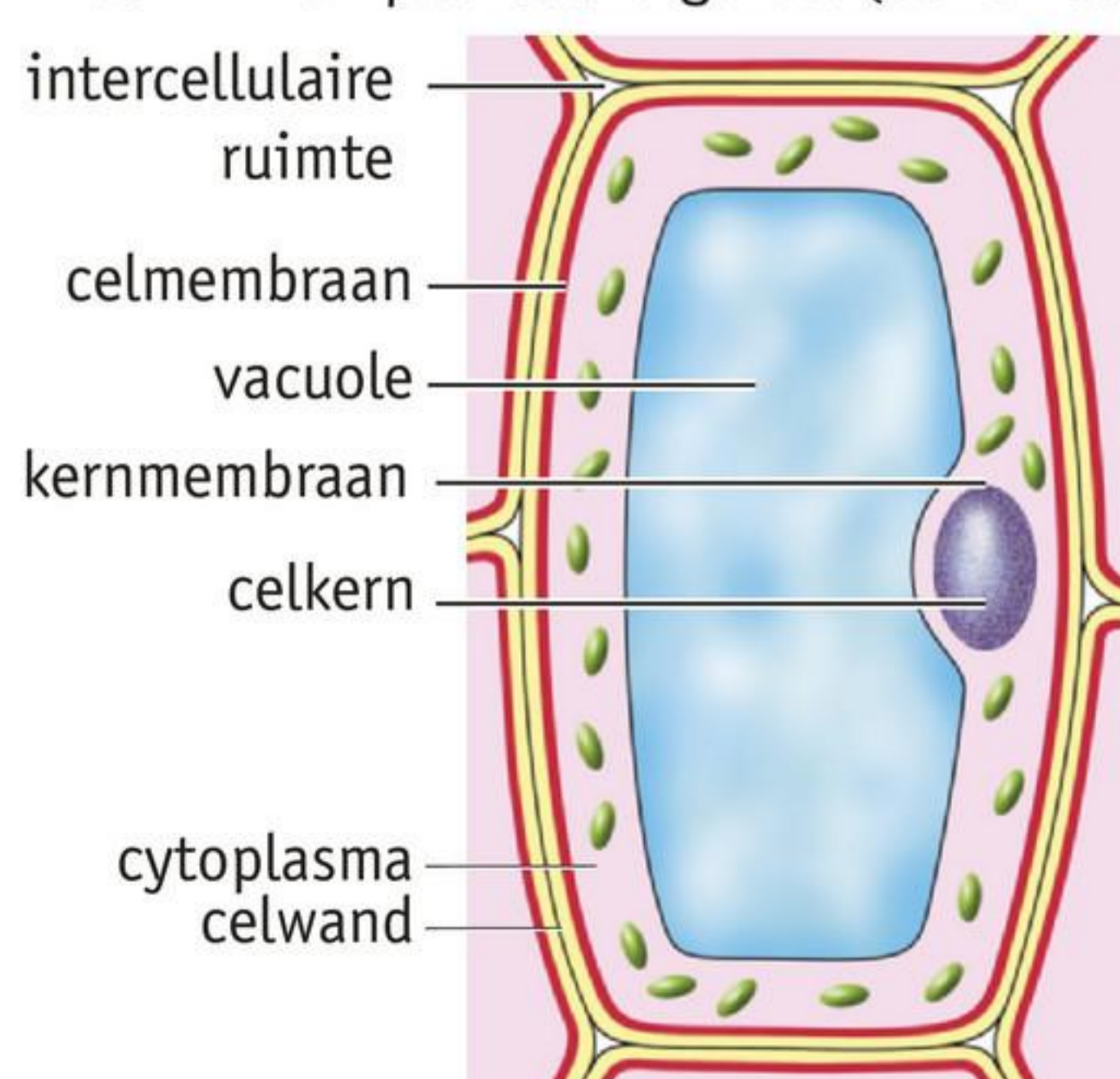
**Afb. 1** Een dierlijke cel (schematisch).



## PLANTAARDIGE CELLEN

Cellen van planten bestaan net als dierlijke cellen uit een celmembraan, cytoplasma, een celkern en een kernmembraan (zie afbeelding 2).

**Afb. 2** Een plantaardige cel (schematisch).



In het cytoplasma van plantencellen komen daarnaast een of meer vacuolen voor.

**Vacuolen** zijn blaasjes gevuld met vocht. Het vacuolevocht bestaat uit water met opgeloste stoffen. Jonge plantencellen bevatten meerdere vacuolen. Als de cellen ouder worden, vloeien de kleine vacuolen samen tot één grote vacuole. Het cytoplasma ligt dan in een dunne laag tegen het celmembraan aan.

Het cytoplasma van een plantaardige cel maakt een stevig laagje om de cel heen: de **celwand**. De celwand is tussencelstof en behoort niet tot de cel. Celwanden zorgen voor stevigheid.

De celwanden sluiten vaak niet precies op elkaar aan. Tussen de celwanden van cellen die naast elkaar liggen, komen kleine holten voor: de intercellulaire ruimten. Deze holten zijn gevuld met lucht of water.

## KORRELS

In het cytoplasma van plantencellen kunnen korrels voorkomen. Er zijn verschillende typen korrels:

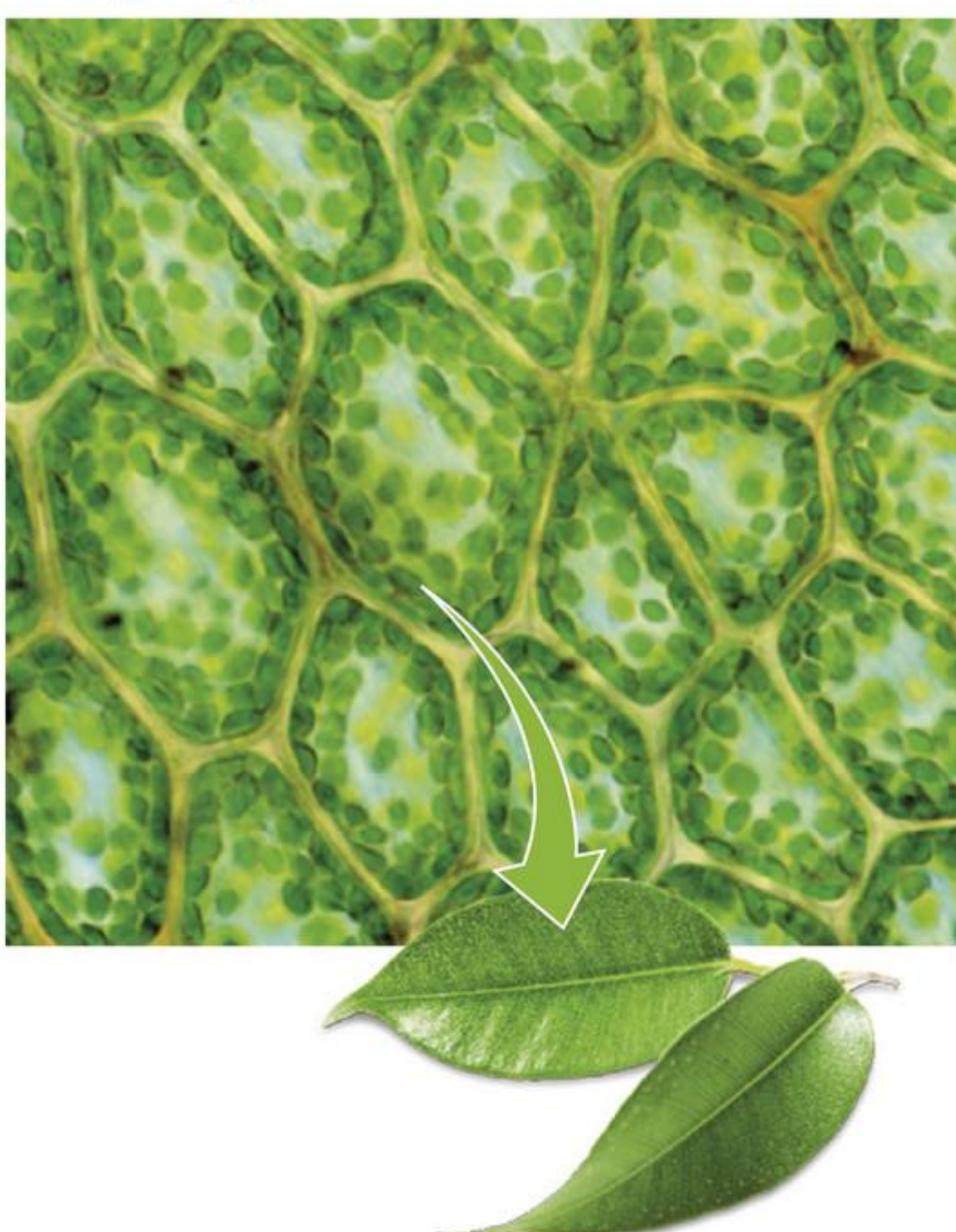
- bladgroenkorrels
- kleurstofkorrels
- zetmeelkorrels

**Bladgroenkorrels** komen voor in de groene delen van planten, vooral de bladeren. Door de bladgroenkorrels zien planten er groen uit (zie afbeelding 3.1). In bladgroenkorrels vindt fotosynthese plaats. Door fotosynthese ontstaat glucose. Een plant gebruikt glucose als energiebron, maar ook als grondstof om de stoffen te maken waaruit de plant bestaat.

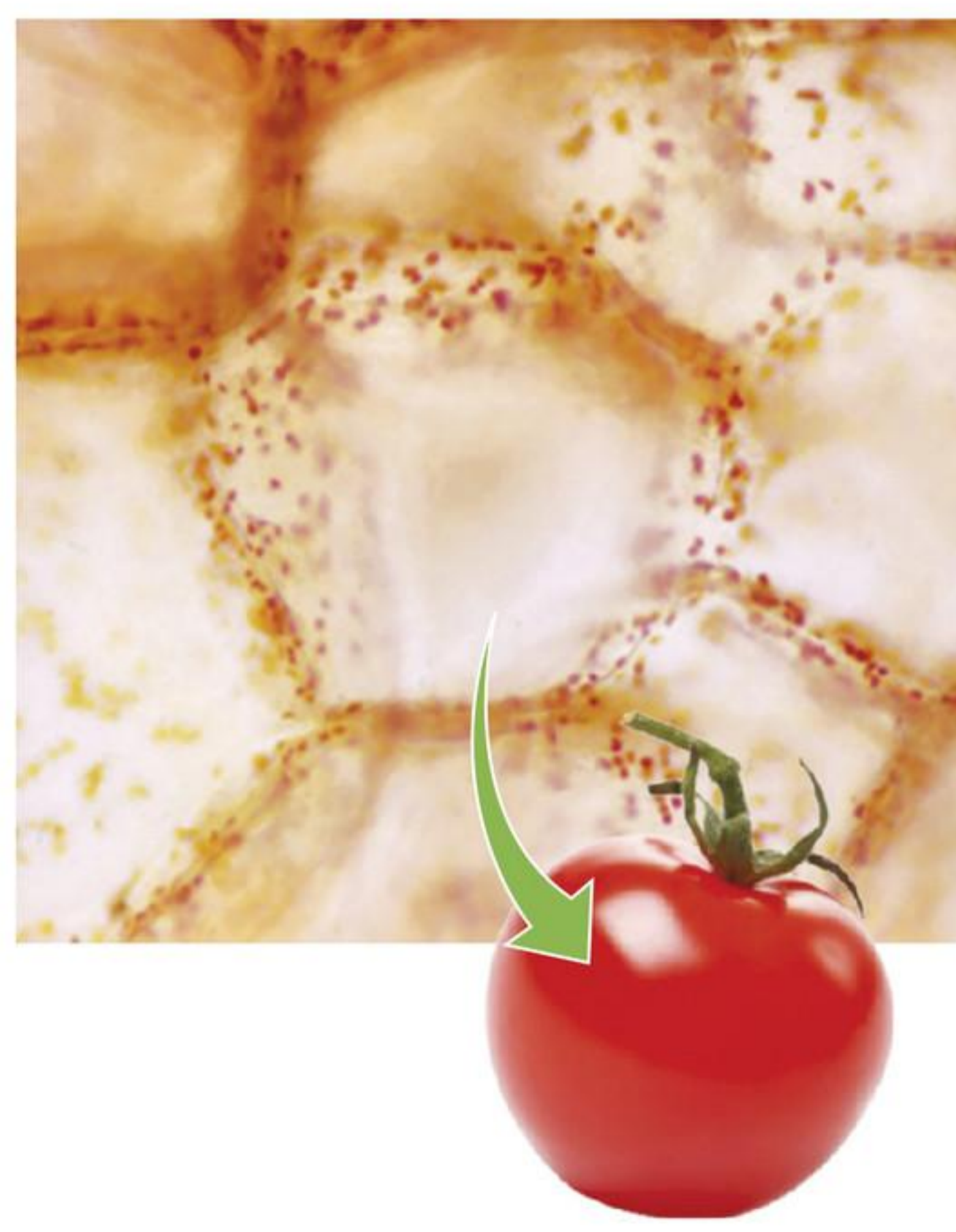
**Kleurstofkorrels** komen voor in de cellen van bloemen en vruchten met een gele, oranje of rode kleur (zie afbeelding 3.2). Kleurstofkorrels geven bloemen en vruchten hun opvallende kleur.

**Zetmeelkorrels** zijn kleurloos. Ze komen onder andere voor in de cellen van aardappels (zie afbeelding 3.3). In zetmeelkorrels is zetmeel opgeslagen. Zetmeel is een belangrijke reservestof voor planten.

**Afb. 3** Typen korrels.



1 bladgroenkorrels



2 kleurstofkorrels



3 zetmeelkorrels

Korrels kunnen van het ene type overgaan in het andere type. Bijvoorbeeld: als een mandarijn rijp wordt, verandert de kleur van groen naar oranje (zie afbeelding 4). Bladgroenkorrels veranderen dan in oranje kleurstofkorrels.

**Afb. 4** Mandarijnen.



1 onrijp



2 rijp

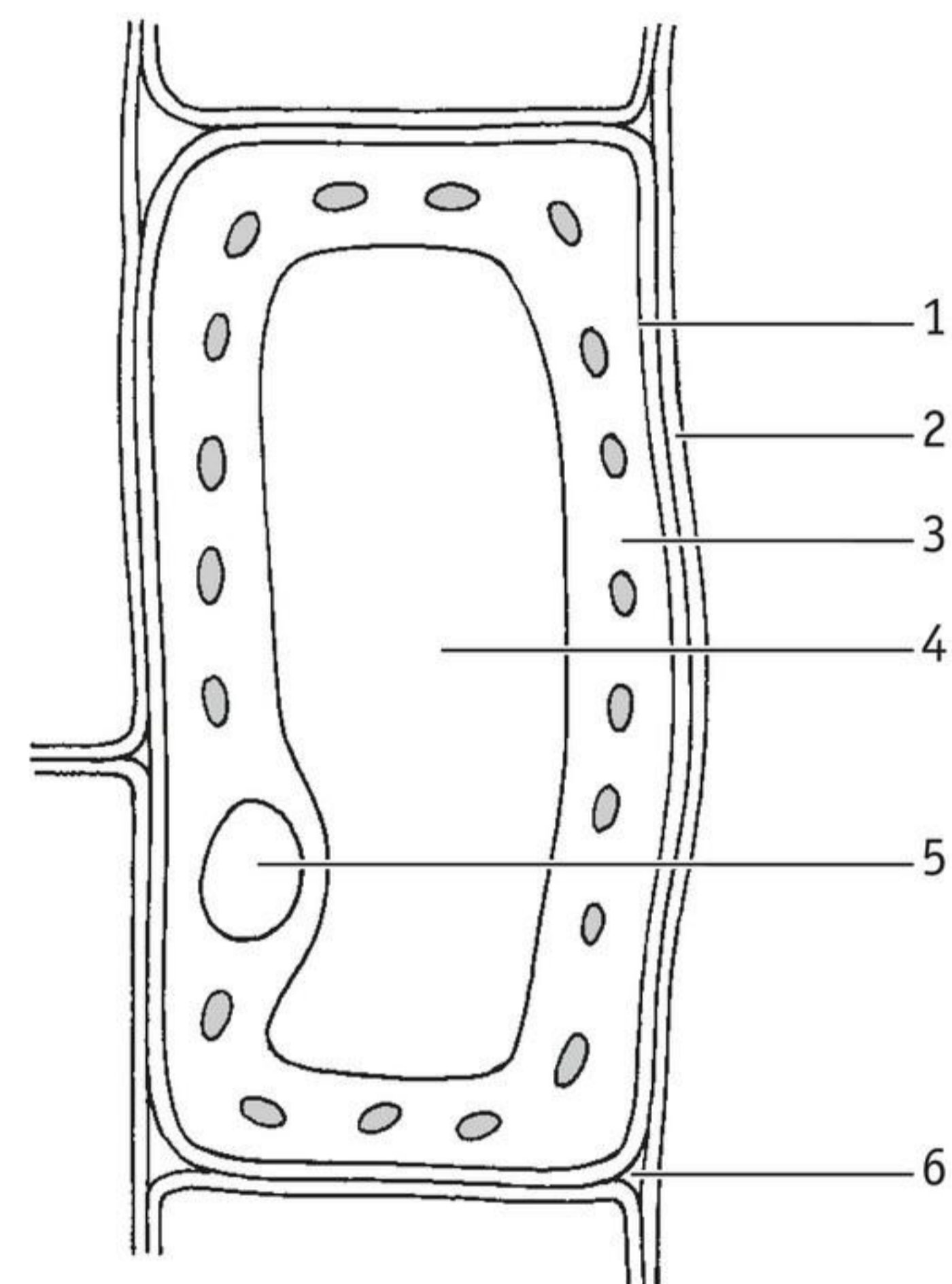
**KENNIS**

1

In afbeelding 5 zie je een plantaardige cel. Geef de namen van de genummerde delen.

- 1 = .....
- 2 = .....
- 3 = .....
- 4 = .....
- 5 = .....
- 6 = .....

**Afb. 5** Een plantencel.



2

Hierna staan vier delen van planten. Welke korrels komen voor in het deel van de plant?

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| 1 kroonblad van een tulp      | <i>bladgroenkorrels / kleurstofkorrels / zetmeelkorrels</i> |
| 2 maïskorrel                  | <i>bladgroenkorrels / kleurstofkorrels / zetmeelkorrels</i> |
| 3 schil van een rijpe citroen | <i>bladgroenkorrels / kleurstofkorrels / zetmeelkorrels</i> |
| 4 stengel van een tulp        | <i>bladgroenkorrels / kleurstofkorrels / zetmeelkorrels</i> |

3

**Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof.



- Zet in de tabel onder elk type cel de onderdelen waaruit de cel bestaat.  
Tip: begin bij de celkern en werk van binnen naar buiten.
- Geef daarna aan welke onderdelen nog meer kunnen voorkomen in of om de plantaardige cel.

Dierlijke cel	Plantaardige cel
	in de cel:
	om de cel:

- Wat is de functie van de verschillende korrels?

Bladgroenkorrels: .....

Kleurstofkorrels: .....

Zetmeelkorrels: .....

**INZICHT**

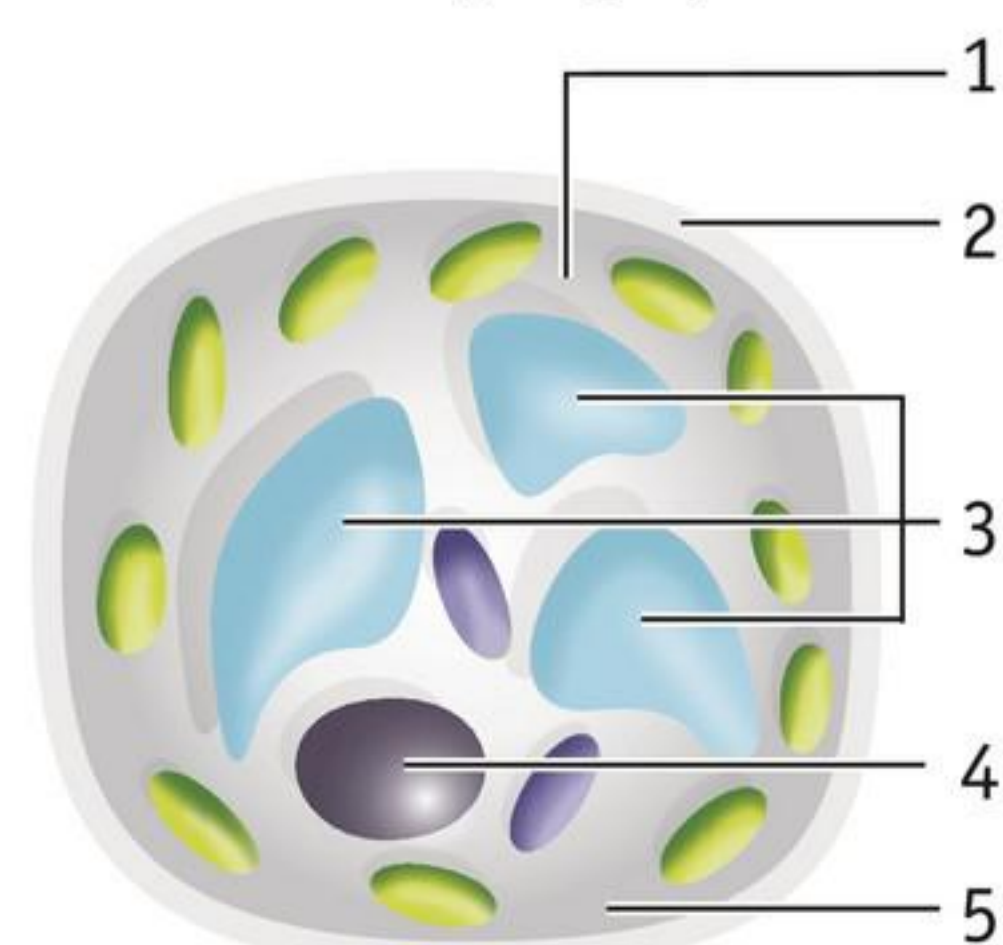
**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

4

In afbeelding 6 zie je een tekening van een jonge plantencel.

- Welk nummer geeft de buitenste laag van het cytoplasma aan?
- Welk nummer geeft aan dat een jonge plantencel is getekend en niet een oude plantencel?
- Welk nummer geeft het deel aan dat allerlei processen in de cel regelt?
- Menselijk weefsel is te slap om er flinterdunne plakjes van te snijden voor een preparaat. Menselijk weefsel wordt daarom eerst met paraffine (een soort kaarsvet) behandeld om het steviger te maken. Bij plantaardig weefsel is dat niet nodig. Welk nummer geeft het deel aan waardoor dit bij plantaardig weefsel niet hoeft?

**Afb. 6** Een jonge plantencel.



5

- a Door welke korrels krijgt een sperzieboon zijn groene kleur?
- b Aan welke korrels heeft de klaproos zijn rode kleur te danken?
- c Het deel van een oranje peen dat boven de grond uitkomt, wordt groen. Welke verandering in de korrels is hiervan de oorzaak?
- d Tijdens een practicum worden drie preparaten van een aardappelplant gekleurd met een joodoplossing: een preparaat van een aardappelblad, een preparaat van een aardappelbloem en een preparaat van een aardappelknol. Kleuring geeft aan dat er zetmeel in het plantendeel aanwezig is. Welk preparaat wordt niet gekleurd door de joodoplossing?

6

- In het darmkanaal van een koe leven bacteriën. Deze bacteriën kunnen de stof cellulose afbreken. Cellulose komt alleen voor in plantaardige cellen. Als de cellulose niet wordt afgebroken, kan de koe niet genoeg voedingsstoffen opnemen uit de plantencellen. Bij onderzoek aan de darmen van een koe worden resten van celwanden gevonden.
- a Zijn die afkomstig van de koe of van haar voedsel? Leg je antwoord uit.
  - b Waarom kan een koe niet genoeg voedingsstoffen opnemen als de celwanden niet worden afgebroken?

+ 7

Anthocyanen zijn paarsrode kleurstoffen die kunnen voorkomen in de vacuole van plantaardige cellen, bijvoorbeeld bij rodekool (zie afbeelding 7). Anthocyanen zijn geen kleurstofkorrels.

- a Door welk verschil tussen kleurstofkorrels en anthocyanen weet je zeker dat anthocyanen geen kleurstofkorrels zijn?
- b Bij veel licht maakt rodekool extra anthocyanen aan. Biologen denken dat de plant dit doet om schade door te veel licht te voorkomen. De anthocyanen werken als een soort zonnebril voor de cellen, want ze houden licht tegen. Extra anthocyanen maken heeft daardoor ook een groot nadeel voor de plant. Welk nadeel is dat?

**Afb. 7** Rodekool.



 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 4 Chromosomen

## LEERDOEL

1.4.1 Je kunt de kenmerken van chromosomen beschrijven.

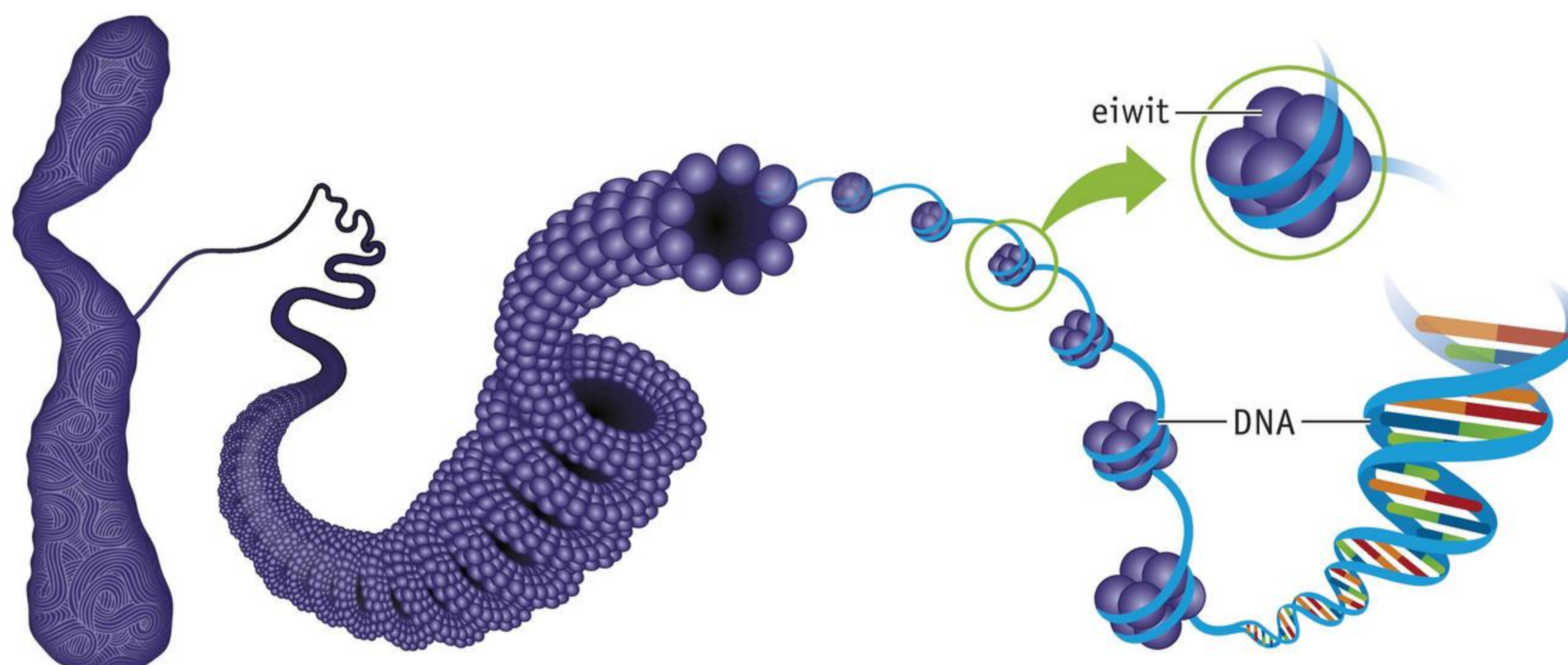
TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	1.4.1
Onthouden	1abc
Begrijpen	1def, 2, 3
Toepassen	4abcd, 5ab, 6a
Analyseren	4e, 5c, 6b

**Iedereen is anders. Dat komt doordat de erfelijke informatie in de celkernen bij iedereen anders is.**

## ERFELIJKE EIGENSCHAPPEN

De celkern regelt alles wat er in de cel gebeurt. In de celkern bevinden zich **chromosomen**. Chromosomen bestaan uit **DNA** en eiwit (zie afbeelding 1). DNA bevat de informatie voor je **erfelijke eigenschappen**, zoals de kleur van je ogen of een huid met sproeten. Een DNA-molecuul is erg lang. Daardoor zijn chromosomen lange, dunne draden. Door een microscoop zijn de chromosomen in een celkern meestal niet zichtbaar. Alleen als een cel zich gaat delen, worden de chromosomen zichtbaar door een microscoop (zie afbeelding 2).

**Afb. 1** Een chromosoom bestaat uit DNA met eiwit.



**Afb. 2** Als een cel zich gaat delen, worden de chromosomen zichtbaar.

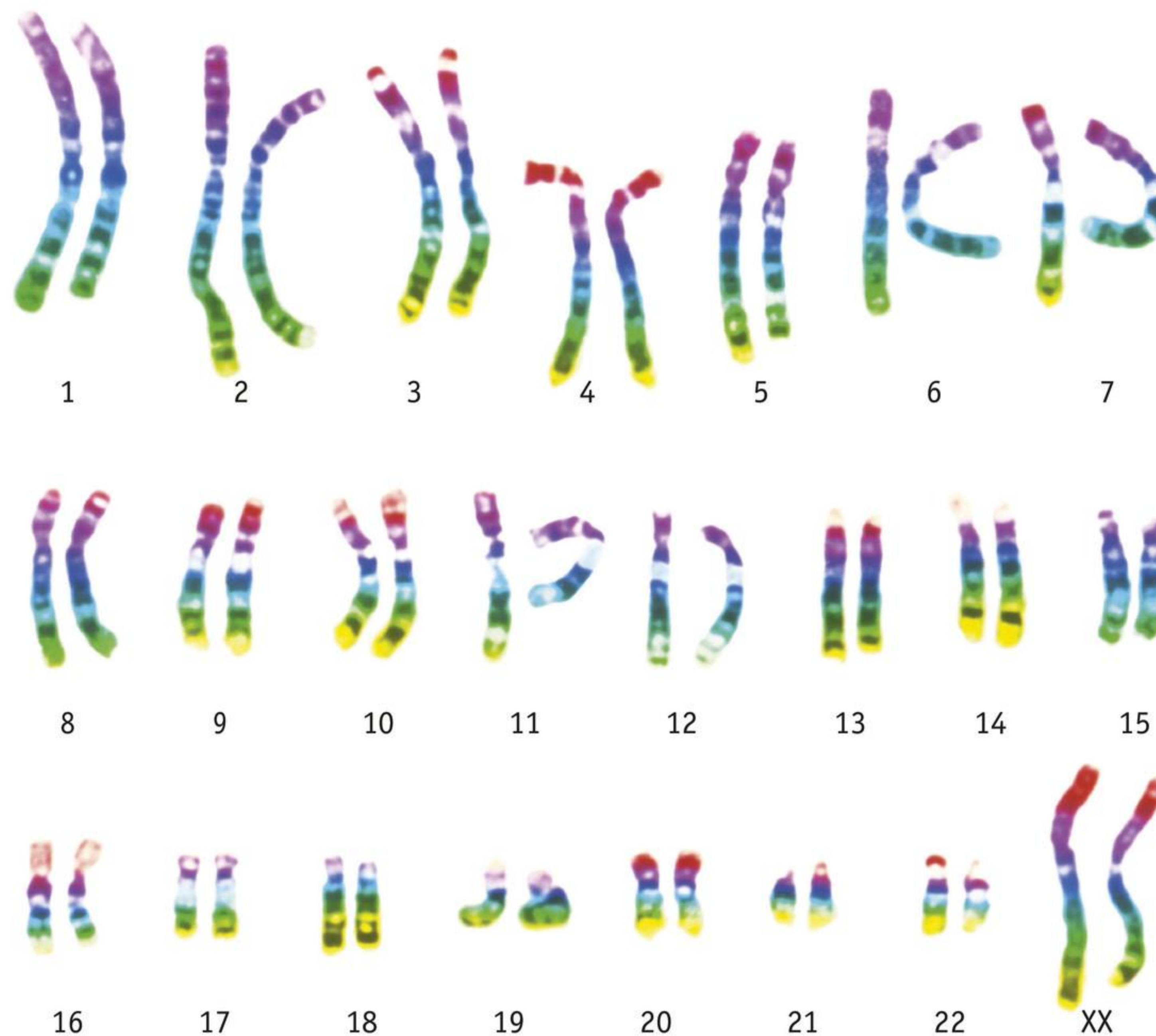


In de kern zijn geen chromosomen zichtbaar.

Tijdens de celdeling worden de chromosomen zichtbaar.

De chromosomen komen in **chromosomenparen** voor. De beide chromosomen van een paar zijn bijna allemaal gelijk in grootte en vorm en bevatten de informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen. In afbeelding 3 zie je een chromosomenportret. Hierin zijn de chromosomenparen gerangschikt naar grootte en vorm.

**Afb. 3** Een chromosomenportret.

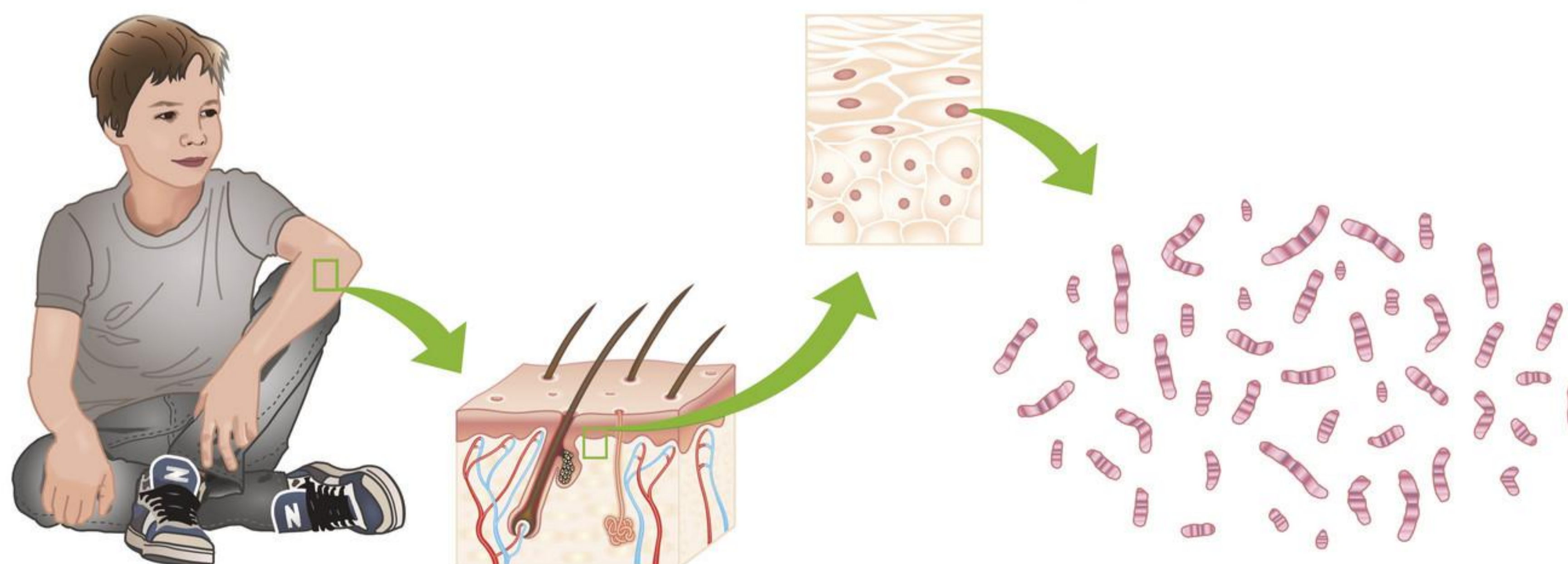


### AANTAL CHROMOSOMEN

Het lichaam van een mens is opgebouwd uit **lichaamscellen**. Elke celkern van een lichaamscel van een mens bevat 46 chromosomen. Dat zijn 23 chromosomenparen per celkern (zie afbeelding 4). Voorbeelden van lichaamscellen zijn huidcellen, levercellen en spiercellen.

Elk soort organisme heeft in de kernen van de lichaamscellen een vast aantal chromosomen. Dit is altijd een even getal.

**Afb. 4** Lichaamscellen van de mens bevatten 46 chromosomen (23 paren).



## KENNIS

1

- a Uit welke twee stoffen bestaat een chromosoom? uit .....
- b Welke stof bevat de informatie voor al je erfelijke eigenschappen? .....
- c Hoeveel chromosomen bevat de kern van een cel van je lever? .....
- d Hoeveel chromosomen bevat de kern van een beencel van een mens? .....
- e Bevat één enkele cel van je huid de complete informatie voor al je erfelijke eigenschappen? *ja / nee*
- f Het aantal chromosomen in een lichaamscel is altijd een *even / oneven* getal.

2

- a Chromosomen liggen in *de celkern / het cytoplasma*.
- b Chromosomen komen in lichaamscellen *enkelvoudig / in paren* voor.
- c Het aantal chromosomen in een spiercel is *kleiner dan / gelijk aan / groter dan* het aantal chromosomen in een huidcel.

3

**Samenvatting**

Maak de samenvatting van de basisstof af.



- Chromosomen liggen in ..... en bestaan uit .....
- De informatie voor ..... is opgeslagen in .....
- Elk soort organisme heeft ..... chromosomen in elke celkern.
- De kern van elke ..... van een mens bevat 46 chromosomen.
- In elke ..... komen de chromosomen voor in .....
- De kern van elke ..... van een mens bevat 23 ..... chromosomen.

## INZICHT

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

4

Lees de tekst 'Lievalingsdier'.

- a Luca zegt dat een lichaamscel van een struisvogel geen 37 chromosomen kan bevatten.  
Leg uit waarom dit inderdaad niet kan.
- b Luca blijkt gelijk te hebben. Een levercel van een struisvogel bevat 80 chromosomen.  
Hoeveel paren chromosomen bevat een huidcel van de struisvogel?
- c Hoe komt het dat het aantal chromosomen in de cel van een organisme een even getal is?
- d Zijn op de foto van Martijn delende cellen te zien? Leg je antwoord uit.
- e Zijn de cellen op de foto waarschijnlijk de cellen van een struisvogel? Leg je antwoord uit.
- f Twee cellen van een struisvogel zijn een oogcel en een huidcel.  
Welke van deze cellen bevat of bevatten de erfelijke informatie voor de bruine oogkleur van de struisvogel? Leg je antwoord uit.

Afb. 5

**Lievelingsdier**

Struisvogels zijn Luca's lievelingsdieren. Hij praat er graag over: 'Struisvogels kijken zo grappig met hun grote bruine ogen. Voor biologie moet ik samen met Martijn een werkstuk maken over de cellen en chromosomen van een dier. Dat wordt dus de struisvogel.' Martijn komt aanlopen met een papiertje in zijn hand en zegt: 'Kijk hier, ik heb al wat gevonden. Een struisvogel heeft 37 chromosomen per lichaamscel. En dit zijn cellen met de chromosomen van een struisvogel.' (Zie de foto van de cellen.) Volgens Luca klopt dit niet. Hij zegt: 'Dat kan niet, 37 chromosomen. Je hebt niet goed gekeken.'

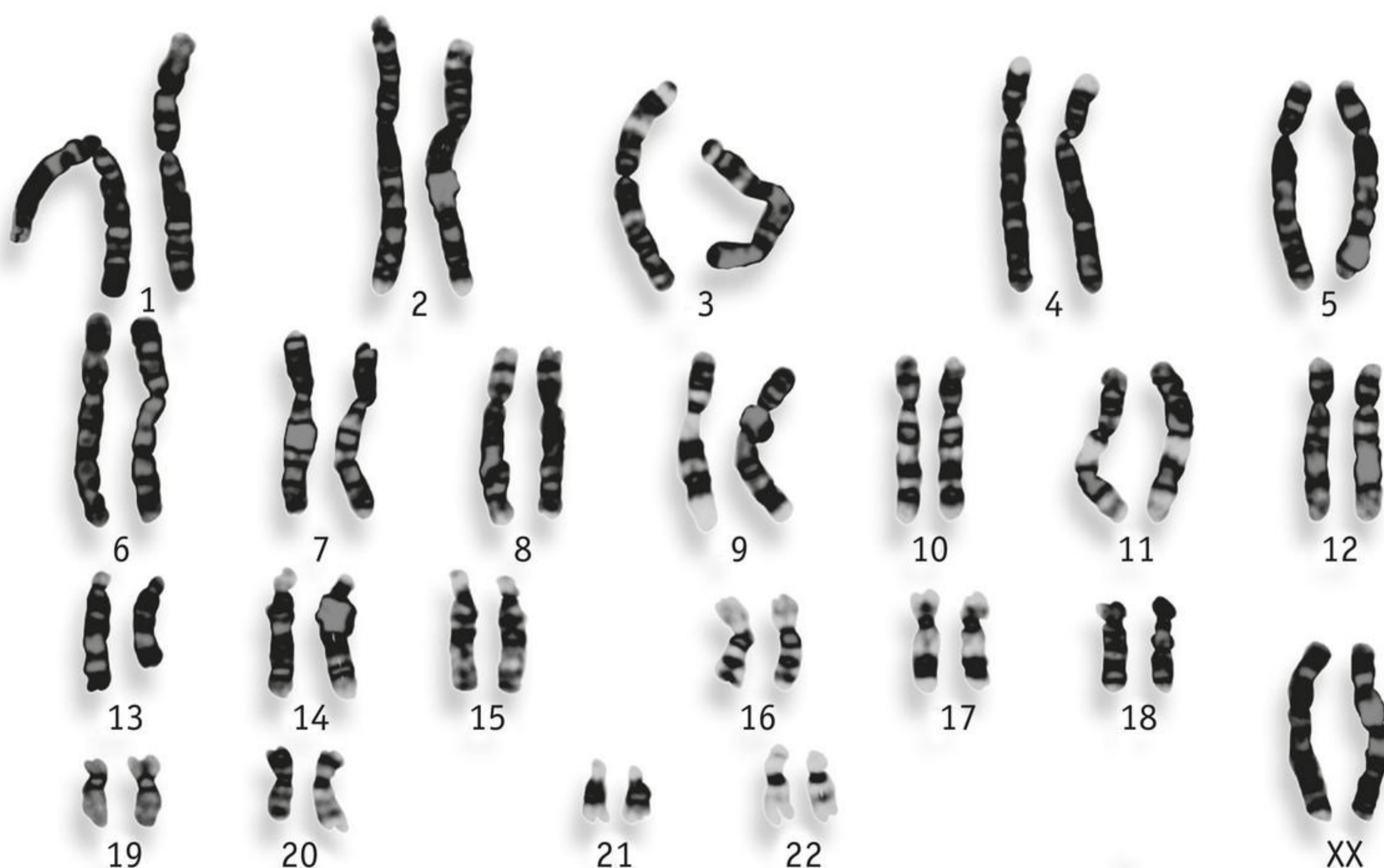


5

In afbeelding 6 zie je een chromosomenportret.

- Kan dit chromosomenportret afkomstig zijn van een konijn (zie tabel 1)? Leg je antwoord uit.
- Noura weet zeker dat het een chromosomenportret van een mens is. Volgens Imre kan het alleen een chromosomenportret van een veldmuis zijn. Wie heeft gelijk? Leg je antwoord uit.
- Sommige mensen denken dat organismen met meer chromosomen per celkern slimmer zijn dan organismen met minder chromosomen per celkern. Leg aan de hand van tabel 1 uit dat deze mensen ongelijk hebben.

Afb. 6 Konijn, mens of veldmuis?

**Tabel 1** Aantal chromosomen per lichaamscel.

Soort	Aantal
Aardappel	48
Adelaarsvaren	104
Bananenvlieg	8
Cavia	64
Goudvis	94
Heremietkreeft	254
Hond	78
Huisvlieg	12
Kat	38
Konijn	44
Mens	46
Paard	64
Ui	16
Veldmuis	46

## + 6

Een aardbei is een voorbeeld van een octoploïd organisme. Dat wil zeggen dat in de kern van de lichaamscellen van een aardbeienplant elk chromosoom acht keer voorkomt.

Octo betekent namelijk acht.

- a Een aardbeienplant heeft zeven verschillende chromosomen. Hoeveel chromosomen bevat een celkern van een lichaamscel van een aardbeienplant?
- b In afbeelding 7 zie je een aardbeienplant met uitlopers, waaruit nieuwe plantjes groeien. Deze uitlopers komen allemaal uit één aardbeienplant. Hebben de nieuwe plantjes dezelfde chromosomen als de plant waaruit de uitlopers groeien? Leg je antwoord uit.

**Afb. 7** Een aardbeienplant met uitlopers.



 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 5 Gewone celdeling (mitose)

## LEERDOEL

1.5.1 Je kunt beschrijven hoe een gewone celdeling (mitose) verloopt, wat het doel van de mitose is en wat de kenmerken ervan zijn.

- ▶ Leren onderzoeken 1 en 2
- ▶ Practicum 6

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	1.5.1
Onthouden	1b, 2a
Begrijpen	1acde, 2b, 3, 4a
Toepassen	4bc, 5, 6a, 7a
Analyseren	6bc, 7b

**Ieder mens is ooit ontstaan uit één cel (een bevruchte eicel). Een volwassene van 20 jaar bestaat uit ongeveer honderdduizend miljard cellen. In twintig jaar zijn er dus heel veel cellen bijgekomen.**

## DE VORMING VAN NIEUWE CELLEN

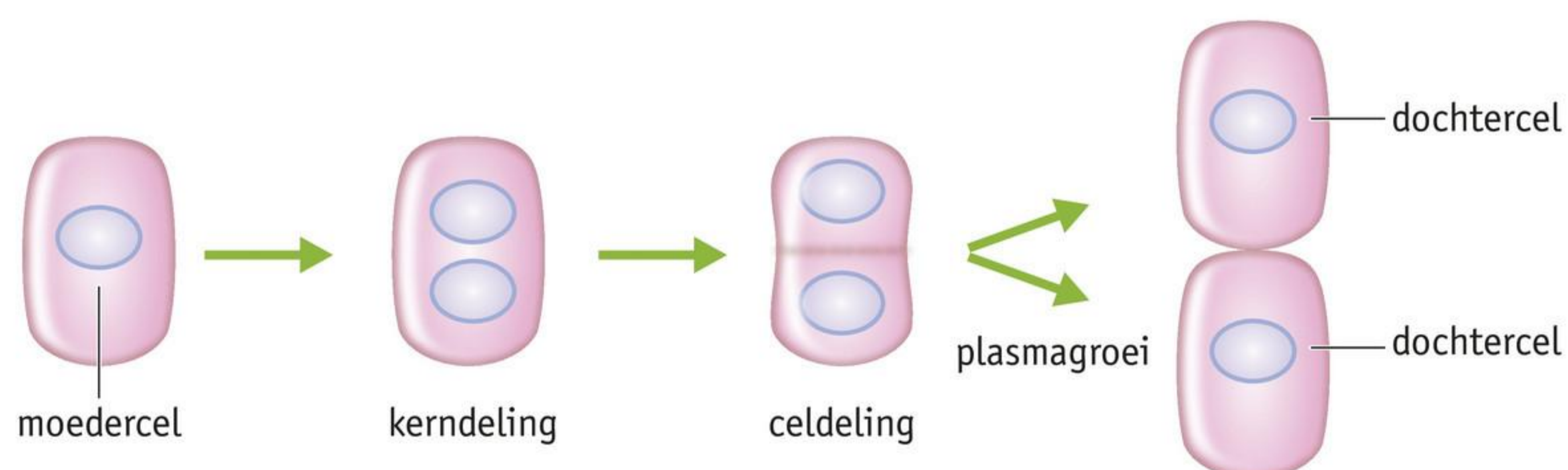
Elk uur vormt je lichaam veel nieuwe cellen. Door deze nieuwe cellen kun je groeien. Maar ook als organismen niet groeien, worden er nieuwe cellen gemaakt. Die zijn nodig om bijvoorbeeld een wond te herstellen of om oude cellen te vervangen.

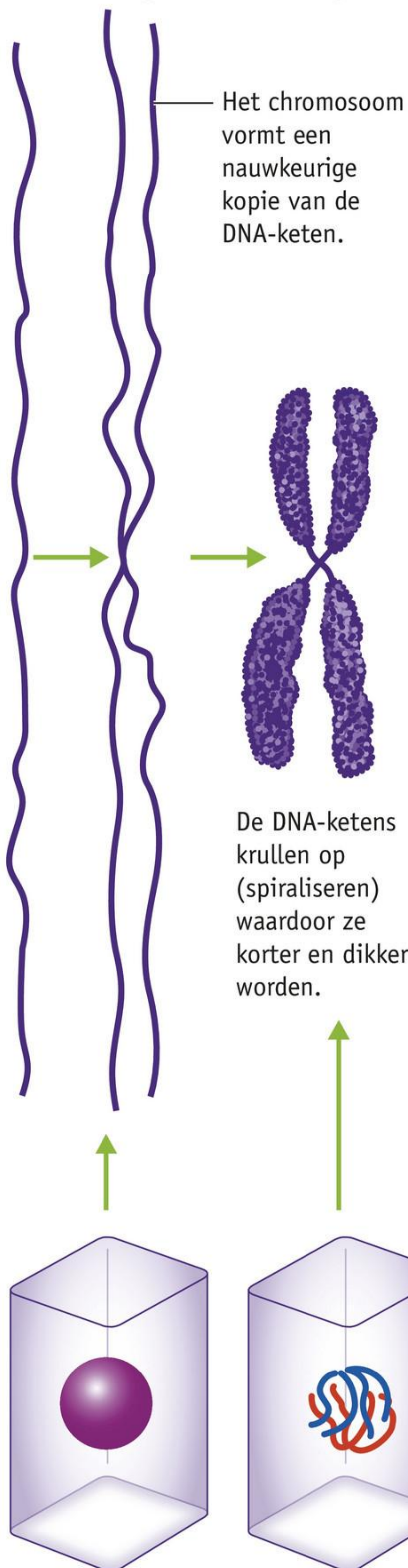
De vorming van nieuwe lichaamscellen verloopt bij alle organismen op een vergelijkbare manier (zie afbeelding 1):

- 1 **Kerndeling:** de celkern deelt zich in tweeën.
- 2 **Celdeling:** het cytoplasma deelt zich in tweeën zodat twee cellen ontstaan.
- 3 **Plasmagroei:** de gedeelde cellen vormen extra cytoplasma.

Na de celdeling zijn uit één cel (de **moedercel**) twee nieuwe cellen ontstaan (de **dochtercellen**). Door plasmagroei wordt elke dochtercel net zo groot als de oorspronkelijke moedercel.

**Afb. 1** De vorming van nieuwe cellen (schematisch).



**Afb. 2** De gewone celdeling (mitose).**DE GEWONE CELDELING**

Nieuwe lichaamscellen ontstaan door **gewone celdeling** of **mitose**. In afbeelding 2 zie je in zes stappen wat er precies gebeurt bij de gewone celdeling. Als een cel zich niet deelt, zijn de chromosomen niet zichtbaar (zie stap 1 en 6 van afbeelding 2).

Een gewone celdeling verloopt als volgt:

- Stap 1: **kopiëren** van de chromosomen. Als voorbereiding op de kerndeling vormt elk chromosoom een kopie van zichzelf (het origineel). Je ziet dat hiernaast getekend, boven de cel van stap 1. De beide DNA-ketens zitten op één plaats aan elkaar vast.
- Stap 2: **spiraliseren** van de DNA-ketens. De DNA-ketens van elk chromosoom rollen op tot een spiraal. Hierdoor worden de chromosomen korter en dikker. Je ziet dat hiernaast getekend, boven de cel van stap 2. De chromosomen worden daardoor zichtbaar door een microscoop.
- Stap 3, 4 en 5: kerndeling. De twee DNA-ketens (origineel en kopie) van elk chromosoom gaan uit elkaar. Het ene punt waarop ze aan elkaar vastzitten, laat los. Elke dochtercel krijgt van elk chromosoom een van de twee DNA-ketens. Elke dochtercel bevat daardoor dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moedercel. Het zijn dus exacte kopieën van de moedercel.
- Stap 5 en 6: celdeling. Tussen de kernen van beide dochtercellen ontstaan twee celmembranen. Daardoor wordt het cytoplasma van beide dochtercellen gescheiden. Er zijn nu twee dochtercellen ontstaan.

Beide dochtercellen bevatten dezelfde erfelijke informatie.

- 1 Als een cel niet deelt, zijn de chromosomen niet te zien. Van elke DNA-keten ontstaat een kopie.
- 2 Aan het begin van de celdeling worden de DNA-ketens korter en dikker.
- 3 De chromosomen gaan in het midden van de cel liggen. De twee DNA-ketens van elk chromosoom gaan uit elkaar.
- 4 Het origineel en de kopie van elke DNA-keten zijn elk naar een andere kant van de cel getrokken.
- 5 Er ontstaan twee kernen en twee celmembranen tussen de kernen.
- 6 Er zijn twee cellen ontstaan. De DNA-ketens zijn niet meer zichtbaar.

**KENNIS**

1

- a Als een organisme groeit, neemt het aantal cellen *af* / *toe*.
- b Wat is een ander woord voor de gewone celdeling? .....
- c Door welk proces zijn na een celdeling de dochtercellen net zo groot als de moedercel?  
.....
- d Door welk proces worden de chromosomen van een delende cel zichtbaar door een microscoop?  
.....
- e Tijdens een kerndeling bestaat een chromosoom uit twee DNA-ketens. Door welk proces bevatten deze twee ketens precies dezelfde erfelijke informatie?  
.....

2

- a Na een gewone celdeling bevat elke dochtercel:
  - A minder chromosomen dan de moedercel.
  - B evenveel chromosomen als de moedercel.
  - C meer chromosomen dan de moedercel.
- b Na een gewone celdeling bevat elke dochtercel:
  - A andere erfelijke informatie dan de moedercel.
  - B dezelfde erfelijke informatie als de moedercel.

3

**Samenvatting**

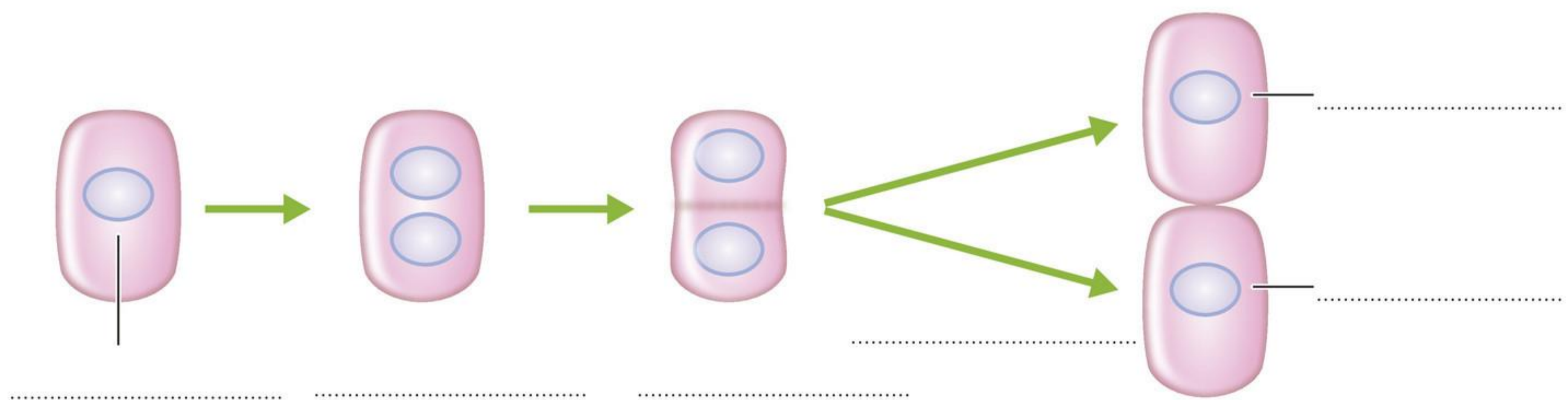
Maak een samenvatting van de basisstof.

- Vul in afbeelding 3 de namen van de stappen en de cellen in.



**Afb. 3**

gewone celdeling (.....)



- Tijdens een celdeling kopiëren en spiraliseren de chromosomen zich. Leg uit wat er tijdens deze processen gebeurt.

Kopiëren: .....

.....

.....

Spiraliseren: .....

.....

.....

## INZICHT

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

4

Lees de tekst 'Jong en strak door celdeling'.

- Uit hoeveel cellen bestaat een 20-jarige ongeveer? Geef je antwoord in cijfers.
- Je lichaam vormt per uur ongeveer één miljard (1 000 000 000) nieuwe cellen door celdeling. Er gaan ook cellen dood. Bij een meisje gaan per uur 900 000 000 (negenhonderd miljoen) cellen dood. Bij dit meisje komen er 10% meer cellen bij dan er doodgaan.  
Hoeveel nieuwe cellen worden bij dit meisje per uur gevormd? Leg je antwoord uit met een berekening.
- Bij sommige ouderen duurt het lang voordat een wondje is genezen. Leg dit uit.

**Afb. 4**

### Jong en strak door celdeling

Terwijl je deze zin leest, maakt je lichaam ongeveer één miljoen nieuwe cellen. Per uur vormt je lichaam zo'n miljard nieuwe cellen door celdeling. Maar bij een 80-jarige zijn dat er veel minder. Als je jong bent en groeit, vormt je lichaam heel veel nieuwe cellen. Hoe ouder je wordt, hoe langzamer de celdeling gaat. Op een gegeven moment kunnen veel cellen niet meer delen. Oude versleten cellen worden dan niet meer vervangen.



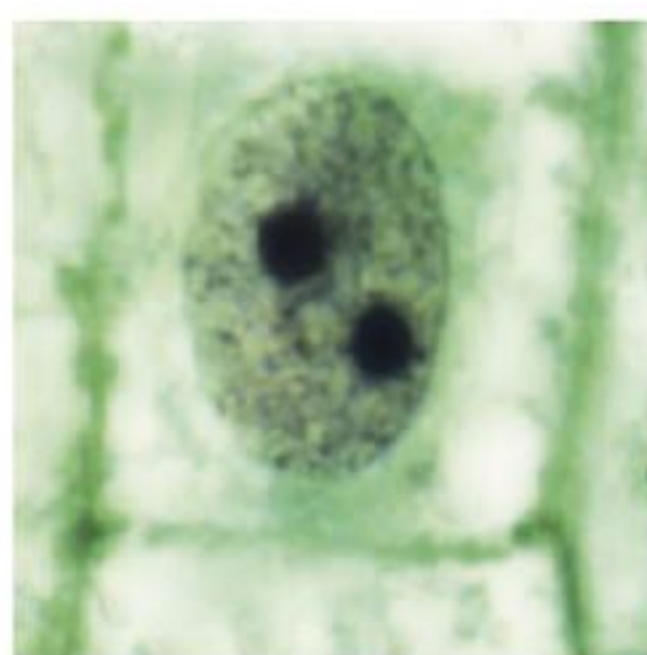
5

In afbeelding 5 zie je zes foto's van de gewone celdeling (mitose). Zet de foto's in de juiste volgorde. Begin met foto B.

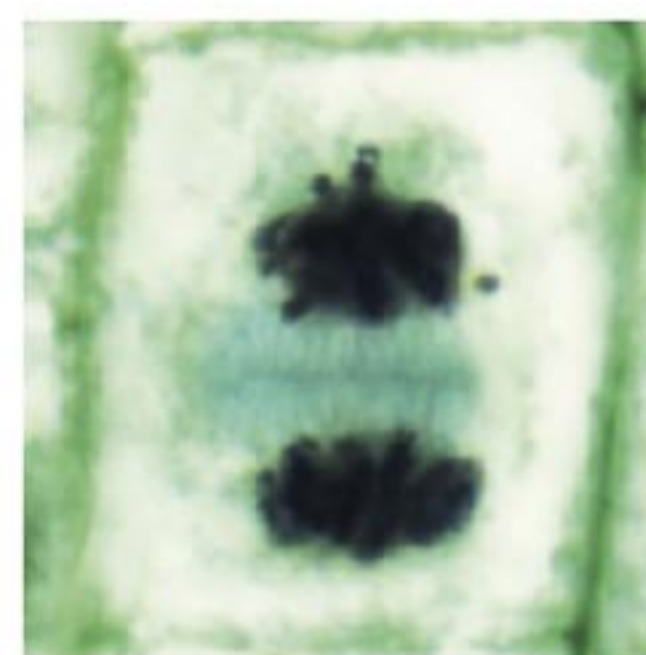
**Afb. 5** Celdeling (mitose).



A



B



C



D



E



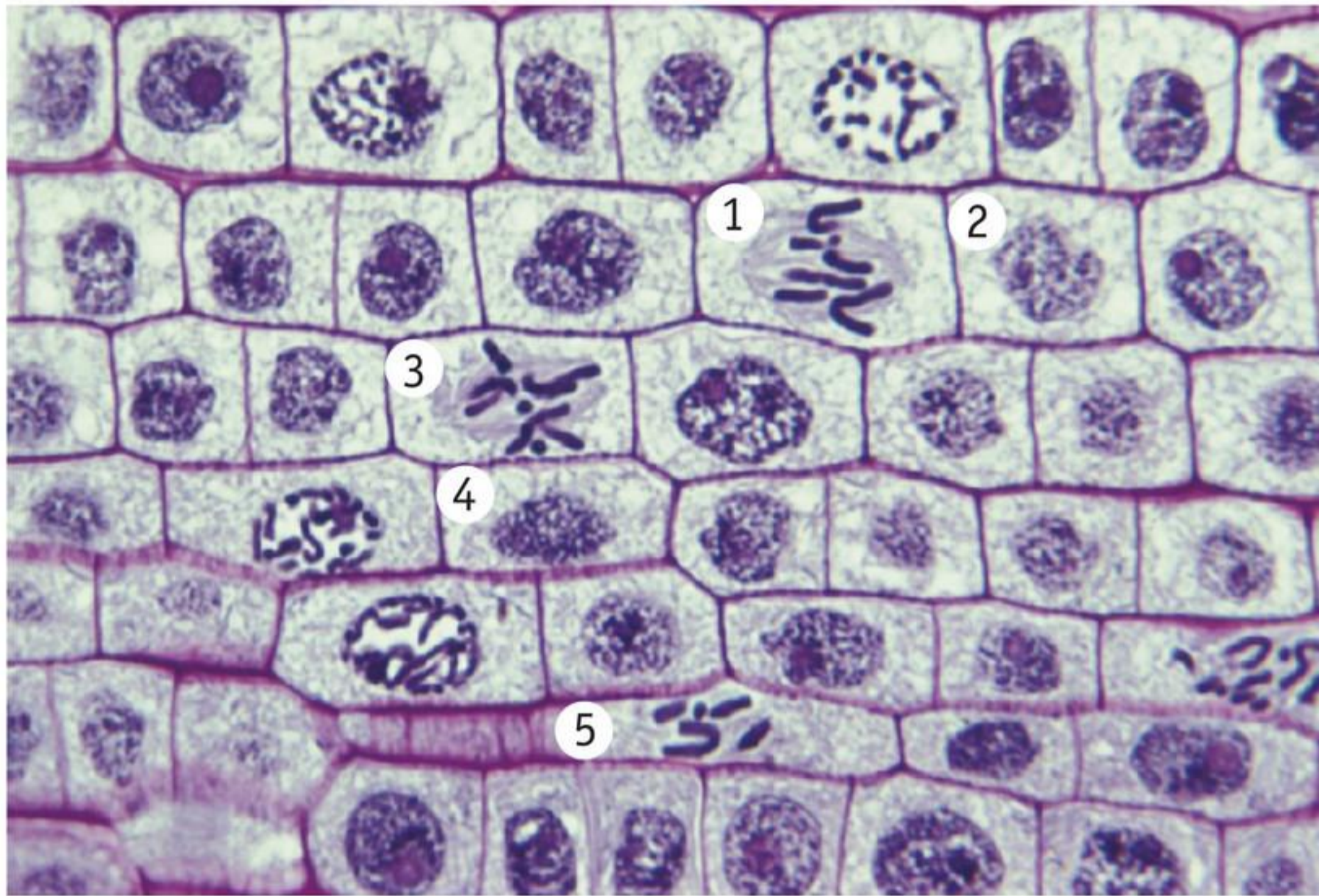
F

6

In afbeelding 6 zie je verschillende cellen van een worteltop van een ui. Een aantal cellen is genummerd.

- In welke genummerde cellen vindt celdeling plaats?
- Aan het uiteinde van een wortel zie je veel delende cellen. Midden in een wortel zie je minder delende cellen.  
Leg uit dat bij het uiteinde van de wortel meer celdelingen plaatsvinden.
- Op welke andere plaatsen in een plant kun je veel delende cellen vinden?

**Afb. 6** De verschillende cellen in de worteltop van een ui.



+ 7

De celcyclus is het herhalende proces van celdeling, plasmagroei en een volgende celdeling. De celcyclus verloopt niet op elke leeftijd even snel.

- Bij wie verloopt de celcyclus van botcellen sneller: bij een baby of bij een volwassene? Leg je antwoord uit.
- Ook de verschillende celtypen delen niet allemaal even snel. Een huidcel wordt elke veertien dagen vervangen. De cellen van de wand van je darmen gaan maar drie tot vier dagen mee.  
Leg uit waarom de celcyclus van de darmwandcellen zo kort is.

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 6 Reductiedeling (meiose)

## LEERDOELEN

- 1.6.1 Je kunt beschrijven hoe een reductiedeling (meiose) verloopt, wat het doel van de meiose is en wat de kenmerken ervan zijn. ▶ Leren onderzoeken 3  
▶ Practicum 7
- 1.6.2 Je kunt de verschillen in de bouw van zaadcellen en eicellen noemen.
- 1.6.3 Je kunt beschrijven hoe geslachtschromosomen het geslacht van een mens bepalen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	1.6.1	1.6.2	1.6.3	1.4.1*
Onthouden	1abcd	2c	2abd	
Begrijpen	1e, 2e, 3, 4, 5a	4	4, 6ab	
Toepassen	5c, 7a		6c	5d
Analyseren	5b, 7b	6de		7c

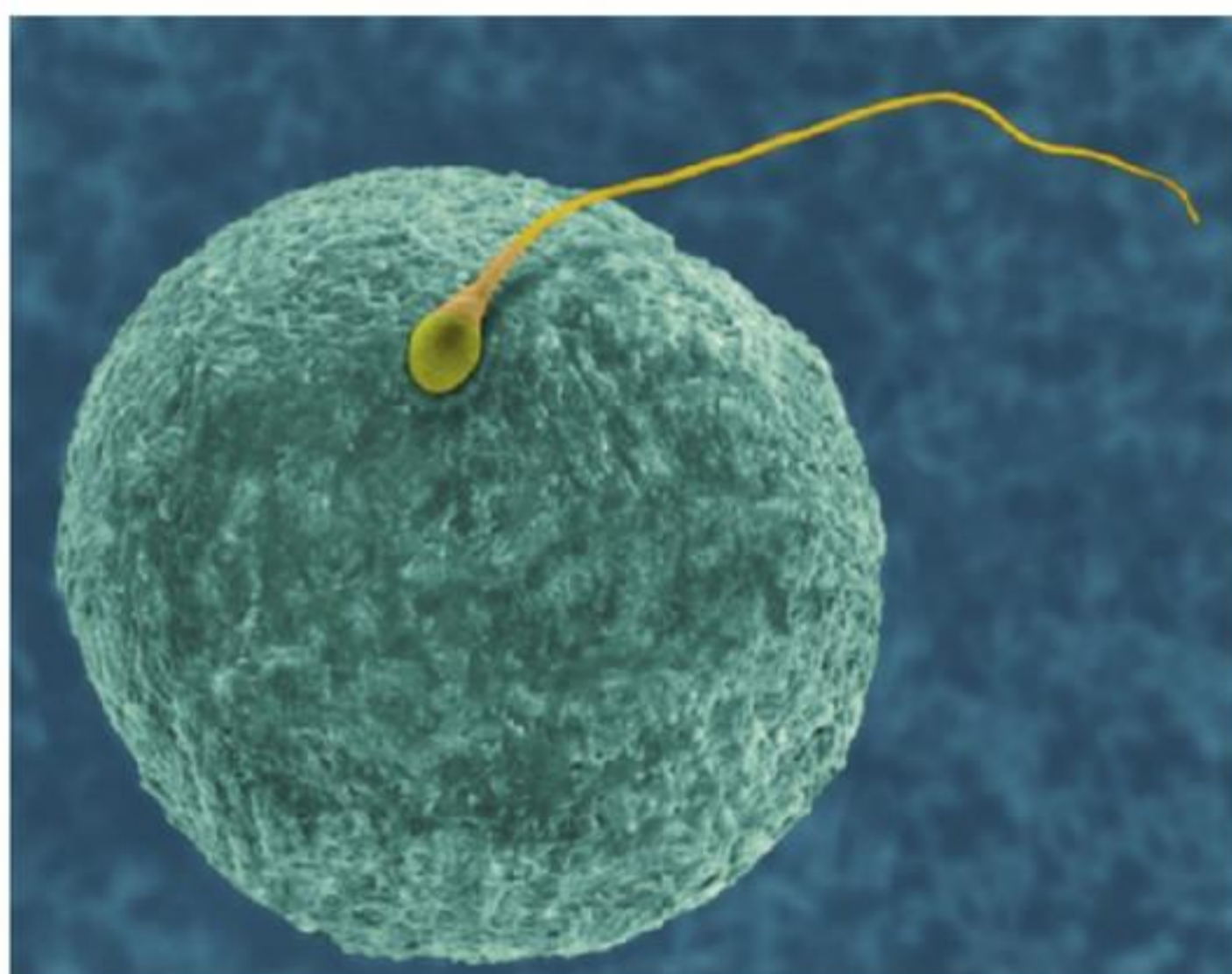
\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**De ene helft van jouw erfelijke eigenschappen heb je van je moeder gekregen, de andere helft van je vader. Deze erfelijke eigenschappen worden doorgegeven via geslachtscellen. De celdeling bij geslachtscellen gaat anders dan de gewone celdeling.**

## REDUCTIEDELING (MEIOSE)

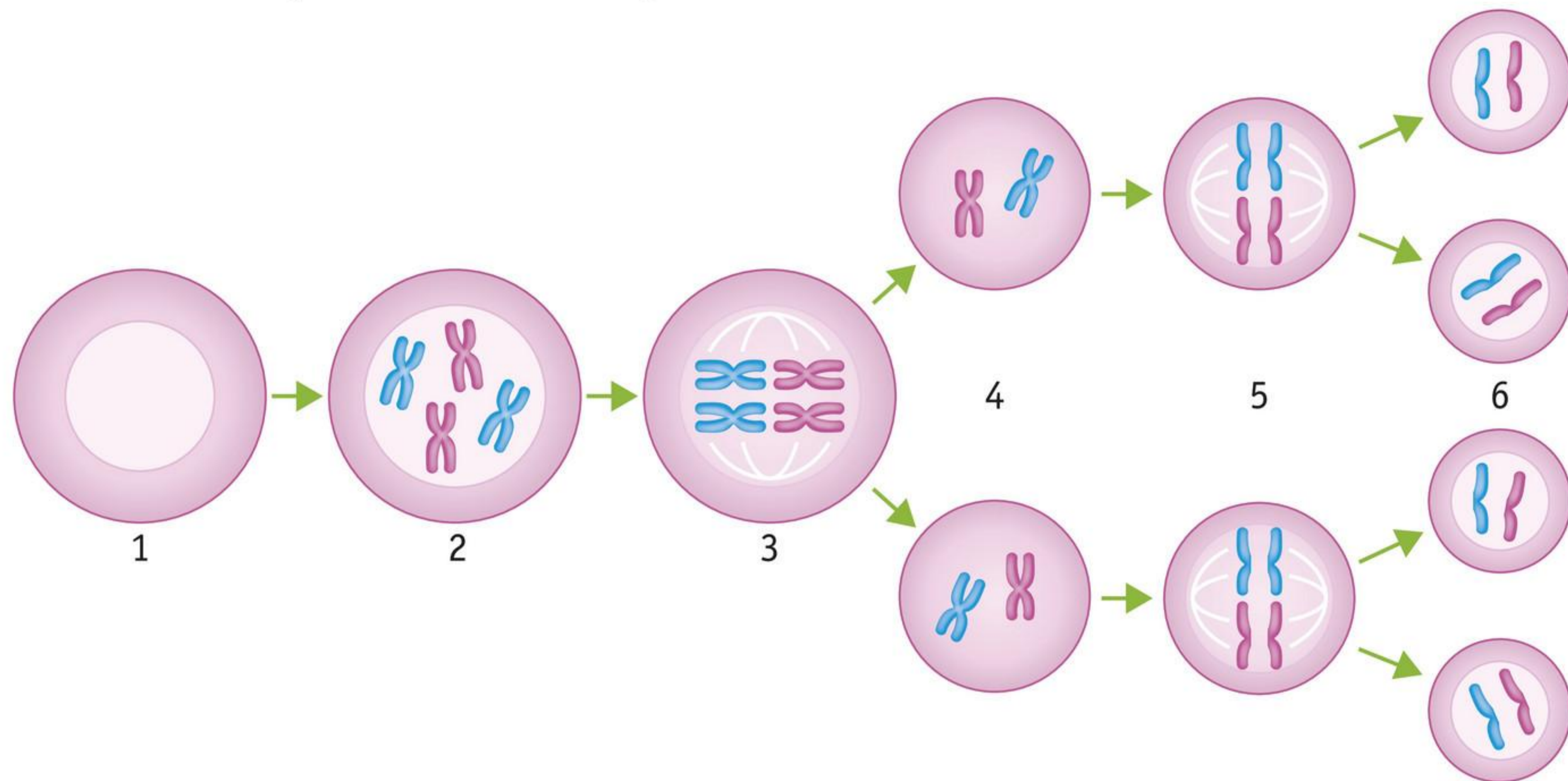
Mensen planten zich geslachtelijk voort met geslachtscellen. **Zaadcellen** zijn mannelijke geslachtscellen en **eicellen** zijn vrouwelijke geslachtscellen. Zaadcellen zijn veel kleiner dan eicellen en hebben een zweepstaart. Eicellen hebben geen zweepstaart (zie afbeelding 1).

**Afb. 1** Een eicel en een zaadcel.



Menselijke geslachtscellen hebben maar 23 chromosomen. Dit komt doordat geslachtscellen ontstaan na een **reductiedeling** of **meiose**. Reductie betekent vermindering. **Geslachtscellen** bevatten maar één chromosoom van elk chromosomenpaar. Een geslachtscel bevat dus 23 chromosomen.

Een reductiedeling verloopt in stappen, net als een gewone celdeling. Dit kun je zien in afbeelding 2. In dit voorbeeld zijn twee paar chromosomen getekend in elke lichaamscel. Het ene paar is roze gekleurd, het andere paar blauw.

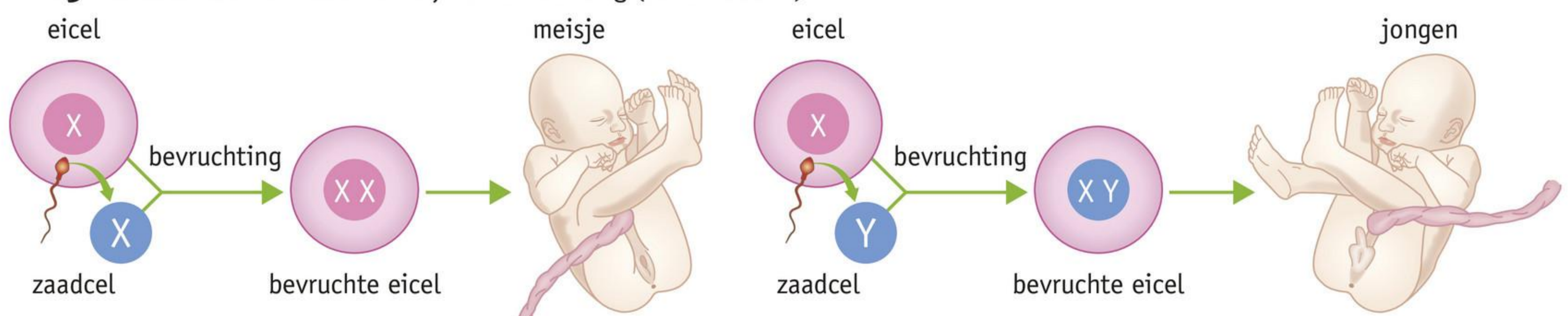
**Afb. 2** Het verloop van een reductiedeling (schematisch).

- 1 Cel waaruit de geslachtscellen ontstaan. De chromosomen zijn niet te zien. Alle chromosomen zijn in paren aanwezig.
- 2 Van elke DNA-keten ontstaat een kopie. De DNA-ketens worden korter en dikker. De chromosomen zijn nu zichtbaar.
- 3 Het kernmembraan verdwijnt. De chromosomen gaan in het midden van de cel liggen. De chromosomenparen gaan uit elkaar.
- 4 De cel deelt: in elke dochtercel zit één chromosoom met twee DNA-ketens.
- 5 De twee DNA-ketens van elk chromosoom gaan uit elkaar.
- 6 Er zijn vier cellen ontstaan. Per cel komt elk chromosoom slechts één keer (enkelvoudig) voor. (De chromosomen zijn nu niet meer te zien, maar voor de duidelijkheid wel getekend.)

### GESLACHTSCHROMOSOMEN BIJ DE BEVRUCHTING

Bij de bevruchting versmelt de kern van een eicel met de kern van een zaadcel. Daarbij worden 23 chromosomenparen gevormd uit de enkelvoudige chromosomen in de eicel en de zaadcel. Een van die chromosomenparen bestaat uit twee **geslachtschromosomen**. Dit zijn de chromosomen die de erfelijke informatie bevatten voor het geslacht van de baby.

Er zijn twee geslachtschromosomen: een **X-chromosoom** en een **Y-chromosoom**. Meisjes hebben het chromosomenpaar **XX** en jongens het chromosomenpaar **XY**. De kern van een eicel bevat altijd een X-chromosoom. De kern van een zaadcel kan een X-chromosoom of een Y-chromosoom bevatten. Het chromosoom in de zaadcel bepaalt dus het geslacht van de baby. Dat zie je in afbeelding 3.

**Afb. 3** Geslachtschromosomen bij de bevruchting (schematisch).

## KENNIS

1

- a Hoeveel chromosomen komen voor in een eicel? .....
- b Hoeveel chromosomen komen voor in een zaadcel? .....
- c Hoeveel chromosomen komen voor in een bevruchte eicel? .....
- d Wat is een ander woord voor reductiedeling? .....
- e Wat is het doel van reductiedeling?

2

- a Met welke twee letters geef je de geslachtschromosomen van een meisje aan? .....
- b Met welke twee letters geef je de geslachtschromosomen van een jongen aan? .....
- c Welke geslachtscel kan zichzelf voortbewegen? *eicel / zaadcel*
- d Welke geslachtscel bevat altijd een X-chromosoom? *eicel / zaadcel*
- e Een zaadcel is ontstaan door een *gewone celdeling / reductiedeling*.

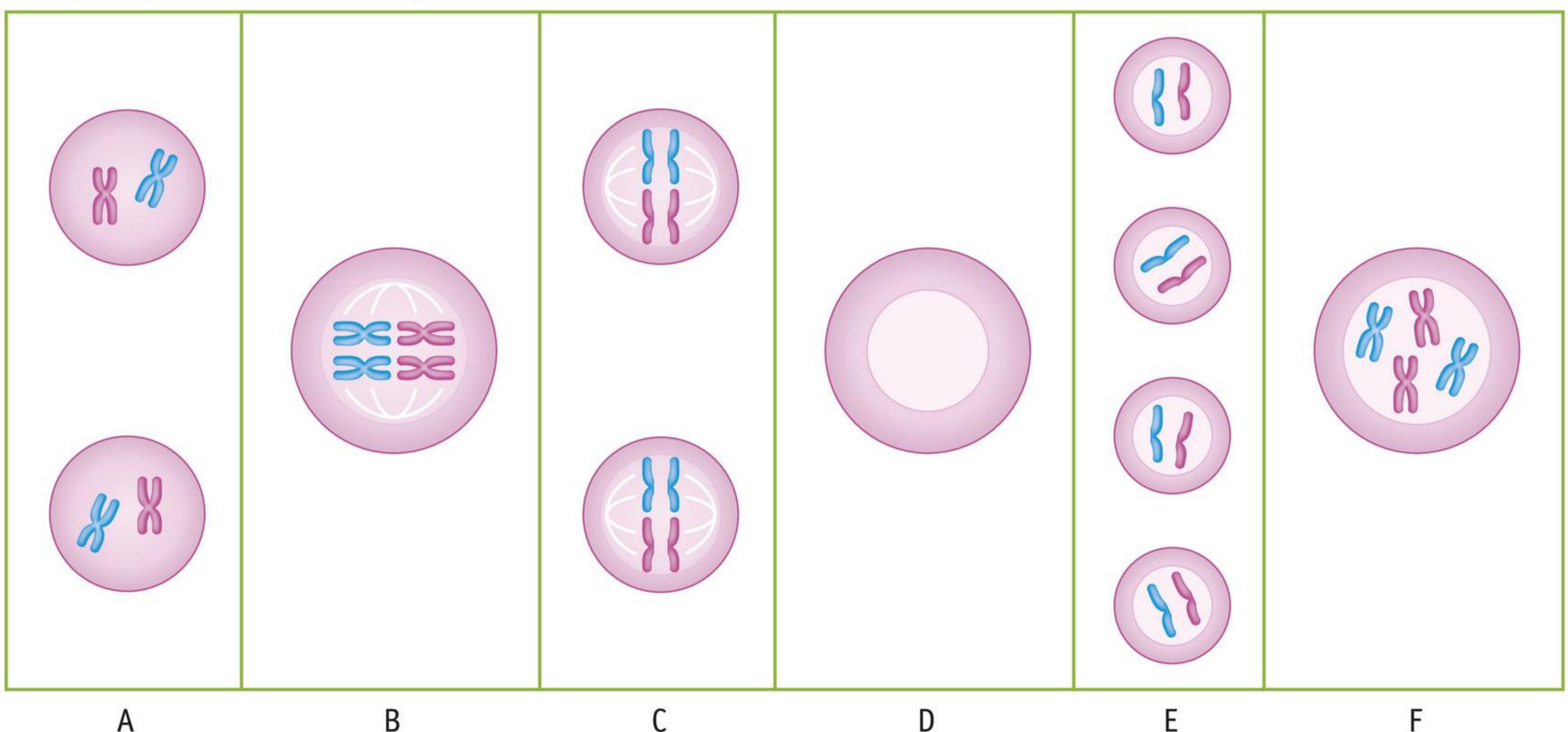
3

Bekijk afbeelding 4.

- a In de afbeelding staan de zes fasen van de reductiedeling in de verkeerde volgorde. Zet de letters van de fasen in de juiste volgorde.

- b Komen bij de tekeningen A, D, E en F de chromosomen enkelvoudig of in paren voor?  
 Tekening A: de chromosomen komen *enkelvoudig / in paren* voor.  
 Tekening D: de chromosomen komen *enkelvoudig / in paren* voor.  
 Tekening E: de chromosomen komen *enkelvoudig / in paren* voor.  
 Tekening F: de chromosomen komen *enkelvoudig / in paren* voor.

Afb. 4 Stappen bij reductiedeling.



4



### Samenvatting

Maak in de tabel een samenvatting van de basisstof.

- Gebruik bij stap 4: *naast elkaar liggen – tegenover elkaar liggen.*
- Gebruik bij stap 5: *chromosomen van elk paar – DNA-ketens van elk chromosoom.*
- Gebruik bij stap 6: *enkelvoudig – in paren.*

Stap	Gewone celdeling	Reductiedeling
1 Een andere naam voor deze celdeling is		
2 Het doel van deze celdeling is		
3 Dit type cellen wordt gevormd.		
4 In het midden van de cel gaan de chromosomen van een paar		
5 Uit elkaar gaan de twee		
6 In de dochtercellen komen de chromosomen voor		

De twee typen geslachtschromosomen zijn ..... en .....

In een eikel zit het geslachtschromosoom .....

In een zaadcel zit het geslachtschromosoom .....

Een meisje heeft het geslachtschromosomenpaar .....

Een jongen heeft het geslachtschromosomenpaar .....

## INZICHT

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

5

Elke diersoort heeft een vast aantal chromosomen in de kern van de lichaamscellen.

- Van een bepaalde zoogdiersoort is het chromosomenaantal nog niet bekend. Een onderzoeker bekijkt een spiercel door een microscoop en telt 39 chromosomen. De onderzoeker heeft niet goed geteld. Leg uit hoe je dat kunt zien aan het aantal chromosomen.
- Een andere onderzoeker telt in een geslachtscel van een vliegje 4 chromosomen. Kan dat, of heeft zij ook een fout gemaakt? Leg je antwoord uit.
- In afbeelding 5 zie je een Chinese hamster. De kern van een bepaalde cel van de Chinese hamster bevat 11 chromosomen. Is dit de kern van een lichaamscel of van een geslachtscel? Leg je antwoord uit.
- Hoeveel chromosomen bevat de kern van een niercel van de Chinese hamster?

**Afb. 5** Een Chinese hamster.



6

Lees de tekst 'Meisjes zijn sterker, maar jongens zijn sneller'.

- Een man en een vrouw willen graag een dochter. Moet de eicel worden bevrucht door een zaadcel met een X-chromosoom of een zaadcel met een Y-chromosoom?
- Leeft een zaadcel met een X-chromosoom langer of korter dan een zaadcel met een Y-chromosoom?
- Heeft een zaadcel met een X-chromosoom meer of minder tijd nodig om de eicel te bereiken? Leg je antwoord uit.
- Leg uit waarom een eicel geen invloed heeft op welke zaadcel de eicel het eerst bevrucht.
- Een eicel is veel groter dan een zaadcel. Leg uit welk voordeel zaadcellen hebben bij hun kleine formaat.

**Afb. 6**

### Meisjes zijn sterker, maar jongens zijn sneller

Na de zaadlozing racen de zaadcellen naar de eicel om die te bevruchten. Alleen de snelste zaadcel wint en kan de eicel bevruchten. Daarna groeit die bevruchte eicel uit tot een kind. In deze race lijken de toekomstige meisjes in het nadeel. De zaadcel die samen met een eicel een meisje maakt, moet het zware X-chromosoom meenemen. De zaadcellen van toekomstige jongens hebben een veel lichter Y-chromosoom. Ze zijn daardoor sneller en hebben meer kans om de eicel te bevruchten.

Maar ook de toekomstige meisjes hebben een voordeel. Gemiddeld kunnen zaadcellen twee tot drie dagen overleven in het lichaam van de vrouw. De zaadcellen met een Y-chromosoom zijn het zwakst en sterven eerst. De toekomstige meisjes blijven langer in leven en hebben zo meer tijd om de eicel te vinden. Zo heeft de bevruchte eicel ongeveer evenveel kans om een meisje of een jongen te worden.

## + 7

Lees de tekst 'Kruisen met soorten' en bekijk tabel 1.

- Hoeveel chromosomen verwacht je in cellen van een muilezel en een muildier aan te treffen? Leg je antwoord uit.
- Tijdens welke fase van de meiose treedt er bij muilezels en muildieren een probleem op in verband met het aantal chromosomen in de cellen? Leg je antwoord uit.
- De kruising van een paard met een zebra in afbeelding 7 heeft een opvallend vachtpatroon. De kop en het achterlijf hebben de strepen van een zebra terwijl de schouder, voorpoten en borst de vacht van een paard hebben. Leg uit dat dit niet kan komen doordat in de cellen van de kop en het achterlijf alleen chromosomen van de zebra zitten, terwijl in de cellen van de borst en de voorpoten alleen chromosomen van het paard zitten.

## Afb. 7

**Kruisen met soorten**

Ezels en paarden zijn twee verschillende soorten. Toch kunnen ezels en paarden met elkaar worden gekruist. Uit een kruising tussen een ezel en een paard ontstaat een muilezel of een muildier. Een muilezel ontstaat uit een ezelin en een paardenhengst. Een paardenmerrie kan ook worden bevrucht door een ezel. Hieruit ontstaat een muildier.

Muieldieren en muilezels zijn niet vruchtbaar. Dit komt waarschijnlijk door het verschil in het aantal chromosomen (zie tabel 1).

Ook zebra's en paarden kunnen met elkaar worden gekruist. Het resultaat hiervan zie je op de foto.



**Tabel 1** Aantal chromosomen van enkele soorten.

Soort	Aantal chromosomen per celkern
Mens	46
Ezel	62
Paard	64

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# Samenhang

## MOOI ROOD IS NIET LELIJK (MAAR OOK NIET ECHT LEKKER)

**Denk je aan tomaten, dan denk je aan mooie rode vruchten. In de winkel kopen mensen vooral tomaten die gelijkmatig rood zijn. Die zien er het lekkerst uit.**

### GELIJKMATIG ROOD

Als een tomaat groene vlekjes heeft, denkt een klant dat een tomaat nog niet rijp is. Zulke tomaten verkopen niet goed.

Telers willen dat hun tomaten tijdens het rijpen gelijkmatig rood worden. Deze tomaten zijn het gemakkelijkst te oogsten. De tomaten hangen namelijk in een tros, en de teler kijkt bij het oogsten boven op de tomaat. Als de bovenkant net zo rood is als de onderkant, ziet de teler meteen welke tomaten rijp zijn en welke tomaten nog even aan de tros moeten blijven hangen om verder te rijpen.

In het wild worden tomaten niet gelijkmatig rood. De onderkant verkleurt het eerst. Aan de bovenkant, bij het steeltje, blijft de tomaat lang groen (zie afbeelding 1). Daarom zijn Nederlandse telers al eeuwen bezig om tomaten te kweken die wel mooi gelijkmatig rood worden. Dat doen ze door verschillende planten met elkaar te kruisen. Met de nakomelingen die gunstige eigenschappen hebben, kweken ze verder. Daar gaan ze net zolang mee door tot ze een plant hebben waaraan perfecte tomaten groeien.

### WATERBOMMEN

De rode kleur van tomaten ontstaat doordat bladgroenkorrels in de tomaat worden omgezet in kleurstofkorrels. Doordat de bladgroenkorrels in gelijkmatig verkleurende tomaten 'te vroeg' veranderen in kleurstofkorrels, worden deze tomaten veel minder zoet. Gelijkmatig rode tomaten zien er dus misschien wel mooi uit, maar eigenlijk zijn het smaakloze rode waterbommen.

**Afb. 1** Een tros met tomaten die niet gelijkmatig verkleuren.



## OPDRACHTEN

1

Tomaten die vroeg rood worden, worden veel minder zoet. Dat komt doordat er in zulke tomaten minder glucose ontstaat.

- a Waardoor ontstaat in rode tomaten minder glucose dan in groene tomaten?
- b Om het oogsten gemakkelijker te maken, plukken telers de bladeren die boven een tros tomaten hangen. Tomaten die nog niet rijp zijn en die de teler aan de tros laat zitten, worden daardoor nog minder zoet. Leg dit uit.
- c Glucose bestaat voor een groot gedeelte uit koolstof. Haalt de plant die koolstof uit de lucht, uit de grond, uit het water of uit de zonnestraling?
- d In het wild blijven tomaten aan de bovenkant langer groen dan aan de onderkant. Leg uit dat hierdoor tomaten groeien met meer voedingsstoffen.
- e Robyne zegt: 'Een tomaat verkleurt van groen naar rood doordat bij de celdeling de bladgroenkorrels in kleurstofkorrels veranderen.' Heeft Robyne gelijk? Leg je antwoord uit.

2

Baby's hebben hun eigen voorkeuren. Ze kijken bijvoorbeeld langer naar rode en blauwe dingen dan naar groene en gele. Ook houden ze van zoete smaken. Andere smaken vinden ze niet zo lekker, soms zelfs ronduit vies. Als ze ouder worden, gaan ze andere smaken ook lekker vinden.

- a Een baby krijgt een bordje met een rood en een groen stukje tomaat voorgeschoteld. Welk stukje denk je dat de baby het eerst in zijn mond steekt? Leg je antwoord uit.
- b Van welk stukje eet de baby het meest op? Leg je antwoord uit.
- c Welke route volgt een stukje tomaat door het lichaam van de baby? Zet de organen in de juiste volgorde: *dikke darm* – *dunne darm* – *endeldarm* – *keelholte* – *maag* – *mondholte* – *slokdarm* – *twaalvingerige darm*. Begin bij de mondholte.
- d Tot welk orgaanstelsel behoren de organen in vraag c?

3


De rode kleur van tomaten ontstaat doordat bladgroenkorrels in de tomaat worden omgezet in kleurstofkorrels.

- a In welk gedeelte van de cel bevinden zich de bladgroenkorrels en kleurstofkorrels?
- b Hebben de cellen van de tomatenplant celwanden? Leg je antwoord uit.
- c Zitten er intercellulaire ruimten tussen de cellen van een tomaat? Leg je antwoord uit.
- d Neha en Kian hebben een discussie over planten. Neha zegt: 'Elke cel van een plant heeft in de kern een even aantal chromosomen.' Kian zegt: 'Sommige cellen kunnen een oneven aantal chromosomen hebben.' Geef aan wie gelijk heeft en leg uit waarom.

4

De pitjes in een tomaat zijn de zaden van de plant. Deze zaden ontstaan door geslachtelijke voortplanting nadat de plant bevrucht is. Maar tomatenplanten kunnen zich ook ongeslachtelijk voortplanten. Als je een zijscheut van een tomatenplant afsnijdt en in een bekersglas met water zet, ontstaan er na een dag of tien kleine worteltjes. Als je de scheut daarna plant, groeit hij uit tot een nieuwe tomatenplant.

- a De scheut blijft leven nadat je hem hebt afgesneden. Geef vier levenskenmerken waaruit dat blijkt.
- b De nieuwe wortels worden steeds langer en bestaan uit cellen. Zijn deze cellen ontstaan na mitose of na meiose? Leg je antwoord uit.
- c Telers kruisen verschillende planten met elkaar. Met de nakomelingen die gunstige eigenschappen hebben, kweken ze verder om steeds betere planten te krijgen. Kunnen telers ook steeds betere planten maken door scheuten van een plant af te snijden en daarmee verder te kweken?

 Ga naar de *Extra stof*.

# Leren onderzoeken

1

## WERKEN MET EEN LOEP EN EEN MICROSCOOP

### LEERDOEL

1.O.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.

- ▶ Basisstof 2, 3 en 5
- ▶ Practica 1 t/m 6

**Bij biologie probeer je zo veel mogelijk zelf de organismen waar te nemen. Soms zijn organismen zo klein dat je ze met het blote oog niet (goed) kunt zien. Je kunt dan een loep of microscoop gebruiken.**

### WERKEN MET EEN LOEP

In afbeelding 1 zie je verschillende soorten loepen. Je kunt bij biologie het best een loep gebruiken die ongeveer 10× vergroot. Je moet de loep dicht bij je oog houden. Het voorwerp waar je naar kijkt, moet je naar de loep toe brengen tot je een scherp beeld ziet.

**Afb. 1** Loepen.



### DE MICROSCOOP OP SCHOOL

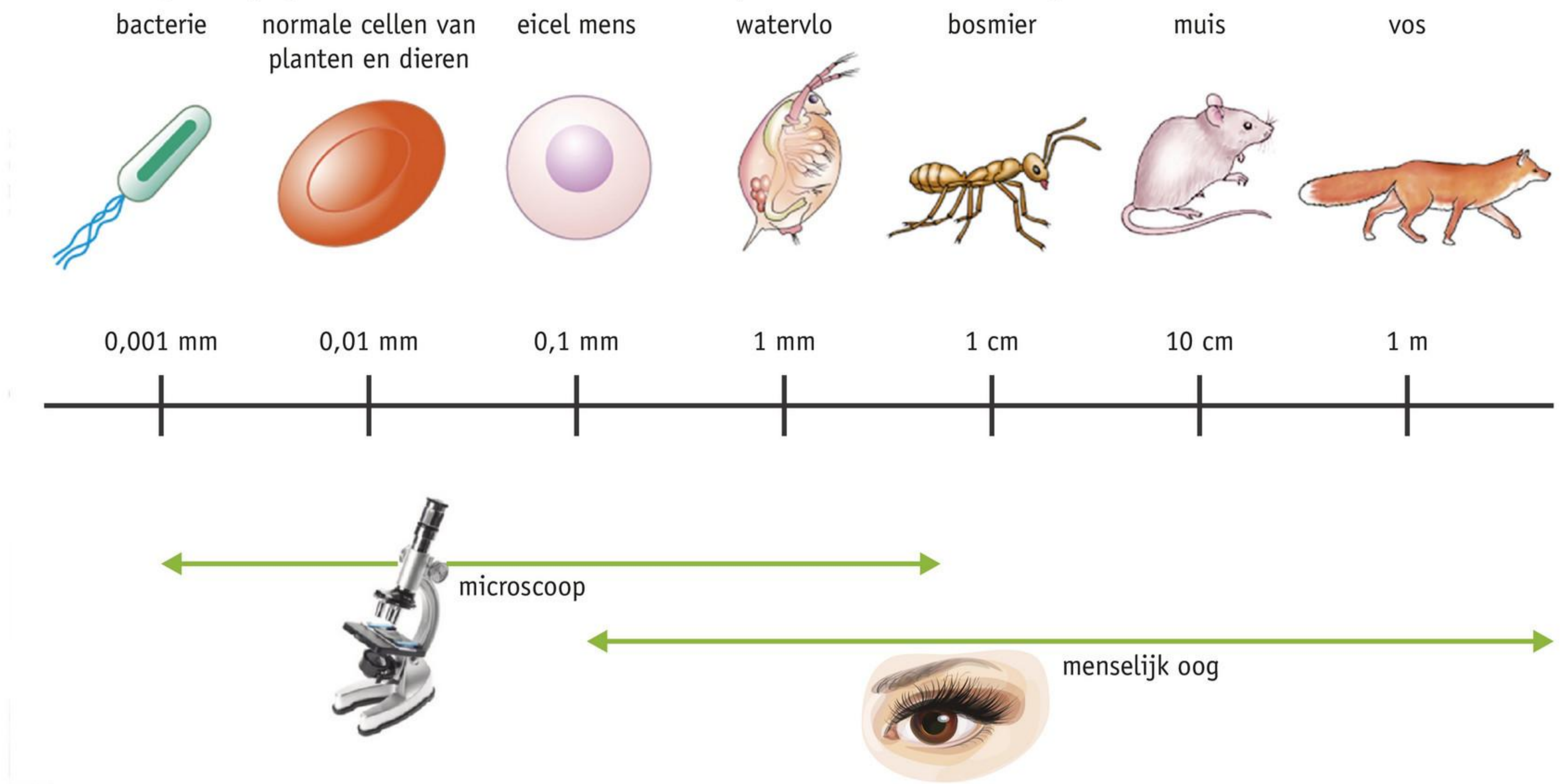
Met een microscoop kun je veel kleinere delen van organismen bestuderen dan met het blote oog of een loep (zie afbeelding 2).

Op school werk je met een lichtmicroscoop. Met deze microscoop kun je de cellen van planten, dieren en schimmels goed bestuderen.

Bij de meeste microscopen kun je de tafel omhoog of omlaag draaien (zie afbeelding 3), bij andere de tubus. Maar verder komen bij vrijwel alle microscopen op scholen dezelfde onderdelen voor.

Om scherp te stellen heeft een microscoop een stelschroef. Deze bestaat uit twee delen: een grote buitenring met een kleinere draaiknop in het midden. De buitenring gebruik je om ongeveer scherp te stellen. De kleine draaiknop is om nauwkeurig scherp te stellen. Sommige microscopen hebben twee aparte stelschroeven: een grote en een kleine.

**Afb. 2** Wat je (in zijn geheel) kunt zien door een microscoop en wat met het blote oog.



**Afb. 3** Een microscoop waarbij de tafel omhoog en omlaag kan.



**WERKEN MET EEN MICROSCOOP**

Als je een preparaat met de microscoop bekijkt, begin je altijd scherp te stellen bij de kleinste vergroting (zie afbeelding 4). Door een kleine vergroting te gebruiken, zie je een groot deel van het preparaat. Je kunt het voorwerp in het preparaat dan gemakkelijk vinden. Bovendien is de kans dan klein dat je met een objectief tegen het preparaat aankomt. Daarna kun je een grotere vergroting gebruiken (zie afbeelding 5).

**Afb. 4** Scherpstellen bij de kleinste vergroting.



1 Zet de microscoop met het statief van je af op tafel. Steek de stekker in het stopcontact. Doe het lampje aan.



2 Draai met de grote schroef de tafel helemaal omlaag (of de tubus helemaal omhoog). Draai het kleinste objectief boven de tafel.



3 Leg het preparaat tussen de preparaatklemmen. Wat je wilt bekijken, leg je midden boven de opening in de tafel.



4 Kijk van opzij. Draai met de grote schroef de tafel weer omhoog (of de tubus omlaag). Let op dat het preparaat niet tegen het objectief komt.



5 Kijk door het oculair. Draai met de grote schroef de tafel langzaam verder omhoog (of de tubus verder omlaag). Stop als het beeld ongeveer scherp is.



6 Stel met de kleine schroef nauwkeurig scherp.

**TEKENINGEN MAKEN**

In de biologie moet je organismen of delen van organismen zo nauwkeurig mogelijk bekijken. De beste manier om dit te doen, is door de organismen te tekenen. Als je iets tekent, kijk je er vanzelf heel nauwkeurig naar.

Houd bij het tekenen rekening met de tekenregels (zie afbeelding 6).

In afbeelding 7 lees je hoe je een preparaat opruimt.

**Afb. 5** Een grotere vergroting gebruiken.

1 Je hebt al scherpgesteld bij een kleinere vergroting. Kijk door het oculair. Wat je sterker wilt vergroten, schuif je naar het midden van het beeld.



2 Kijk van opzij. Draai het objectief voor dat één maat groter is. Draai *niet* aan de grote schroef.



3 Stel met de *kleine schroef* nauwkeurig scherp.

**Afb. 6****Tekenregels**

- 1 Maak grote tekeningen waarbij je duidelijk de verschillende onderdelen kunt onderscheiden.
- 2 Gebruik een niet te zacht potlood (HB).
- 3 Als je kleurt, gebruik je kleurpotloden (geen viltstiften).
- 4 Teken eerst de omtrek met dunne lijnen, dan pas de onderdelen. Daarna kun je de lijnen duidelijker maken.
- 5 Teken wat je ziet, niet wat je volgens het boek zou moeten zien.
- 6 Maak je tekeningen niet te ingewikkeld.
- 7 Schrijf bij je tekening:
  - de naam van wat je hebt getekend
  - (eventueel) de vergroting
  - (eventueel) dwarsdoorsnede of lengtedoorsnede
  - (eventueel) natuurgetrouw of schematisch
  - (eventueel) het kleurmiddel dat is gebruikt om het preparaat te maken
- 8 Schrijf de namen bij de delen die zijn gevraagd in de opdracht. Trek tussen het deel en de naam een horizontaal verbindingslijntje.

**Afb. 7****Een preparaat opruimen**

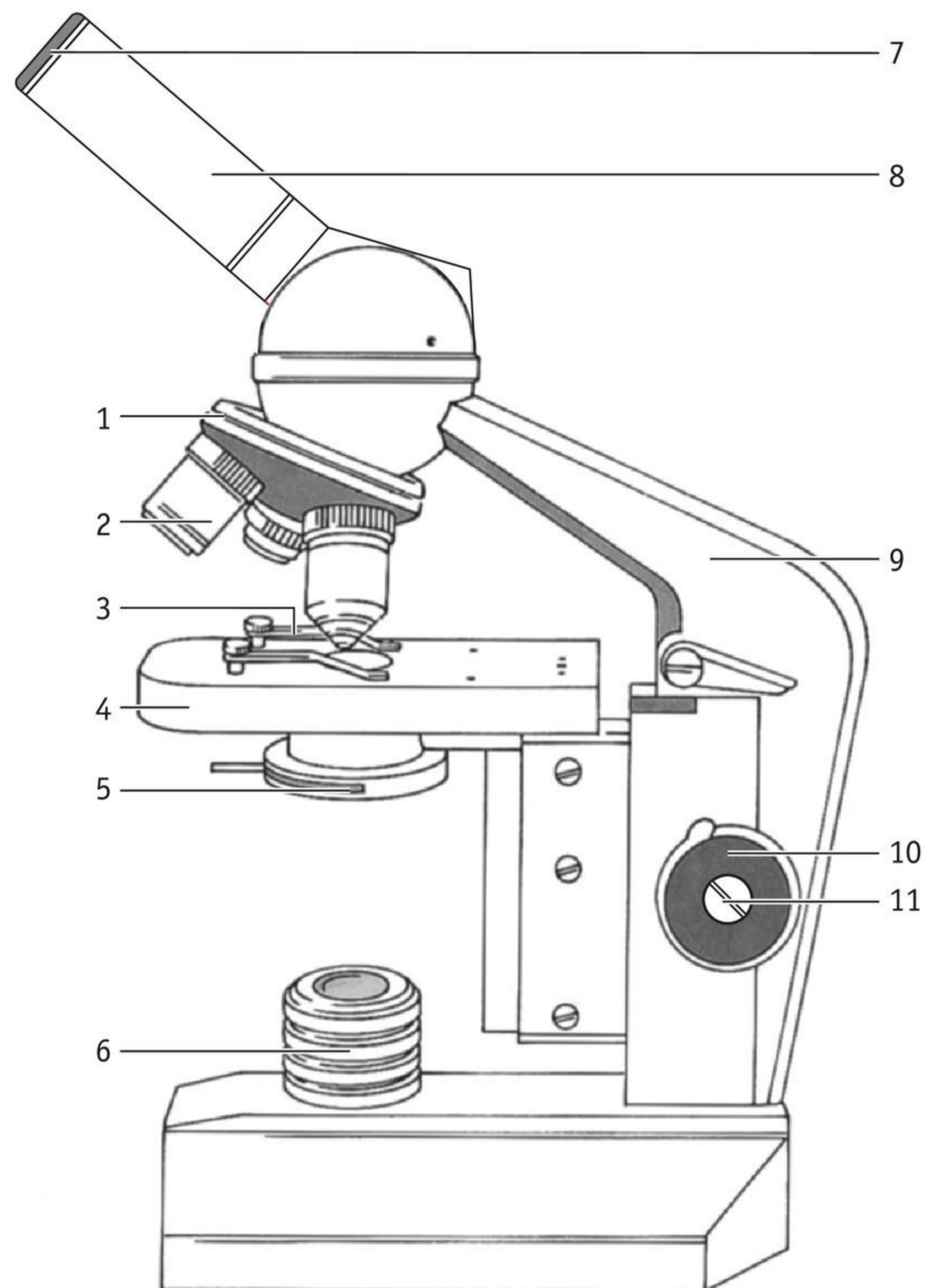
- 1 Draai het objectief naar de kleinste vergroting.
- 2 Draai dan de tafel omlaag (of de tubus omhoog).
- 3 Haal daarna het preparaat onder de preparaatklemmen vandaan.
- 4 Lever klaargemaakte preparaten in bij je docent.
- 5 Haal zelfgemaakte preparaten uit elkaar.
- 6 Gooi het voorwerp en het vocht weg.
- 7 Maak het gebruikte materiaal schoon en droog het met een tissue.

## OPDRACHTEN

1

In afbeelding 8 zie je een tekening van een microscoop. Geef de namen van de genummerde delen.

**Afb. 8** Een microscoop.



2

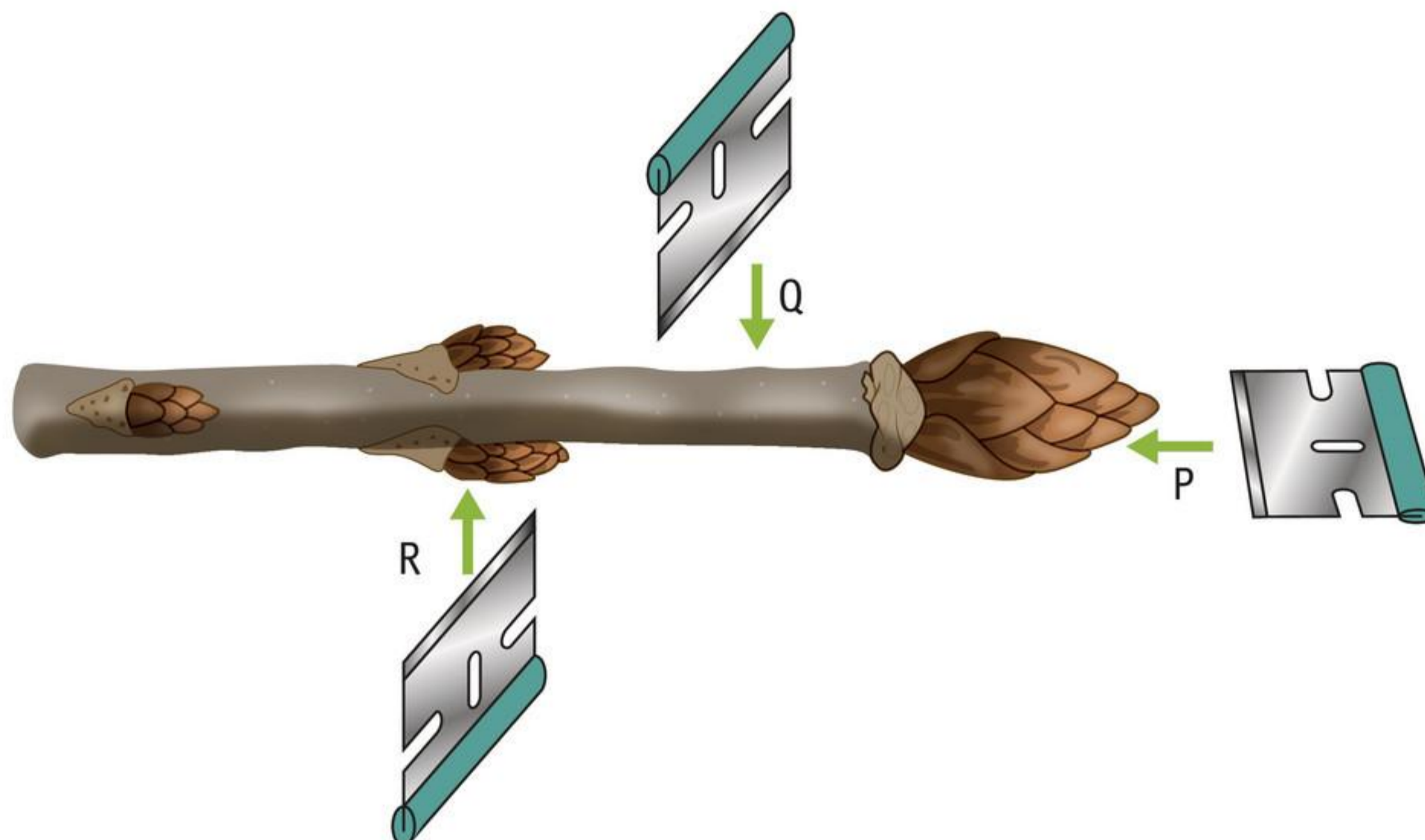
- a** Aan welk deel pak je de microscoop vast als je hem opruimt?
- b** Hoe kun je de tafel omhoog of omlaag laten bewegen?
- c** Met welk onderdeel regel je hoeveel licht door de opening in de tafel gaat?
- d** Door welke vijf delen van de microscoop gaat het licht van het lampje naar je oog? Noteer ze in de goede volgorde.
- e** Het oculair van een microscoop vergroot  $10\times$ . De objectieven vergroten  $4\times$ ,  $10\times$  en  $60\times$ . Welke vergrotingen kun je hiermee maken?

3

De tak van afbeelding 9 kun je op verschillende manieren (P, Q en R) doorsnijden om het weefsel van de tak te onderzoeken.

- Welke manier levert een lengtedoorsnede op?
- In afbeelding 10 is een doorsnede van de tak getekend. Is dit een dwarsdoorsnede of een lengtedoorsnede?
- Welke manier van snijden in afbeelding 9 is gebruikt bij de doorsnede van afbeelding 10?

**Afb. 9** Drie manieren om een tak door te snijden.



**Afb. 10** Doorsnede van een tak.



2

## EEN PREPARAAT MAKEN

### LEERDOEL

1.O.2 Je kunt een preparaat maken.

► Basisstof 3 en 5

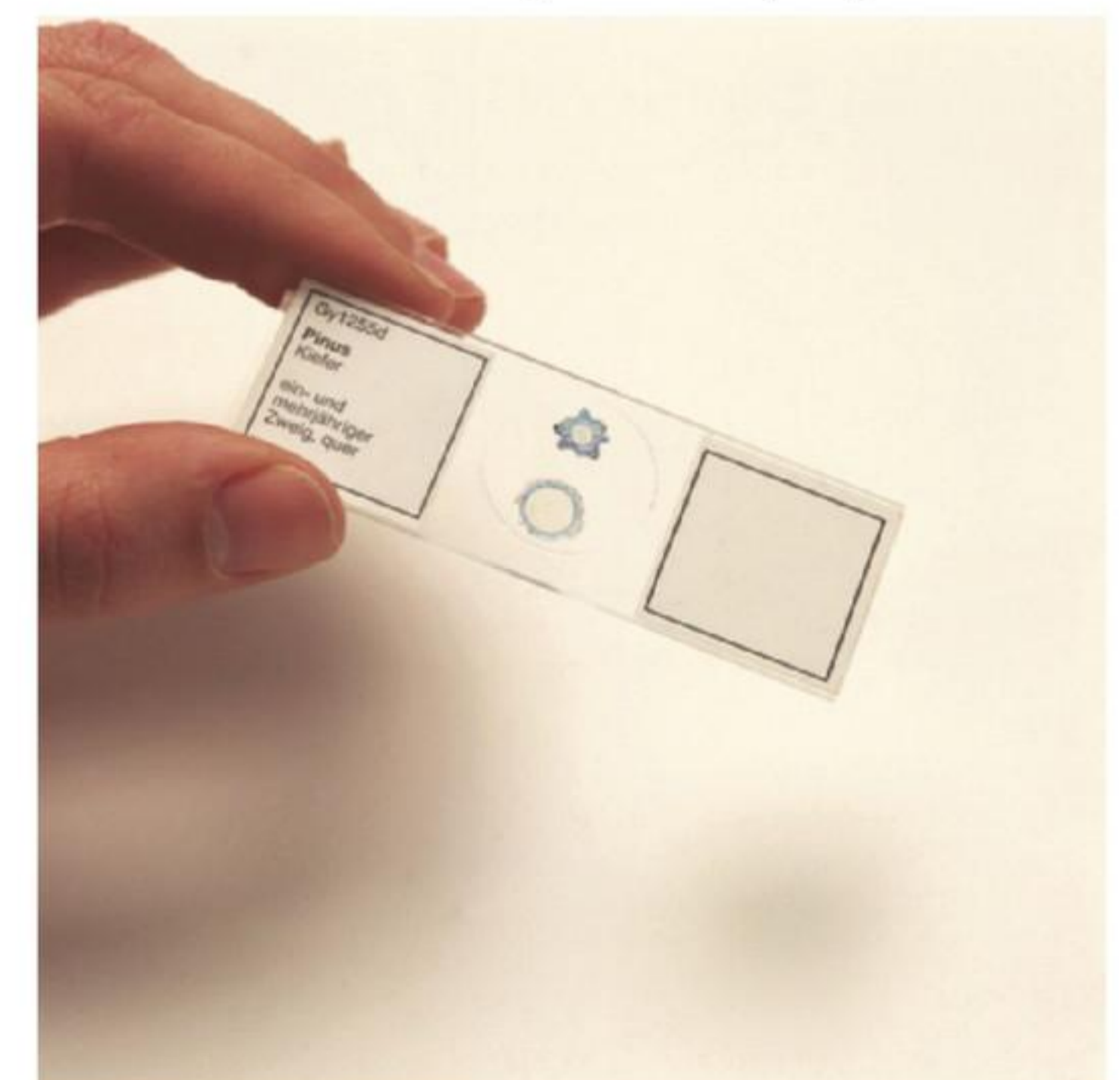
**Weefsels die je door een microscoop gaat bekijken, moeten heel dun zijn. Er moet immers licht doorheen kunnen schijnen. Daarom maak je van de cellen of weefsels die je wilt bekijken eerst een preparaat.**

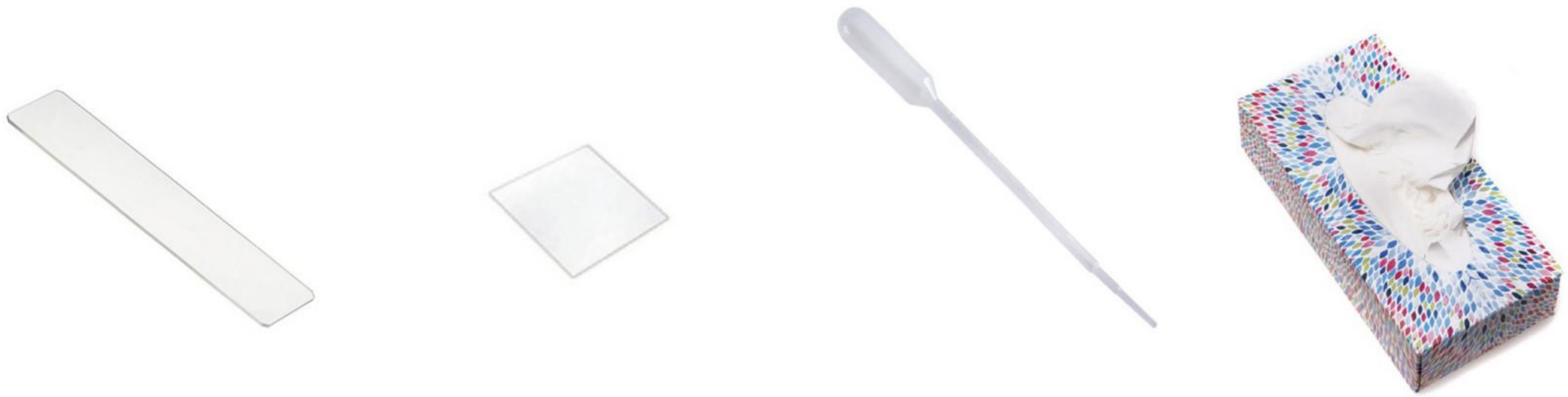
### EEN PREPARAAT MAKEN

Op een **preparaat** ligt een heel dun laagje weefsel of cellen dat je wilt bekijken door een microscoop. Soms zijn de preparaten al klaargemaakt (zie afbeelding 11).

In deze Leren onderzoeken leer je hoe je zelf een preparaat kunt maken. Je gebruikt hiervoor een ui. Als je een preparaat maakt, heb je **prepareermateriaal** nodig. In afbeelding 12 zie je welk prepareermateriaal je vaak nodig hebt. In afbeelding 13 zie je hoe je een preparaat maakt.

**Afb. 11** Een klaargemaakt preparaat.



**Afb. 12** Prepareermateriaal.

1 voorwerpglas

2 dekglas

3 druppelpipet

4 tissues



5 filtreerpapier



6 pincet



7 prepareernaald



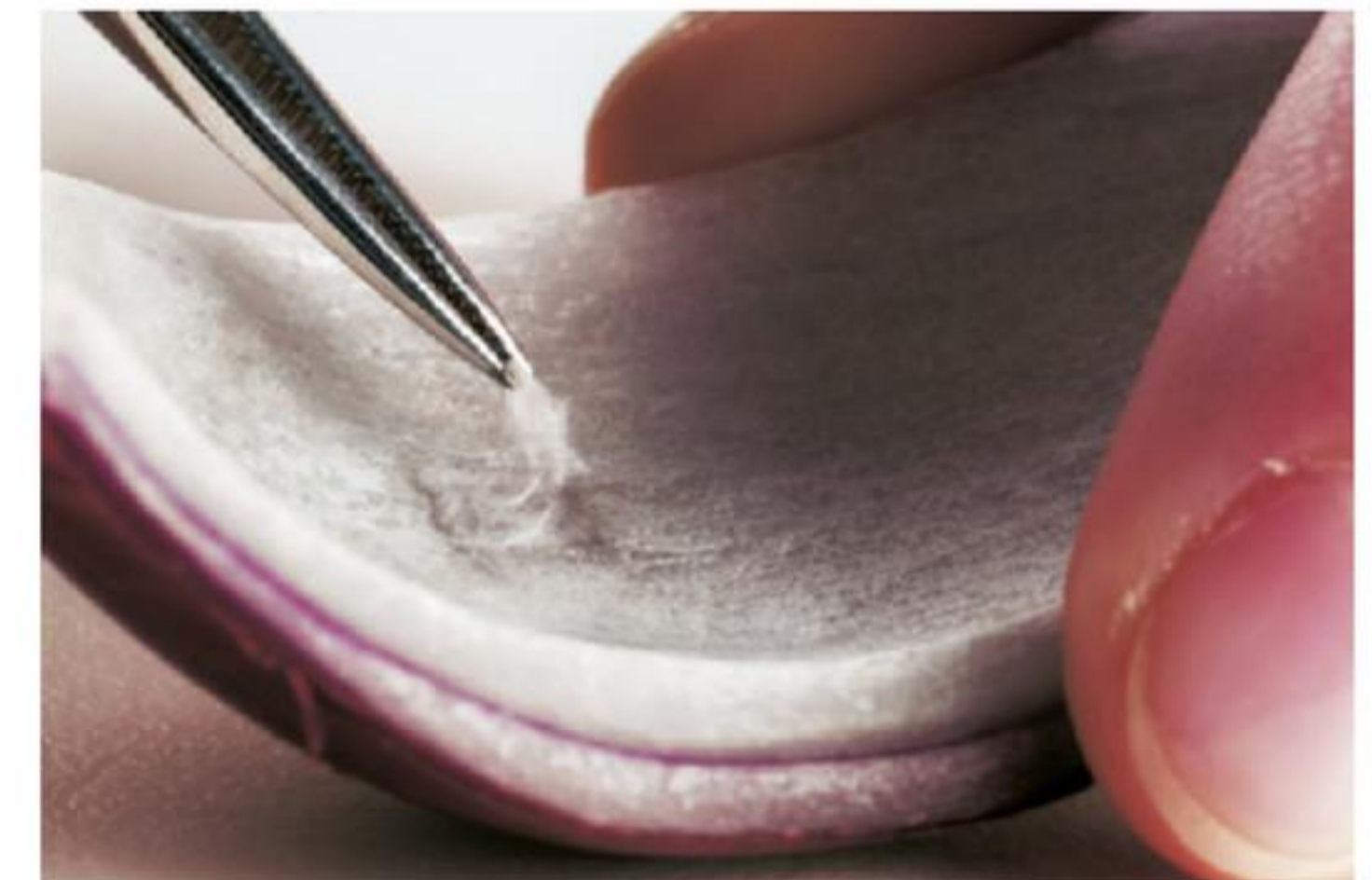
8 scheermesje

**Afb. 13** Een preparaat maken van een vliesje van een ui.

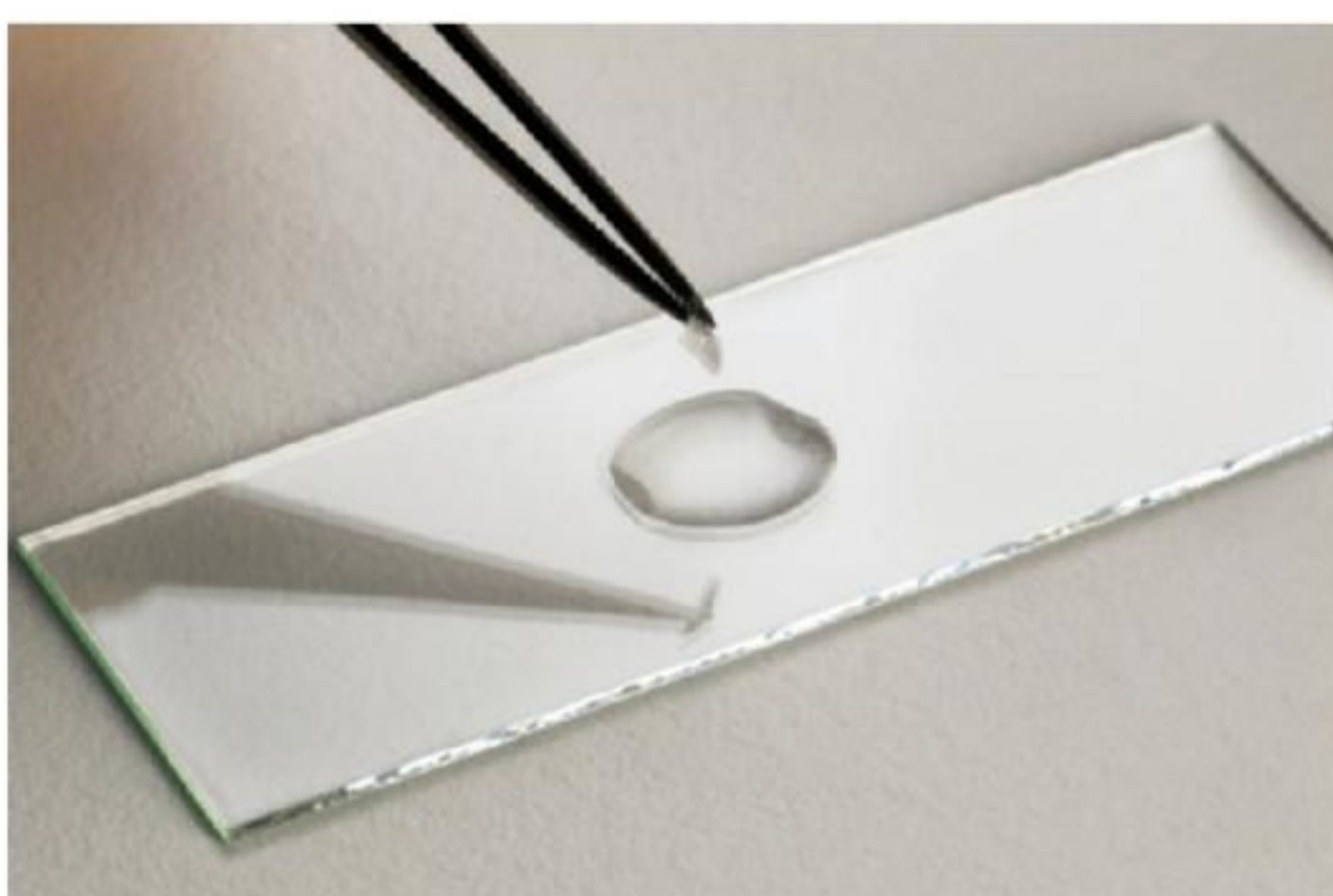
1 Breng met een druppelpipet een druppel water op een voorwerpglas.



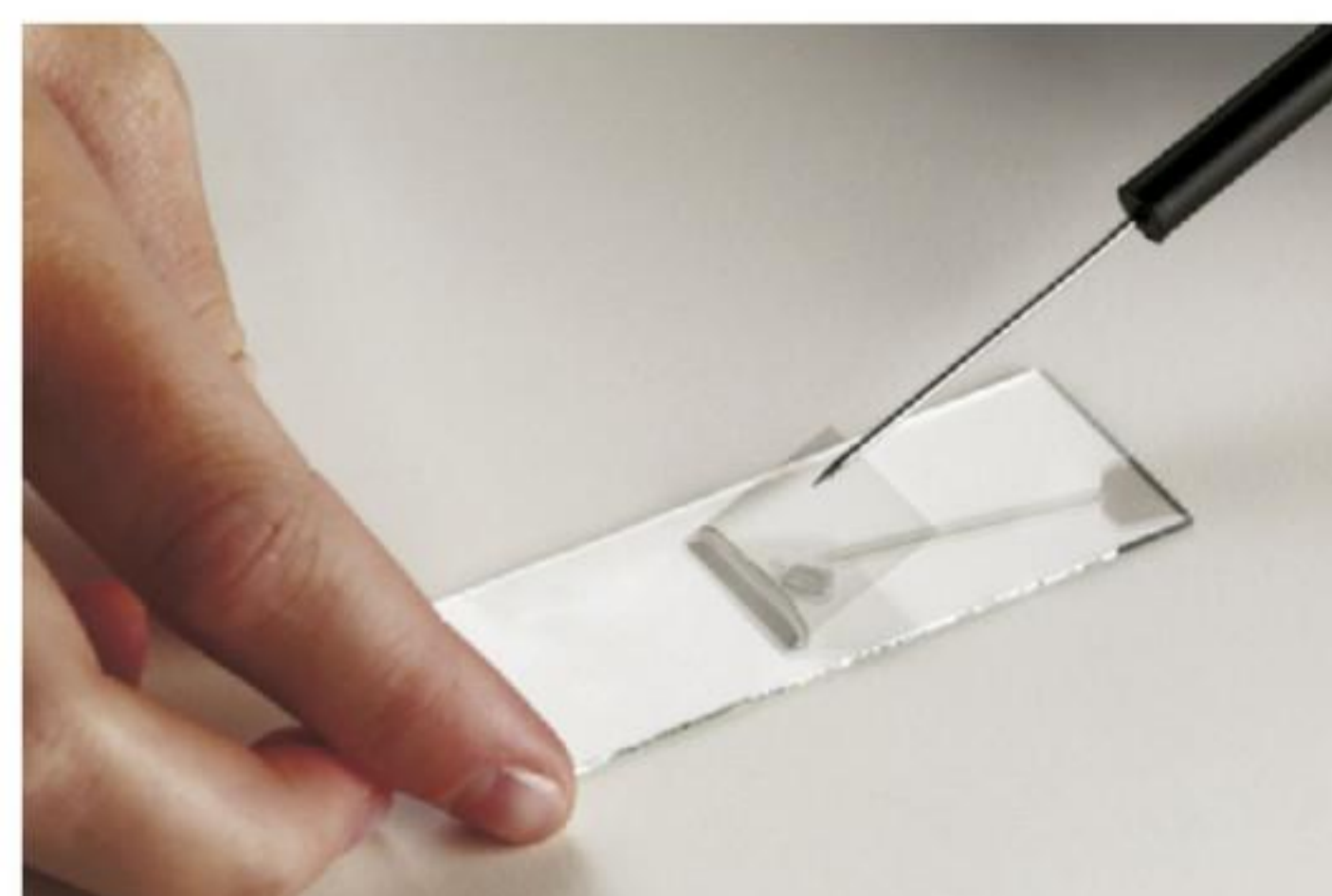
2 Maak met een scheermesje een sneetje in de holle binnenkant van een uienrok.



3 Trek met een pincet vanaf het sneetje een stukje vlies los. Je hebt maar een heel klein stukje nodig!



4 Leg het stukje vlies in de druppel water op het voorwerpglas. Zorg ervoor dat het stukje vlies niet dubbelgeslagen ligt.



5 Schuif een dekglas van opzij tegen de druppel water aan. Laat met een prepareernaald het dekglas langzaam op de druppel zakken. Er mogen geen luchtballen in het preparaat zitten!



6 Er mag niet te veel water op het voorwerpglas zitten. Zuig overtollig water weg met filtreerpapier. Pas op dat je geen water onder het dekglas wegzuigt.

## OPDRACHT

1

Anton gaat een preparaat maken van een haar uit zijn hoofd.

- Hoe heet het glazen plaatje waarop Anton een druppel water en een stukje van zijn haar legt?
- Welk prepareermateriaal gebruikt Anton om een glazen plaatje langzaam te laten zakken over de druppel water en zijn haar?
- Hoe heet het glazen plaatje dat Anton over zijn haar heen legt?
- Leg uit waarom het belangrijk is dat het vliesje van de ui niet dubbelgeslagen is.

3

## ONDERZOEK DOEN

## LEERDOEL

1.0.3 Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en beoordelen.

- ▶ Basisstof 6
- ▶ Practicum 7

**In de biologie kun je onderzoek doen om dingen te ontdekken. Veel bedrijven doen bijvoorbeeld onderzoek om nieuwe medicijnen te ontwikkelen.**

**In afbeelding 14 zie je de stappen die je moet zetten om zelf een biologisch onderzoek te bedenken en uit te voeren.**

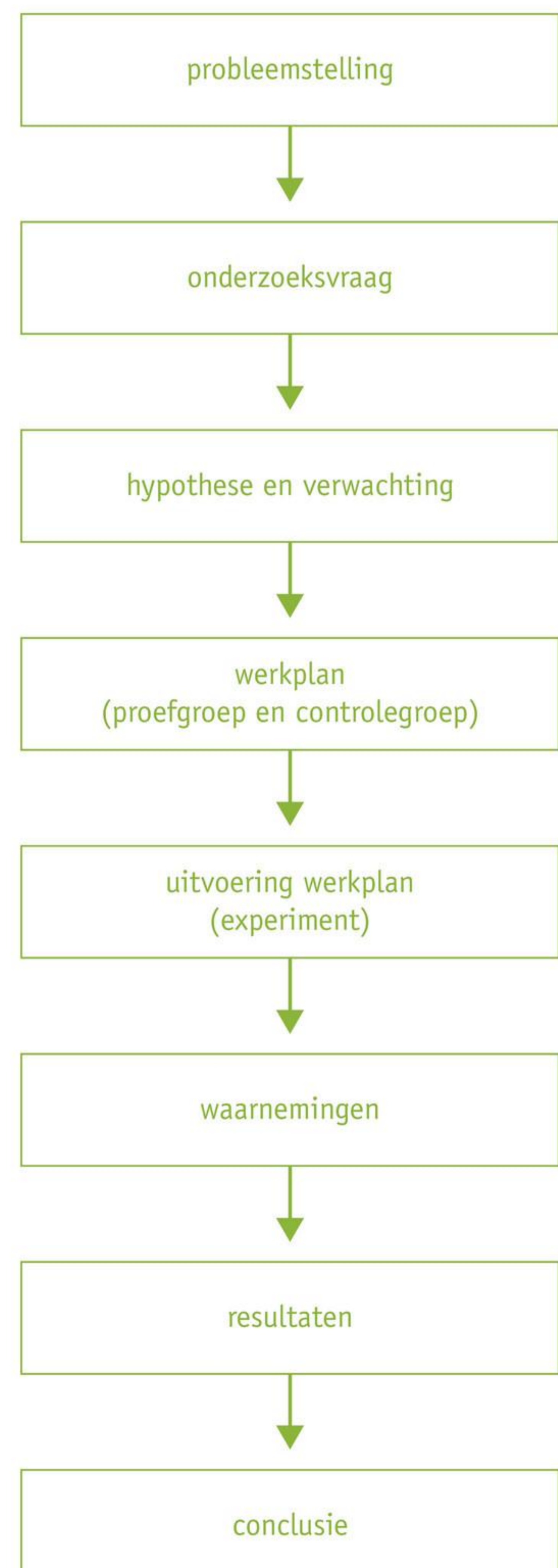
**WAT WIL IK ONDERZOEKEN?**

Een biologisch onderzoek start met een vraag. Dit heet de **probleemstelling**. Een voorbeeld van een probleemstelling is: *Welke invloed heeft licht op de groei van planten?* Deze probleemstelling is echter te vaag om te kunnen onderzoeken. Je kunt er alle kanten mee op. Wil je de invloed van licht onderzoeken op bomen of op kleine plantjes? Wil je de invloed van verschillende hoeveelheden licht onderzoeken of wil je alleen licht en donker vergelijken?

Daarom moet je de probleemstelling nauwkeuriger omschrijven. Je formuleert daarvoor een **onderzoeksvraag** die precies omschrijft wat je wilt onderzoeken. Bijvoorbeeld: *Zijn kiemplantjes die ik in het licht zet, na een paar dagen langer dan kiemplantjes die ik in het donker zet?*

Daarna schrijf je een **hypothese**. De hypothese is een algemeen antwoord op je onderzoeksvraag. Bij het formuleren van een hypothese maak je gebruik van wat je al weet. Als een plant groeit, neemt het aantal cellen toe. Om deze cellen te maken, heeft een plant veel verschillende stoffen nodig. Om deze stoffen te maken, gebruikt een plant glucose. Glucose ontstaat door fotosynthese. Voor fotosynthese is licht nodig. Een logische hypothese is dan: *Kiemplantjes die ik in het licht zet, zullen na een paar dagen langer zijn dan kiemplantjes die ik in het donker zet.*

**Afb. 14** De stappen van een onderzoek.



Bij de **verwachting** voorspel je jouw resultaten (als je hypothese correct is). De bijbehorende verwachting zou hier dus zijn: *Ik zie dat kiemplantjes die ik in het licht zet, sneller toenemen in lengte dan kiemplantjes die ik in het donker zet.*

### WAT IS MIJN WERKPLAN?

Om te onderzoeken of je verwachting klopt, bedenk je een **werkplan**. In een werkplan staat beschreven welke proef je bij het onderzoek wilt uitvoeren en hoe je de resultaten wilt verwerken. Let daarbij op de volgende regels:

- Om betrouwbare gegevens te krijgen, moeten proeven met grote aantallen worden uitgevoerd. Anders zijn de resultaten te veel afhankelijk van toevalligheden.
- Per proef mag slechts één factor worden onderzocht. Je mag bijvoorbeeld niet in één proef de invloed van licht én de invloed van water op de groei van kiemplantjes onderzoeken.
- Je moet altijd werken met een **proefgroep** en een **controlegroep**. De proefgroep wordt blootgesteld aan de factor die je wilt onderzoeken, de controlegroep niet. Bijvoorbeeld: de kiemplantjes van de proefgroep staan in het licht en de kiemplantjes van de controlegroep in het donker. Alle overige omstandigheden, bijvoorbeeld de temperatuur en de hoeveelheid vocht, moeten in beide groepen gelijk zijn.
- Na afloop van het onderzoek vergelijk je de resultaten van de proefgroep en de controlegroep.

In afbeelding 15 staan enkele vragen die je jezelf kunt stellen bij het maken van een werkplan.

#### Afb. 15

### Werkplan voor een proef

#### Wat ga ik doen?

- Welke factor onderzoek ik?
- Hoeveel organismen gebruik ik om betrouwbare gegevens te krijgen?
- Met welk soort organisme voer ik het onderzoek uit? Waarom met deze soort?
- Onder welke omstandigheden voer ik het onderzoek met de proefgroep uit? En met de controlegroep?
- Hoe zorg ik ervoor dat de overige omstandigheden gelijk zijn?

#### Wat heb ik nodig?

Welke materialen heb ik nodig om het onderzoek te kunnen uitvoeren?

#### Hoe neem ik waar?

- Op welke manier ga ik de proefgroep en de controlegroep waarnemen en het resultaat hiervan vergelijken? Bijvoorbeeld: door de lengte te meten met een liniaal of door het aantal op te tellen.
- Op welke manier ga ik de waarnemingen weergeven? Bijvoorbeeld: in een tekening, in een tabel, in een lijndiagram (een grafiek) of in een staafdiagram.

**WAT NEEM IK WAAR?**

Als het werkplan goed is, kun je het onderzoek precies volgens het werkplan uitvoeren. Houd je hierbij ook echt aan het werkplan. Doe je tijdens je **uitvoering** toch iets anders dan in het werkplan staat, noteer dat als aantekening bij je werkplan.

Tijdens het onderzoek verzamel je de **waarnemingen** van je proefgroep en je controlegroep. Als je de waarnemingen gaat meten en in een schema of diagram weergeeft, zijn dat de **resultaten** van je onderzoek.

**WELKE CONCLUSIE KAN IK TREKKEN?**

Na afloop van de proef vergelijk je de resultaten van de proefgroep en de controlegroep met elkaar. Uit die resultaten kun je **conclusies** trekken. Als je resultaten overeenkomen met je verwachting, dan is jouw conclusie dat je hypothese klopt.

**HET ONDERZOEK EVALUEREN**

Het kan ook voorkomen dat de resultaten niet overeenkomen met je verwachting. Dat is bijvoorbeeld het geval in dit onderzoek. Kijk maar naar afbeelding 16. Je ziet kiemplantjes van tuinkers die zijn gekweekt in het licht en in het donker. Je ziet dat de kiemplantjes in het donker langer zijn dan die in het licht. De verwachting dat kiemplantjes in het licht harder groeien dan in het donker, blijkt dus niet juist te zijn. In het donker ontstaan kiemplantjes met lange, slappe, witte stengels en kleine bleekgele bladeren. Planten blijken in het donker sneller in de lengte te groeien dan in het licht. Om dit te verklaren, moet je een nieuw onderzoek bedenken.

**Afb. 16** Kiemplantjes van tuinkers.



1 de proefgroep gekweekt in het licht



2 de controlegroep gekweekt in het donker

**OPDRACHTEN**

1

Hierna staan beschrijvingen van zes stappen van een onderzoek.

Geef de naam van elke stap. Kies uit: *conclusie – hypothese – onderzoeksvraag – probleemstelling – resultaten – werkplan.*

- 1 Algemeen antwoord op de onderzoeksvraag.
- 2 De verwerkte waarnemingen van je onderzoek.
- 3 Hierin staat beschreven welke proef je bij het onderzoek wilt uitvoeren en hoe je dat gaat doen.
- 4 De vraag waarmee je jouw onderzoek start.
- 5 Beoordelen of het resultaat overeenkomt met je verwachting.
- 6 Een vraag die precies omschrijft wat je wilt onderzoeken.

2

Lees de tekst 'Hamburgers ongezond?'.

- Wat is in dit onderzoek de proefgroep en de controlegroep?
- Bij een proef mag er maar één factor verschil zijn: alleen de factor die je onderzoekt. In deze proef is dat het verschil in de stoffen die in het hamburgervlees zitten bij de gekochte hamburger en de zelfgemaakte hamburger. De overige omstandigheden moeten gelijk zijn.  
Welke overige omstandigheden zijn in de proef niet gelijk in afbeelding 17?
- Waardoor is de proef nog meer onbetrouwbaar?

### Hamburgers ongezond?

Hamburgers die je kunt kopen bij bekende fastfoodrestaurants verrotten volgens sommige mensen niet. Iemand had dit onderzocht en foto's ervan op het internet gezet. Hij dacht dat het kwam door de invloed van ongezonde stoffen die in de hamburgers werden gestopt. Hij kocht op een dag een hamburger bij zo'n restaurant en bakte er meteen ook zelf één van vers gehakt, waar hij geen andere stoffen aan toevoegde.

Op de foto zie je de twee hamburgers die hij onderzocht. De zelfgebakken hamburger bleek wel te verrotten, maar de gekochte hamburger niet. Dat was ook de conclusie van de man en dat kwam volgens hem door de ongezonde stoffen. Toch klopte zijn conclusie niet, omdat de proef niet goed was uitgevoerd.

Afb. 17



1 gekochte hamburger

2 zelfgemaakte hamburger

3

Hakrim heeft de ontkieming van zaden onderzocht. Hij gebruikte voor zijn onderzoek vier schalen, enkele watten en 160 zaden.

Hij legde in elke schaal een laag watten met daarop 40 zaden. Aan twee schalen voegde hij 2 mL water toe, aan de andere twee 10 mL water. Daarna zette hij twee schalen weg bij 10 °C en de andere twee schalen bij 20 °C. Alle andere omstandigheden waren gelijk.

Na enkele dagen telde hij het aantal ontkiemde zaden. Zijn resultaten staan in tabel 1.

Tabel 1 De resultaten van Hakrim.

	Schaal 1	Schaal 2	Schaal 3	Schaal 4
Hoeveelheid water (mL)	2	2	10	10
Temperatuur (°C)	10	20	10	20
Aantal ontkiemde zaden	8	16	24	36

- Hakrim vergelijkt schaal 1 met schaal 2. Hieruit trekt hij de conclusie dat de temperatuur invloed heeft op de ontkieming van zaden.  
Is deze conclusie juist? Leg je antwoord uit.
- Na vergelijking van welke twee andere schalen kan Hakrim tot dezelfde conclusie komen? Leg je antwoord uit.

4

Tessa doet een onderzoek. De probleemstelling is: *Kun je beter woordjes leren met muziek aan of zonder muziek?* Er doen veertig leerlingen mee met haar onderzoek.

- a Bedenk een onderzoeksvraag voor het onderzoek van Tessa.
- b Maak een kort werkplan voor het onderzoek van Tessa. Voer daartoe de volgende opdrachten uit:
  - Beschrijf de proefgroep.
  - Beschrijf de controlegroep.
  - Beschrijf de factor die ze wil onderzoeken.
  - Geef drie voorbeelden van omstandigheden die gelijk moeten zijn.
  - Leg uit hoe de resultaten in beide groepen worden vergeleken.

5

Lees de tekst 'Giftanden'.

- a Hierna staan de stappen van het onderzoek dat Freek Vonk uitvoerde. Bij elke stap staat een letter. Alleen staan de stappen van het onderzoek door elkaar. Geef de naam van elke stap. Gebruik daarbij: *conclusie – onderzoeksvraag – probleemstelling – hypothese – waarneming/resultaat – werkplan*.
  - A Zowel bij slangen met giftanden achter in de bek als bij slangen met giftanden voor in de bek, ontstaan giftanden achter in de bek tijdens de ontwikkeling van de slangenembryo's. Bij sommige slangen schuiven de giftanden naar voren tijdens de ontwikkeling van het embryo.
  - B Zijn giftanden één keer tijdens de ontstaansgeschiedenis van slangen ontstaan of meerdere keren?
  - C Freek dacht: 'Giftanden zijn maar één keer ontstaan tijdens de ontstaansgeschiedenis. Daarom denk ik dat de giftanden bij beide groepen slangen op dezelfde plek in de bek ontstaan tijdens de embryonale ontwikkeling.'
  - D Giftanden zijn één keer tijdens de ontstaansgeschiedenis ontstaan.
  - E Ontstaan giftanden bij gifslangembryo's op dezelfde plek, zowel bij slangen met giftanden achter in de bek als bij slangen met giftanden voor in de bek?
  - F 96 slangeneieren van de twee groepen worden uitgebroed: slangen met giftanden voor in de bek en slangen met giftanden achter in de bek. Voor elke soort onder de beste omstandigheden. De ontwikkeling van giftanden in 96 embryo's van de twee groepen gifslangen wordt onderzocht. In beide groepen wordt gekeken op welke plaats in de bek de giftanden ontstaan.
- b Zet de letters van de fasen van dit onderzoek in de juiste volgorde.

### Afb. 18

#### Giftanden

Prof. dr. Freek Vonk vertelt enthousiast over gifslangen. 'Er zijn twee groepen gifslangen. Sommige hebben giftanden *voor* in de bek. Andere slangensoorten hebben ze *achter* in de bek. Ik vroeg mij af of giftanden één keer in de ontstaansgeschiedenis van slangen zijn ontstaan, bij beide groepen slangen op dezelfde plek in de bek. Of misschien toch twee keer: een keer *achter* in de bek en ook nog een keer *voor* in de bek.

Aan de ontwikkeling van embryo's (organismen voor de geboorte) kun je vaak zien hoe de ontstaansgeschiedenis is verlopen. Daarom ga ik van beide groepen slangen de ontwikkeling van de embryo's in het ei bestuderen. Ik denk dat je dan ziet dat de giftanden bij beide groepen slangen op dezelfde plek in de bek ontstaan.' Uit zijn onderzoek bleek dat dit inderdaad het geval was.



Freek Vonk met een gifslang tijdens onderzoek in Indonesië

6

In deze opdracht ga je een biologisch onderzoek voorbereiden. In practicum 7 kun je dit onderzoek uitvoeren.

Het onderzoek gaat over de invloed van één bepaalde factor op de ontkieming van zaden. Als factor kun je de invloed van bepaalde stoffen (bijvoorbeeld van plantenmest), van andere zaden of van de temperatuur nemen. Je kunt ook zelf een factor bedenken. Bereid je onderzoek voor door de volgende vragen te beantwoorden.

## 1 WAT WIL IK ONDERZOEKEN?

### 1.1 Probleemstelling

- Noteer de factor die je wilt onderzoeken.
- Welke invloed heeft deze factor op de ontkieming van zaden?

### 1.2 Onderzoeksvraag

- Formuleer een onderzoeksvraag.

### 1.3 Hypothese

- Welk algemeen antwoord verwacht je op grond van de onderzoeksvraag? Formuleer een hypothese over de uitkomst van je onderzoek.

## 2 WAT IS MIJN WERKPLAN?

- Met welk soort zaden voer je de proef uit? Waarom met deze soort zaden?
- Hoeveel zaden neem je om betrouwbare gegevens te krijgen?
- Schrijf op hoeveel zaden je wilt gebruiken voor de proefgroep en hoeveel zaden je wilt gebruiken voor de controlegroep.
- Onder welke omstandigheden voer je de proef uit? Geef een korte beschrijving van de uitvoering van de proef.
- Hoe zorg je ervoor dat andere factoren niet van invloed zijn?

## 3 WAT HEB IK NODIG?

- Wat heb je nodig om de proef te kunnen uitvoeren?

## 4 HOE NEEM IK WAAR?

- Op welke manier ga je de proefgroep en de controlegroep waarnemen en de resultaten in beide groepen vergelijken?
- Op welke manier ga je de resultaten weergeven?

# Practica

1

## EEN DOORSNEDE VAN EEN STENDEL BEKIJKEN

### LEERDOELEN

- |       |   |                       |
|-------|---|-----------------------|
| 1.2.1 | Je kunt de organisatieniveaus binnen een organisme benoemen en beschrijven. | ▶ Basisstof 2         |
| 1.0.1 | Je kunt werken met een loep en een microscoop.                              | ▶ Leren onderzoeken 1 |

 20 minuten

### WAT GA JE DOEN?

Je bekijkt een standaardpreparaat van een stengel. Daarvan maak je een tekening volgens de tekenregels.

### WAT HEB JE NODIG?

- een standaardpreparaat van een stengel
- een microscoop
- tekenmateriaal

### WAT MOET JE DOEN?

- Zet de microscoop voor je met het statief van je af.
- Controleer of in de tubus het oculair zit dat 10× vergroot.
- Controleer of het diafragma op de grootste opening staat.
- Bekijk het preparaat bij de kleinste vergroting (zie afbeelding 4 van Leren onderzoeken 1).
- Als je niets ziet, lees dan afbeelding 1.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100× (zie afbeelding 5 van Leren onderzoeken 1).
- Bekijk het preparaat ook bij een vergroting van 400×. Je moet dan opnieuw de stappen doen in afbeelding 5 van Leren onderzoeken 1.
- Maak een tekening volgens de tekenregels (zie afbeelding 6 van Leren onderzoeken 1).
- Ruim je preparaat en de microscoop op (zie afbeelding 7 van Leren onderzoeken 1).

### Afb. 1

#### Als je niets ziet

Als je géén beeld krijgt, kan dit de volgende oorzaken hebben:

- 1 Je hebt de revolver niet goed gedraaid, zodat het objectief niet precies boven het preparaat staat. Bij de meeste microscopen klikt de revolver in de juiste stand.
- 2 Het preparaat ligt niet goed boven de opening in de tafel.
- 3 Je gebruikt een te sterke vergroting.
- 4 Het diafragma laat geen licht door.
- 5 Het lampje is niet aan.

Controleer dit voordat je hulp vraagt.

## 2

## EEN ORGAAN VAN EEN DIER BEKIJKEN

## LEERDOELEN

- 1.3.1 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en functies. ▶ Basisstof 2  
▶ Leren onderzoeken 1
- 1.0.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.

 20 minuten

## WAT GA JE DOEN?

Je bekijkt een standaardpreparaat van een orgaan van een dier. Daarvan maak je een tekening volgens de tekenregels.

## WAT HEB JE NODIG?

- een standaardpreparaat van een orgaan van een dier  
 een microscoop  
 tekenmateriaal

## WAT MOET JE DOEN?

- Zet de microscoop voor je met het statief van je af.
- Controleer of in de tubus het oculair zit dat 10× vergroot.
- Controleer of het diafragma op de grootste opening staat.
- Bekijk het preparaat bij de kleinste vergroting (zie afbeelding 4 van Leren onderzoeken 1).
- Als je niets ziet, lees dan afbeelding 1 van Practicum 1.
- Bekijk daarna het preparaat bij een vergroting van 100× (zie afbeelding 5 van Leren onderzoeken 1).
- Bekijk het preparaat ook bij een vergroting van 400×. Je moet dan opnieuw de stappen doen die in afbeelding 5 van Leren onderzoeken 1 zijn weergegeven.
- Maak een tekening volgens de tekenregels (zie afbeelding 6 van Leren onderzoeken 1).
- Ruim je preparaat en de microscoop op (zie afbeelding 7 van Leren onderzoeken 1).

## 3

CELLEN UIT WANGSLIJMVLIES 

## LEERDOELEN

- 1.3.1 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en functies. ▶ Basisstof 3  
▶ Leren onderzoeken 1 en 2
- 1.0.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.
- 1.0.2 Je kunt een preparaat maken.

 40 minuten

## WAT GA JE DOEN?

Je maakt een preparaat van cellen uit je wangslimvlies. Daarna bekijk je het preparaat onder de microscoop. Ten slotte maak je een tekening van de cellen die je ziet.

4

CELLEN VAN WATERPEST 

## LEERDOELEN

- 1.3.1 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en functies. ▶ Basisstof 3  
▶ Leren onderzoeken 1 en 2
- 1.0.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.
- 1.0.2 Je kunt een preparaat maken.

 40 minuten

## WAT GA JE DOEN?

Je maakt een preparaat van een blad waterpest. Daarna bekijk je het preparaat onder de microscoop. Ten slotte maak je een tekening van de cellen die je ziet.

5

## CELLEN VAN EEN AARDAPPEL

## LEERDOELEN

- 1.3.1 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en functies. ▶ Basisstof 3  
▶ Leren onderzoeken 1 en 2
- 1.0.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.
- 1.0.2 Je kunt een preparaat maken.

 45 minuten

## WAT GA JE DOEN?

Je maakt een preparaat van cellen uit een aardappel. Je kleurt het preparaat zodat de zetmeelkorrels beter zichtbaar worden. Daarna bekijk je het preparaat onder de microscoop. Ten slotte maak je een tekening van de cellen die je ziet.

## WAT HEB JE NODIG?

- een aardappel
- een (aardappelschil)mes
- een microscoop
- prepareermateriaal
- joodoplossing in een flesje met een druppelpipet
- tekenmateriaal

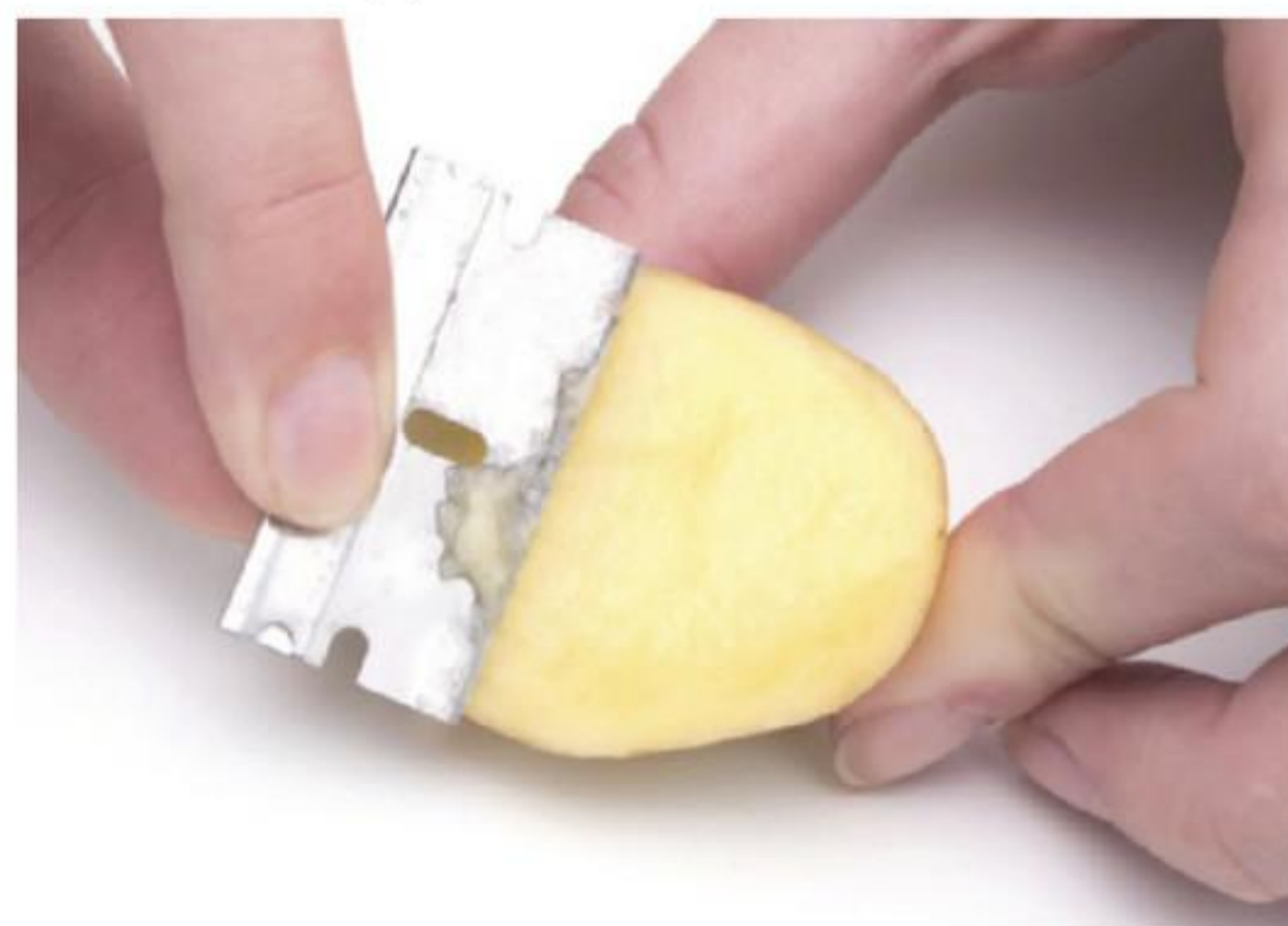
## WAT MOET JE DOEN?

- Maak een preparaat van cellen van een aardappel (zie afbeelding 4).
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100×. Je ziet zetmeelkorrels en soms stukjes celwand.
- Als je niets ziet, lees dan afbeelding 1 van Practicum 1.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van enkele zetmeelkorrels.
- Geef de volgende delen aan: *celwand* – *zetmeelkorrel*.

**Afb. 4** Een preparaat maken van cellen van een aardappel.



1 Breng met een druppelpipet een druppel water op een voorwerpglas.



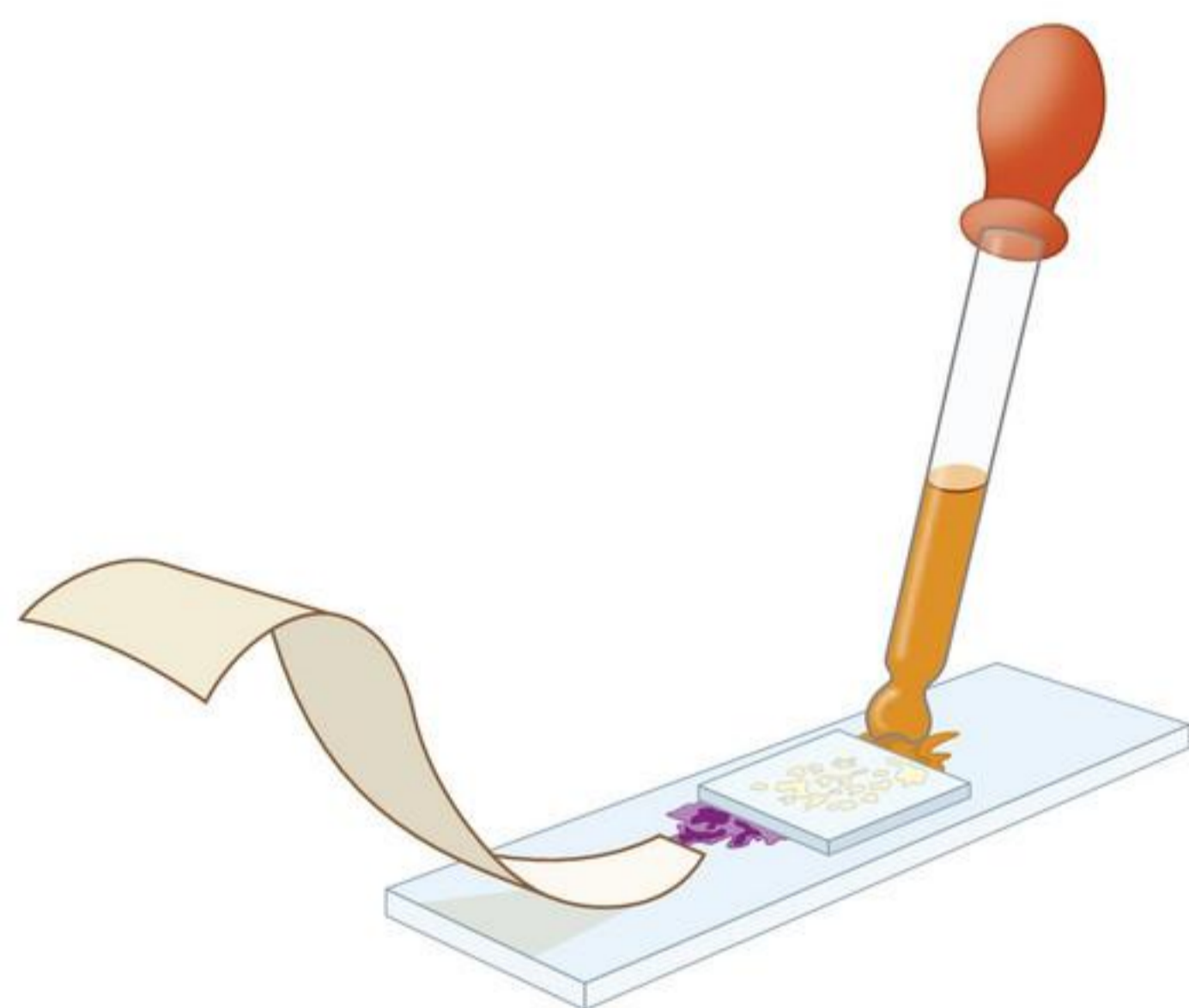
2 Snijd een aardappel door. Schraap met een scheermesje langs het snijvlak.



3 Duw met een prepareernaald een klein beetje van het schraapsel van het scheermesje in de druppel water. Maak het preparaat verder af.

- Haal het preparaat onder de microscoop vandaan. Breng aan de ene kant van het dekglas een druppel joodoplossing aan tegen de rand van het dekglas (zie afbeelding 5). Houd aan de andere kant van het dekglas een stuk filtreerpapier. Het filtreerpapier zuigt de joodoplossing onder het dekglas door. Het preparaat wordt zo gekleurd. Verwijder overtollig vocht voorzichtig.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van  $100\times$ . De zetmeelkorrels zijn nu donkerblauw gekleurd.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van  $400\times$ .
- Maak opnieuw een tekening van enkele zetmeelkorrels in joodoplossing. Zet de namen erbij.
- Ruim je preparaat en de microscoop op. In afbeelding 7 van Leren onderzoeken 1 staat wat je hierbij achtereenvolgens moet doen.

**Afb. 5** Een preparaat kleuren met joodoplossing.



## 6

## CELDELING IN DE WORTELTOP VAN EEN JONGE UIENWORTEL

## LEERDOELEN

- 1.5.1 Je kunt beschrijven hoe een gewone celdeling (mitose) verloopt, wat het doel van de mitose is en wat de kenmerken ervan zijn. ▶ Basisstof 5  
▶ Leren onderzoeken 1 en 2
- 1.0.1 Je kunt werken met een loep en een microscoop.

 30 minuten

## WAT GA JE DOEN?

Je bekijkt een preparaat van cellen in de worteltop van een jonge uienwortel. Je zult verschillende fasen van gewone celdeling in de cellen zien. Daarna maak je een tekening van de cellen die je ziet.

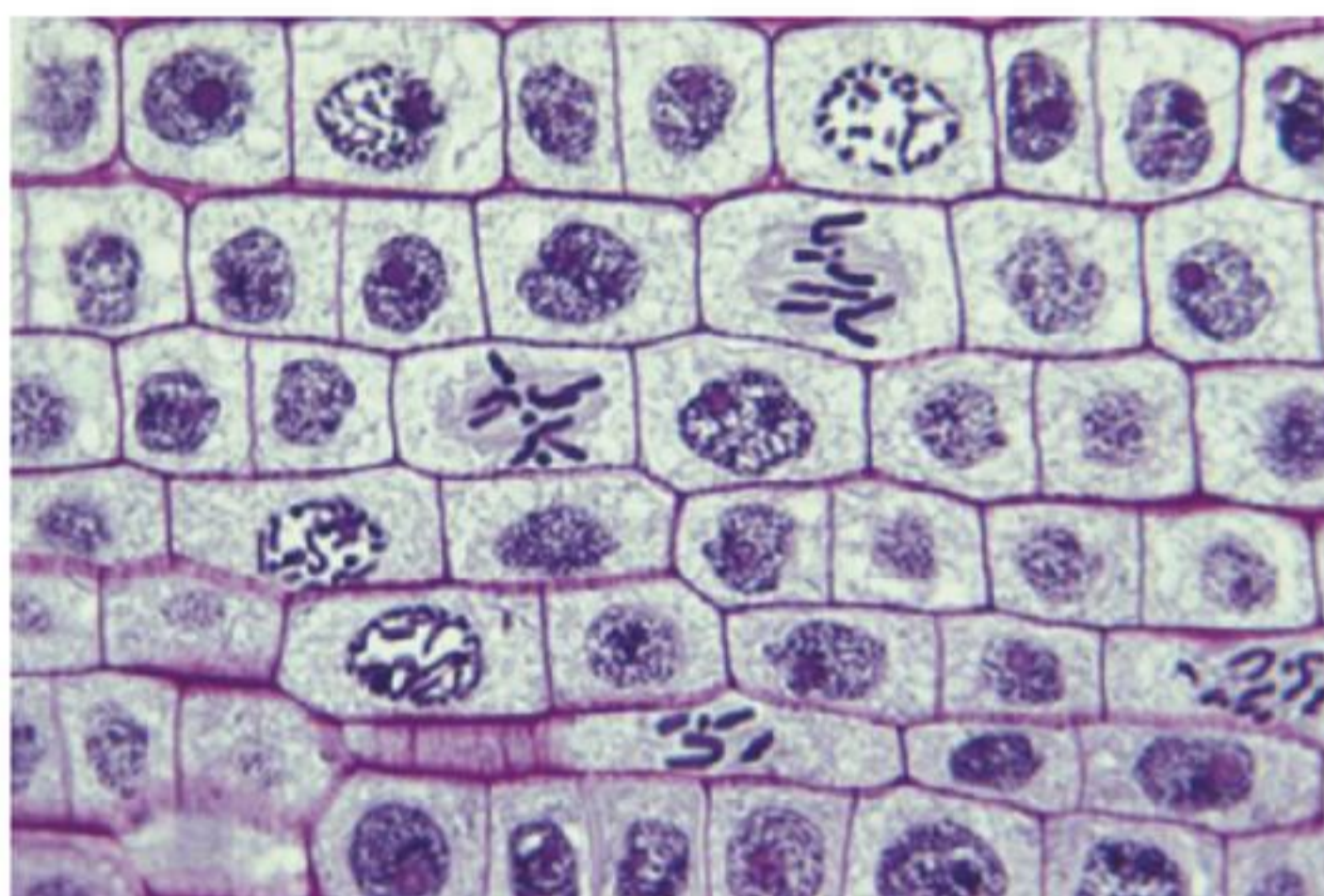
## WAT HEB JE NODIG?

- een klaargemaakt preparaat van een lengtedoorsnede van een jonge uienwortel
- een microscoop
- tekenmateriaal

## WAT MOET JE DOEN?

- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100×. In de worteltop liggen cellen die zich aan het delen zijn. In deze cellen zijn chromosomen zichtbaar (zie afbeelding 6). Deze cellen vertonen verschillende fasen van gewone celdeling.
- Als je niets ziet, lees dan afbeelding 1 van Practicum 1.
- Zoek een cel op die bezig is met stap 3 van de celdeling: de chromosomen liggen in het midden van de cel, de twee DNA-ketens van elk chromosoom gaan uit elkaar.
- Bekijk deze cel bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van deze cel. Geef de chromosomen aan.

**Afb. 6** Cellen in de worteltop van een ui.



- Zoek ook een cel op die bezig is met stap 5 van de celdeling: er ontstaan twee kernen en celmembranen tussen de kernen.
- Bekijk deze cel bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van deze cel. Geef de chromosomen twee keer aan.
- Ruim je preparaat en de microscoop op. In afbeelding 7 van Leren onderzoeken 1 staat wat je hierbij achtereenvolgens moet doen.

## 7

## EEN ONDERZOEK UITVOEREN

## LEERDOEL

1.0.3 Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en beoordelen.

- ▶ Basisstof 6
- ▶ Leren onderzoeken 3

In opdracht 6 van Leren onderzoeken 3 heb je geleerd hoe je een biologisch onderzoek voorbereidt en beoordeelt. Je hebt daarbij een werkplan gemaakt. In dit practicum voer je dit onderzoek uit. Je werkt daarbij precies volgens je werkplan. Aan het einde maak je een verslag van je onderzoek.

**Een verslag maken van een onderzoek**

Elk onderzoek wordt afgesloten met een verslag. Ook jij zult van de onderzoeken die je uitvoert meestal een verslag moeten maken. In afbeelding 7 zie je uit welke vier onderdelen een verslag bestaat.

Als je verslag klaar is, maak je een titelpagina waarop je de titel van je onderzoek vermeldt en je naam en klas (zie afbeelding 8).

**Afb. 7****Een verslag maken van een onderzoek****1 Wat wil ik onderzoeken?**

Hierin staan:

- de probleemstelling
- de onderzoeksvraag
- de hypothese
- de verwachting

**2 Wat is mijn werkplan?**

Hierin geef je antwoord op drie vragen:

- *Wat ga ik doen?* In dit onderdeel beschrijf je de uitvoering van het onderzoek.
- *Wat heb ik nodig?* Hierin vermeld je wat je nodig hebt voor het onderzoek.
- *Hoe neem ik waar?* Hierin beschrijf je:
  - op welke manier je de proefgroep en de controlegroep gaat waarnemen en na afloop van de proef de resultaten in beide groepen gaat vergelijken, bijvoorbeeld: door de lengte te meten met een liniaal of door het aantal op te tellen;
  - op welke manier je de waarnemingen weergeeft, bijvoorbeeld: in een tekening, in een tabel, in een lijndiagram (een grafiek) of in een staafdiagram.

**3 Wat neem ik waar?**

In dit onderdeel geef je je waarnemingen weer. Dat zijn de resultaten van je onderzoek.

**4 Welke conclusie kan ik trekken?**

In dit onderdeel beoordeel je of de resultaten van je proef overeenkomen met je verwachting en trekt hieruit een conclusie.

**Afb. 8** Het titelblad van een verslag.



Voer de proef nu uit, precies volgens je werkplan van opdracht 6.

**WAT NEEM JE WAAR?**

Schrijf je waarnemingen op. In je verslag kun je de waarnemingen weergeven in een tabel of een grafiek.

**WELKE CONCLUSIE KUN JE TREKKEN?**

- Komen de resultaten van je proef overeen met je verwachtingen? Leg je antwoord uit.
- Noteer welke conclusie je uit de proef kunt trekken.
- Het kan zijn dat de resultaten niet overeenkomen met je hypothese. Probeer hiervoor een verklaring te vinden. Noteer deze verklaring.

# Samenvatting

## BASIS 1

## ORGANISMEN

### 1.1.1 Je kunt negen levenskenmerken van organismen noemen.

- Stofwisseling: alle omzettingen van de ene stof in de andere stof in een organisme.
- Negen levenskenmerken:
  - stofwisseling: ademhaling, voeding en uitscheiding
  - groei en ontwikkeling
  - reageren op prikkels, waaronder beweging
  - voortplanting

### 1.1.2 Je kunt de levensfasen van de mens noemen met de gemiddelde leeftijden en voorbeelden van ontwikkeling geven.

- De levensfasen van een mens:
  - baby (0–1½ jaar): groeispurt, leert zitten, reageert op andere mensen
  - peuter (1½–4 jaar): praten, lopen, torentje bouwen, met een lepel eten
  - kleuter (4–6 jaar): fietsen, beeldscherm gebruiken, samen spelen
  - schoolkind (6–12 jaar): lezen, schrijven, rekenen
  - puber (12–16 jaar): ontwikkeling van secundaire geslachtskenmerken, zoals groeispurt, borsten, baardgroei, pubishaar, nieuwe gevoelens
  - adolescent (16–21 jaar): zelfstandig worden
  - volwassene (21–65 jaar): werken, kinderen krijgen
  - oudere (65 jaar en ouder): lichamelijke problemen, soms ook geestelijke problemen

## BEGRIPPEN

### ademhaling

Opname van zuurstof en afgifte van koolstofdioxide, een van de negen levenskenmerken.

### beweging

Verplaatsing van het lichaam of delen daarvan, een van de negen levenskenmerken.

### geestelijke groei en ontwikkeling

Veranderen van de manier van denken, leren en voelen.

### groei

Groter en zwaarder worden, een van de negen levenskenmerken.

### levensfase

Periode in het leven van een mens, met eigen kenmerken (baby, peuter, kleuter, schoolkind, puber, adolescent, volwassene, oudere).

### levenskenmerk

Verschijsel dat aangeeft dat iets leeft.

### lichamelijke groei en ontwikkeling

Veranderen van grootte en vorm van het lichaam.

### ontwikkeling

Verandering in de bouw van een organisme, een van de negen levenskenmerken.

### organisme

Levend wezen.

### reageren op prikkels

Activering van spieren of klieren na een waarneming, een van de negen levenskenmerken.

### stofwisseling

Omzetting van stoffen in het lichaam van een organisme in andere stoffen, een van de negen levenskenmerken.

### uitscheiding

Afvoer van afvalstoffen uit het lichaam, een van de negen levenskenmerken.

### voeding

Opname van energierijke stoffen (eten en drinken), een van de negen levenskenmerken.

### voortplanting

Nakomelingen krijgen, een van de negen levenskenmerken.

## BASIS 2

## DE BOUW VAN EEN ORGANISME

**1.2.1 Je kunt de organisatieniveaus binnen een organisme benoemen en beschrijven.**

- Biologen onderzoeken organismen op verschillende organisatieniveaus.
  - van groot naar klein: organisme, orgaanstelsel, orgaan, weefsel, cel
- Orgaanstelsel: een groep samenwerkende organen die samen een bepaalde functie hebben.
  - voorbeelden: ademhalingsstelsel, bloedvatenstelsel, verteringsstelsel
- Orgaan: een deel van een organisme met een of meer functies.
  - Een orgaan bestaat uit weefsels.
- Weefsel: een groep cellen met dezelfde bouw en dezelfde functie(s).
  - voorbeelden: beenweefsel, bindweefsel, spierweefsel, zenuwweefsel
  - Bij veel weefsels zit tussencelstof tussen de cellen.
  - Er zijn verschillende soorten tussencelstof.
- Cel: alle organismen bestaan uit een of meer cellen.

## BEGRIPPEN

**cel**

Kleinste bouwsteen van een organisme.

**orgaan**

Deel van het lichaam met een of meer functies.

**orgaanstelsel**

Samenwerkende groep organen, bijv. verteringsstelsel of ademhalingsstelsel.

**organisatieniveau**

Niveau van leven waar biologen naar kijken. Elk organisatieniveau is de bouwsteen voor het volgende niveau, bijvoorbeeld: organen zijn de bouwstenen van orgaanstelsels.

**tussencelstof**

Vormt samen met cellen een weefsel. Kenmerken van het weefsel hangen af van het type tussencelstof.

**weefsel**

Groep cellen met dezelfde vorm en functie.

## BASIS 3

## CELLEN VAN DIEREN EN PLANTEN

**1.3.1 Je kunt delen benoemen van dierlijke en plantaardige cellen met hun kenmerken en functies.**

- In cellen van planten en dieren komen de volgende delen voor:
  - celkern: regelt alles wat er in de cel gebeurt
  - kernmembraan: dun vlies om de kern
  - cytoplasma: bestaat uit water en opgeloste stoffen
  - celmembraan: een dun vlies om het cytoplasma
- In cellen van planten kunnen ook de volgende delen voorkomen:
  - vacuole(n): blaasje(s) in het cytoplasma, gevuld met vocht  
Jonge plantencellen hebben veel kleine vacuolen.  
Oudere plantencellen hebben één grote, centrale vacuole.
  - korrels: in het cytoplasma kunnen korrels voorkomen  
Bladgroenkorrels (groen): hierin vindt fotosynthese plaats.  
Kleurstofkorrels (geel, oranje of rood): geven bloemen en vruchten hun kleur.  
Zetmeelkorrels (kleurloos): hierin is zetmeel opgeslagen.  
Korrels kunnen van de ene soort overgaan in de andere soort.
- Celwand: een stevig laagje om de cel heen.
  - Een celwand behoort niet tot de cel, maar is tussencelstof.
- Intercellulaire ruimten: holten tussen de celwanden.
  - Intercellulaire ruimten zijn gevuld met lucht of water.

**BEGRIPPEN****bladgroenkorrel**

Hierin vindt fotosynthese plaats; geeft planten hun groene kleur.

**celkern**

Regelt alles wat er in een cel gebeurt.

**celmembraan**

Dun vlies om een cel.

**celwand**

Stevige laag om een plantencel. De celwand is tussencelstof en behoort niet tot de cel.

**cytoplasma**

Stroperige vloeistof van water met opgeloste stoffen.

**kleurstofkorrel**

Geeft bloemen en vruchten hun opvallende kleur (geel, oranje, rood).

**vacuole**

Blaasje gevuld met vocht in een plantencel.

**zetmeelkorrel**

Hierin slaat de plant zetmeel op.

## BASIS 4

**CHROMOSOMEN****1.4.1 Je kunt de kenmerken van chromosomen beschrijven.**

- Chromosomen liggen in de celkern en bestaan uit DNA en eiwit.
  - DNA bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen (bijv. de oogkleur of een huid met sproeten).
- Elk soort organisme heeft een vast aantal chromosomen in elke celkern.
  - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 46 chromosomen.
- In elke lichaamscel komen de chromosomen in paren voor.
  - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 23 paren chromosomen.

**BEGRIPPEN****chromosoom**

Lange keten van DNA en eiwit in de celkern.

**chromosomenpaar**

In lichaamscellen komen chromosomen in tweetallen voor. De chromosomen van een paar bevatten informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen.

**DNA**

Stof waarin de informatie voor de erfelijke eigenschappen is opgeslagen.

**erfelijke eigenschap**

Eigenschap die je krijgt van je ouders, zoals de kleur van je ogen of een huid met sproeten.

**lichaamscel**

Cel waarin de chromosomen in paren voorkomen. Het aantal chromosomen is altijd een even getal.

## BASIS 5

**GEWONE CELDELING (MITOSE)****1.5.1 Je kunt beschrijven hoe een gewone celdeling (mitose) verloopt, wat het doel van de mitose is en wat de kenmerken ervan zijn.**

- Doel: de vorming van nieuwe cellen voor groei, herstel en vervanging.
- Eerst deelt de kern zich, daarna de cel.
  - Vóór de mitose bestaat elk chromosoom uit één lange dunne keten van DNA met eiwitten. De chromosomen zijn niet zichtbaar.
- Kerndeling:
  - Kopiëren: voordat de kerndeling begint, vormt elke DNA-keten een kopie van zichzelf.
  - Spiraliseren: aan het begin rollen de DNA-ketens zich op in een spiraal. De ketens worden korter en dikker. Hierdoor worden de chromosomen zichtbaar door een microscoop.
  - Tijdens de kerndeling worden de twee DNA-ketens van elk chromosoom van elkaar getrokken.
  - Er ontstaan twee kernen. Elk chromosoom bestaat nu weer uit één DNA-keten.

- Celdeling: scheiding van het cytoplasma door de vorming van een membraan tussen beide kernen.
  - Er zijn nu twee dochtercellen ontstaan. De chromosomen worden weer onzichtbaar.
- Kenmerken mitose: doordat elk chromosoom (met het DNA) in de moedercel is gekopieerd:
  - bevat elke dochtercel dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moedercel.
  - bevat elke dochtercel evenveel chromosomen als de moedercel.
- Plasmagroei: na de celdeling vormt elke dochtercel extra cytoplasma. Hierdoor wordt elke dochtercel net zo groot als de moedercel.

**BEGRIPPEN**

**celdeling**

Laatste stap van de gewone celdeling: het cytoplasma deelt zich in tweeën zodat twee cellen ontstaan.

**dochtercellen**

Twee nieuwe cellen die ontstaan na celdeling.

**gewone celdeling**

Mitose. Uit een moedercel ontstaan twee dochtercellen met dezelfde chromosomenparen als de moedercel.

**kerndeling**

De twee DNA-ketens van elk chromosoom worden van elkaar getrokken, de celkern deelt zich in tweeën.

**kopiëren**

Als voorbereiding op de kerndeling vormt elk chromosoom een kopie van zichzelf.

**mitose**

Gewone celdeling. Uit een moedercel ontstaan twee dochtercellen met dezelfde chromosomenparen als de moedercel.

**moedercel**

Cel die zich deelt.

**plasmagroei**

Toename van de hoeveelheid cytoplasma in een dochtercel.

**spiraliseren (opkrullen)**

Chromosomen worden korter en dikker doordat ze zich oprollen als een spiraal.

**BASIS 6**

**REDUCTIEDELING (MEIOSE)**

**1.6.1 Je kunt beschrijven hoe een reductiedeling (meiose) verloopt, wat het doel van de meiose is en wat de kenmerken ervan zijn.**

- Doel van reductiedeling: geslachtscellen vormen.
  - Eicellen en zaadcellen zijn geslachtscellen.
- Het aantal chromosomen halveert na reductiedeling.
  - In lichaamscellen komen de chromosomen in paren voor.
  - Bij reductiedeling wordt het aantal chromosomen per cel gehalveerd.
  - In geslachtscellen komen de chromosomen in enkelvoud voor.
  - In eicellen en spermacellen komen dus 23 chromosomen voor.
- Bij de bevruchting smelten één eicel en één zaadcel samen.
  - Na de bevruchting komen chromosomen weer in paren voor.
  - De bevruchte eicel bevat weer het normale aantal chromosomen. Bij de mens zijn dit 46 chromosomen.

**1.6.2 Je kunt de verschillen in de bouw van zaadcellen en eicellen noemen.**

Zaadcellen	Eicellen
Klein	In verhouding groot
Kunnen zelf bewegen (met zweepstaart)	Kunnen niet zelf bewegen

### 1.6.3 Je kunt beschrijven hoe geslachtschromosomen het geslacht van een mens bepalen.

- Bij de mens komen in een geslachtscel 23 chromosomen voor:
  - 22 ‘gewone’ chromosomen
  - 1 geslachtschromosoom
- De geslachtschromosomen bepalen of iemand een man of een vrouw is.
- Bij een man:
  - in een lichaamscel twee ongelijke geslachtschromosomen (XY)
  - in een zaadcel een X-chromosoom of een Y-chromosoom
- Bij een vrouw:
  - in een lichaamscel twee gelijke geslachtschromosomen (XX)
  - in een eikel een X-chromosoom
- Het geslacht van een mens wordt bepaald op het moment van bevruchting. De zaadcel bepaalt het geslacht:
  - Een meisje ontstaat als een eikel (met een X-chromosoom) wordt bevrucht door een zaadcel met een X-chromosoom.
  - Een jongen ontstaat als een eikel (met een X-chromosoom) wordt bevrucht door een zaadcel met een Y-chromosoom.

#### BEGRIPPEN

##### eikel

Vrouwelijke geslachtscel.

##### geslachtscel

Voortplantingscel met één chromosoom van elk chromosomenpaar.

##### geslachtschromosomen

Chromosomenpaar dat bepaalt of een baby een jongen of een meisje is.

##### meiose

Reductiedeling: vorming van geslachtscellen. Elke dochtercel krijgt de helft van elk chromosomenpaar.

##### reductiedeling

Meiose: vorming van geslachtscellen. Elke dochtercel krijgt de helft van elk chromosomenpaar.

##### X-chromosoom

Vrouwelijk geslachtschromosoom.

##### XX

Geslachtschromosomenpaar van een meisje.

##### XY

Geslachtschromosomenpaar van een jongen.

##### Y-chromosoom

Mannelijk geslachtschromosoom.

##### zaadcel

Mannelijke geslachtscel.

#### EXTRA 7



### JE LICHAAM IN GETALLEN (VERDIEPING)

#### 1.7.1 Je kunt berekeningen uitvoeren met gegevens over het menselijk lichaam.

#### EXTRA 8



### VIRUSSEN (VERBREDING)

#### 1.8.1 Je kunt de kenmerken van virussen beschrijven.

- Virussen zijn erg klein en eenvoudig gebouwd.
  - Een virus bestaat uit een soort chromosoom met daaromheen eiwitten.
- Een virus is geen organisme, want het bestaat niet uit cellen.
- Een virus kan zich niet voortplanten.
  - Voor de voortplanting heeft een virus een gastheercel nodig.
  - Het chromosoom van het virus dringt de cel binnen.
  - De gastheercel maakt virusdelen.
  - In de gastheercel ontstaan nieuwe virussen.
  - De gastheercel gaat kapot; de nieuwe virussen komen vrij.

- Het type gastheercel is voor elk virus verschillend.
  - voorbeelden: het griepvirus gebruikt cellen van het longslimvlies, het virus van kinderverlamming gebruikt zenuwcellen, het coronavirus gebruikt cellen van de luchtwegen
- Gastheren kunnen ziek worden doordat virussen hun cellen kapotmaken.

**BEGRIPPEN****gastheercel**

Cel waarin een virus zich goed kan voortplanten.

**virus**

Ziekteverwekker die bestaat uit een soort chromosoom met daaromheen eiwitten.

**ONDERZOEK****LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA**

**1.O.1** Je kunt werken met een loep en een microscoop.

**1.O.2** Je kunt een preparaat maken.

**1.O.3** Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en beoordelen.

**BEGRIPPEN****conclusie**

Beoordelen of het resultaat van het onderzoek overeenkomt met de hypothese.

**controlegroep**

Organismen die niet blootstaan aan de factor die je onderzoekt.

**onderzoeksvraag**

Vraag die precies omschrijft wat je wilt onderzoeken.

**preparaat**

Heel dun laagje weefsel of cellen op een glazen plaatje.

**prepareermateriaal**

Gereedschap om een preparaat te maken.

**probleemstelling**

De (algemene) vraag waarmee het onderzoek start.

**proefgroep**

Organismen die blootstaan aan de factor die je onderzoekt (bijvoorbeeld temperatuur).

**resultaten van een onderzoek**

Overzichtelijk weergegeven waarnemingen van een onderzoek.

**uitvoering**

Doen wat in het werkplan van een onderzoek staat.

**verwachting**

Vermoedelijke uitkomst van het onderzoek op basis van de hypothese.

**waarnemingen**

Wat je ziet, ruikt, hoort en/of voelt tijdens het onderzoek.

**werkplan**

Beschrijving van het onderzoek dat je wilt uitvoeren en hoe je dat gaat doen.

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

# Examenopgaven

## DE AXOLOTL

Bron: examen vmbo-gt 2019-1, vraag 9 en 13.

De axolotl (zie afbeelding 1) is een amfibie die zijn hele leven eigenschappen van een larve (jonge amfibie) houdt. Hij heeft uitwendige kieuwen en een staartvin, waardoor hij goed aangepast is aan het leven in water. De axolotl eet kleine diertjes, zoals watervlooien. Hij kan prooidieren alleen goed waarnemen als ze bewegen. Het dier heeft geen natuurlijke vijanden, behalve zijn soortgenoten.

Afb. 1 Axolotl.



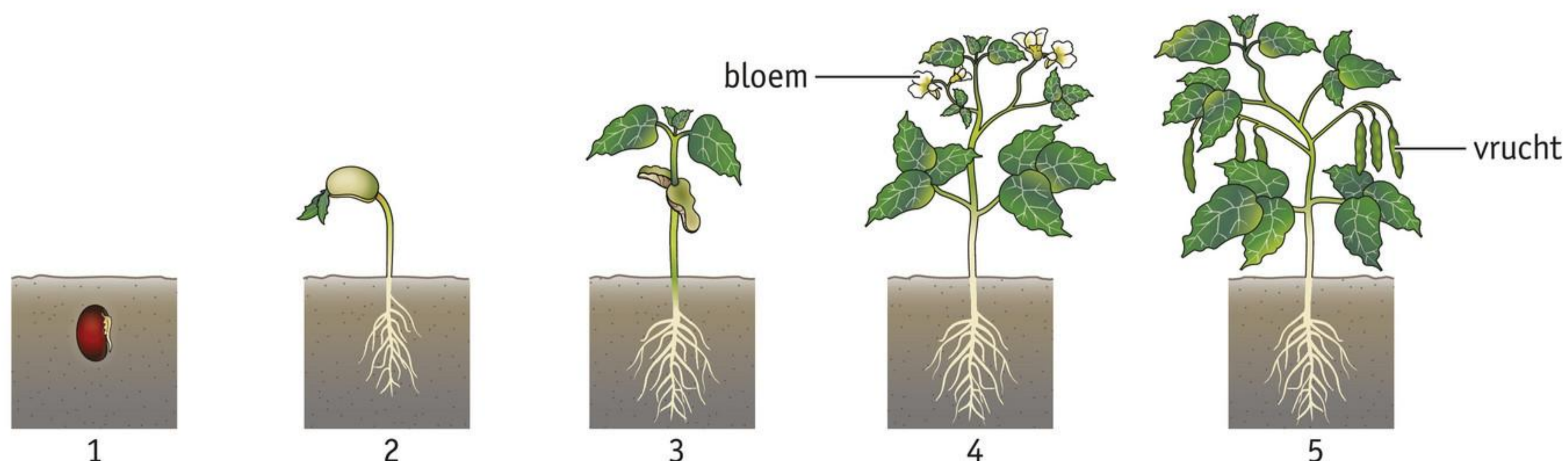
- 1p **1** De voorgaande informatie gaat over enkele levenskenmerken van de axolotl. Twee levenskenmerken zijn ademhalen en reageren op prikkels. Gaat de informatie over deze levenskenmerken?
- A Over geen van beide levenskenmerken.
  - B Alleen over ademhalen.
  - C Alleen over reageren op prikkels.
  - D Over ademhalen en over reageren op prikkels.
- 1p **2** Als een axolotl een poot verliest, groeit er op die plek vrijwel direct een klompje cellen. Alle cellen in dit klompje hebben dezelfde bouw. Vanuit dit klompje cellen groeit vervolgens een nieuwe poot, compleet met huid, spieren en bloedvaten. Bestaat het klompje cellen uit één type weefsel? En bestaat de nieuwe poot uit één type weefsel?
- A Geen van beide.
  - B Alleen het klompje cellen.
  - C Alleen de nieuwe poot.
  - D Het klompje cellen en de nieuwe poot.

## EEN LEVENSCYCLUS

Naar: examen vmbo-gt 2017-1, vraag 20 en 21.

In afbeelding 2 zie je vijf stadia van de levenscyclus van een plant.

Afb. 2 Levenscyclus van een plant.



- 1p **3** Hoe heet stadium 1?
- 1p **4** Vindt in de periode van stadium 3 tot en met stadium 5 meiose plaats? En vindt in die periode mitose plaats?
- A Geen meiose en geen mitose.  
 B Alleen meiose.  
 C Alleen mitose.  
 D Meiose en mitose.

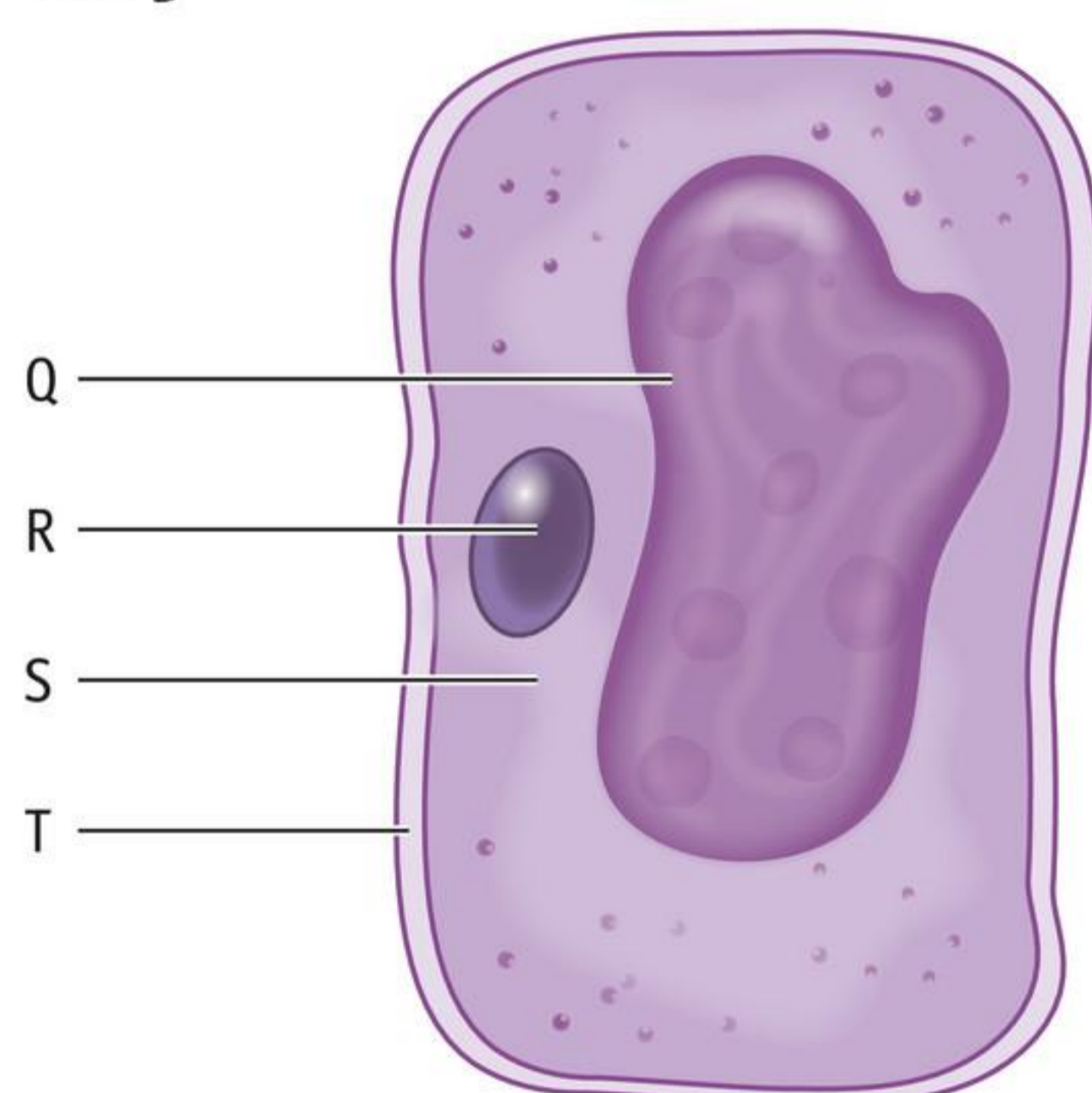
### ANTHOCYAAAN

*Naar: examen vmbo-gt 2017-1, vraag 9 en 10.*

Anthocyaan is een paarse kleurstof die voorkomt in bloemen van veel planten, bijvoorbeeld van de grote leeuwenbek. De kleurstof bevindt zich in de vacuole van bloemcellen.

- 1p **5** In afbeelding 3 zie je een cel uit een paarse bloem van een grote leeuwenbek. Welke letter geeft een plaats aan waar zich anthocyaan bevindt?

**Afb. 3**



Het maken van anthocyaan wordt geregeld door een gen. Wetenschappers hebben zo'n gen vanuit een cel van een grote leeuwenbek overgebracht in een cel van een tomatenplant. Zo hebben ze tomatenplanten kunnen kweken met paarse tomaten. Paarse tomaten bevatten dezelfde stoffen als rode tomaten, maar veel meer anthocyaan.

- 2p **6** Een onderzoeker vermoedt dat veel anthocyaan in de voeding kan helpen om een verhoogde bloeddruk te verlagen. Hij wil dit onderzoeken door patiënten met een verhoogde bloeddruk dagelijks sap van paarse tomaten te laten drinken. Schrijf een werkplan op voor dit onderzoek.

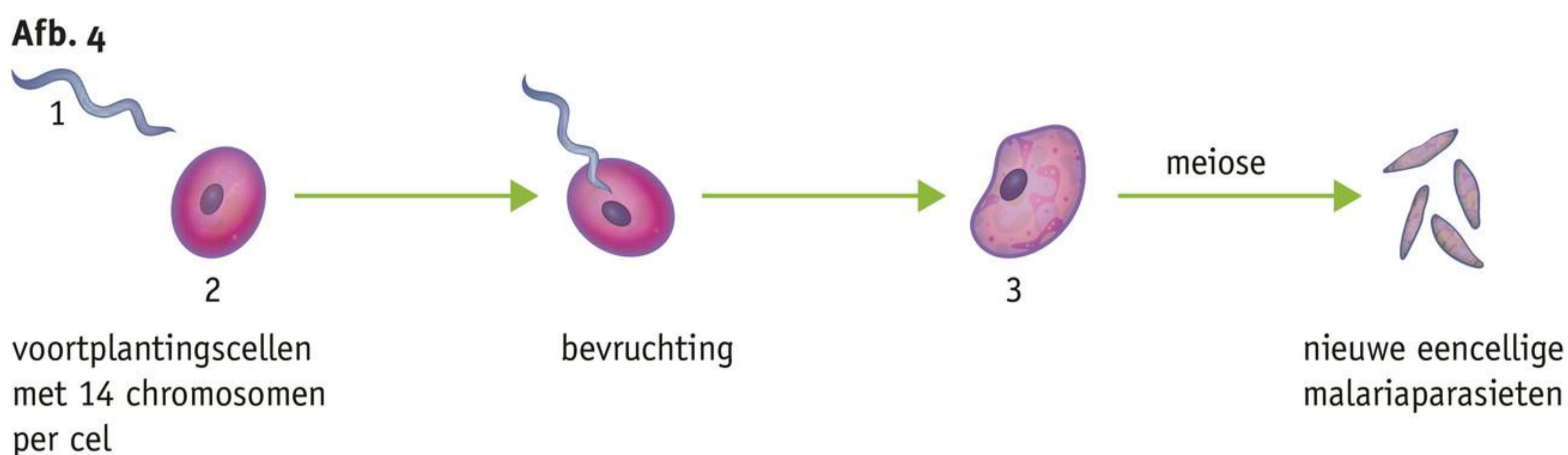
## MALARIA

Naar: examen vmbo-gt 2016-1, vraag 16 en 17.

Malaria is een infectieziekte die vooral in Afrika voorkomt. De ziekte wordt veroorzaakt door eencellige parasieten die worden overgebracht door malariamuggen. In de lever van mensen planten de eencellige parasieten zich voort door mitose (= gewone celdeling). De parasieten komen daarna in het bloed terecht en dringen rode bloedcellen binnen. Ook in rode bloedcellen vermenigvuldigen ze zich door mitose. Sommige van de eencellige nakomelingen ontwikkelen zich tot voortplantingscellen. Als een malariamug bloed met deze voortplantingscellen opzuigt, komen ze in de darmen van de mug terecht waar bevruchting plaatsvindt.

- 1p **7** Malariaparasieten planten zich voort in de darmen van muggen en in de lever van mensen.  
 Waar vindt geslachtelijke voortplanting plaats?  
 A Alleen in de darmen van muggen.  
 B Alleen in de lever van mensen.  
 C In de darmen van muggen en in de lever van mensen.

In afbeelding 4 zie je enkele gebeurtenissen tijdens de levenscyclus van malariaparasieten. Anders dan bij mensen treedt bij deze parasieten meiose op ná de bevruchting.



- 3p **8** Geef voor cel 1, 2 en 3 aan wat voor soort cel het is. Kies uit: *bevruchte eicel* – *eicel* – *spermacel*.
- 2p **9** Een voortplantingscel van een malariaparasiet bevat 14 chromosomen. Uit afbeelding 4 kun je afleiden hoeveel chromosomen een bevruchte eicel bevat en hoeveel chromosomen een nieuwe malariaparasiet bevat.
- a** Hoeveel chromosomen bevat een bevruchte eicel van een malariaparasiet?  
**b** Hoeveel chromosomen bevat een malariaparasiet die door meiose uit een bevruchte eicel ontstaat?

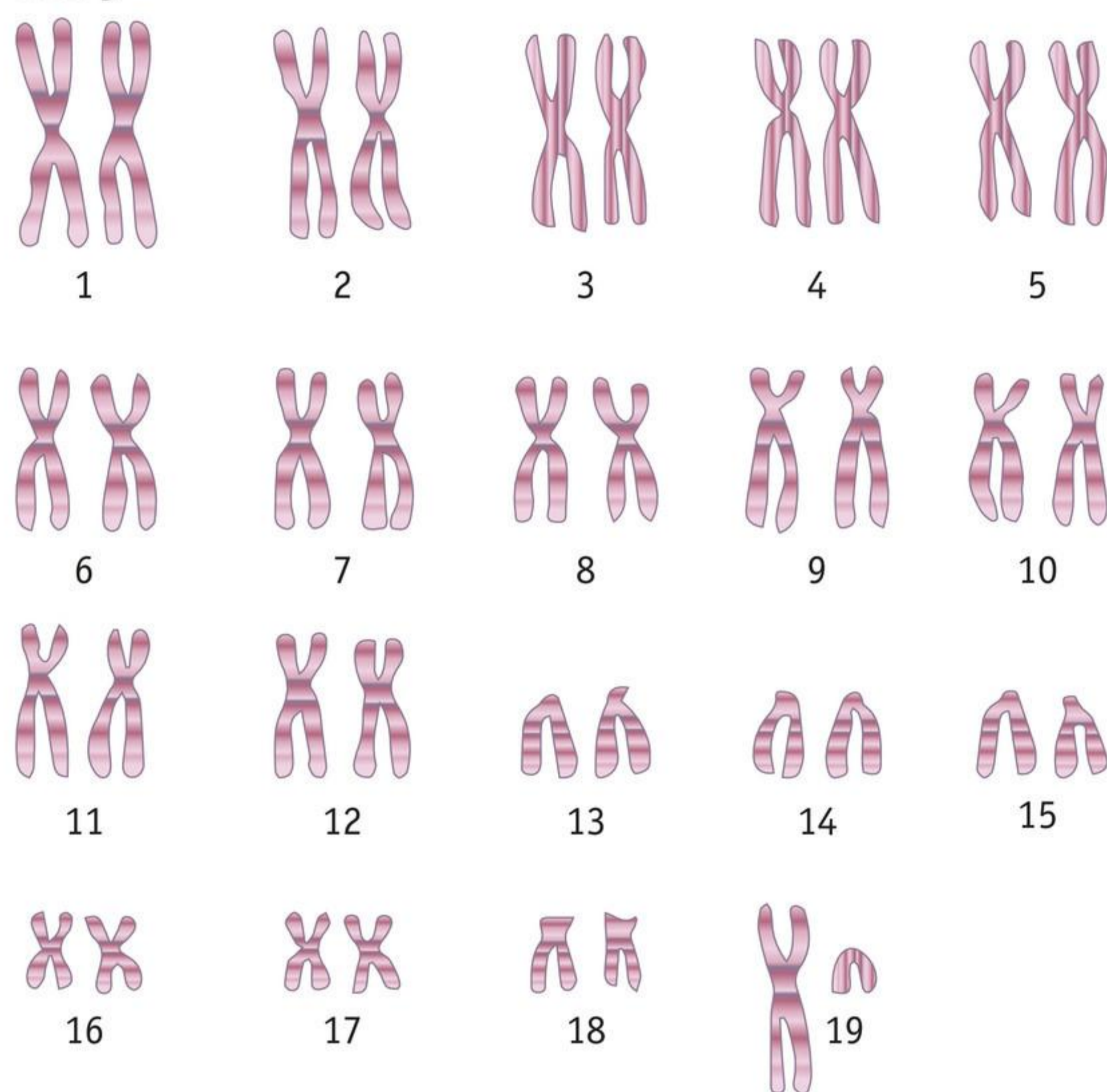
## EVOLUTIE VAN DE KATACHTIGEN

Naar: examen vmbo-gt 2011-1, vraag 28.

Voor het opstellen van de stamboom in de afbeelding heeft men het DNA van verschillende soorten katachtigen onderzocht. Daarbij leverde vooral het DNA van de geslachtschromosomen veel informatie op. In afbeelding 5 zijn de chromosomen van een mannelijke huiskat weergegeven.

De paren chromosomen zijn met een cijfer aangegeven.

Afb. 5



- 2p **10** Het geslacht van een huiskat wordt op dezelfde manier bepaald als bij de mens. Met welk cijfer worden de geslachtschromosomen aangegeven? Leg uit waaraan je dat kunt zien in afbeelding 5.

 Ga naar de *extra Examenopgaven* en de *Examentraining*.

# 2

## Voortplanting en seksualiteit

In de puberteit begint je lichaam te veranderen. Een jongen krijgt zijn eerste zaadlozing en een meisje krijgt voor het eerst de menstruatie. Ook krijg je seksuele gevoelens. Doordat je vruchtbaar wordt, kun je kinderen krijgen.

### INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennis 76

Voorkennistoets 

Filmpjes voorkennis 

### BASISSTOF

1 Geslachtsorganen 78

2 Veranderingen in de puberteit 86

3 Vruchtbaar worden 93

4 Zwanger worden 101

5 Geboorte 112

6 Seksualiteit 117

7 Veilige seks 124

8 Erfelijkheidsonderzoek 139

Samenhang 147

*Baby buiten de baarmoeder*

### EXTRA STOF

9 Voortplanting bij dieren

10 Meer voorbehoedsmiddelen en noodmaatregelen


### ONDERZOEK

Leren onderzoeken 149

Practica 151

### AFSLUITING

Samenvatting 154

Flitskaarten 

Diagnostische toets 

**EXAMENOPGAVEN 166**



# Wat weet je al over voortplanting en seksualiteit?

## LEERDOELEN

- 1 Je kunt uitleggen dat bij bevruchting ieder van de ouders de helft van de chromosomen levert.
- 2 Je kunt enkele soa's noemen en uitleggen hoe je die kunt voorkomen.
- 3 Je kunt drie typen bloedvaten noemen met hun kenmerken en hun functies.
- 4 Je kunt primaire en secundaire geslachtskenmerken noemen.

**In de onderbouw heb je al geleerd over onderwerpen die te maken hebben met voortplanting en seksualiteit. Je hebt deze kennis nodig voor dit thema. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.**

## OPDRACHTEN VOORKENNIS

1

Hierna staan zinnen over twee typen cellen: geslachtscellen en lichaamscellen.

- 1 Eicellen en zaadcellen zijn *geslachtscellen* / *lichaamscellen*.
- 2 Een lichaamscel van een mens bevat *23 / 46* chromosomen.
- 3 Een geslachtscel van een mens bevat *23 / 46* chromosomen.
- 4 Een bevruchte eicel van een mens bevat *23 / 46* chromosomen.
- 5 In een lichaamscel komen de chromosomen *enkelvoudig* / *in paren* voor.
- 6 In een geslachtscel komen de chromosomen *enkelvoudig* / *in paren* voor.
- 7 *Minder dan de helft* / *De helft* / *Meer dan de helft* van de chromosomen in een lichaamscel van een meisje zijn afkomstig van de moeder.

2

Bij geslachtelijke voortplanting:

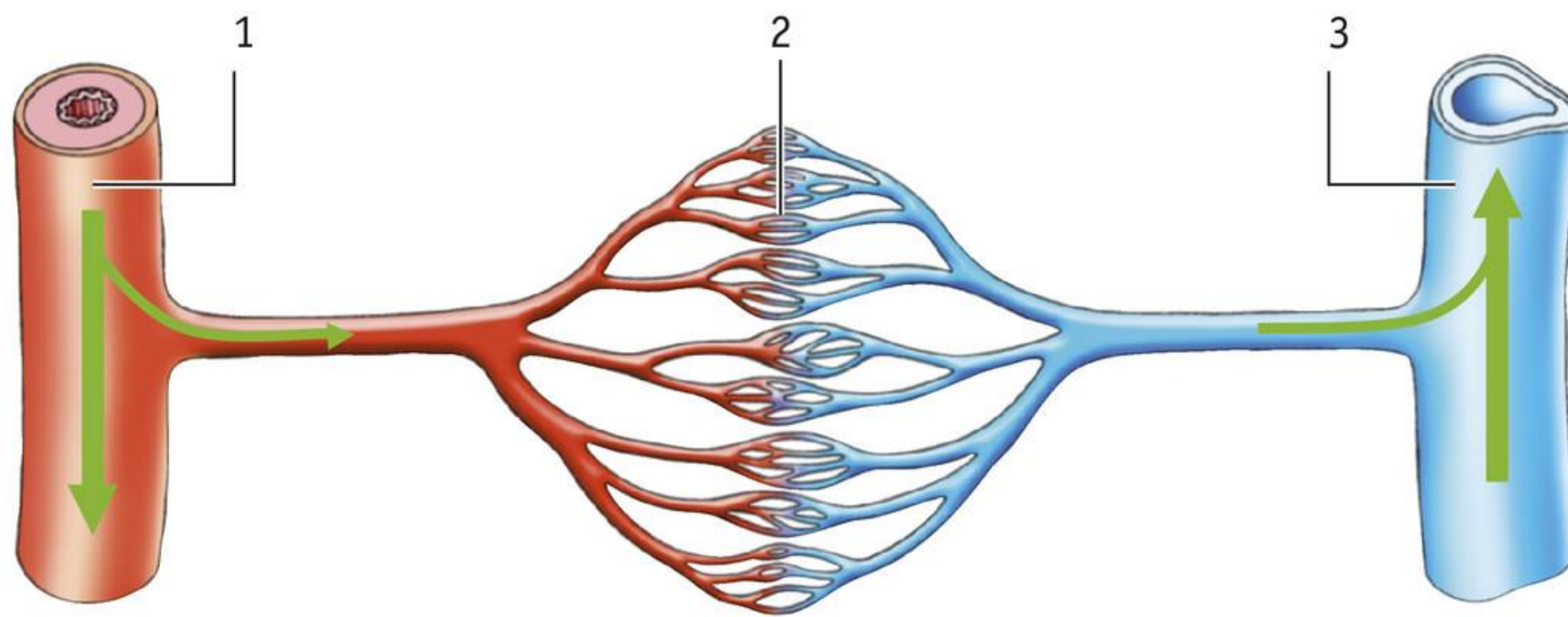
- 1 versmelt de kern van een mannelijke voortplantingscel met de kern van een *eicel* / *zaadcel*.
- 2 zijn de erfelijke eigenschappen van de nakomeling *anders dan* / *gelijk aan* die van de ouders.

3

In afbeelding 1 zie je drie typen bloedvaten.

- a Bloedvat 1 is een *ader* / *haarvat* / *slagader*.  
Bloedvat 2 is een *ader* / *haarvat* / *slagader*.  
Bloedvat 3 is een *ader* / *haarvat* / *slagader*.
- b Wat zijn de eigenschappen van de drie typen bloedvaten?
  - 1 Een ader vervoert bloed *naar het hart toe* / *van het hart af*.
  - 2 Een slagader vervoert bloed *naar het hart toe* / *van het hart af*.
  - 3 Uitwisseling van stoffen tussen het bloed en de cellen gebeurt in de *aders* / *haarvaten* / *slagaders*.

Afb. 1 Drie typen bloedvaten.



4

- a** Bacteriën planten zich voort door *celdeling* / *sporen* / *zaden*.  
Bacteriën planten zich *geslachtelijk* / *ongeslachtelijk* voort.
- b** Welke twee omstandigheden zijn het meest gunstig voor bacteriën om zich voort te planten?
- A donker
  - B droog
  - C koud
  - D licht
  - E vochtig
  - F warm
- c** Hoe voorkom je dat je een soa oploopt als je seks hebt?
- Een soa voorkom je door een ..... te gebruiken.

5

- Britt is zwanger van haar tweede kind. Kevin is de vader van het kind.
- a** Van wie is de erfelijke informatie van het ongeboren kind afkomstig?
- A vooral van Britt
  - B vooral van Kevin
  - C van Britt en Kevin evenveel
- b** Welke eigenschappen van het ongeboren kind zijn erfelijk?  
*Alle eigenschappen zijn* / *Een deel van de eigenschappen is* erfelijk.
- c** Zijn de erfelijke eigenschappen van het ongeboren kind precies hetzelfde als die van Britts eerste kind? *ja* / *nee*

6

Welke geslachtskenmerken zijn secundaire geslachtskenmerken?

- A baardgroei
- B balzak
- C borsten
- D borsthaar
- E lagere stem
- F penis
- G vulva
- H vulvalippen

 Ga naar de *Voorkennistoets* en de *Filmpjes*.

# 1 Geslachtsorganen

## LEERDOELEN

- 2.1.1 Je kunt de primaire geslachtskenmerken noemen.
- 2.1.2 Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel noemen en aanwijzen in een afbeelding. Ook kun je de bouw, functie en werking ervan beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	2.1.1	2.1.2
Onthouden	1b	1acd, 3, 5a
Begrijpen	2, 5	4, 5b, 6, 8a
Toepassen		8bc, 9cd
Analyseren		7, 8d, 9ab

**Iedereen ziet er anders uit, en dat geldt ook voor de geslachtsorganen. Al in de baarmoeder ontwikkelt iedere ongeboren baby zich op zijn eigen manier. Tijdens de zwangerschap wordt ook het 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 (seks) van de baby. De lichamelijke kenmerken die het geslacht bepalen, noem je geslachtskenmerken.

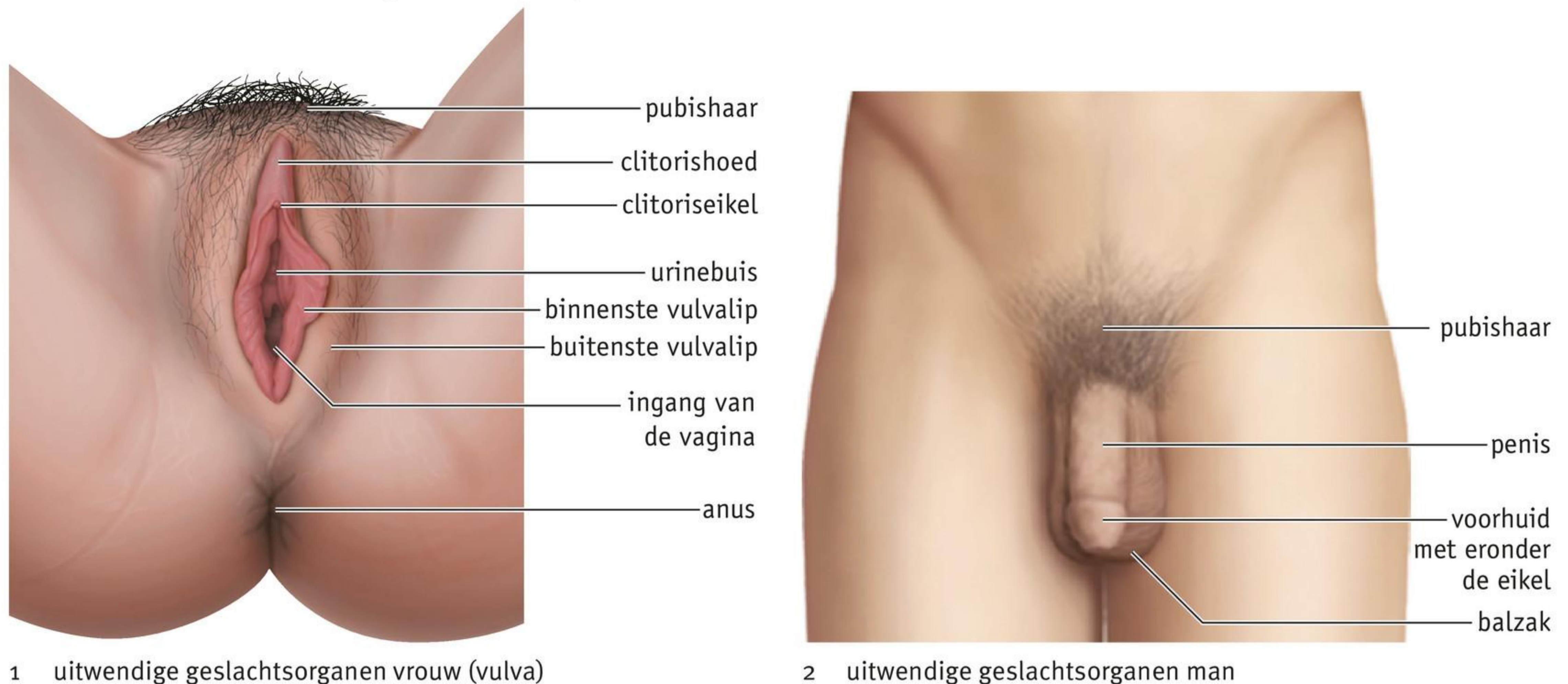
De geslachtskenmerken die je bij de geboorte al hebt, heten **primaire geslachtskenmerken**. De primaire geslachtskenmerken kun je deels aan de buitenkant zien. Een jongen herken je aan zijn penis en zijn balzak. De penis bestaat uit de schacht, de eikel en de voorhuid. Een meisje herken je aan haar vulva (vulvalippen, clitoriseikel met clitorishoed en opening van de vagina). De overige primaire geslachtskenmerken zijn aan de buitenkant niet zichtbaar; ze liggen in de buik.

Sommige mensen worden geboren met zowel mannelijke als vrouwelijke geslachtskenmerken. Dit noem je interseks. 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 interseks is.

## 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. Omdat moeders borstvoeding kunnen geven, zijn de borsten van de vrouw ook een onderdeel van het voortplantingsstelsel.

De geslachtsorganen zijn deels aan de buitenkant zichtbaar. In afbeelding 1.1 zie je de uitwendige geslachtsorganen van een vrouw. Dit noem je de vulva. In afbeelding 1.2 zie je de uitwendige geslachtsorganen van een man.

**Afb. 1** Geslachtskenmerken bij de vrouw en bij de man.

1 uitwendige geslachtsorganen vrouw (vulva)

2 uitwendige geslachtsorganen man

De **clitoris (kittelaar)** is gevoelig en reageert op 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. De buitenste en binnenste vulvalippen worden soms **grote en kleine vulvalippen** genoemd. Dat is verwarrend, want bij de meeste vrouwen zijn de binnenste vulvalippen na de puberteit groter dan de buitenste.

Vulvalippen worden ook weleens **schaamlippen** genoemd. Dat komt nog uit de tijd dat het niet oké was om over je geslachtsorganen te spreken. Je moest je schamen als je hier met iemand over sprak of als iemand dit deel van je lichaam zag. Om dezelfde reden hoor je soms ook het woord *schaamhaar* voor pubishaar.

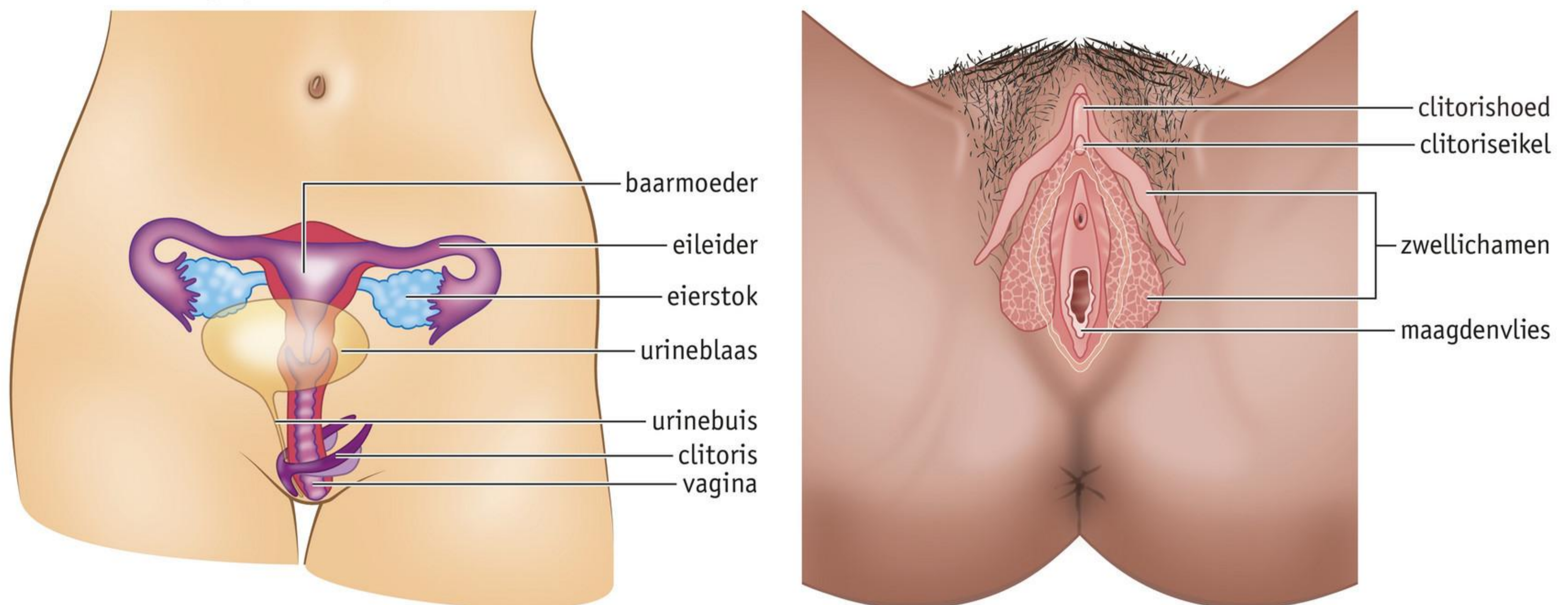
Bij de man is de top van de **penis**, de eikel (glans), erg gevoelig. De eikel is bedekt met een dunne huidplooi: de **voorhuid**. Deze beschermt de eikel. Achter de penis hangt de **balzak**. In deze huidplooi bevinden zich de **teelballen**.

### INWENDIGE GESLACHTSORGANEN

Bij de vrouw ligt het grootste deel van de geslachtsorganen in de onderbuik (zie afbeelding 2.1). Een vrouw heeft een baarmoeder, eileiders en eierstokken. In elke eierstok zitten honderdduizenden onrijpe eicellen. **Eicellen** zijn de vrouwelijke geslachtscellen. Wanneer ze rijp zijn gaan ze via de eileiders naar de baarmoeder. De wand van de **baarmoeder** bestaat uit een dikke laag spieren. Aan de binnenkant is de baarmoederwand bekleed met slijmvlies. In de baarmoeder kan een bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind. De **vagina (schede)** is het kanaal naar de baarmoeder. 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.

Vooraan in de vagina ligt het maagdenvlies (zie afbeelding 2.2). 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. Tijdens de eerste keer geslachtsgemeenschap kan het maagdenvlies oprekken en daardoor een beetje bloeden.

**Afb. 2** Inwendige geslachtsorganen van de vrouw.

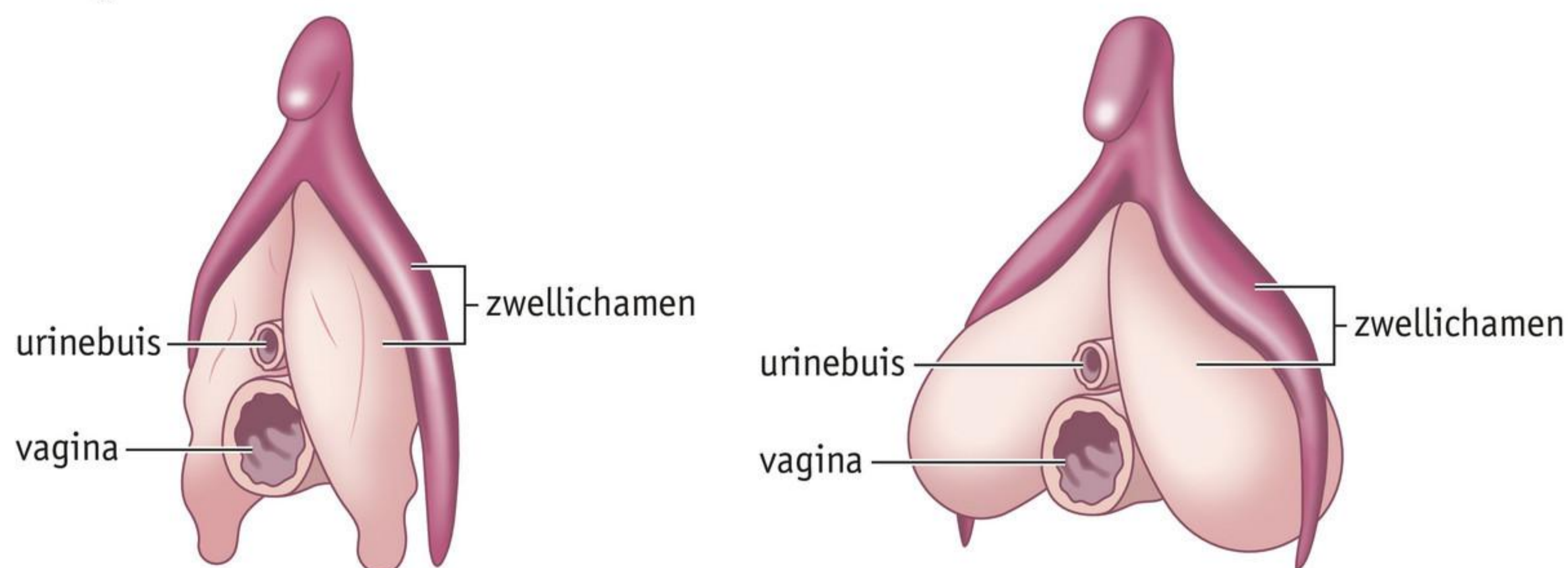


1 inwendige geslachtsorganen

2 clitoris

Het grootste deel van de clitoris ligt inwendig (zie afbeelding 2.2). Dit inwendige deel bestaat uit **zwellichamen**. Bij een erectie vullen deze zwellichamen zich met bloed. Ze worden daardoor groter en vormen een soort kussentje (zie afbeelding 3). Hierdoor kan de penis gemakkelijker de vagina in tijdens geslachtsgemeenschap.

**Afb. 3** De clitoris.



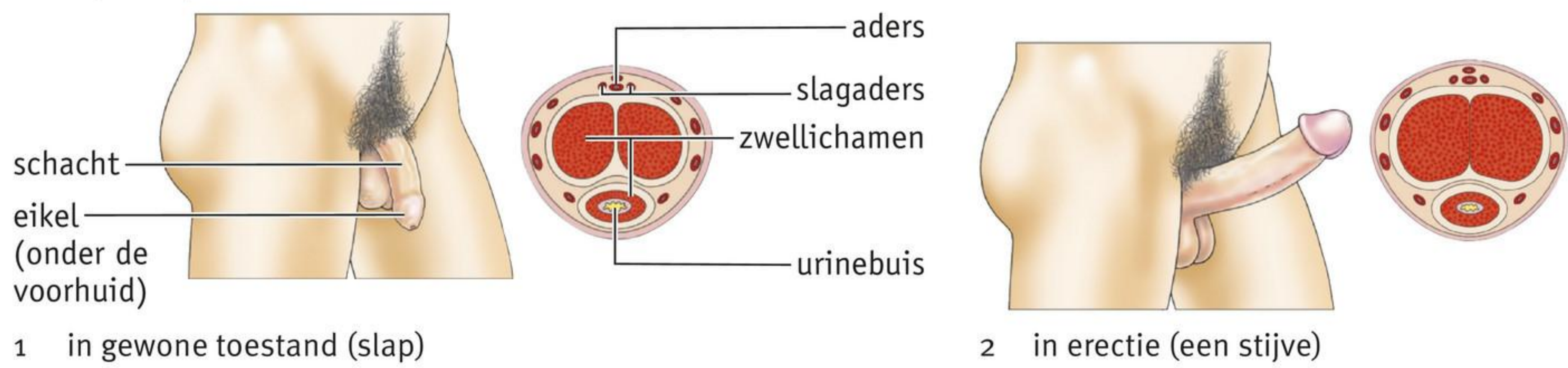
1 in gewone toestand

2 in erectie

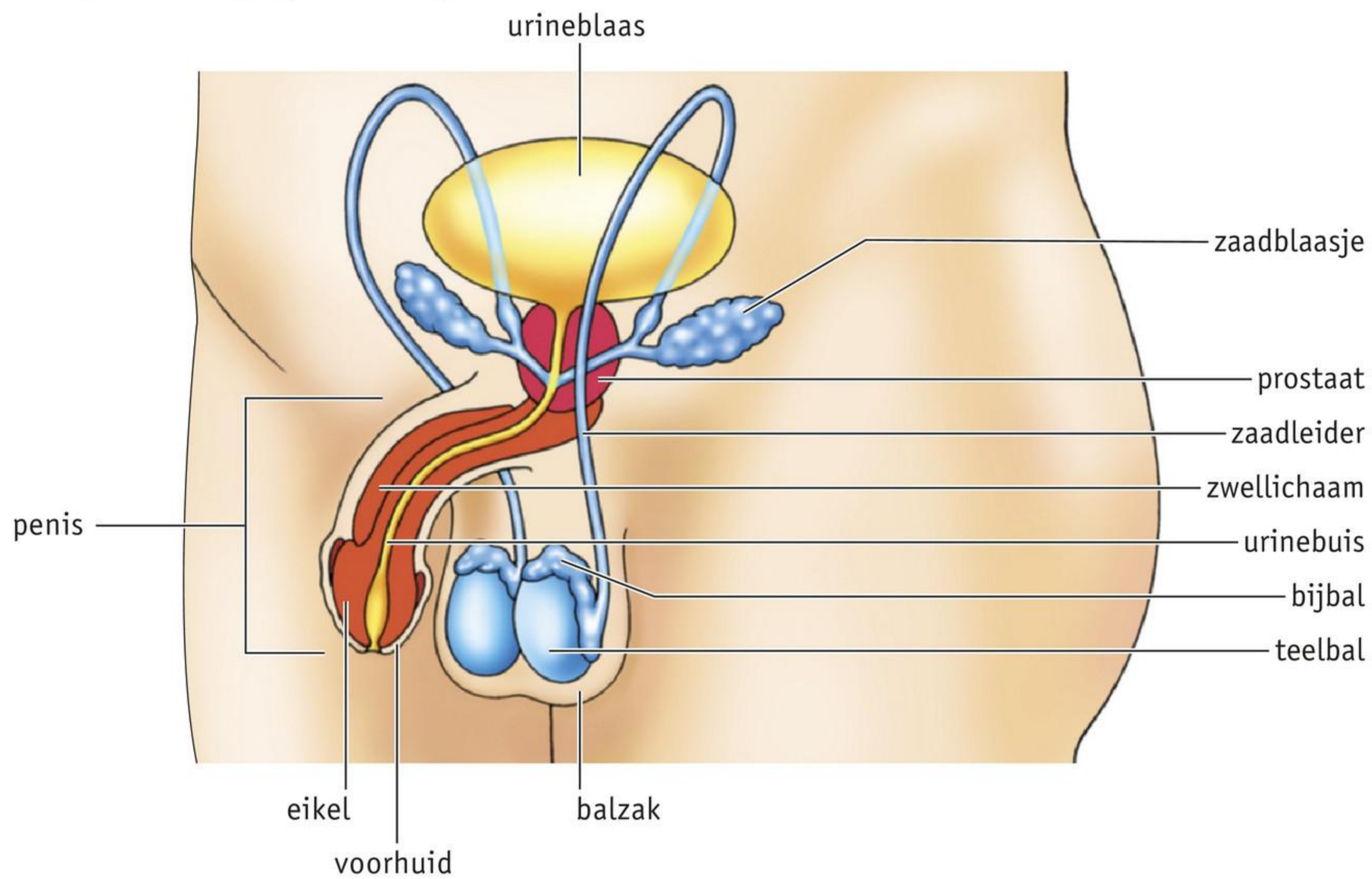
Bij de man liggen drie zwellichamen in de penis. Ook deze vullen zich met bloed en worden groter en steviger bij seksuele opwindning (zie afbeelding 4). Een erectie bij een man noem je vaak een 'stijve'. Erecties ontstaan vaak door seksuele opwindning, maar het kan ook op andere momenten gebeuren. Bijvoorbeeld tijdens de slaap. De penis is in gewone toestand en in erectie bij alle mannen verschillend.

In de balzak liggen twee teelballen (zie afbeelding 5). Teelballen noem je ook wel **zaadballen**. Ze produceren **zaadcellen**. Dit zijn de geslachtscellen van de man. Op de beide teelballen liggen de **bijballen**. Hierin worden zaadcellen tijdelijk opgeslagen. 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** De penis (buitenaanzicht en dwarsdoorsnede).



**Afb. 5** Inwendige geslachtsorganen van de man.



**KENNIS**

1

**a** Waaruit bestaat het voortplantingsstelsel?

.....  
 .....

**b** Wat zijn primaire geslachtskenmerken?

.....  
 .....

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

1 .....  
 2 .....  
 3 .....

**d** Wat is een intersekse persoon?

.....  
 .....

2

Welke geslachtskenmerken zijn primaire geslachtskenmerken?

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> A baardgroei | <input type="checkbox"/> E borsthaar   |
| <input type="checkbox"/> B baarmoeder | <input type="checkbox"/> F lagere stem |
| <input type="checkbox"/> C balzak     | <input type="checkbox"/> G penis       |
| <input type="checkbox"/> D borsten    | <input type="checkbox"/> H vulva       |

3

Hierna staan tien beschrijvingen van delen van de voortplantingsstelsels van de man en de vrouw.

Welk deel hoort bij de beschrijving? Gebruik de volgende woorden: *baarmoeder – balzak – bijballen – buitenste vulvalippen – (clitoris)eikel – maagdenvlies – teelballen – trechter – vagina – zaadleiters – zwellichamen.*

- |  |       |
|--|-------|
| 1 aanmaak van zaadcellen                                       | ..... |
| 2 is gevoelig en reageert op aanraking                         | ..... |
| 3 hierin kan een bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind | ..... |
| 4 huidplooi waarin teelballen en bijballen liggen              | ..... |
| 5 liggen om de binnenste vulvalippen heen                      | ..... |
| 6 randje weefsel aan het begin van de vagina                   | ..... |
| 7 tijdelijke opslag van zaadcellen                             | ..... |
| 8 vervoeren van zaadcellen                                     | ..... |
| 9 verbindt de baarmoeder met de buitenkant van het lichaam     | ..... |
| 10 zorgen voor erectie   | ..... |

4

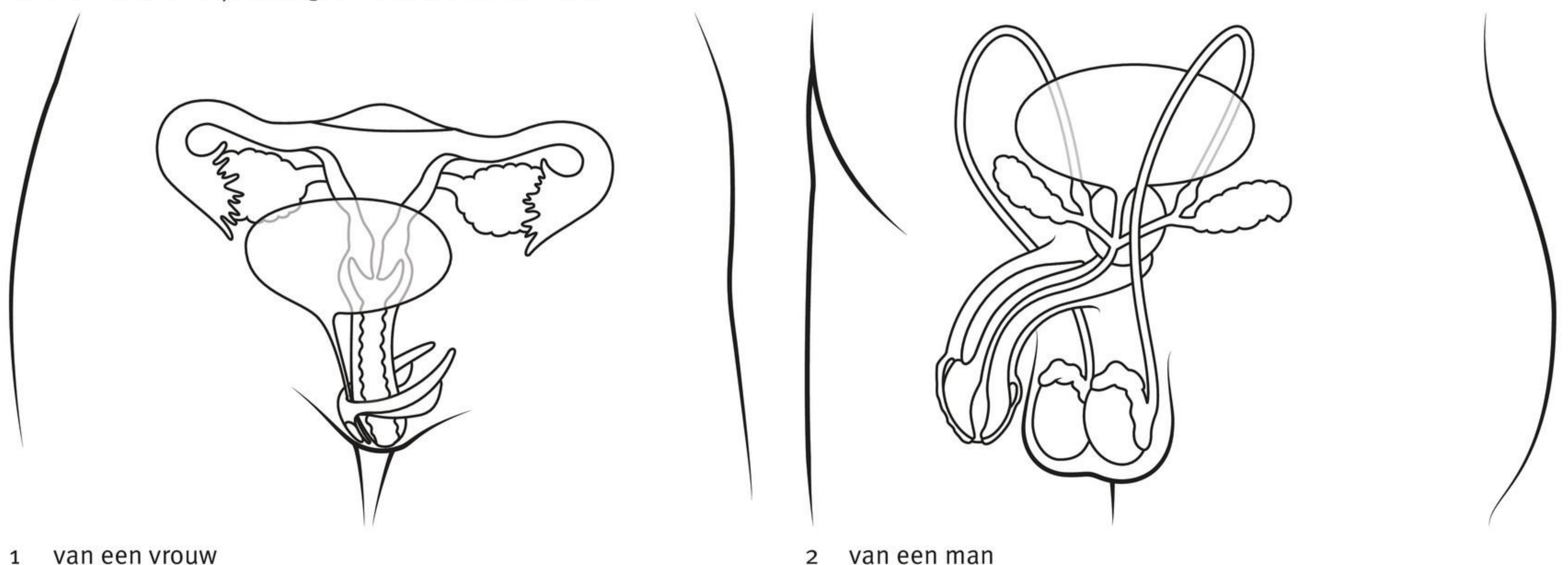


De geslachtsorganen van mannen en vrouwen komen deels overeen in bouw en functie.

Kleur in afbeelding 6 bij de vrouw en bij de man:

- het deel dat gevoelig is voor aanraking rood
- de zwellichamen oranje
- het deel dat geslachtscellen maakt groen
- het deel dat (alleen) geslachtscellen vervoert blauw
- de blaas en de urinebuis geel
- de zichtbare geslachtsorganen bruin

**Afb. 6** Het voortplantingsstelsel (vooraanzicht).



1 van een vrouw

2 van een man

5

- a Welk deel van de clitoris is het meest gevoelig en reageert op prikkels? .....
- b Met welk deel van de geslachtsorganen van de vrouw kun je de eikel van de man vergelijken?
  - A met de binnenste vulvalippen
  - B met de buitenste vulvalippen
  - C met de clitoriseikel
  - D met de clitorishoed
  - E met de zwellichamen

6

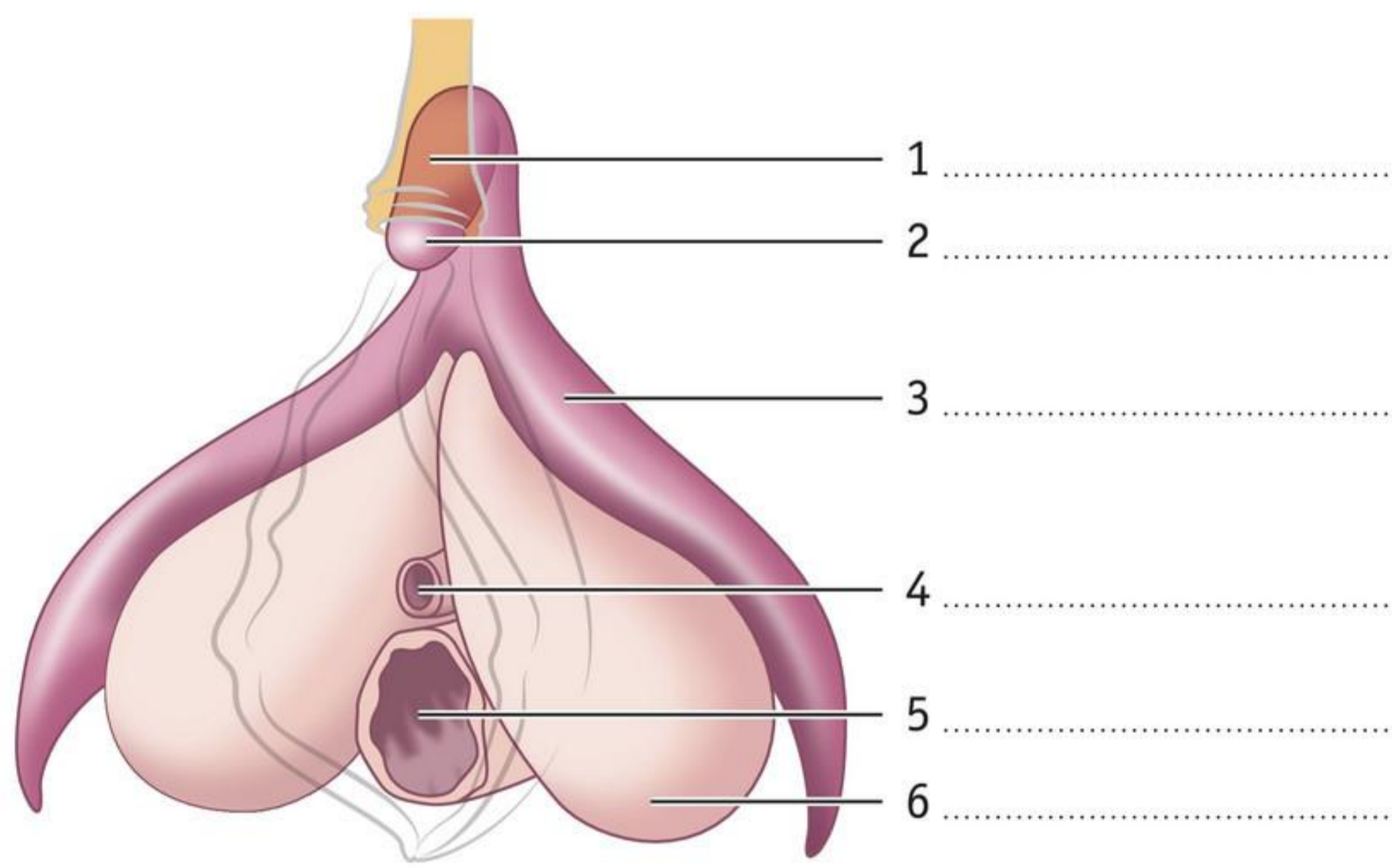


**Samenvatting**

In afbeelding 7 zie je een tekening van de clitoris.

- a Zet de namen bij de genummerde delen.

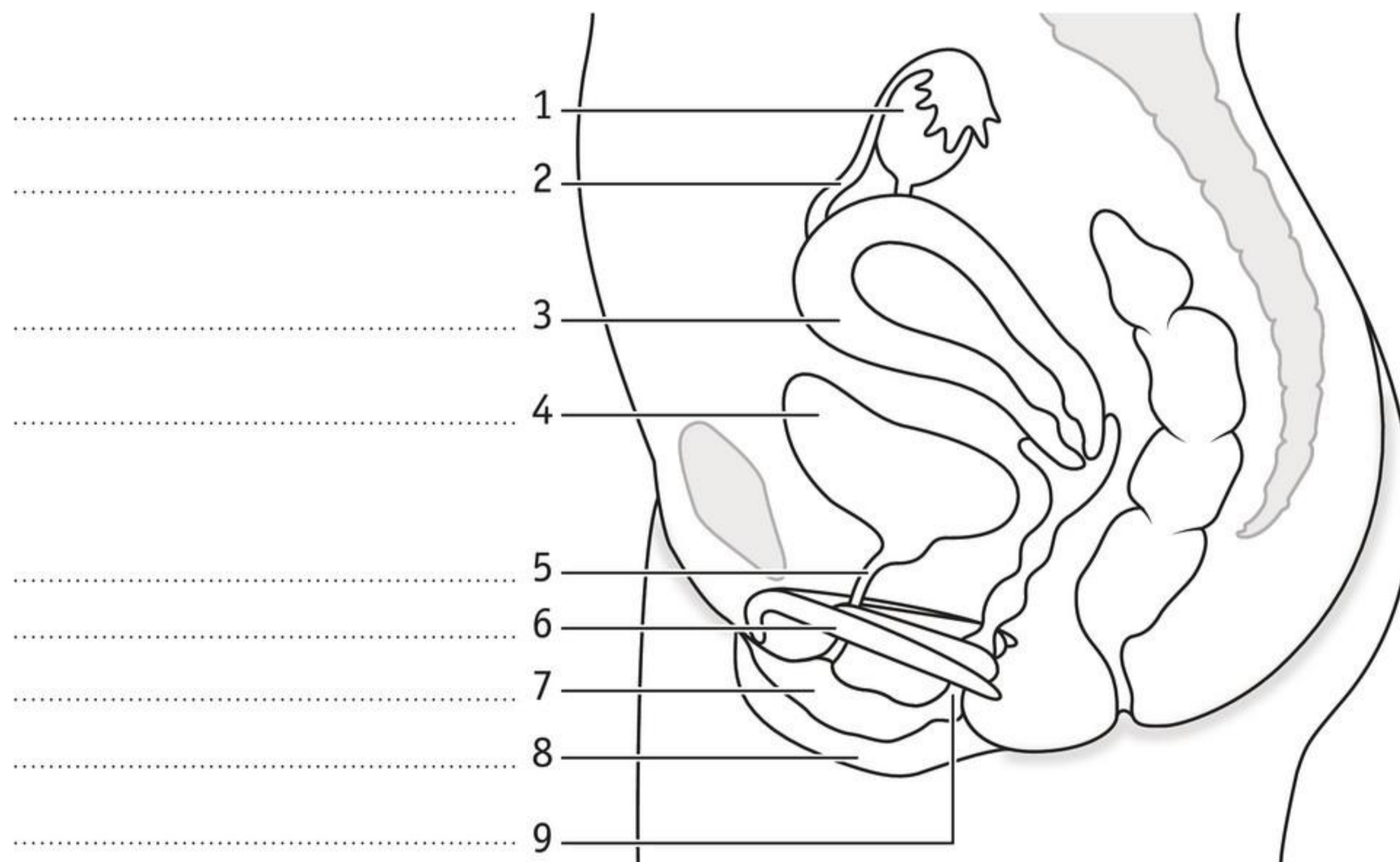
**Afb. 7**



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 rood.

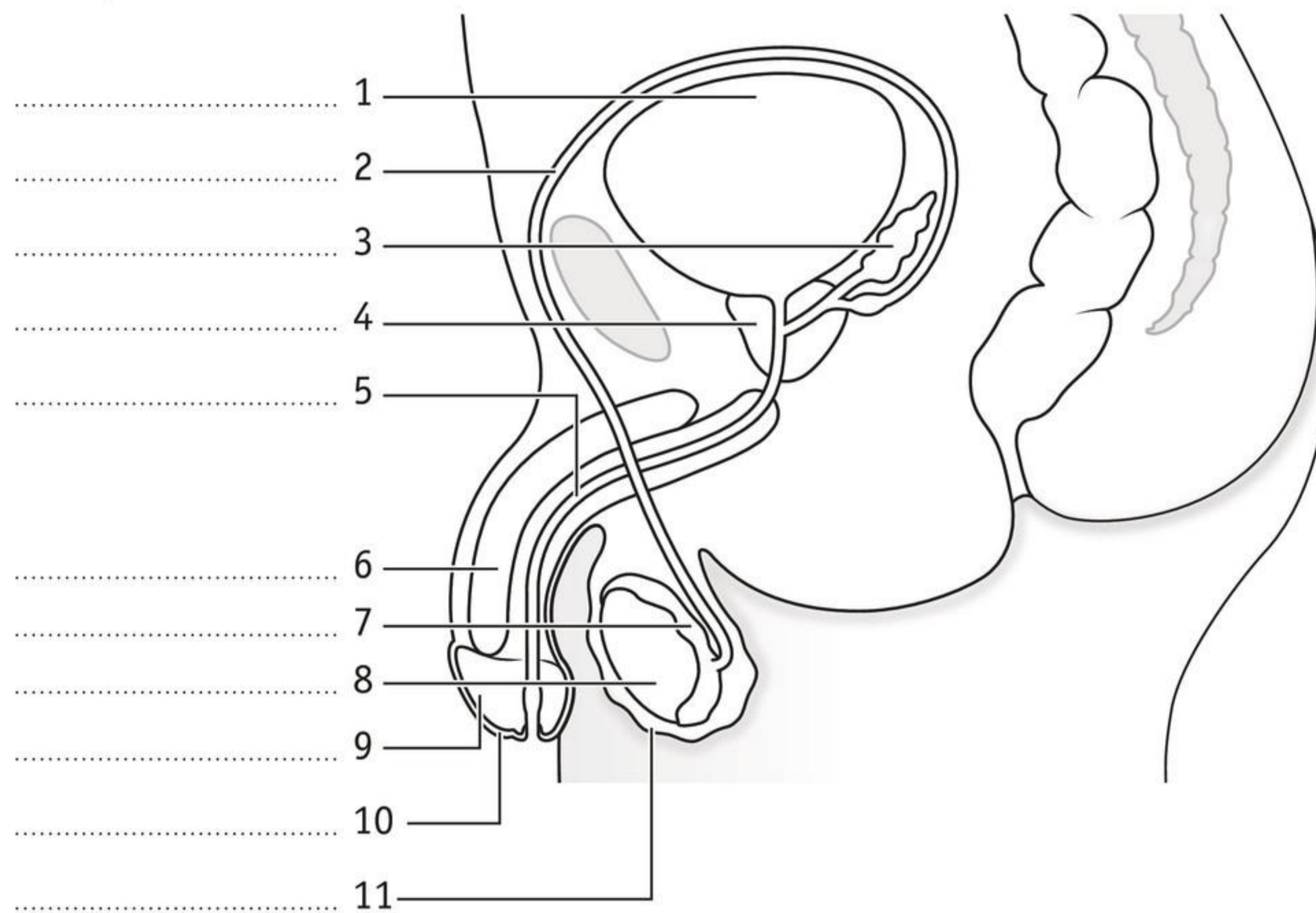
**Afb. 8**



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 rood.

Afb. 9



## INZICHT

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

7

In sigarettenrook zit nicotine. Nicotine zorgt voor een verminderde doorbloeding van het lichaam.

Leg uit hoe roken erectiestoornissen tot gevolg kan hebben.

8

Lees de tekst 'Bloedverlies tijdens geslachtsgemeenschap? Nee hoor, dat hoeft niet!'.

**a** Wat is het maagdenvlies?

**b** In de tekst staat: 'Als een meisje ontspannen en opgewonden is, wordt de vagina vochtig. Ze bloedt dan vaak niet.'

Is dit een feit of een mening? Leg je antwoord uit.

**c** In de tekst staat: 'Sommige mensen denken dat het maagdenvlies opengemaakt moet worden.'

Leg aan de hand van de afbeelding uit dat deze gedachte niet klopt.

**d** Leg uit waarom het maagdenvlies geen functie meer heeft als meisjes geen luiers meer dragen.

Afb. 10

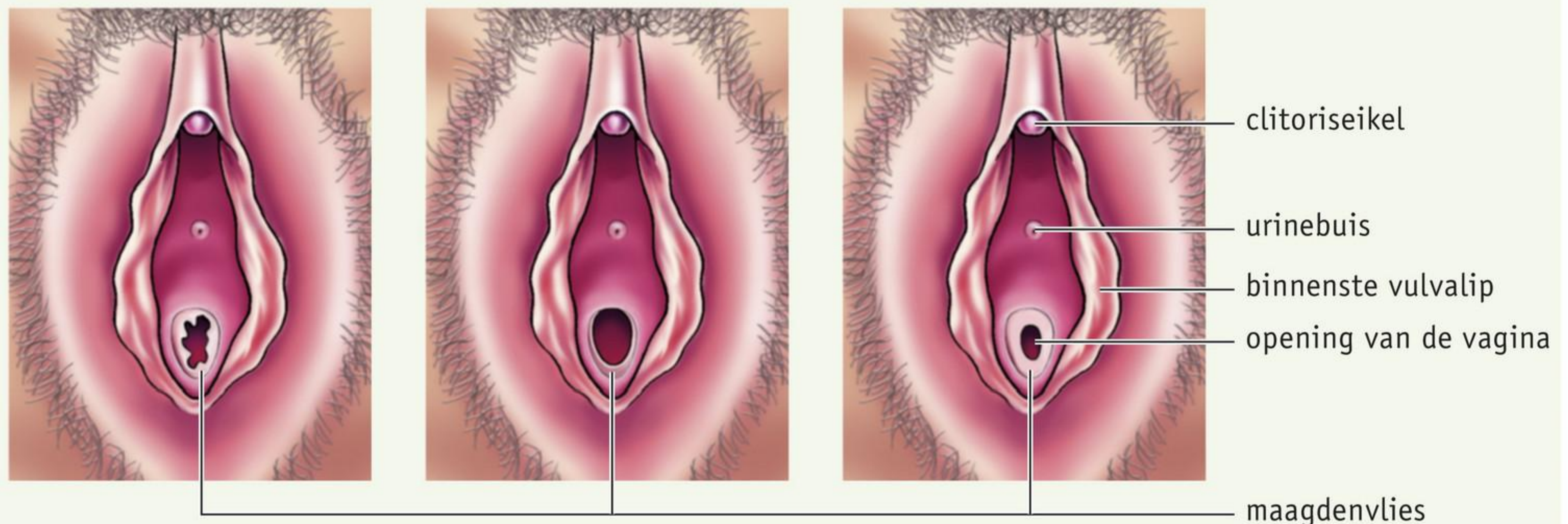
**Bloedverlies tijdens geslachtsgemeenschap? Nee hoor, dat hoeft niet!**

Bij elk meisje ziet het maagdenvlies er anders uit (zie de afbeelding). Het maagdenvlies is geen dicht vlies, maar een dunne slijmvliesplooi langs de rand van de opening van de vagina. Bij jonge baby's en kinderen is dit een dikker vlies om de vagina te beschermen. Maar zodra ze geen luiers meer dragen, heeft het maagdenvlies geen functie meer en wordt het maagdenvlies dunner en soepeler.

Sommige mensen denken dat het maagdenvlies opengemaakt moet worden. Dat is niet zo. Bij de eerste keer dat iets de vagina in gaat (bijvoorbeeld een tampon, een vinger of een penis), hoeft dit het maagdenvlies niet te doorboren.

Als je voor de eerste keer geslachtsgemeenschap hebt, kan dat spannend zijn.

Daarom kunnen bij een meisje de spieren rondom de vagina wat gespannen zijn. Het maagdenvlies kan daardoor iets inscheuren en bloeden als er een penis doorheen gaat. Dit is meestal maar weinig bloed. Als een meisje ontspannen en opgewonden is, wordt de vagina vochtig. Ze bloedt dan vaak niet. Ook kan het maagdenvlies al opgerekt zijn door het gebruik van tampons of door sporten. Aan het maagdenvlies of bloedverlies kun je dus niet zien of een meisje nog maagd is.



+ 9

Als een jongen plotseling een enorme pijn in zijn balzak krijgt, kan dit komen doordat een teelbal is gedraaid. De teelbal is dan om de zaadleider heen gedraaid. Ook bloedvaten en zenuwen worden dan afgekneld. Bij een beknelling kan het bloed niet goed worden afgevoerd, waardoor er veel druk op de omliggende weefsels komt te staan.

- Waardoor krijgt een jongen veel pijn als de teelbal gedraaid is?
- Een gedraaide teelbal is een spoedgeval; de teelbal kleurt blauw. Vaak wordt de jongen geopereerd en wordt de teelbal met een hechting vastgezet aan de balzak. Waarom is het belangrijk om de teelbal zo snel mogelijk terug te draaien?
- Waarom wordt de teelbal met een hechting vastgezet?
- Bij de operatie wordt ook de andere teelbal vastgezet met een hechting. Leg uit waarom.

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

## 2 Veranderingen in de puberteit

### LEERDOELEN

- 2.2.1 Je kunt uitleggen wat de functie is van geslachtshormonen.  
 2.2.2 Je kunt omschrijven wat secundaire geslachtskenmerken zijn en daarbij voorbeelden noemen.  
 2.2.3 Je kunt de lichamelijke en geestelijke veranderingen in de puberteit beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	2.2.1	2.2.2	2.2.3
Onthouden	1bcde, 2	1a, 4	1f
Begrijpen	5	5	3, 5
Toepassen	7a, 10ac	6, 7bc	8ac, 9a
Analyseren	10bd	7d, 8b	9b

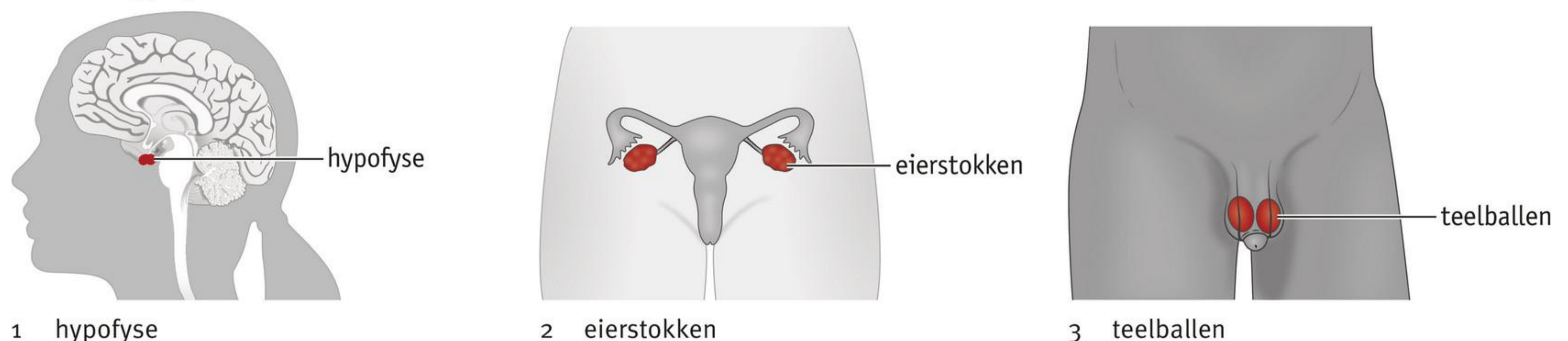
**De puberteit is de periode waarin je je ontwikkelt tot volwassene. Zowel je lichaam als je gevoelens veranderen. Deze veranderingen ontstaan door de hormonen in je lichaam.**

### HORMONEN

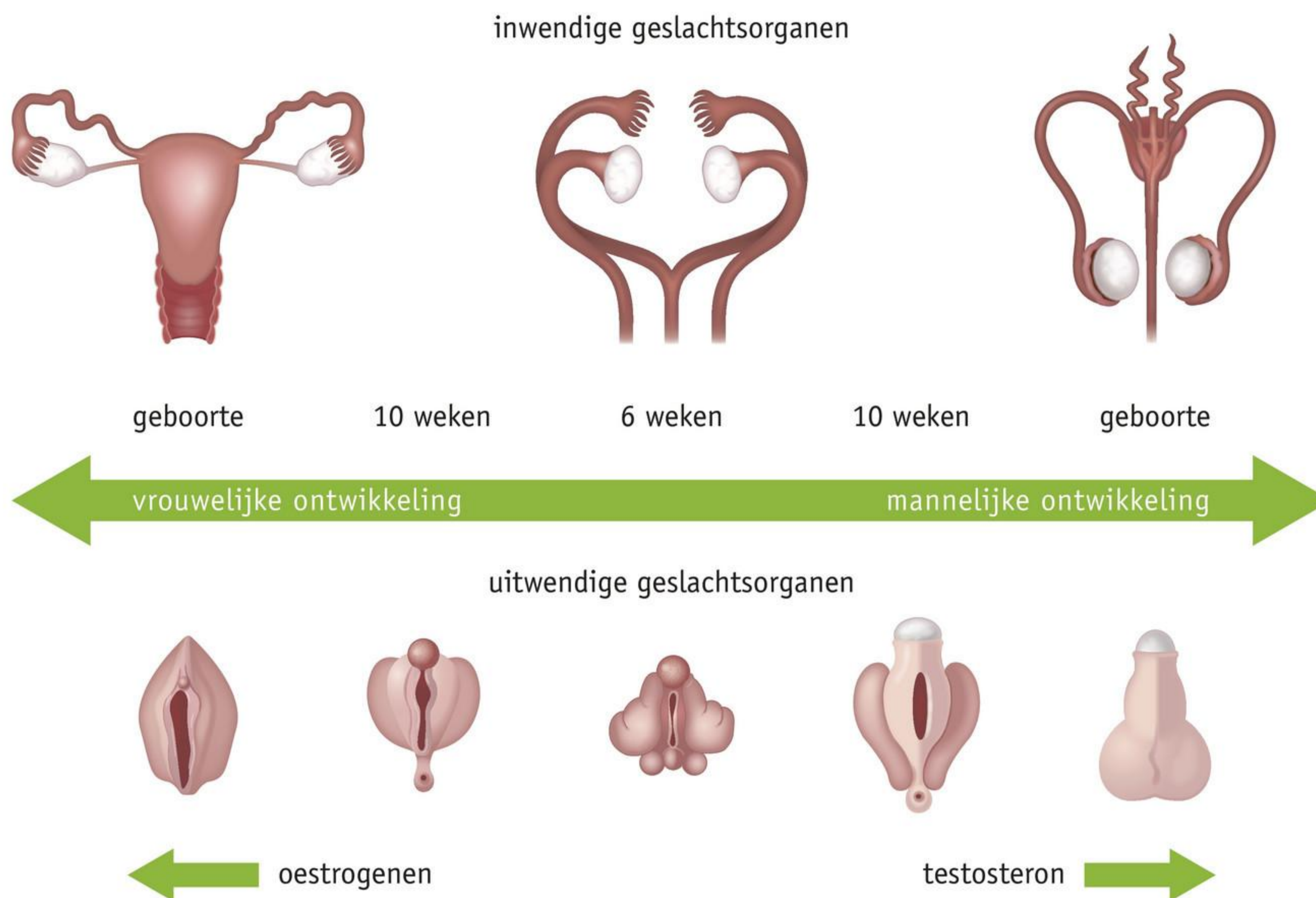
Hormonen zijn stoffen die de werking van organen regelen. Hormonen worden gemaakt door hormoonklieren. De hormoonklieren geven de hormonen af aan het bloed. Via het bloed komen de hormonen in het hele lichaam terecht. Alleen een orgaan of weefsel dat gevoelig is voor een specifiek hormoon, reageert op dat hormoon.

Een belangrijke hormoonklier is de hypofyse. Deze ligt tegen de onderzijde van de hersenen aan (zie afbeelding 1.1). In de puberteit begint de hypofyse stimulerende hormonen te produceren. Onder invloed van die hormonen ga je snel groeien (de groeispuurt) en beginnen in de eierstokken eicellen te rijpen en ontwikkelen zich zaadcellen in de teelballen. Deze hormonen zorgen er ook voor dat de geslachtsorganen **geslachtshormonen** gaan produceren (zie afbeelding 1.2 en 1.3). Eierstokken produceren oestrogenen (spreek uit: uistrogenen) en de teelballen produceren testosteron.

**Afb. 1** Ligging van enkele hormoonklieren.



De ontwikkeling van de geslachtsorganen begint in de zesde week van de zwangerschap. In aanleg zijn de organen gelijk. Hormonen sturen de ontwikkeling van de verschillende delen aan. Welke hormonen worden gemaakt, hangt af van de geslachtschromosomen van het ongeboren kind. Bij zowel jongens als meisjes worden testosteron en oestrogenen gemaakt, maar in verschillende verhoudingen. Bij jongens is er meer **testosteron**, wat mannelijke kenmerken bevordert. Meisjes hebben meer **oestrogenen** waardoor zich vrouwelijke kenmerken ontwikkelen (zie afbeelding 2).

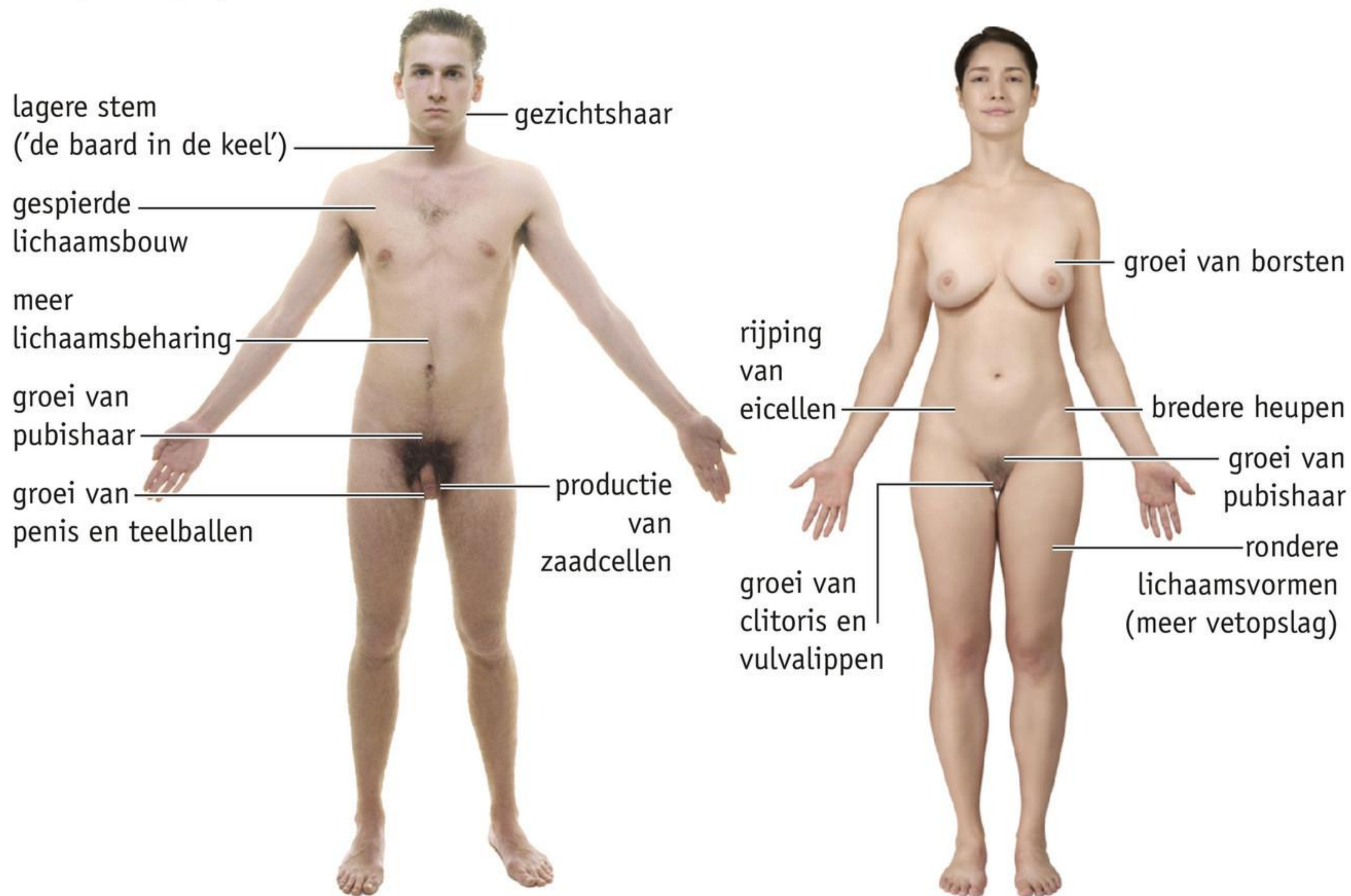
**Afb. 2** Ontwikkeling van de geslachtsorganen onder invloed van hormonen.**SECUNDAIRE GESLACHTSKENMERKEN**

Testosteron en oestrogenen zorgen voor de ontwikkeling van de **secundaire geslachtskenmerken**. Dat zijn geslachtskenmerken die in de puberteit ontstaan. In tabel 1 en afbeelding 3 zie je de mogelijke secundaire geslachtskenmerken bij een jongen en bij een meisje.

Jongeren die intersexe zijn, ontwikkelen zich in de puberteit vaak anders. De ontwikkeling hangt onder andere af van de verhouding tussen de hoeveelheid testosteron en de hoeveelheid oestrogenen die wordt aangemaakt.

**Tabel 1** Mogelijke secundaire geslachtskenmerken.

Bij een jongen	Bij een meisje
Gezichtshaar (baard, snor)	Groei van clitoris en vulvalippen
Groei van de penis en teelballen	Groei van de borsten
Groei van pubishaar	Groei van pubishaar
Grotere spieren kunnen krijgen (door training)	Meer lichaamshaar (bijvoorbeeld okselhaar, haar op de benen)
Lagere stem	Rijping van eicellen
Meer lichaamshaar (bijvoorbeeld borsthaar, okselhaar, haar op de benen)	Vaak rondere lichaamsvormen (door meer vetopslag)
Productie van zaadcellen	Vaak wat bredere heupen

**Afb. 3** Mogelijke secundaire geslachtskenmerken.

Er is geen vaste volgorde in de veranderingen in de puberteit. Hoe iemand verandert en de leeftijd waarop de veranderingen plaatsvinden, verschilt per persoon. 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.

### LICHAMELIJKE VERANDERINGEN

Naast het ontstaan van secundaire geslachtskenmerken zijn er nog meer lichamelijke veranderingen. Dit zijn veranderingen aan en in je lichaam.

Onder invloed van hormonen ga je meer zweten en het zweet gaat ook sterker ruiken. Door de hormonen in de puberteit kan de huid wat vetter worden. Er kunnen puistjes ontstaan.

Bij meisjes gaat de vagina meer afscheiding produceren, een witgelige vloeistof. Dit kan wat ruiken als het opdroogt. Afscheiding houdt de vagina vanbinnen schoon.

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 vies gaan ruiken.

Tussen alle huidplooien van de vulva en onder de voorhuid kan ook vocht blijven zitten, waar bacteriën van leven. Sommige bacteriën kunnen zorgen voor irritatie of ontstekingen van de huid en het kan vies gaan ruiken. Daarom is het belangrijk elke dag de geslachtsorganen met water te wassen.

### BESNIJDENIS

Bij sommige jongens en mannen wordt hun voorhuid, of een deel hiervan, weggehaald. Dit gebeurt tijdens een besnijdenis. Besnijden gebeurt om culturele, medische of hygiënische redenen.

In sommige landen worden meisjes besneden. Daarbij worden de clitoriseikel en/of (een deel van) de binnenste en buitenste vulvalippen weggesneden. Soms wordt de opening van de vagina bijna helemaal dichtgemaakt. Een besnijdenis kan bij meisjes leiden tot infecties en pijn. In Nederland is het verboden om meisjes te besnijden.

**GEESTELIJKE VERANDERINGEN**

Tijdens de puberteit verandert niet alleen je lichaam, maar ook je gedrag en je gevoelens. 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.

Je gaat je anders opstellen tegenover je ouders. Je wilt niet meer dat ze je als een kind behandelen. Je kunt je het ene moment heel vrolijk voelen en het andere moment verdrietig. Soms pieker je veel of ben je bang om fouten te maken. Of het kan je juist even allemaal niet zoveel schelen.

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 ontdekt ook wat jij zelf vindt en wilt. Ook gaat in de puberteit seksualiteit een steeds belangrijkere rol in je leven spelen.

De puberteit kan leuk en spannend zijn, maar je kunt je ook onzeker, eenzaam of verdrietig voelen. Dat hoort bij de puberteit. Als je ouder wordt, heb je er meestal weer minder last van.

**KENNIS****1**

- a** Primaire geslachtskenmerken ontstaan *voor de geboorte / in de puberteit*.  
Secundaire geslachtskenmerken ontstaan *voor de geboorte / in de puberteit*.
- b** Welk orgaan maakt testosteron? *eierstok / hypofyse / teelbal*
- c** Welk orgaan maakt oestrogenen? *eierstok / hypofyse / teelbal*
- d** Welke hormoonklier zorgt ervoor dat de eierstokken en teelballen geslachtshormonen gaan produceren? .....
- e** Welke hormoonklier geeft hormonen af die in de puberteit zorgen voor een groeispuurt? .....
- f** Wat bestaat uit dode huidcellen, talg, zweet en bacteriën? .....

**2**

- a** Wat zijn hormonen?  
.....
- b** Leg uit hoe hormonen bij weefsels of organen terechtkomen die gevoelig zijn voor het hormoon.  
.....  
.....  
.....  
.....

**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 volgorde waarin de veranderingen plaatsvinden
- D het moment dat de puberteit plaatsvindt

4

Trek lijnen tussen de secundaire geslachtskenmerken en het juiste geslacht.

- |                |                       |   |                                   |
|----------------|-----------------------|---|-----------------------------------|
|                | <input type="radio"/> | 1 | gespierdere lichaamsbouw          |
|                | <input type="radio"/> | 2 | gezichtshaar                      |
| bij een jongen | <input type="radio"/> | 3 | groei van clitoris en vulvalippen |
| bij een meisje | <input type="radio"/> | 4 | groei van de penis en teelballen  |
|                |                       | 5 | groei van pubishaar               |
|                |                       | 6 | meer lichaamsbeharing             |
|                |                       | 7 | rondere lichaamsvormen            |

5

**Samenvatting**



Maak een samenvatting van de basisstof door de tekst af te maken.

In de puberteit vindt veel ontwikkeling plaats:

- 1 De ..... maakt stimulerende hormonen.
- 2 Deze hormonen zorgen ervoor dat de eierstokken ..... en de teelballen ..... gaan produceren.
- 3 Deze geslachtshormonen zorgen voor .....

Secundaire geslachtskenmerken: .....

- Bij jongens: .....
- Bij meisjes: .....
- Bij beiden: .....

Geestelijke veranderingen zijn veranderingen in je:

- .....
- .....
- .....
- .....

**INZICHT**

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

6

Iemand met de primaire geslachtskenmerken van een vrouw blijkt in de puberteit een intersekse persoon te zijn.

Leg uit hoe het komt dat dit pas in de puberteit ontdekt kan worden.

7

Lees de tekst 'Tieners aan anabolen'.

- Op welke manier zorgen anabole steroïden (anabolen) ervoor dat je gespierder wordt?
- Anabolen worden ook gebruikt door sporters.  
Wat is het voordeel voor de sporters? Leg je antwoord uit.
- Als een vrouw anabolen gebruikt, verandert haar lichaam.  
Geef twee kenmerken die kunnen veranderen.
- Vroeger werden anabolen in de veeteelt gebruikt, maar nu is dat verboden. Een van de redenen hiervoor is dat ze in het vlees achter kunnen blijven. Daardoor zouden mensen de anabolen binnen kunnen krijgen. Ook is het gebruik van anabolen niet goed voor het welzijn van de dieren.  
Waarom zou er in de veeteelt vroeger gebruikgemaakt kunnen zijn van anabolen?

#### Afb. 4

##### Tieners aan anabolen

Sommige jongens gebruiken in of na hun puberteit anabole steroïden (kortweg anabolen), om er gespierder uit te zien. Anabolen zijn stoffen die worden gemaakt in een laboratorium. Ze werken op dezelfde manier als testosteron. Als je anabolen gebruikt, groeien je spieren en word je sterker en sneller.

Maar er zijn grote risico's bij het gebruik van anabolen. Zeker als ze niet goed worden gebruikt, bijvoorbeeld als je langere tijd een te grote dosis neemt. Je kunt dan allerlei ziekten en aandoeningen krijgen, zoals erectiestoornissen, een vergrote prostaat, jeugdpuistjes, problemen met plassen, leverziekten, afwijkingen aan de teelballen en onvruchtbaarheid.



8

Lees de tekst 'Jamilah is besneden'.

- Leg uit dat Jamilah minder goed seksuele prikkels kan ervaren.
- Leg uit dat Jamilah secundaire geslachtskenmerken heeft, hoewel ze al op 6-jarige leeftijd is besneden.
- Wanneer een meisje ongesteld is, komt er bloed uit de baarmoeder via de vagina naar buiten.  
Door de besnijdenis heeft Jamilah geregeld last van een infectie als ze ongesteld is.  
Leg uit hoe dit komt.

#### Afb. 5

##### Jamilah is besneden

Toen Jamilah 6 jaar was, ging ze op vakantie naar Somalië. Daar komen haar ouders vandaan. In Somalië worden bijna alle meisjes besneden. Haar moeder zei dat Jamilah niet schoon zou zijn als ze niet besneden is. En dat er dan later niemand zou zijn die met haar wil trouwen.

Jamilahs clitoriseikel en vulvalippen werden weggesneden. Dat gebeurde zonder verdoving. Jamilah was heel bang en voelde zich machteloos.

Naderhand is er niet meer over de besnijdenis gesproken. Jamilah zegt: 'Ik wist niet hoe een vrouw er normaal uitziet. Pas toen ik jaren later in een tijdschrift een foto van een blote vrouw zag, dacht ik: "Wat is dit? Kan het er zo uitzien?" Dat was heel moeilijk. Er is me iets ontnomen. Mij is niet om toestemming gevraagd.'

9

Als een jongen geboren wordt, zit de voorhuid vast aan de eikel. In de eerste levensjaren laat de voorhuid los. Als de voorhuid niet losraakt, kan een jongen een vernauwde voorhuid hebben. Dit geeft pijnklachten aan de eikel en bij het plassen.

Een arts kan een crème voorschrijven die de voorhuid wat soepeler maakt.

- a Leg uit hoe de crème de pijnklachten kan verminderen.
- b Als de crème niet zorgt voor een soepelere voorhuid, kan een jongen besneden worden. Bij sommige besneden mannen reageert de eikel minder als de eikel wordt aangeraakt. De eikel is dan minder gevoelig voor aanraking geworden. Leg uit waardoor de eikel van een besneden man minder gevoelig kan worden.

+ 10

Lees de tekst 'Benthe heeft AOS'.

- a Is Benthe intersekse? Leg je antwoord uit.
- b Was er in de eerste vijf weken van de zwangerschap een verschil in ontwikkeling tussen Benthe en iemand zonder AOS? Leg je antwoord uit.
- c Testosteron wordt niet alleen in de teelballen geproduceerd, maar onder andere ook in de bijnierschors. Dat is een deel van een orgaan dat op de nieren ligt. Zowel bij mannen als bij vrouwen produceert de bijnierschors testosteron. Leg uit dat ook de bijnierschors van Benthe gewoon testosteron produceert.
- d Mensen die genetisch vrouwelijk zijn, kunnen ook AOS hebben. Zij krijgen ook geen oksel- en pubishaar. Geef daar een verklaring voor.

#### Afb. 6

##### **Benthe heeft AOS**

Toen Benthe in de puberteit geen oksel- en pubishaar kreeg, ging ze naar de dokter. Die ontdekte dat Benthe ook geen baarmoeder en eierstokken heeft. Er is toen verder onderzoek gedaan waaruit bleek dat Benthe genetisch gezien mannelijk is en dat ze AOS heeft. Dat is een aangeboren aandoening waarbij het lichaam niet of onvoldoende reageert op testosteron. Benthe ziet eruit als een meisje, maar in haar onderbuik heeft ze teelballen die testosteron produceren. De cellen van Benthes lichaam reageren er echter niet op. Daardoor konden de mannelijke geslachtskenmerken zich bij Benthe niet goed ontwikkelen.

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 3 Vruchtbaar worden

## LEERDOELEN

- 2.3.1 Je kunt uitleggen hoe zaadcellen worden gevormd en vervoerd.  
2.3.2 Je kunt de processen tijdens de menstruatiecyclus beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	2.3.1	2.3.2	*1.6.1**
Onthouden	1a	1b, 2ab	
Begrijpen	2c, 5	3, 4, 5	2d
Toepassen		6, 7a, 8b	
Analyseren		7b, 8ac	

\*\* Dit leerdoel vind je in een ander thema.

**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.

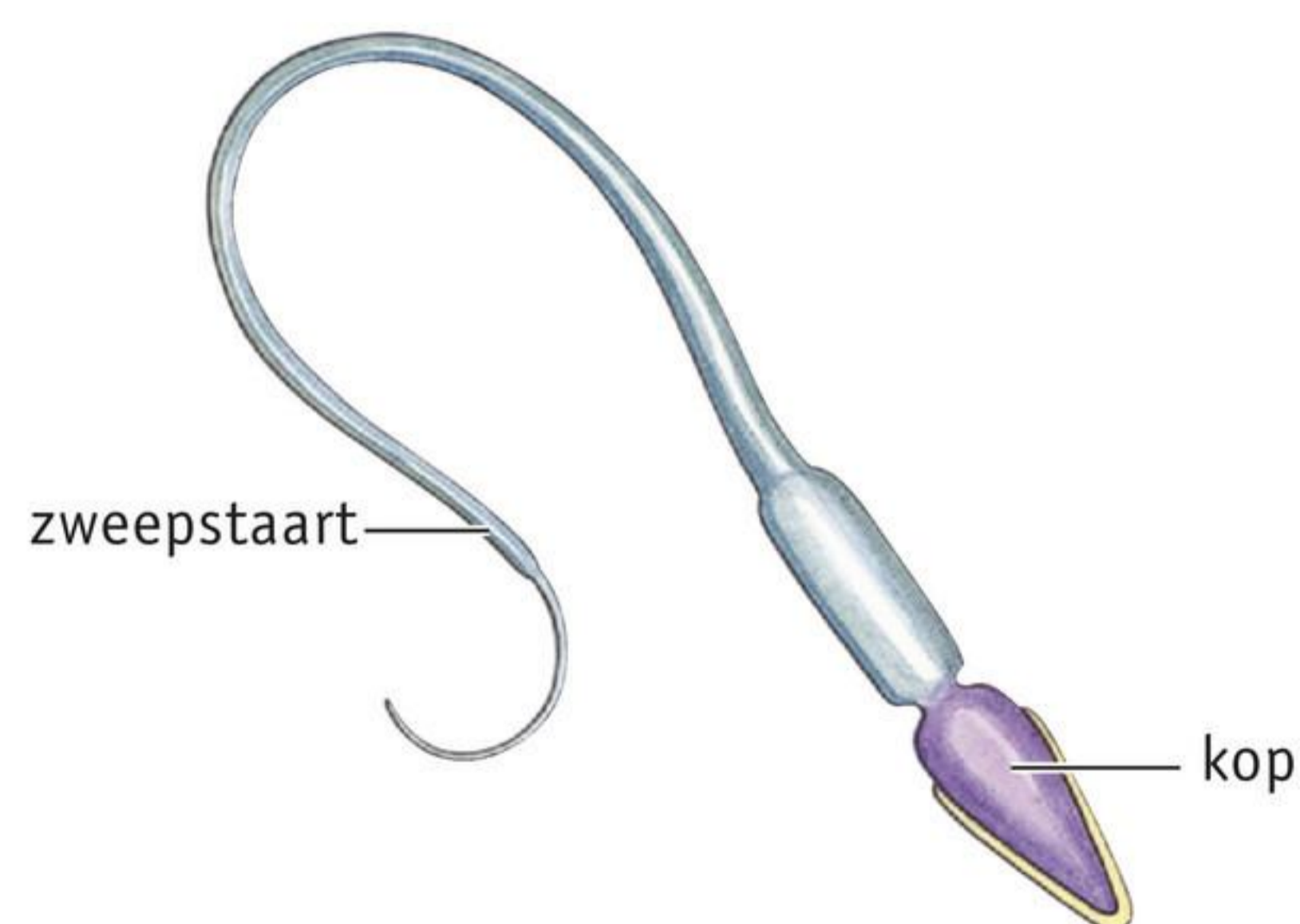
## VORMING ZAADCELLEN

Als een jongen ongeveer 13 jaar is, worden zijn teelballen onder invloed van geslachtshormonen actief. Ze produceren elke dag vele miljoenen mannelijke geslachtscellen: de zaadcellen (zie afbeelding 1). Zaadcellen worden ook wel spermacellen genoemd. 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.

**Afb. 1** Zaadcellen.



1 microscopische foto van zaadcellen (vergroting 4000x)



2 schematische tekening van een zaadcel

Zaadleiders vervoeren de zaadcellen vanuit de bijballen naar de zaadblaasjes. De **zaadblaasjes** voegen vocht toe aan de zaadcellen. Vervolgens lopen de zaadleiders naar de **prostaat**, die ook vocht toevoegt. Het vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat met de zaadcellen samen noem je sperma. Door het vocht kunnen de zaadcellen goed bewegen. Het vocht bevat ook voedingsstoffen voor de zaadcellen.

Bij de prostaat komen de zaadleiters uit in de urinebuis. De urinebuis vervoert zowel urine als sperma. Bij een zaadlozing komt het sperma met schokken door de urinebuis naar buiten. Daarbij verlaten honderd tot vierhonderd miljoen zaadcellen het lichaam. Als er geen zaadlozing plaatsvindt, lossen de zaadcellen op in het lichaam. Er is dan weer plaats voor nieuwe zaadcellen.

Voor een zaadlozing komt vaak eerst voorvocht uit de urinebuis. Dit vocht maakt de urinebuis schoon. Zo kan het zuur van de urine de zaadcellen niet aantasten. Voorvocht kan al een klein aantal zaadcellen bevatten.

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.

### MENSTRUATIECYCLUS

Eicellen zijn vrouwelijke geslachtscellen. Bij de geboorte van een meisje zijn alle eicellen al aanwezig in de **eierstokken**. De eicellen zitten in blaasjes die follikels worden genoemd. In de puberteit beginnen de follikels te rijpen. De ene follikel rijpt sneller dan de andere. De follikels die minder snel rijpen, sterven af. Gemiddeld rijpt er één follikel per vier weken. Terwijl de follikel rijpt, rijpt ook de eicel in de follikel.

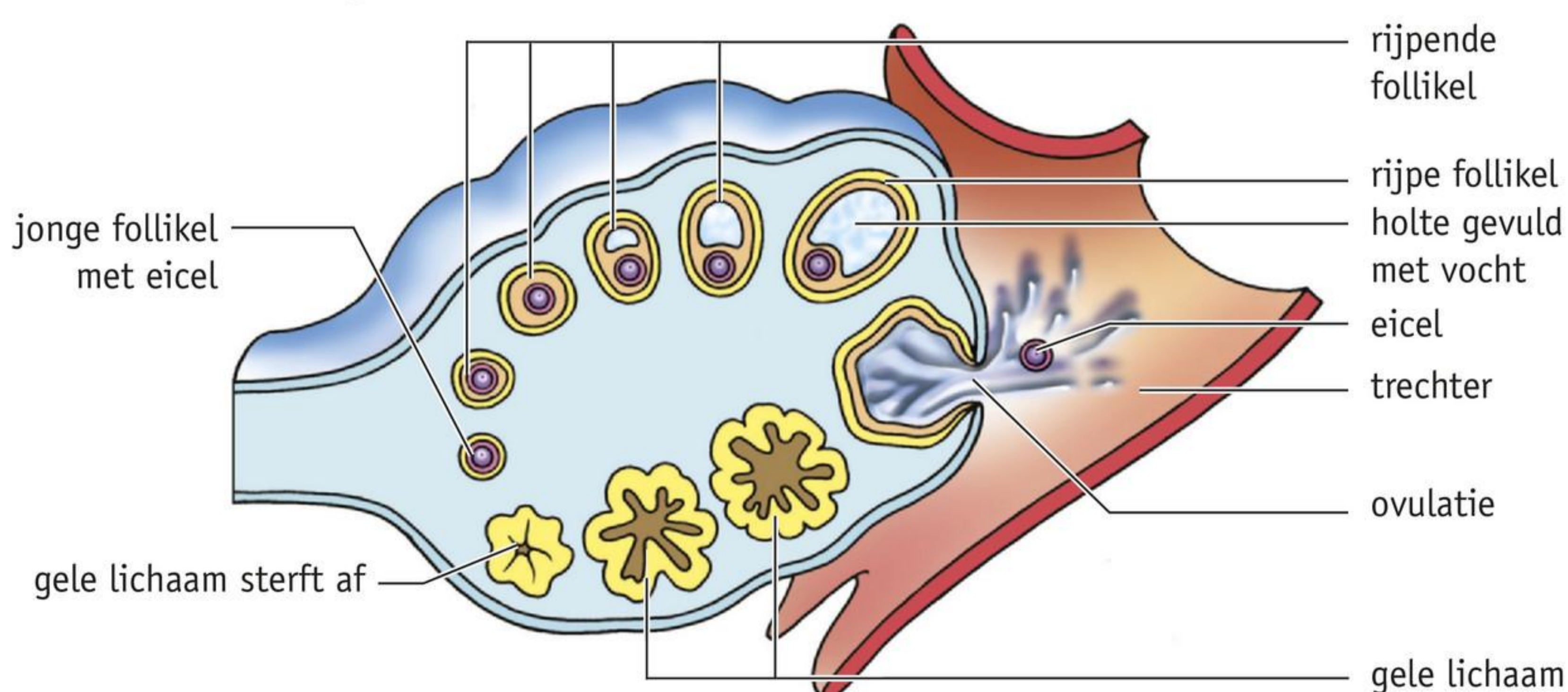
De rijpe follikel neemt veel vocht op. Uiteindelijk barst hij open. Hierbij komt de eicel vrij. Dit heet de **eisprong (ovulatie)**. Het trechtervormige uiteinde van de eileider vangt de vrijgekomen eicel op. Via de **eileider** gaat de eicel naar de baarmoeder. Een eicel blijft na de ovulatie maar 12 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 baby. De vrouw is dan zwanger.

Uit de overblijfselen van de follikel ontstaat het gele lichaam. In afbeelding 2 zijn alle ontwikkelingsstadia in één doorsnede weergegeven.

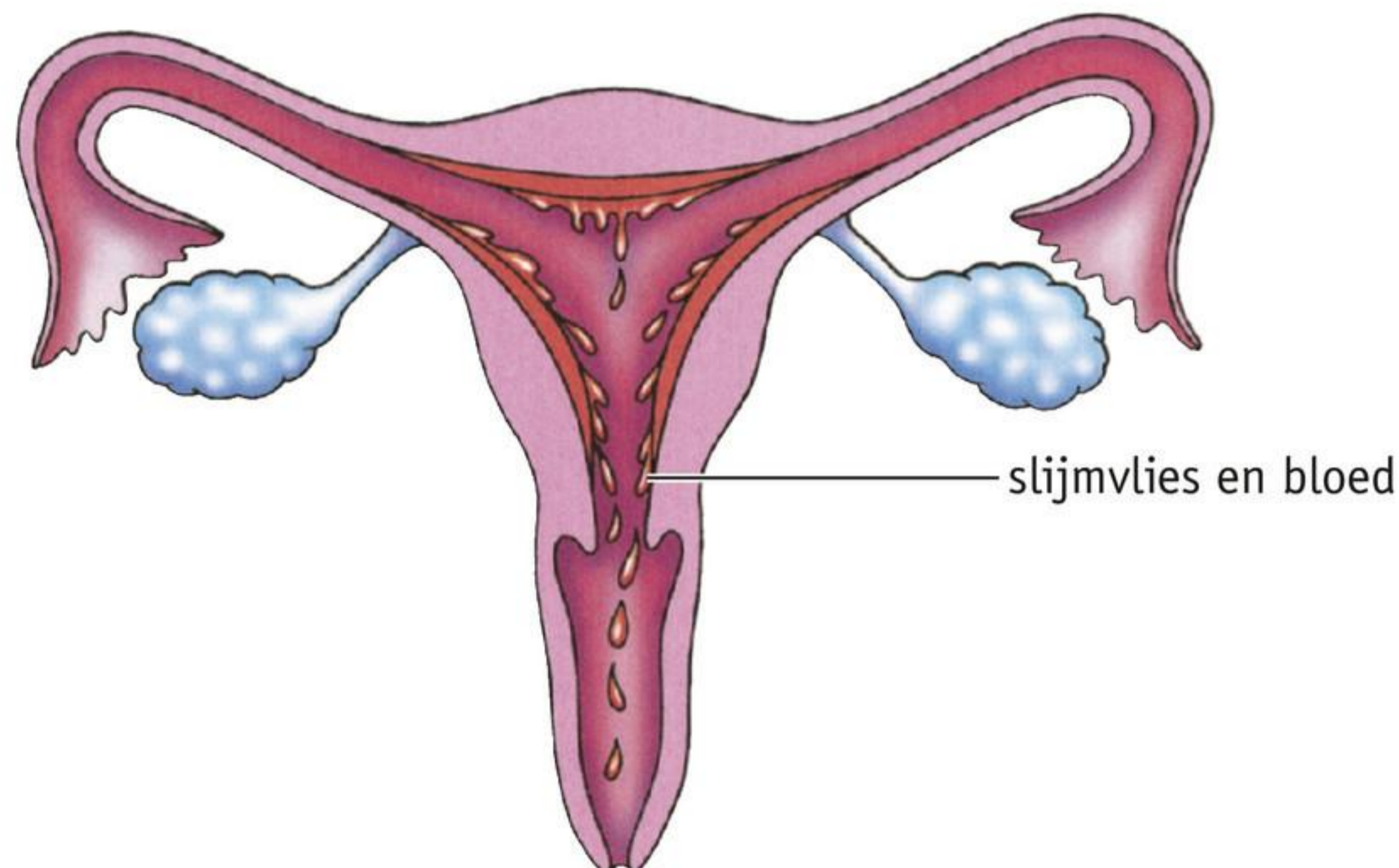
Cellen in de wand van de rijpende follikels produceren oestrogenen. Onder invloed van oestrogenen wordt het **baarmoederslijmvlies** dikker en meer doorbloed. Na de ovulatie maakt het gele lichaam hormonen die het dikke baarmoederslijmvlies in stand houden.

**Afb. 2** Ontwikkeling van een follikel in een eierstok (schematisch).



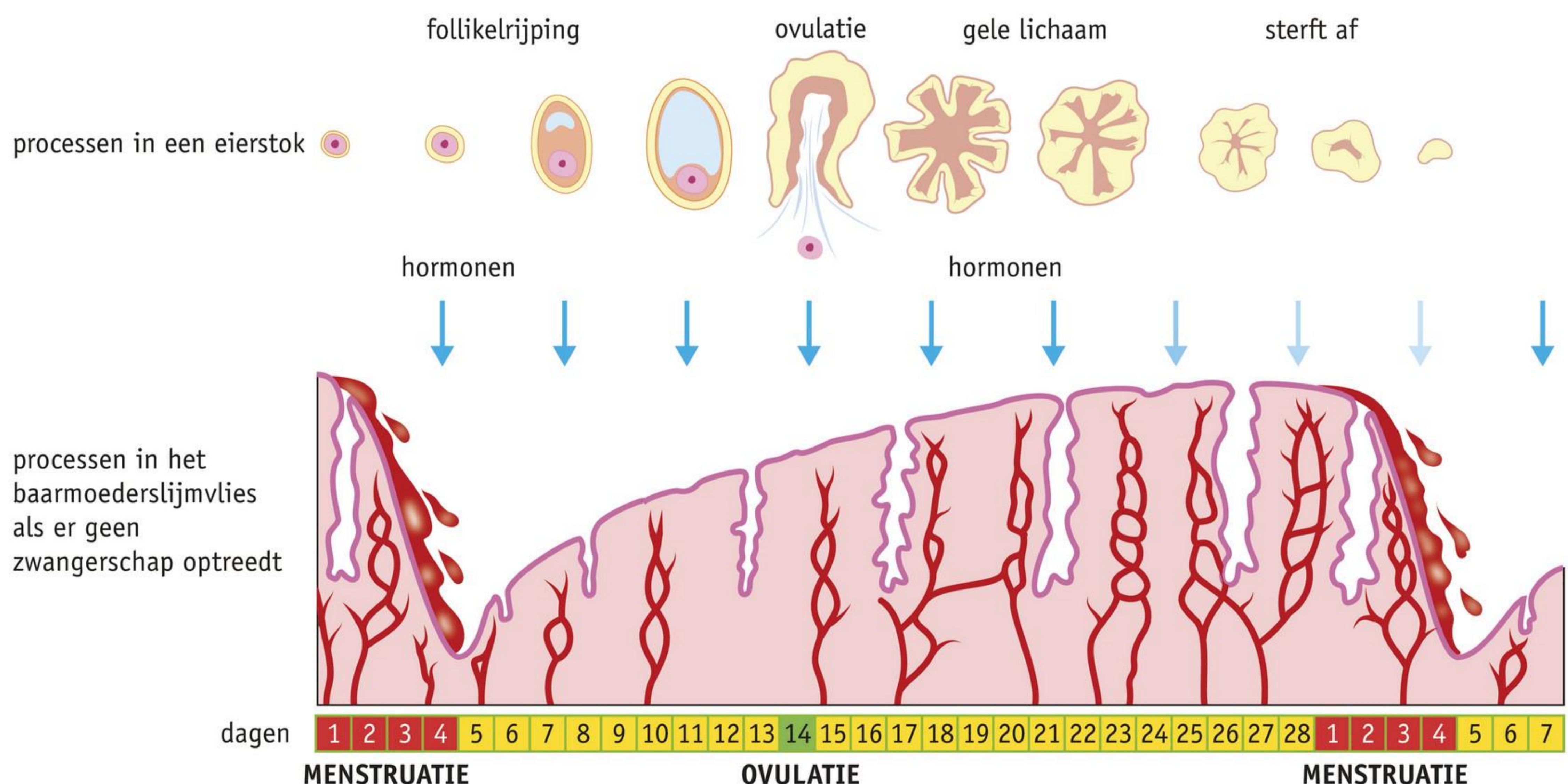
Als een vrijgekomen eikel niet wordt bevrucht, sterft het gele lichaam af. Het baarmoederslijmvlies wordt dan niet langer in stand gehouden en wordt gedeeltelijk afgestoten. Hierbij komt bloed vrij. Het slijmvlies gaat met slijm en bloed via de vagina uit het lichaam (zie afbeelding 3). Dit is de **menstruatie** of ongesteld zijn. Gemiddeld duurt de menstruatie vier tot zeven dagen. Tijdens de menstruatie kan een vrouw last hebben van buikkrampen. Dat komt doordat de spierlaag van de baarmoederwand samentrekt.

**Afb. 3** Slijmvlies en bloed worden tijdens de menstruatie afgevoerd.



Na de menstruatie rijpt een nieuwe follikel (zie afbeelding 4). Ongeveer veertien dagen na het begin van de menstruatie komt er weer een eikel vrij. Twee weken na de ovulatie is de eerste dag van de volgende menstruatie. Zo herhaalt de **menstruatiecyclus** zich telkens weer.

**Afb. 4** Verband tussen processen als er geen bevruchting plaatsvindt (schematisch).



Er zijn maar weinig vrouwen die precies elke vier weken ongesteld worden. Vaak is de menstruatiecyclus onregelmatig. Dat betekent dat de ene cyclus langer duurt dan de andere. Vooral de eerste jaren kan de menstruatiecyclus onregelmatig zijn. Bij een onregelmatige cyclus weet je niet precies wanneer de ovulatie plaatsvindt en wanneer je weer ongesteld wordt.

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.

### KENNIS

1

**a** Welk deel van het mannelijk voortplantingsstelsel hoort bij de functie?

- |   |                       |                                      |
|---|-----------------------|--------------------------------------|
| A Hierin liggen de teelballen en de bijballen.        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 balzak       |
| B Loopt door de penis en vervoert urine en sperma.    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 prostaat     |
| C Voegt vocht met voedingsstoffen aan zaadcellen toe. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 urinebuis    |
|   |                       | <input type="radio"/> 4 zaadblaasjes |

**b** Welk deel van het vrouwelijk voortplantingsstelsel hoort bij de functie?

- |   |                       |                                     |
|---|-----------------------|-------------------------------------|
| A Deze vervoeren eicellen.                                      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 baarmoeder  |
| B Hierin kan een bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 eierstokken |
| C Hierin vindt de ontwikkeling van eicellen plaats.             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 eileiders   |

2

**a** Eicellen zijn de vrouwelijke geslachtscellen.

Eicellen rijpen *elke 12 tot 24 uur / elke vier weken / voor de geboorte.*

**b** Wat wordt bedoeld met ovulatie of eisprong?

.....

**c** Welke weg leggen de zaadcellen bij een zaadlozing af?

Zet de delen in de juiste volgorde: *bijbal – prostaat – teelbal – urinebuis – zaadblaasjes – zaadleider.*

1 .....

2 .....

3 .....

4 .....

5 .....

6 .....

**d** De zaadcellen worden aangemaakt door een speciale celdeling.

Hoe heet deze celdeling? .....

3

In afbeelding 5 zie je een menstruatiecyclus van 28 dagen.

**a** Deze vrouw is vier dagen ongesteld.

Welke dagen zijn dit?

dag ..... tot en met .....

**b** Op welke dag vindt bij deze vrouw waarschijnlijk de ovulatie plaats?

op dag .....

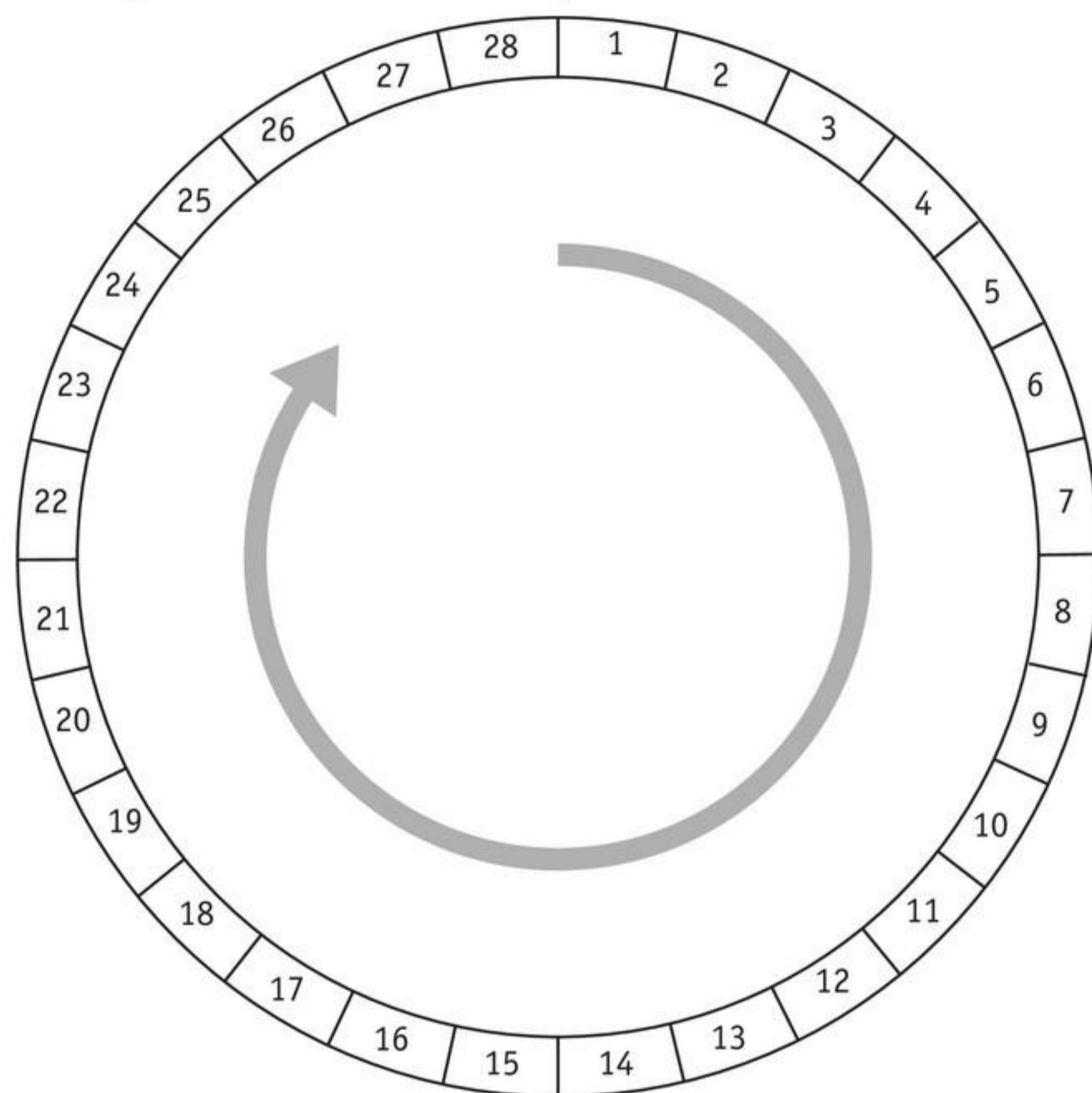
**c** Op welke dagen wordt het baarmoederslijmvlies dikker onder invloed van hormonen van rijpende follikels?

op dag ..... tot en met .....

**d** Op welke dagen is het baarmoederslijmvlies dik onder invloed van hormonen uit het gele lichaam?

op dag ..... tot en met .....

**Afb. 5** De menstruatiecyclus.



4

In afbeelding 6 zie je de rijping en de verdere ontwikkeling van een follikel in fasen weergegeven.

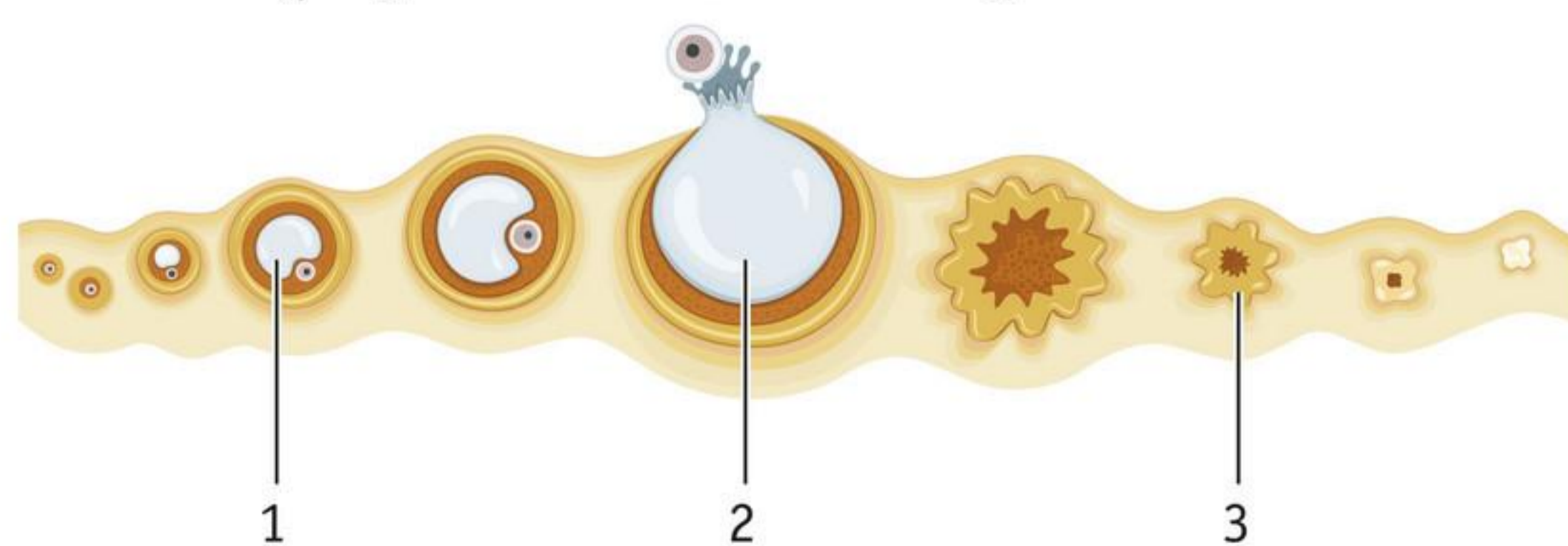
Hoe heten de fasen? Kies uit: *gele lichaam* – *ovulatie* – *rijping follikel*.

Fase 1 = .....

Fase 2 = .....

Fase 3 = .....

**Afb. 6** Rijping en verdere ontwikkeling van een follikel.



5

**Samenvatting**



Noteer in de vakken van afbeelding 7 en 8 wat er op de aangewezen plaats van de mannelijke en de vrouwelijke geslachtsorganen gebeurt.

Maak afbeelding 9 af door de ontbrekende woorden in te vullen.

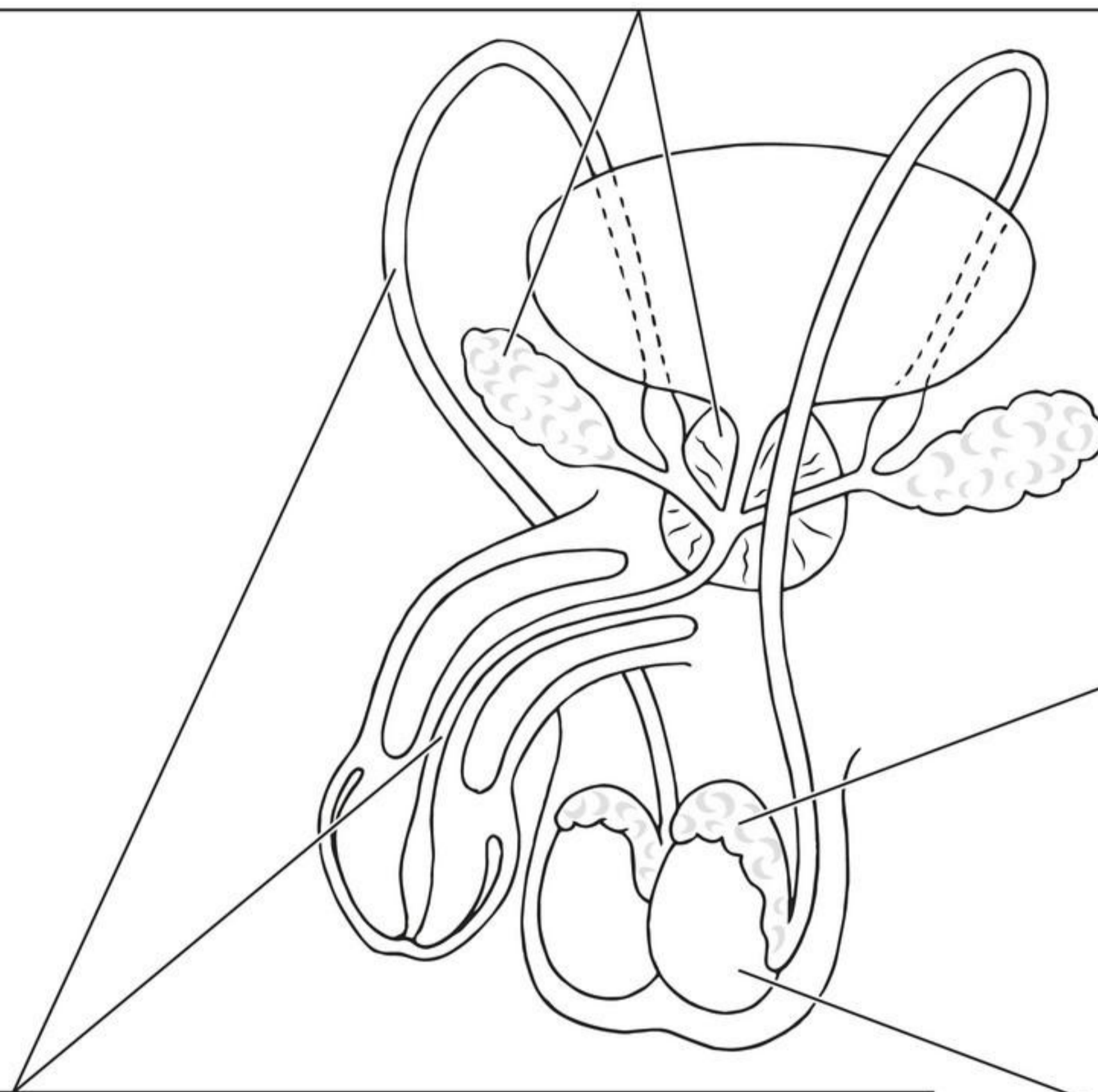
**Afb. 7** Mannelijke geslachtsorganen.

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

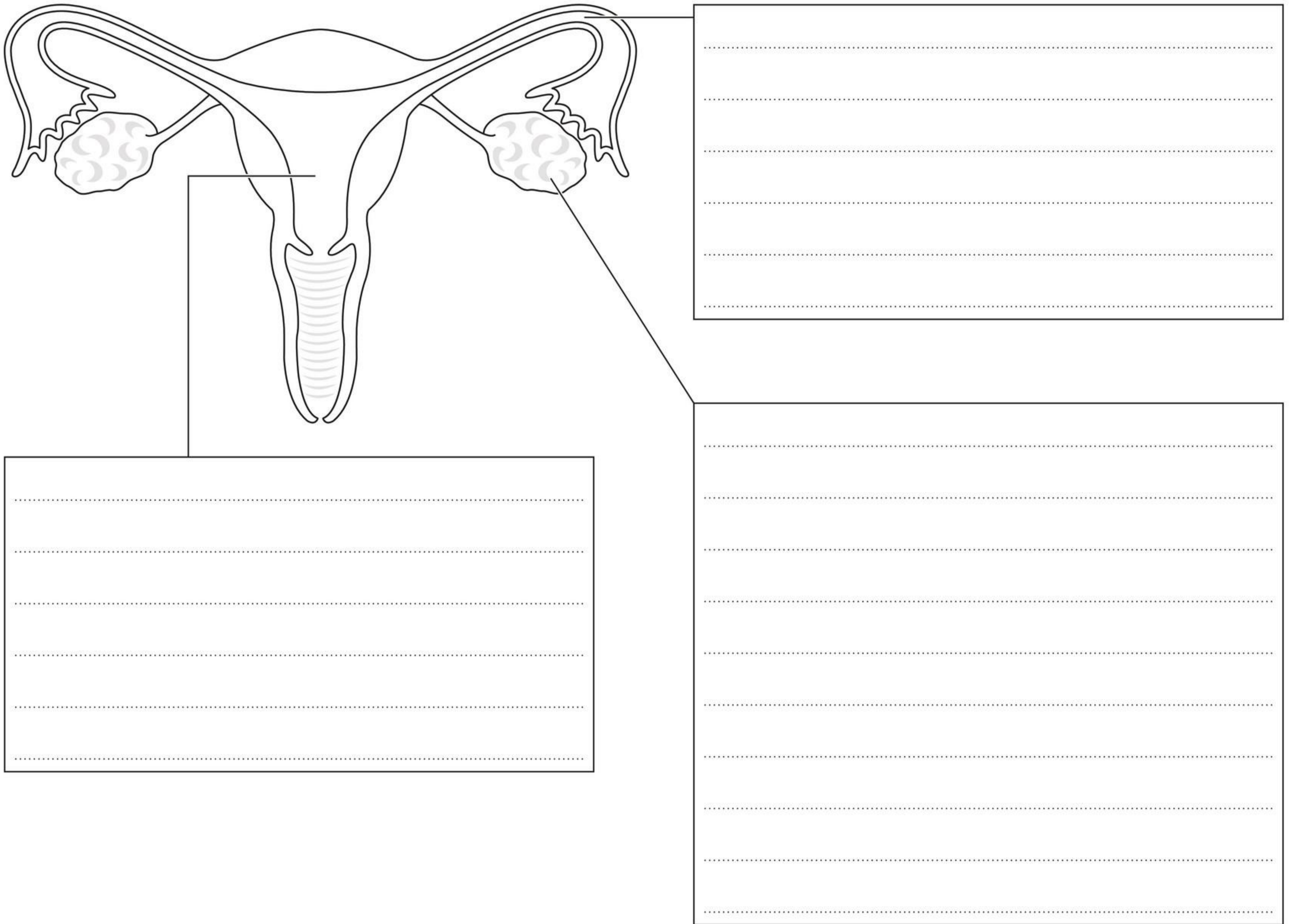
.....

.....

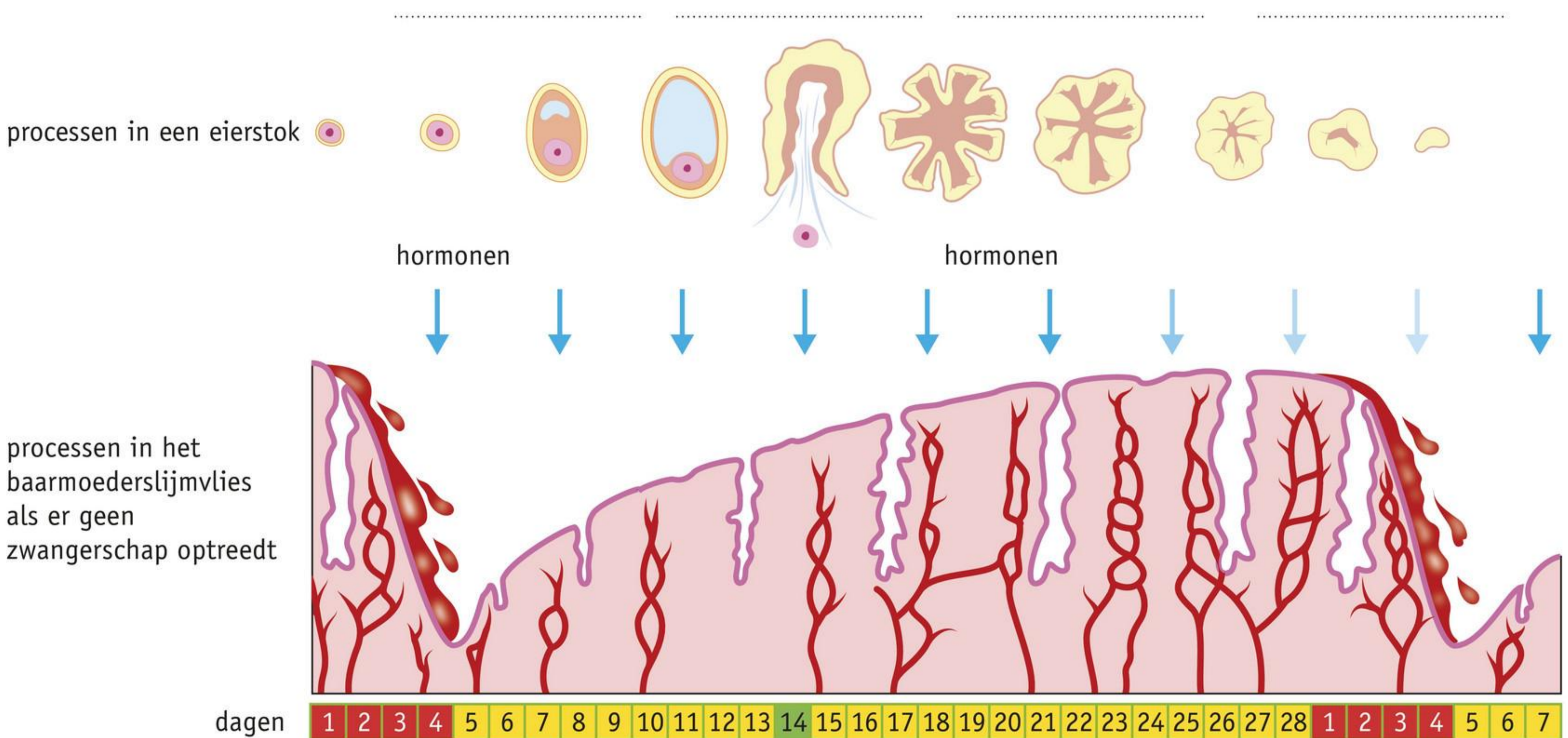
.....

.....

**Afb. 8** Vrouwelijke geslachtsorganen.



**Afb. 9** Verband tussen processen als er geen bevruchting plaatsvindt (schematisch).



## INZICHT

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

6

Bij de geboorte zijn alle eicellen al aanwezig in de eierstokken.

- a Bij Roos komt de eerste eicel vrij als ze 13 jaar is. Als ze 49 jaar is, komt ze in de overgang.  
Bij Roos komt elke vier weken een eicel vrij. Ze krijgt geen kinderen.  
Bereken hoeveel eicellen er minimaal in haar eierstokken zaten bij haar geboorte.
- b Donia komt vervroegd in de overgang. Ze is pas 32 jaar en had graag kinderen gewild.  
Leg uit dat Donia geen kinderen meer kan krijgen.

7

Door een bacteriële ontsteking kunnen eileiders verstopt raken.

- a Worden er nog geslachtshormonen gemaakt als de eileiders verstopt zijn? Leg je antwoord uit.
- b Zijn er nog ovulaties als de eileiders verstopt zijn? En menstruaties? Leg je antwoord uit.

+ 8

Lees de tekst 'Eierstok naar arm getransplanteerd'.

- a Welke gevolgen heeft bestraling voor de eierstokken?
- b Waardoor komt een jonge vrouw na het verlies van haar eierstokken vervroegd in de overgang?
- c De getransplanteerde eierstok werd op een ader en een slagader aangesloten.  
Dat is nodig voor de aanvoer van zuurstof en voedingsstoffen en de afvoer van koolstofdioxide en afvalstoffen.  
Noem nog een reden waarom het belangrijk is dat de eierstok op het bloedvatstelsel wordt aangesloten.

**Afb. 10**

### Eierstok naar arm getransplanteerd

Gynaecologen en vaatchirurgen van het Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC) hebben bij een vrouw een eierstok naar de bovenarm verplaatst. Bij de vrouw moest wegens kanker de baarmoeder worden verwijderd. Omdat de noodzakelijke nabestraling schadelijk zou zijn, werd besloten tot verplaatsing van de eierstok. Door het verlies van de eierstokken op jonge leeftijd komt een vrouw vervroegd in de overgang. De vrouw loopt een grotere kans op hart- en vaatziekten en wordt geconfronteerd met botontkalking. De Leidse specialisten transplanteerden de eierstok naar de bovenarm en sloten die aan op een ader en slagader. De eierstok produceert inmiddels hormonen. Daardoor is een vervroegde overgang voorkomen.

*Bron: nu.nl, 'Leidse artsen transplanteren eierstok naar arm'.*

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 4 Zwanger worden

## LEERDOELEN

- 2.4.1 Je kunt beschrijven hoe bevruchting bij de mens verloopt.
- 2.4.2 Je kunt de verschillen tussen zaadcellen en eicellen noemen.
- 2.4.3 Je kunt de embryonale ontwikkeling beschrijven.
- 2.4.4 Je kunt beschrijven hoe eeneiige en twee-eiige tweelingen ontstaan.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	2.4.1	2.4.2	2.4.3	2.4.4
Onthouden	2a	1a		4ab
Begrijpen	1b, 5, 8ab, 9ab	5	2b, 3, 5, 7ab	4cd, 5
Toepassen	6, 8cde, 9cde		10ad	7c
Analyseren	10bc			

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

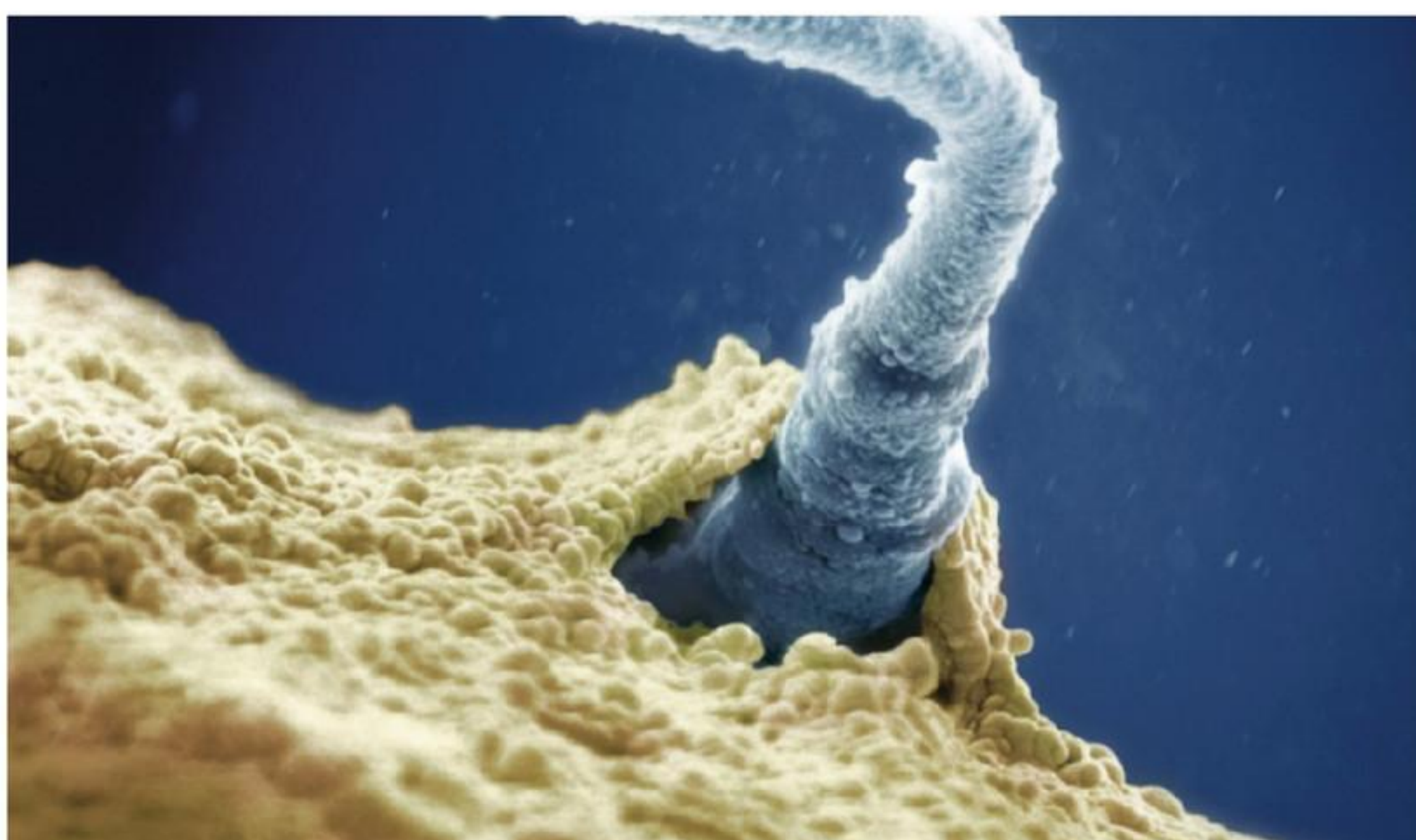
## BEVRUCHTING

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'). Het sperma komt dan in de vagina van de vrouw.

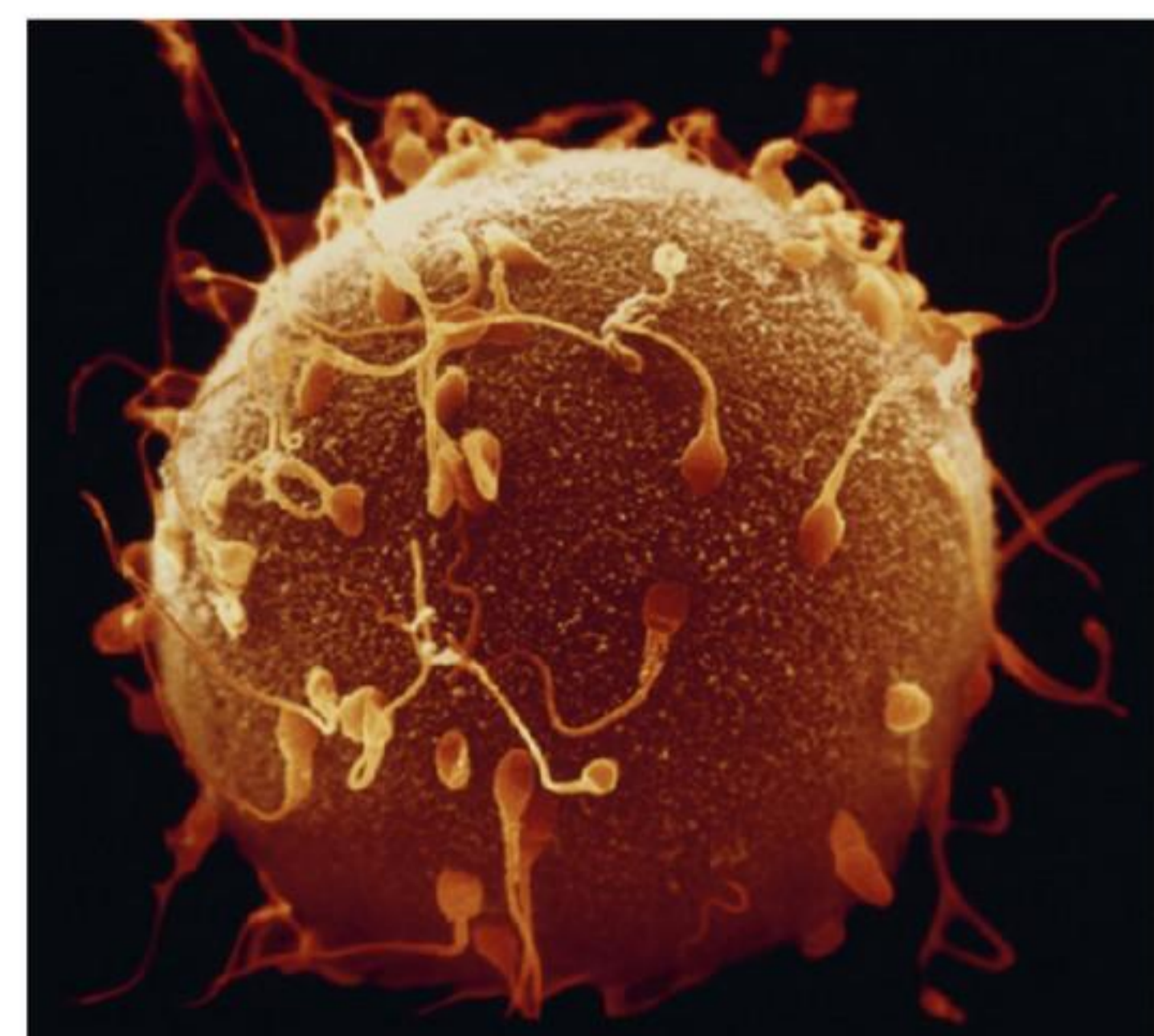
Als sperma in de vagina komt, bewegen de zaadcellen met behulp van hun zweepstaart naar een eikel. De eikel is groot doordat hij veel reservevoedsel bevat. Dit reservevoedsel is nodig voor de eerste ontwikkeling van de bevruchte eikel. Een zaadcel bevat geen reservevoedsel. Zaadcellen krijgen hun energie uit het vocht van de zaadblaasjes en de prostaat.

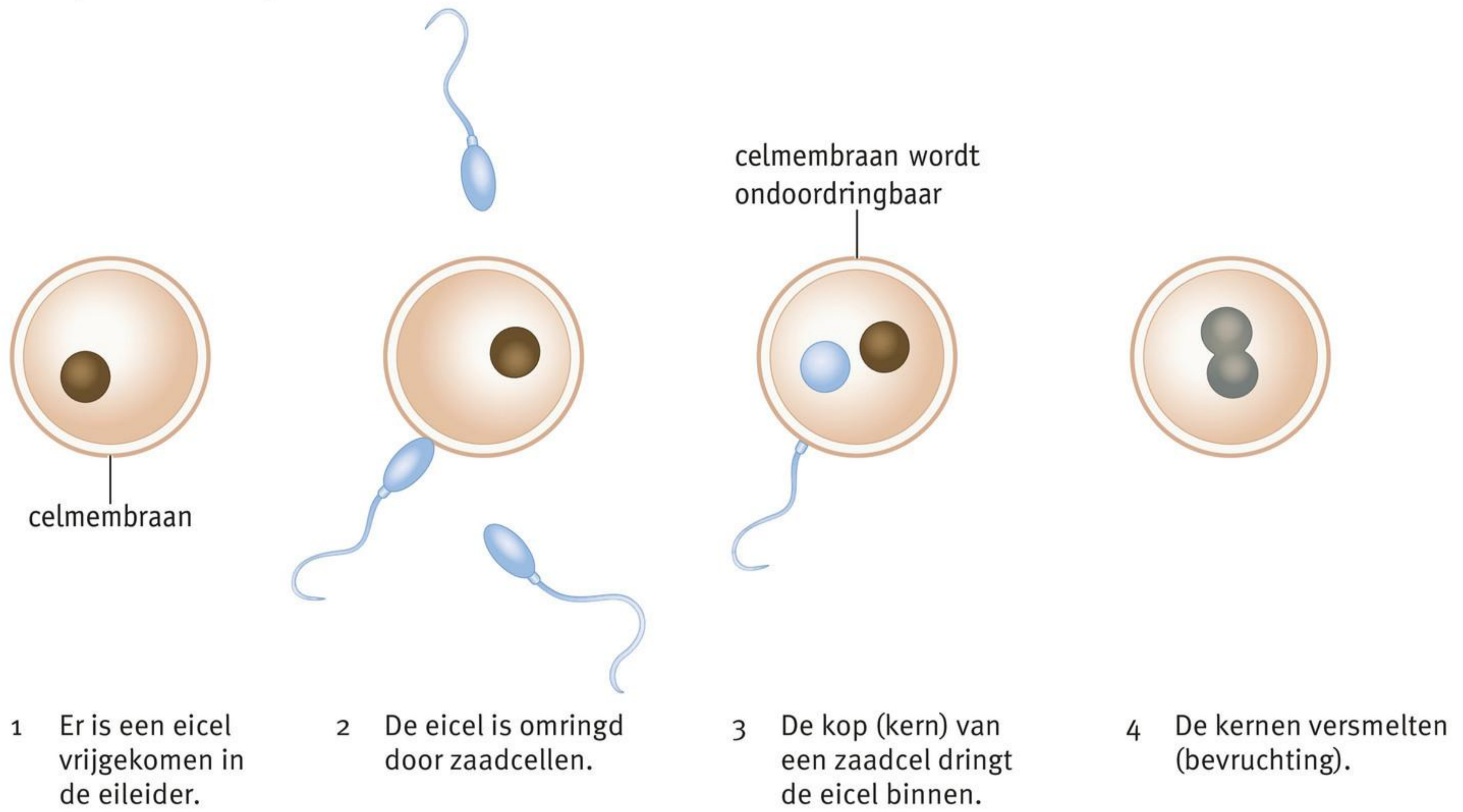
Een zaadcel kan in het lichaam van een vrouw ongeveer drie dagen in leven blijven. Een eikel blijft na de ovulatie 12 tot 24 uur in leven. De periode in de menstruatiecyclus waarin een eikel bevrucht kan worden, noem je de 'vruchtbare periode'. **Bevruchting** vindt in de eileiders plaats. Dus om bevruchting mogelijk te maken moeten een eikel en zaadcellen in de eileider aanwezig zijn. Als een zaadcel daar een eikel vindt, dringt de kop van de zaadcel de eikel binnen (zie afbeelding 1). Als één zaadcel binnen is, wordt het celmembraan van de eikel ondoordringbaar. Hierdoor kunnen de andere zaadcellen de eikel niet meer in (zie afbeelding 2). In de eikel smelten de kernen van de eikel en de zaadcel samen. Dit is de bevruchting (zie afbeelding 3).

**Afb. 1** Een zaadcel dringt een eikel binnen.



**Afb. 2** Overgebleven zaadcellen op de bevruchte eikel.

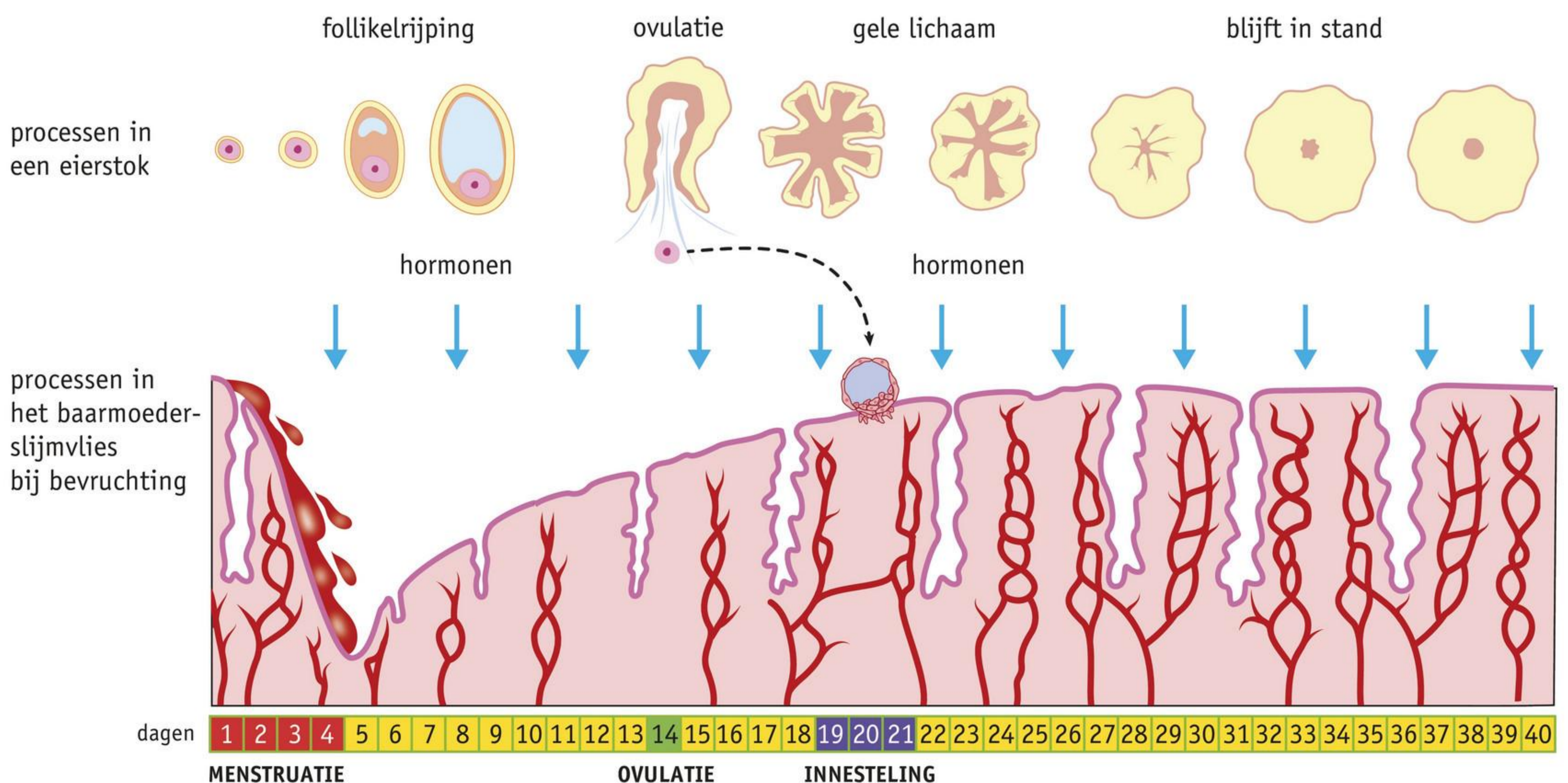


**Afb. 3** Bevruchting van een eikel (schematisch).

Niet iedereen die een kinderwens heeft, kan door geslachtsgemeenschap zwanger worden. Bij sommige stellen is zwanger worden onmogelijk, bijvoorbeeld doordat de man onvruchtbaar is. Voor alleenstaande vrouwen of lesbische stellen is een zaaddonor nodig om zwanger te kunnen worden. Alleenstaande mannen en homoseksuele stellen hebben een draagmoeder nodig om een kind te kunnen krijgen. In die gevallen is ivf of icsi een optie. De bevruchting vindt dan niet in het lichaam plaats, maar in een laboratorium. In Nederland is een op de dertig geboren kinderen het resultaat van een ivf- of icsi-behandeling.

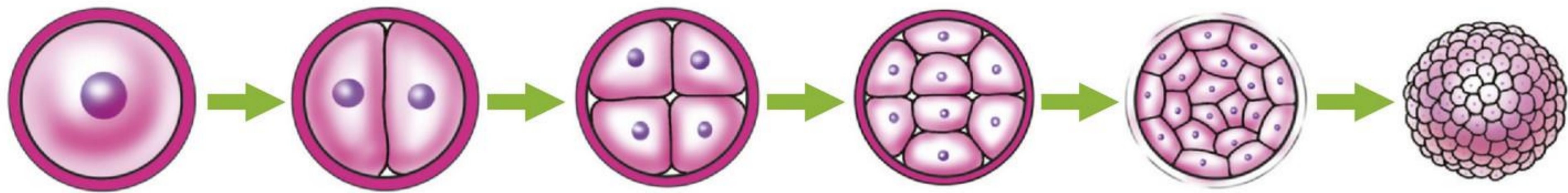
## ZWANGER

Als de eikel wordt bevrucht, blijft het gele lichaam in stand. Het blijft hormonen produceren om het baarmoederslijmvlies dik en goed doorbloed te houden. Het baarmoederslijmvlies wordt dan niet afgestoten (zie afbeelding 4). De vrouw wordt na de laatste dag van haar cyclus niet ongesteld. Ze is dan 'over tijd'.

**Afb. 4** Verband tussen processen als er bevruchting plaatsvindt (schematisch).

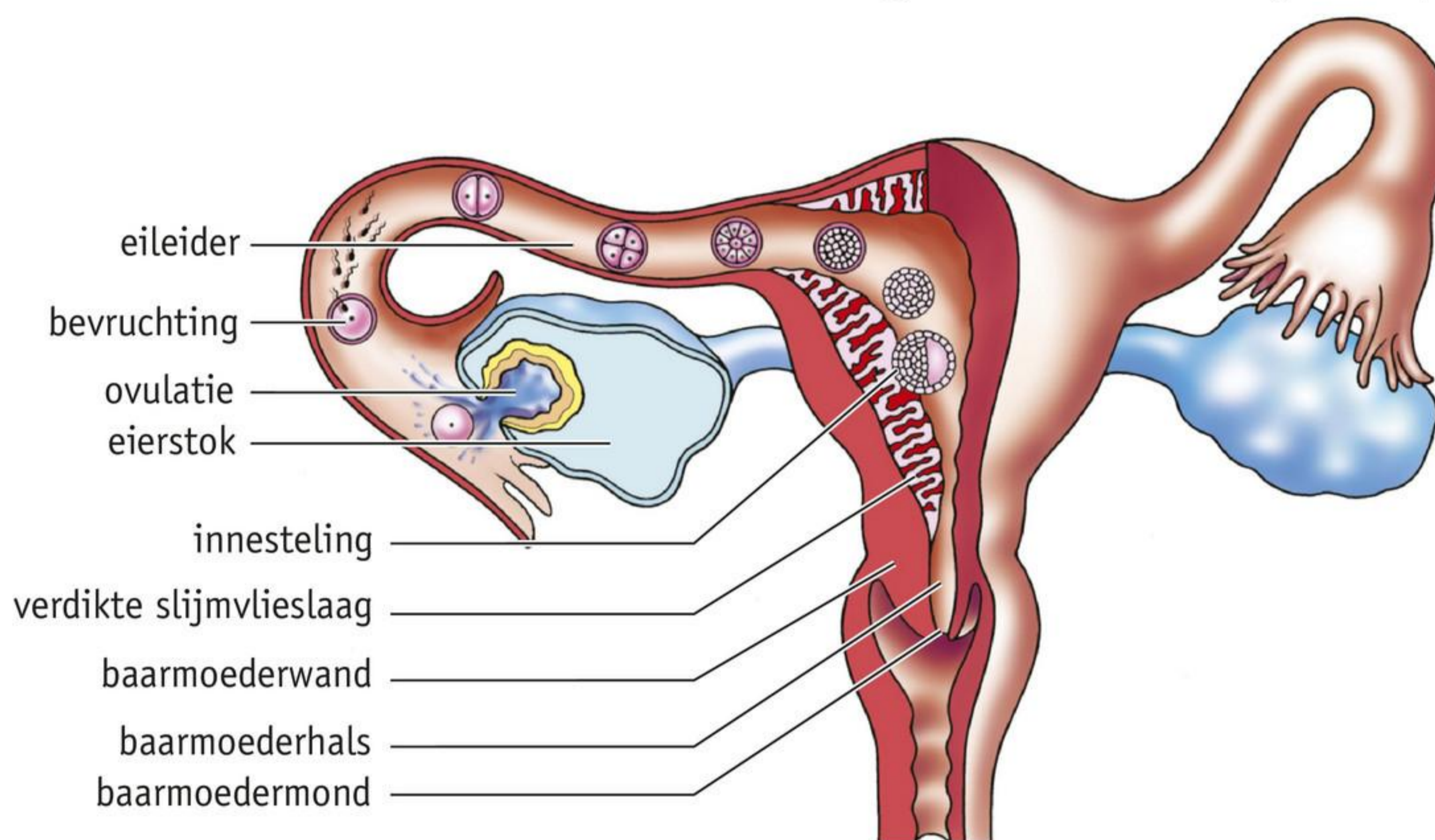
De bevruchte eicel deelt zich meteen een aantal keren tot een klompje ontstaat (zie afbeelding 5). Er komen cellen bij, maar er vindt geen plasmagroei plaats: het klompje wordt niet groter. Het klompje cellen wordt naar de baarmoeder geleid. Dit proces duurt vijf tot twaalf dagen.

**Afb. 5** Bevruchte eicel die zich deelt (schematisch).



Het klompje cellen nestelt zich in het baarmoederslijmvlies. Dit heet **innesteling** (zie afbeelding 6). De vrouw is nu zwanger. Als er niets misgaat, zal het klompje cellen door gewone celdelingen (mitose) groter worden en uitgroeien tot een baby.

**Afb. 6** Vervoer naar de baarmoeder en innesteling in het baarmoederslijmvlies (schematisch).



Het ingenestelde klompje cellen is gevuld met vocht. Het heeft aan één kant een verdikking. Uit deze verdikking ontstaat het **embryo**. Zo noem je het nieuwe leven de eerste acht weken na de bevruchting.

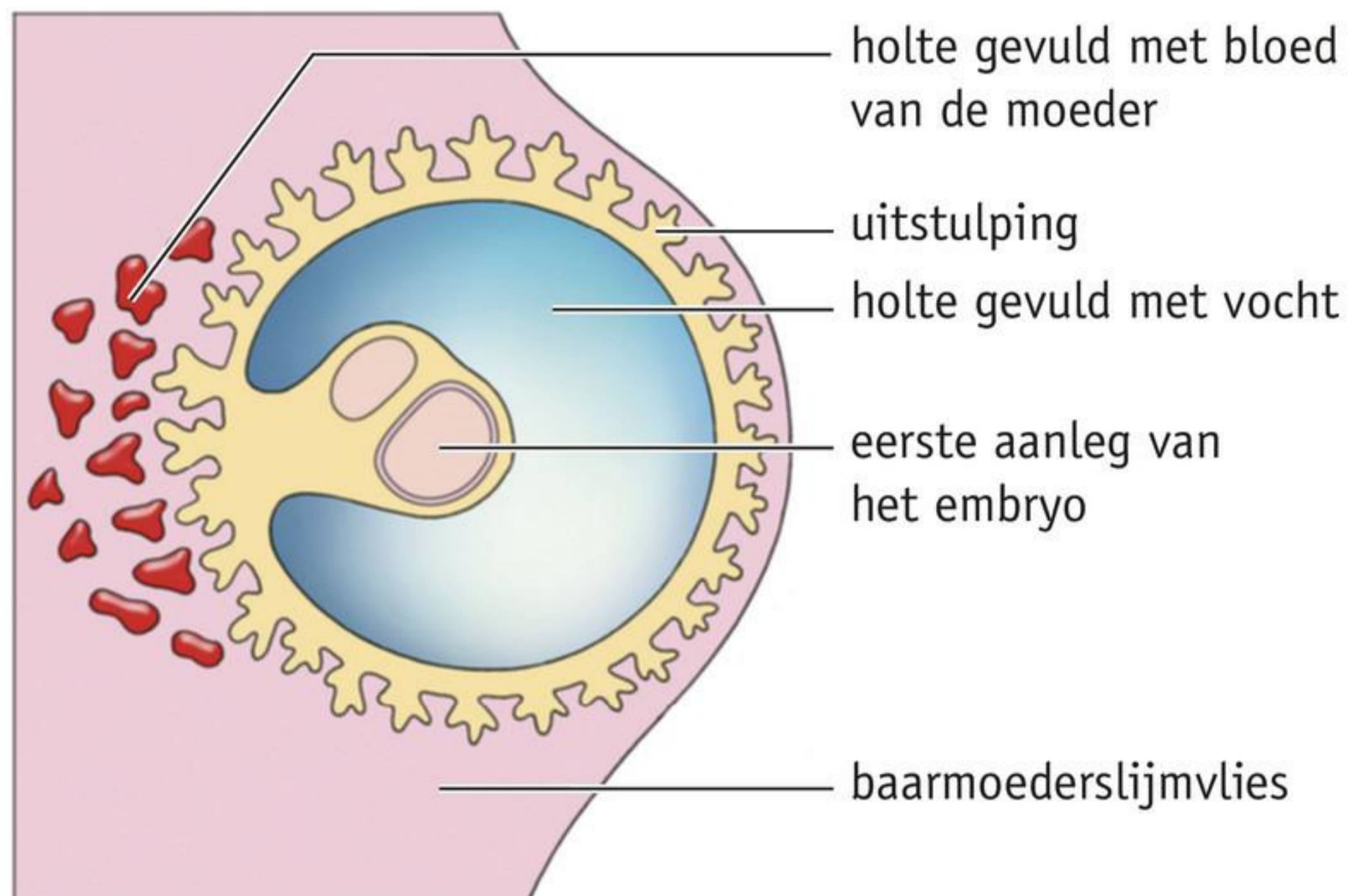
Vanaf de innesteling maakt het embryo het hormoon HCG. Dit hormoon zorgt ervoor dat het gele lichaam in stand blijft. Het voorkomt ook dat er nieuwe follikels rijpen. Een deel van het HCG wordt via de nieren van de moeder uitgescheiden. Vanaf een week na de innesteling bevat de urine van een zwangere vrouw HCG. Je kunt dit aantonen met een zwangerschapstest. Als het hormoon aanwezig is, geeft de test een positief resultaat (zwanger).

Bij ongeveer 10 tot 15% van de zwangerschappen krijgt de vrouw een miskraam. Dat betekent dat het embryo wordt afgestoten. De vrouw is dan niet meer zwanger en haar menstruatiecyclus begint weer opnieuw.

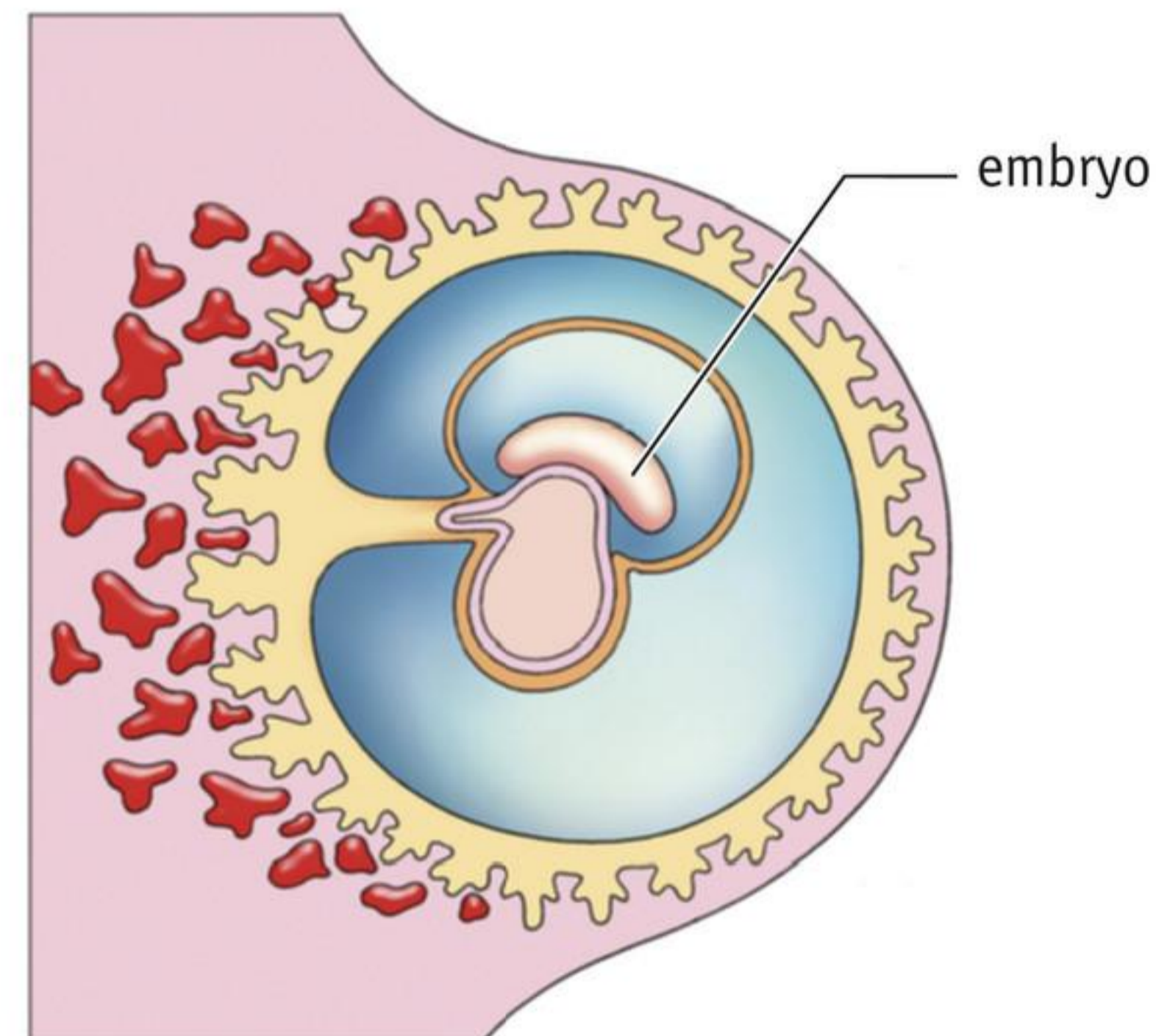
## PLACENTA

In het baarmoederslijmvlies zitten holten die gevuld zijn met bloed van de moeder (zie afbeelding 7). Via uitstulpingen neemt het embryo zuurstof en voedingsstoffen op uit dit bloed. Daardoor kan het embryo groeien. Terwijl het embryo zich ontwikkelt, ontstaat de placenta. De **placenta (moederkoek)** bestaat uit weefsel van de moeder en weefsel van het embryo. Het weefsel van het embryo in de placenta gaat nu ook HCG maken.

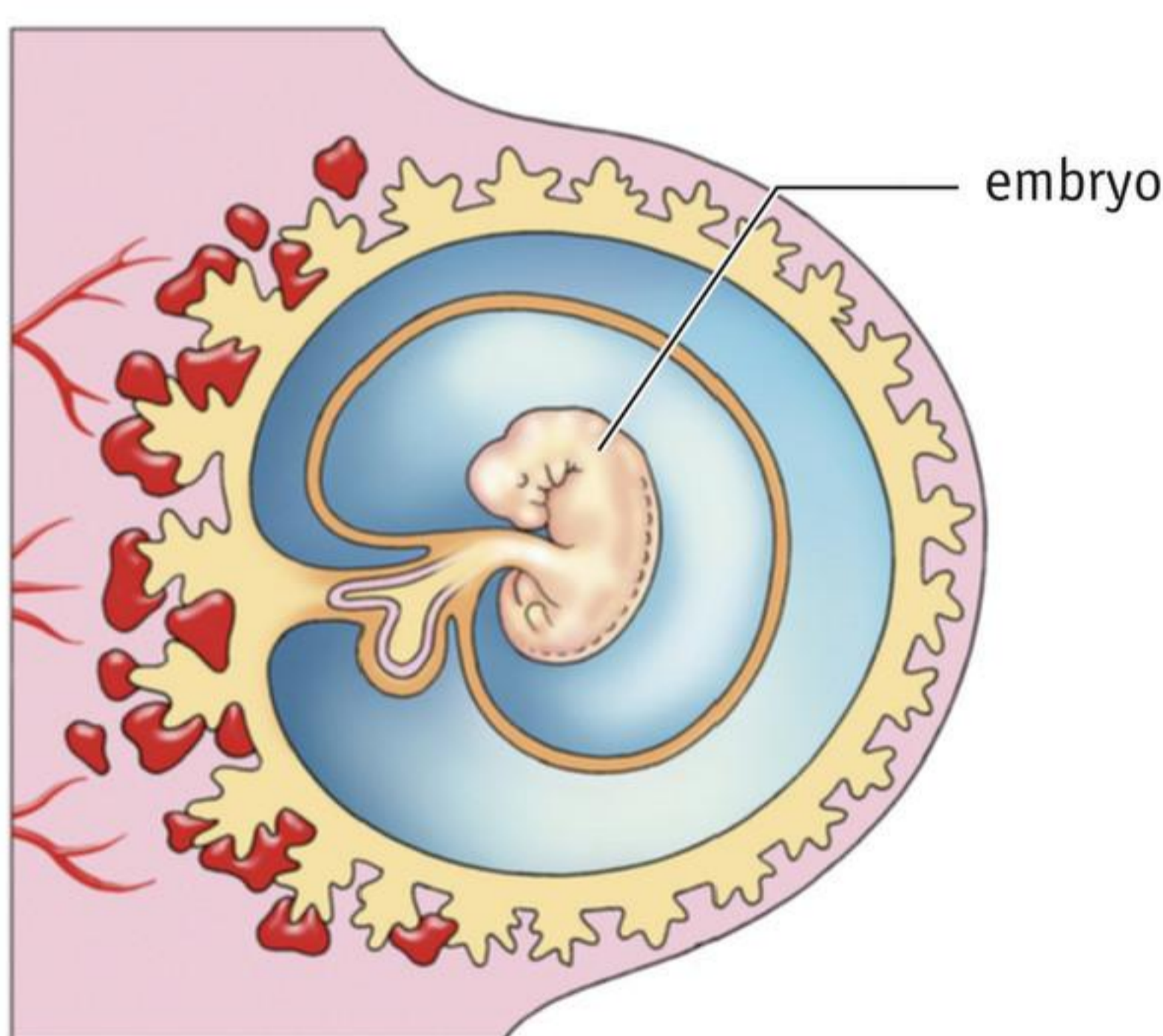
**Afb. 7** Ontwikkeling van het embryo en de placenta (schematisch).



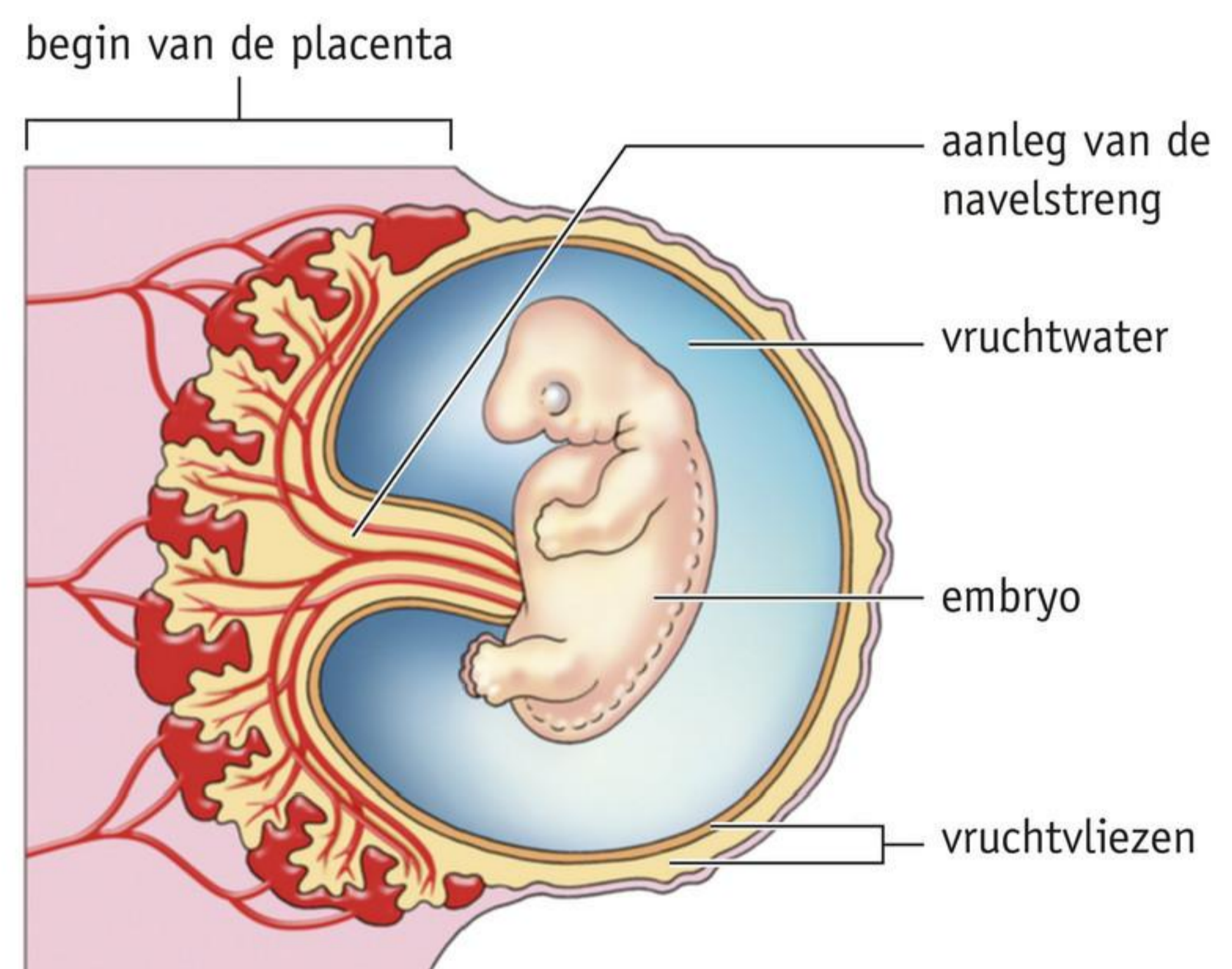
1 enkele dagen na de innesteling



2 ontwikkeling van het embryo

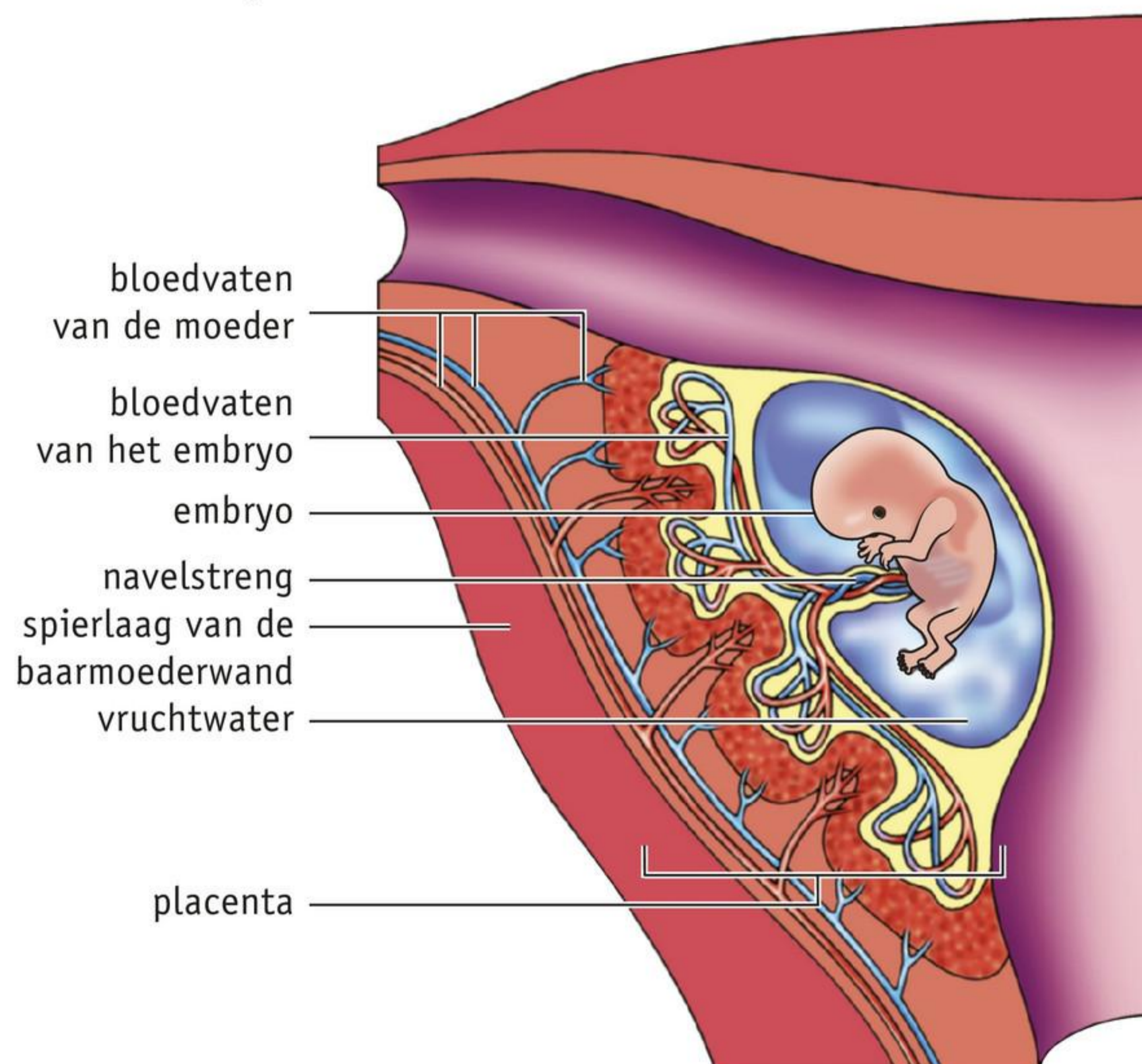


3 ontwikkeling van de placenta



4 embryo met vruchtvliezen en placenta

In de placenta stroomt bloed van het embryo vlak langs het bloed van de moeder (zie afbeelding 8). Hierdoor kunnen stoffen worden uitgewisseld tussen moeder en embryo. Het bloed van de moeder stroomt *niet* door het embryo, maar blijft gescheiden van het bloed van het embryo. Alleen bepaalde stoffen gaan van de moeder naar het embryo en andersom.

**Afb. 8** Embryo in de baarmoeder (schematisch).

Koolstofdioxide, water en andere afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder. Zuurstof en voedingsstoffen (onder andere glucose) gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo.

Ook ziekteverwekkers kunnen door de wanden van de bloedvaten heen, net als alcohol, nicotine, drugs en sommige geneesmiddelen. Deze schadelijke stoffen komen op die manier in het bloed van het embryo. Ze kunnen de groei van het embryo remmen of afwijkingen veroorzaken. Vooral in de eerste acht weken is het embryo kwetsbaar. De weefsels en organen zijn dan volop in ontwikkeling.

### NAVELSTRENG EN VRUCHTWATER

Het embryo is door de **navelstreng** verbonden met de placenta. De navelstreng bestaat helemaal uit weefsels van het embryo. In de navelstreng lopen drie bloedvaten: twee navelstrengslagaders en één navelstrengader (zie afbeelding 9) op de volgende bladzijde.

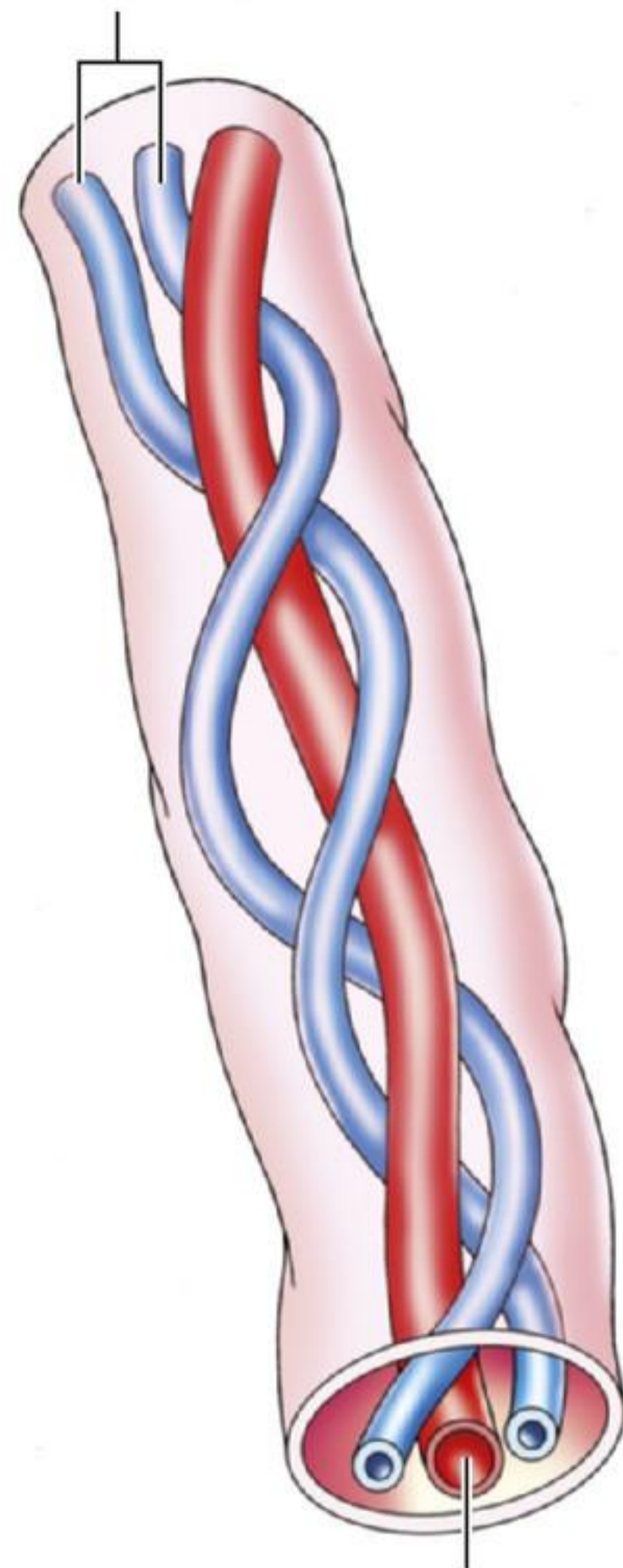
In tabel 1 staat de stroomrichting en de samenstelling van het bloed in deze bloedvaten.

**Tabel 1** Bloedvaten in de navelstreng.

		Navelstrengslagaders	Navelstrengader
<b>Stroomrichting</b>		van embryo naar placenta	van placenta naar embryo
<b>Samenstelling</b>	veel	koolstofdioxide en andere afvalstoffen	zuurstof en voedingsstoffen
	weinig	zuurstof en voedingsstoffen	koolstofdioxide en andere afvalstoffen

**Afb. 9** Bloedvaten in de navelstreng.

navelstrengslagaders



navelstrengader

1 navelstreng (schematisch)



2 navelstreng

Het embryo ligt in het **vruchtwater**. Dit beschermt het embryo tegen uitdroging en stoten. Het zorgt ook voor een constante temperatuur in de baarmoeder. Het embryo kan zich in het vruchtwater gemakkelijk bewegen. Om het vruchtwater heen liggen twee **vruchtvliezen** (zie afbeelding 7.4) die bestaan uit weefsels van het embryo.

### FOETUS

Vanaf de derde maand wordt het embryo een **foetus** (spreek uit: feutus) genoemd. Bij een foetus zijn alle belangrijke organen gevormd en liggen ze op de juiste plek (zie afbeelding 10). Veel organen werken al voor de geboorte. De baby wordt gemiddeld 38 weken na de bevruchting geboren.

**Afb. 10** Ontwikkeling en groei van embryo en foetus.

1 embryo van zeven weken



2 foetus van vier maanden



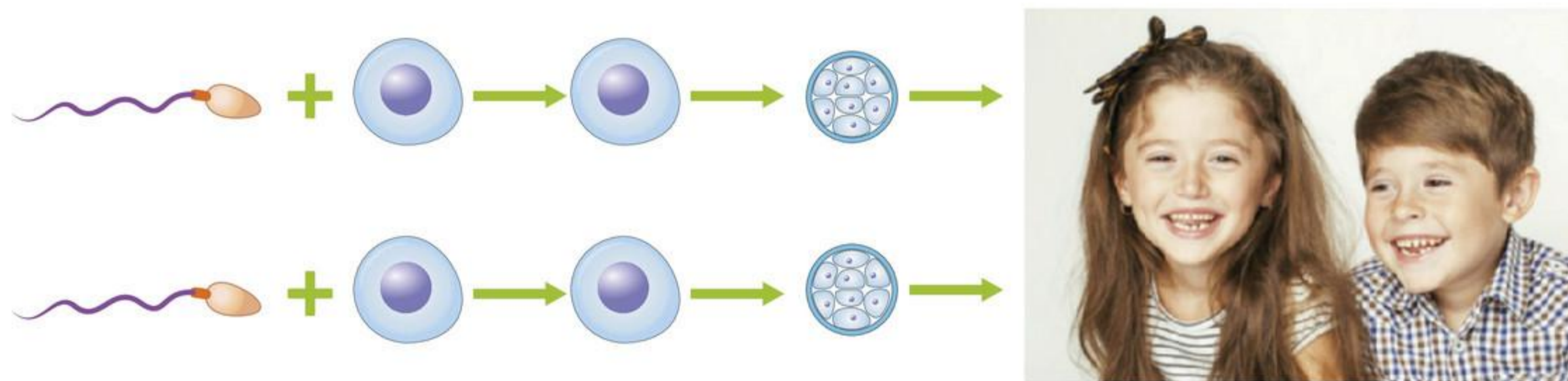
2 foetus van zes maanden

**TWEELINGEN**

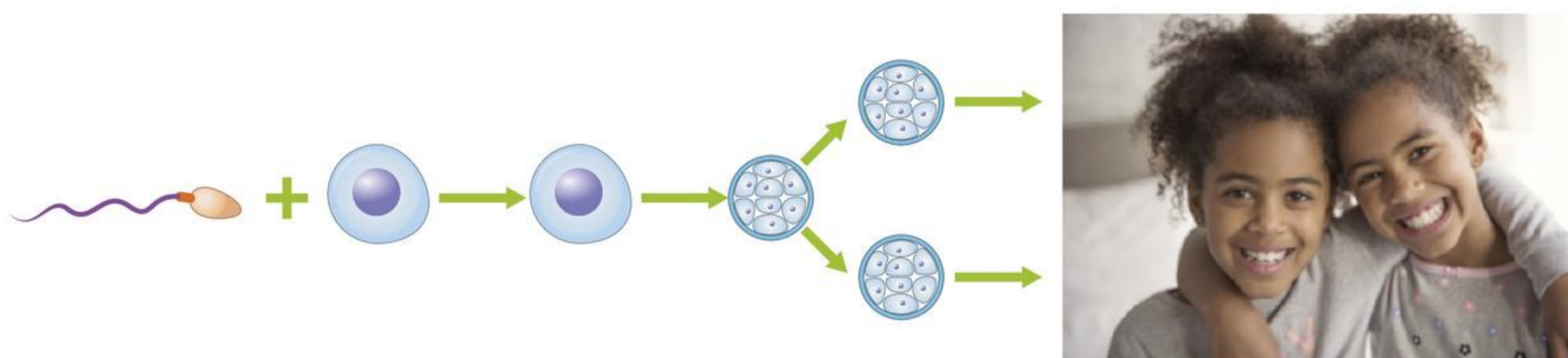
Meestal wordt één eicel bevrucht door één zaadcel en groeit de bevruchte eicel uit tot één baby. Bij een tweeling gaat dat anders. Er zijn twee soorten tweelingen:

- Een **twee-eiige tweeling** ontstaat uit twee eicellen. Er zijn twee eicellen vrijgekomen tijdens de ovulatie. Beide eicellen worden bevrucht. Er ontstaan twee klompjes cellen. Beide nestelen zich in het baarmoederslijmvlies in (zie afbeelding 11.1).
- Een **eeneiige tweeling** ontstaat uit één bevruchte eicel. Tijdens de eerste delingen raken cellen los van elkaar. Er ontstaan dan twee losse klompjes cellen. Beide klompjes cellen nestelen zich in het baarmoederslijmvlies in (zie afbeelding 11.2).

**Afb. 11** Tweelingen.



1 twee-eiige tweeling



2 eeneiige tweeling

**KENNIS**

1

- a** Een eicel en een zaadcel verschillen in functie. Daardoor verschilt ook hun bouw.
- 1 Deze cel is in verhouding groot. *eicel / zaadcel*
  - 2 Deze cel kan zelf bewegen. *eicel / zaadcel*
  - 3 Deze cel bevat reservevoedsel. *eicel / zaadcel*
- b** Door hoeveel zaadcellen kan één eicel worden bevrucht? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

.....

2

a Hoe komt bevruchting tot stand?

- 1 Zaadcellen die in de ..... komen, bewegen via de ..... naar een van de twee .....
- 2 Een eicel kan worden bevrucht door een ..... in een .....
- 3 Bij bevruchting ..... de kernen van een zaadcel en een .....
- 4 Er ontstaat dan een .....
- 5 Hieruit ontstaat door ..... een klompje cellen.
- 6 Het klompje cellen gaat naar de .....
- 7 Daar vindt de ..... plaats.

b Uit een bevruchte eicel ontstaat een klompje cellen.

Welke fase van mitose vindt daarbij *niet* plaats? .....

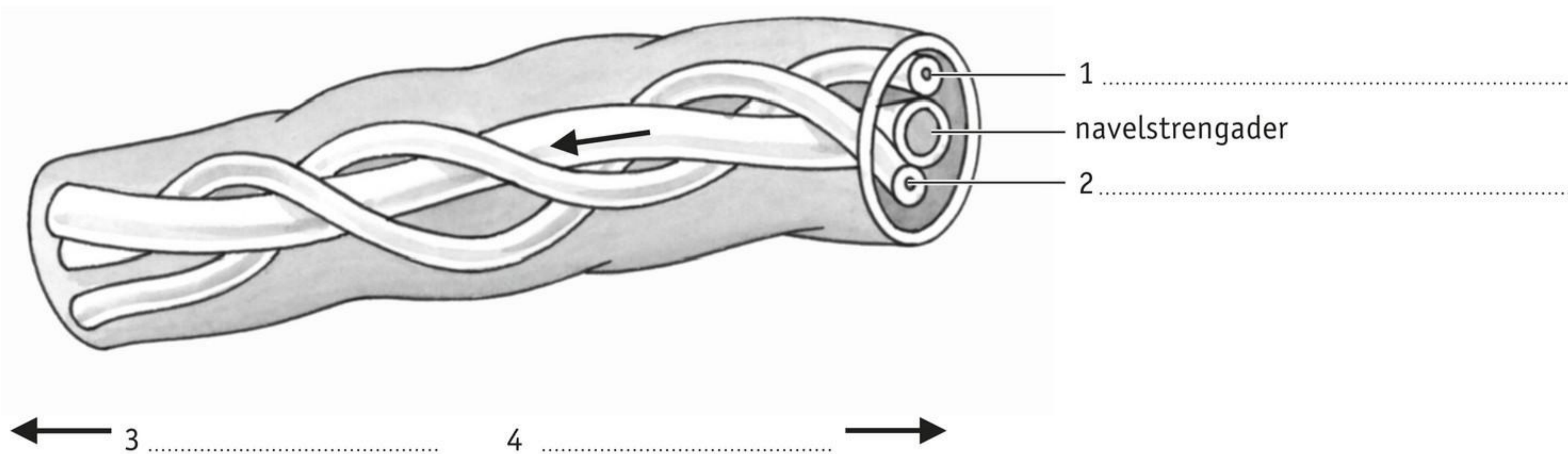
3



In afbeelding 12 is een deel van de navelstreng schematisch getekend. De navelstrengader is aangegeven.

- Zet de naam van de andere twee bloedvaten erbij.
- De pijl in de navelstrengader geeft de stroomrichting van het bloed aan. Geef in de andere twee bloedvaten met pijlen de stroomrichting van het bloed aan.
- Geef bij de pijlen onder de tekening aan in welke richting het embryo zich bevindt en in welke richting de placenta.
- Kleur het bloedvat (de bloedvaten) waardoor zuurstofrijk bloed stroomt rood.
- Kleur het bloedvat (de bloedvaten) waardoor zuurstofarm bloed stroomt blauw.

Afb. 12 Deel van de navelstreng (schematisch).



4

a Door hoeveel zaadcellen wordt de eicel bevrucht bij een eeneiige tweeling?

door 1 / 2 zaadcellen

b Uit hoeveel eicellen en zaadcellen ontstaat een twee-eiige tweeling?

uit 1 / 2 eicellen en 1 / 2 zaadcellen

c Isa is een eeneiige tweeling.

Heeft zij een tweelingbroer of een tweelingzus?

*een tweelingbroer / een tweelingzus*

d Welke tweeling ziet er qua uiterlijk hetzelfde uit als normale broers en zussen?

*een eeneiige tweeling / een twee-eiige tweeling*

5



### Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Zet de ontwikkelingen in de juiste volgorde: *bevruchting – embryo – foetus – innesteling – ontwikkeling placenta – ovulatie – zaadlozing*. Begin bij ovulatie.

ovulatie → ..... → ..... → .....  
 → ..... → ..... → .....

- Vul de tabel in.

	Eicellen	Zaadcellen	
1 Ze hebben een			formaat.
2 Ze kunnen			zelf bewegen.
3 Ze bevatten			reservevoedsel.

- Beschrijf hoe een foetus en de moeder via de placenta stoffen uitwisselen.

.....  
 .....  
 .....

- Een eeneiige tweeling ontstaat uit .....
- Een twee-eiige tweeling ontstaat uit .....

## INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

6

Lees de tekst 'Roken is slecht voor de vruchtbaarheid'.

- Leg uit dat mannen minder vruchtbaar zijn als bij een zaadlozing minder zaadcellen vrijkomen.
- In de tekst worden nog twee andere oorzaken gegeven van verminderde vruchtbaarheid als gevolg van het roken.  
Geef deze twee oorzaken en leg bij elke oorzaak uit hoe deze de vruchtbaarheid vermindert.

### Afb. 13

#### Roken is slecht voor de vruchtbaarheid

De teksten en afbeeldingen op sigarettenpakjes zijn overduidelijk. Zo kun je lezen dat rokende mensen meer kans hebben op allerlei ziekten. En rokers zijn minder vruchtbaar dan mensen die niet roken. Per zaadlozing hebben rokende mannen minder sperma. In hun sperma bevinden zich naar verhouding ook nog eens minder zaadcellen. Stoffen uit de tabaksrook zorgen er bovendien voor dat deze zaadcellen minder goed kunnen bewegen. Daardoor kunnen de zaadcellen de eikel van een vrouw minder goed bereiken. Dit zijn drie oorzaken waardoor rokende mannen een kleinere kans hebben een kind te verwekken.



7

- a Hoe komt een embryo aan zuurstof en voedingsstoffen?
- b Hoe komt een foetus aan zuurstof en voedingsstoffen?
- c Hoeveel placenta's zijn er bij een twee-eiige tweeling? Leg je antwoord uit.

8

- a Wat gebeurt er met het gele lichaam als er geen bevruchting plaatsvindt? En wat gebeurt er als er wel bevruchting plaatsvindt?
- b Wat gebeurt er met het baarmoederslijmvlies als er geen bevruchting plaatsvindt? En wat gebeurt er als er wel bevruchting plaatsvindt?
- c Waarom is het van belang dat er tijdens een zwangerschap geen menstruatie optreedt?
- d Treden er tijdens een zwangerschap ovulaties op? Leg je antwoord uit.
- e De kans dat een vrouw zwanger wordt, is het grootst tijdens de vruchtbare periode. Welke dagen van de menstruatiecyclus zijn de vruchtbare periode? Leg je antwoord uit.

9

Lees de tekst 'Zo simpel werkt een zwangerschapstest'. Hierin staat de gebruiksaanwijzing van een zwangerschapstest.

- a Drie vrouwen hebben een zwangerschapstest gedaan. Het resultaat hiervan is te zien in afbeelding 15.  
Wat zijn de testresultaten van test 1, 2 en 3?
- b Waardoor kan een zwangerschapstest aantonen dat een vrouw zwanger is?
- c Welk testresultaat kun je verwachten wanneer de staaf van de zwangerschapstest urine van een man absorbeert?
- d Op de verpakking staat: 'De test kan op elk moment van de dag worden uitgevoerd, vanaf de dag dat de menstruatie moet beginnen.'  
Waarom zullen de meeste vrouwen voor die dag sowieso geen test doen?
- e Bedenk een situatie waarbij een vrouw wel voor die dag een test zal doen.

#### Afb. 14

#### Zo simpel werkt een zwangerschapstest

- Haal de huls van de test.
- Houd het urine-opnamestaafje ten minste 5 seconden in de urinestraal.
- Houd vervolgens het urine-opnamestaafje naar beneden. Plaats de huls terug op de test.
- Leg de test met de vensters naar boven op een vlakke ondergrond.
- Na 5 minuten kun je de uitslag aflezen.

#### Wel zwanger

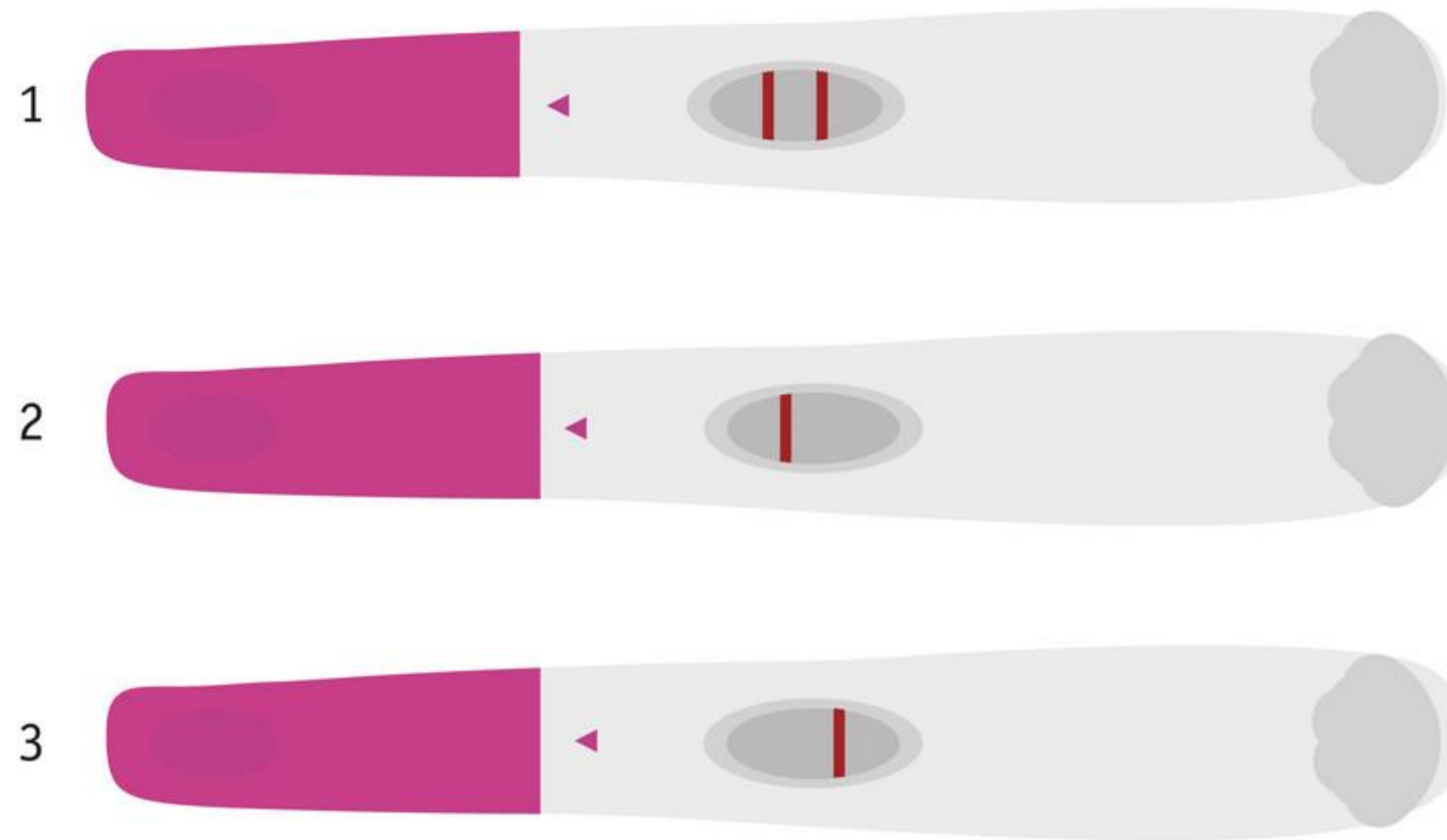
Je bent zwanger als twee roze strepen zichtbaar zijn in het testuitslagvenster. Ook als de tweede streep zeer licht is, ben je zwanger.

#### Belangrijk

Er moet altijd één streep zichtbaar zijn, links in het venster. Als daar geen streep zichtbaar is, heeft de test niet goed gewerkt en is de testuitslag ongeldig. Je hebt dan mogelijk te weinig urine gebruikt. Koop een nieuwe test om de zwangerschapstest opnieuw uit te voeren en volg de instructies goed op.

#### Niet zwanger

Je bent niet zwanger als er maar één roze streep zichtbaar is (links in het testuitslagvenster).

**Afb. 15** Drie testresultaten.

+ 10

Lees de tekst 'Roken en drinken levensgevaarlijk'.

- Beschrijf langs welke weg schadelijke stoffen van sigaretten via de moeder bij het embryo komen.
- Kunnen alcohol drinken en roken ook schadelijk zijn voor de bevruchte eicel tijdens de eerste delingen in de eileider? Leg je antwoord uit.
- Aan vrouwen die proberen zwanger te worden, wordt geadviseerd niet te roken en/of te drinken.  
Leg uit waarom ze dat advies krijgen.
- Baby's van moeders die drugs gebruiken, kunnen verslaafd ter wereld komen. Deze baby's vertonen afkickverschijnselen. Zo huilen ze veel en trillen ze.  
Leg uit hoe deze verslaving is ontstaan.

**Afb. 16**

### Roken en drinken levensgevaarlijk

De moeder van Nikki dronk alcohol tijdens de zwangerschap. Haar dochter Nikki is 3 jaar oud. In vergelijking met haar leeftijdgenoten leert ze minder snel. Ze heeft een smalle bovenlip, spleet oogjes en een platte neus. Aan haar gezicht kun je zien dat ze FAS heeft.

FAS is een afkorting voor foetaal alcoholyndroom. Op latere leeftijd kunnen kinderen met FAS last krijgen van overgewicht, hoge bloeddruk of problemen met hart- en bloedvaten. Ook komen gedragsproblemen voor bij deze kinderen.

Ook roken tijdens de zwangerschap kan veel schade toebrengen aan de gezondheid van een kindje. De risico's zijn:

- een te vroeg geboren baby
- een baby met een te laag geboortegewicht
- minder goed ontwikkelde organen
- een hazenlip of een klompvoetje
- oogafwijkingen
- te vroeg loslaten van de placenta
- te vroeg breken van de vliezen
- een doodgeboren baby of wiegendood



hersenen van een gezonde baby (links) en van een baby met FAS (rechts)

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 5 Geboorte

## LEERDOEL

2.5.1 Je kunt beschrijven welke fasen tijdens de geboorte worden doorlopen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	2.5.1	2.2.1*
Onthouden	1ad	
Begrijpen	1bce, 2, 5a	3a
Toepassen	4b, 5b	3b
Analyseren	3c, 4a, 5cd	

\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Na negen maanden van groei en ontwikkeling is de foetus er klaar voor: de geboorte kan beginnen.**

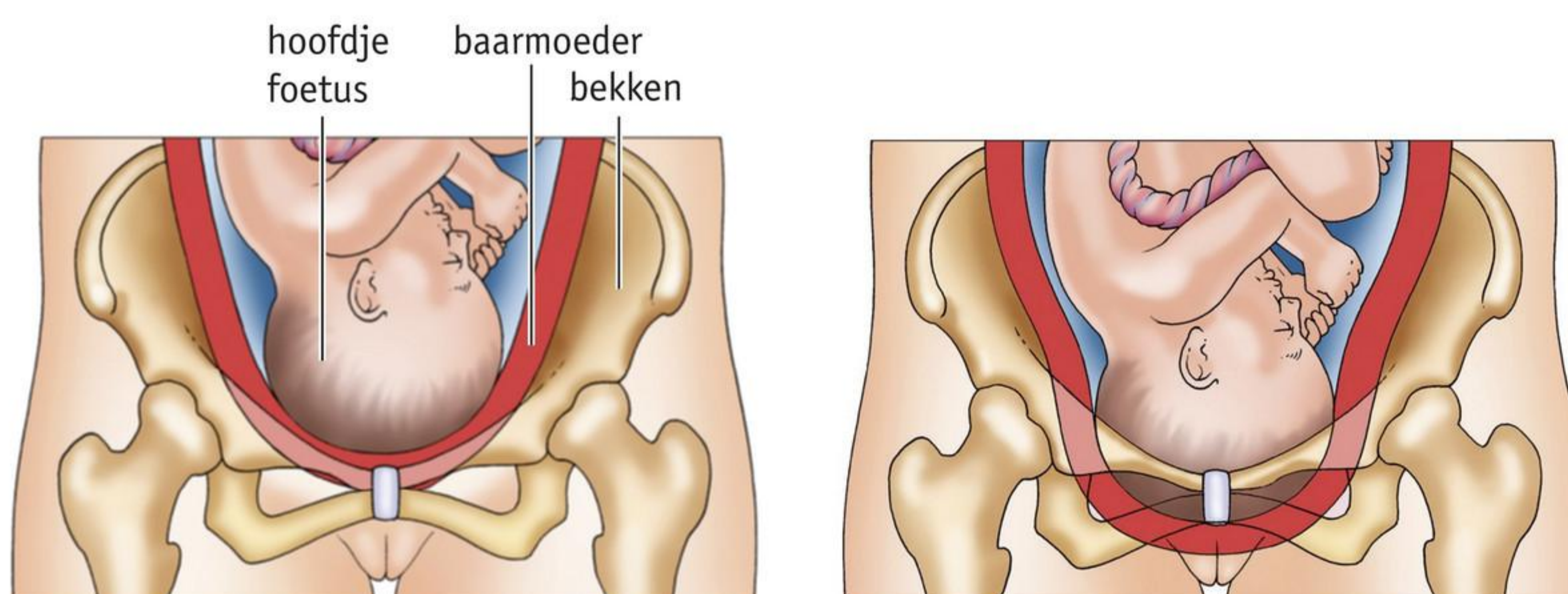
## BEVALLING

De **geboorte** van een baby wordt geregeld door hormonen. De geboorte gaat in vier stappen:

- indaling
- ontsluiting
- uitdrijving
- nageboorte

De **indaling** begint vaak een paar weken voor de bevalling. Hierbij zakt het hoofdje van de foetus naar beneden (zie afbeelding 1).

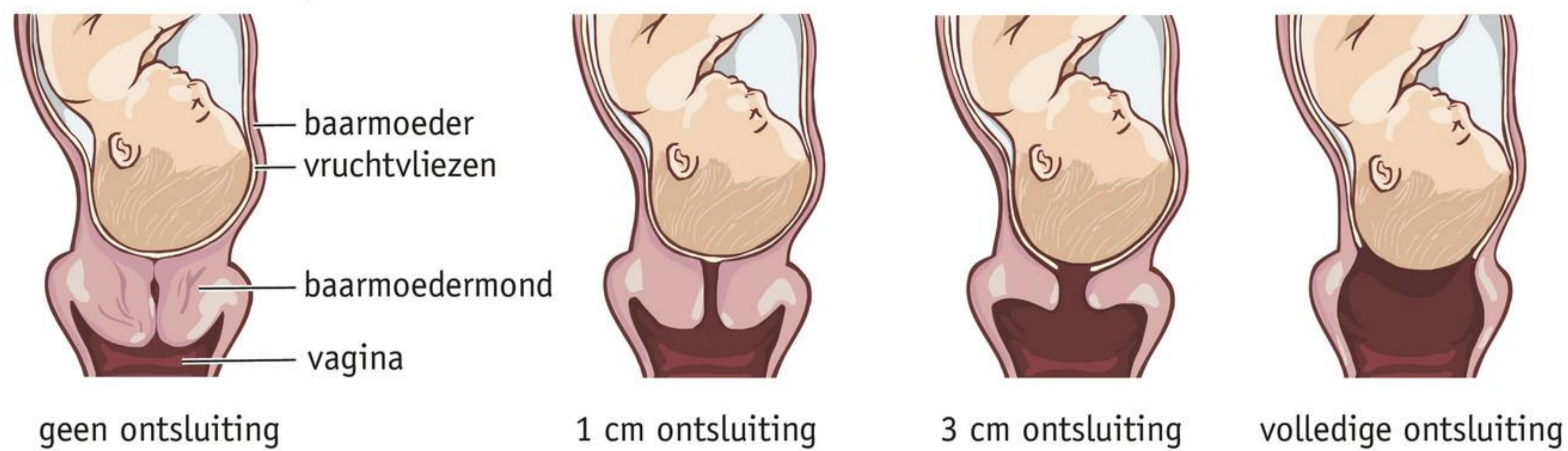
**Afb. 1** Indaling (schematisch).



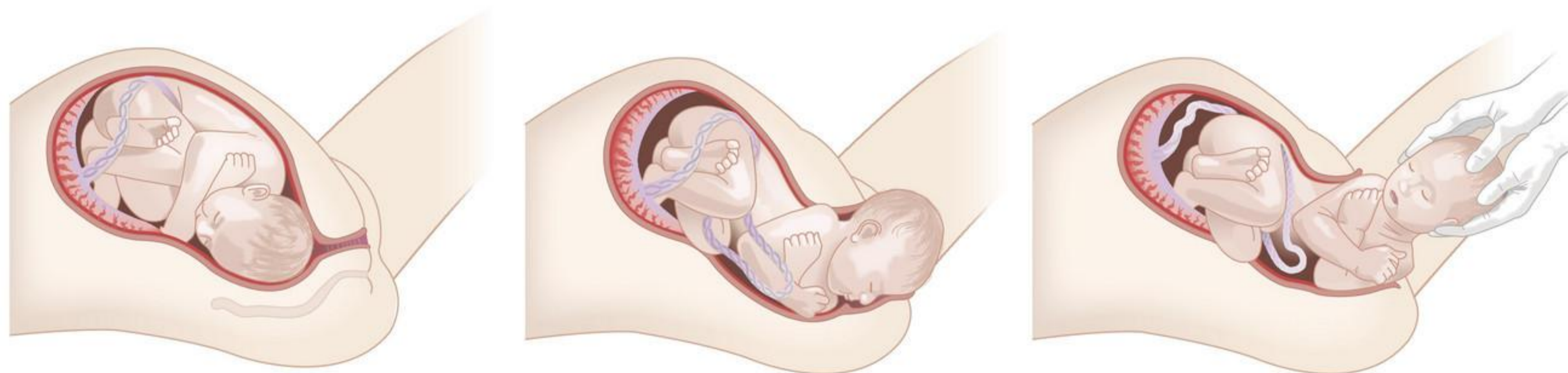
1 ligging van de foetus voor het indalen

2 ligging van de foetus na het indalen

De bevalling begint vaak met **weeën**. Hierbij trekken spieren in de baarmoederwand steeds vaker en steeds krachtiger samen. Tijdens de weeën worden de baarmoederhals en baarmoedermond wijder. Dit heet de **ontsluiting** (zie afbeelding 2). Hierbij breken meestal de vruchtvliezen, waardoor het vruchtwater voor een deel naar buiten komt. De opening die bij de ontsluiting ontstaat, moet groot genoeg zijn voor het hoofdje van de foetus. Bij een volledige ontsluiting is de diameter van de opening tien centimeter.

**Afb. 2** Ontsluiting (schematisch).

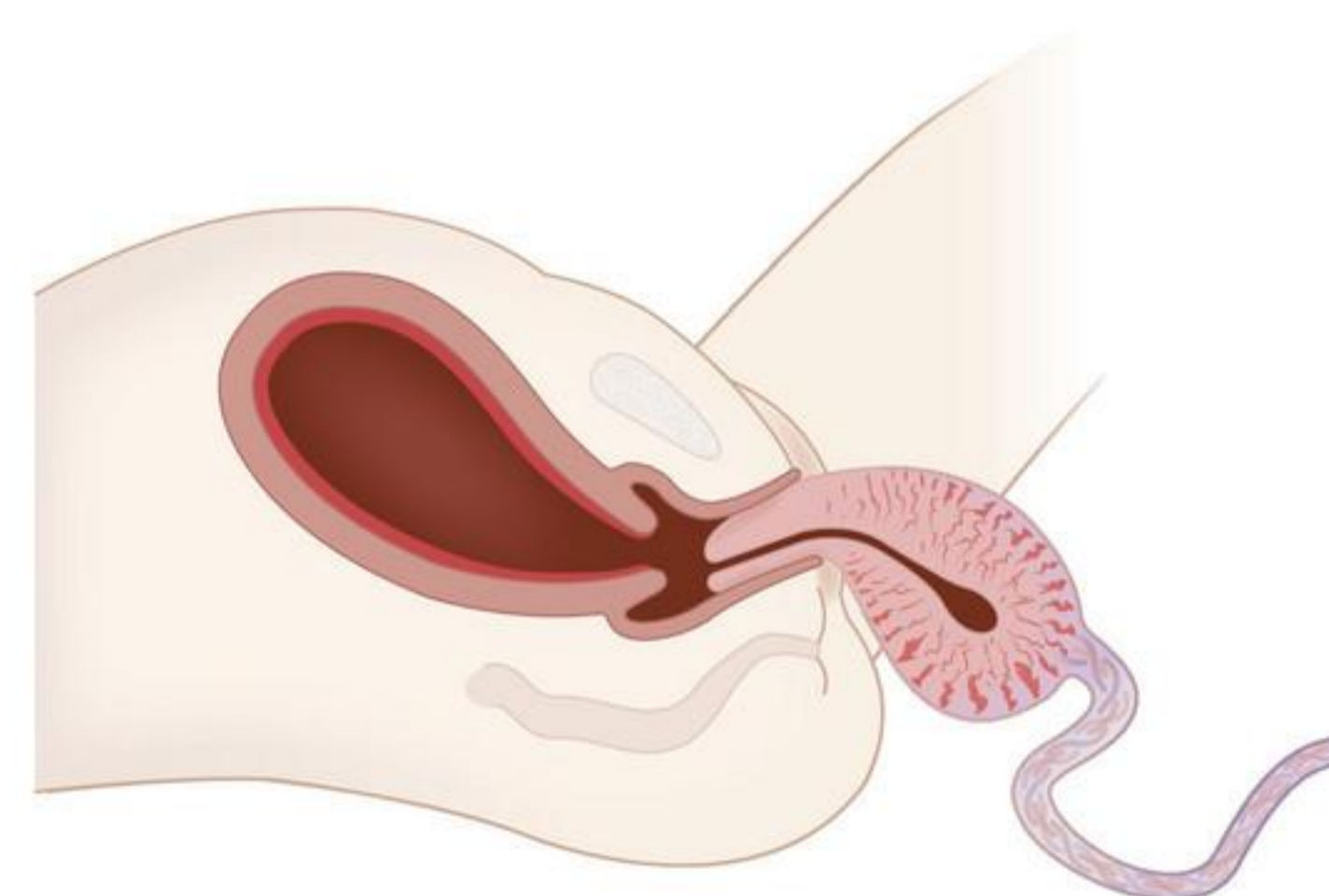
Hierna vindt de **uitdrijving** plaats (zie afbeelding 3). De weeën worden dan steeds krachtiger en de spieren in de buikwand gaan ook samentrekken. Met deze **persweeën** wordt de baby naar buiten geperst.

**Afb. 3** Uitdrijving (schematisch).

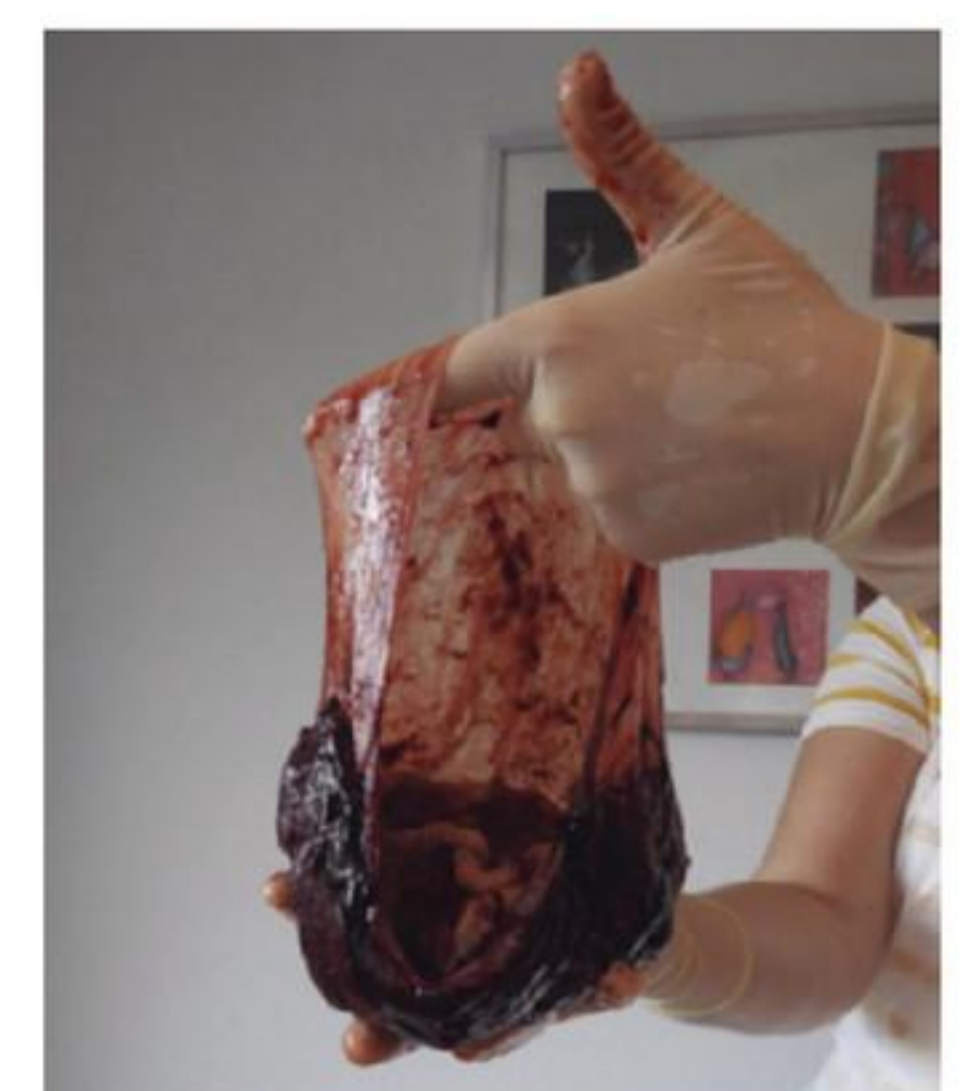
### NA DE GEBOORTE

Direct na de geboorte begint de baby meestal te huilen. Dat is een goed teken: de baby haalt adem. Na een tijdje wordt de navelstreng afgeklemd en doorgeknipt (zie afbeelding 4). Het stukje van de navelstreng van de baby droogt uit en valt na ongeveer een week af. Hierna ontstaat bij het kind een litteken op de buik: de navel.

Nadat de baby is geboren, is de bevalling nog niet afgelopen. Ongeveer een kwartier na de geboorte van de baby ontstaan naweeën. Dit zijn samentrekkingen van de baarmoederwandspieren. Hierdoor komen de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen via de vagina naar buiten (zie afbeelding 5). Dit is de **nageboorte**.

**Afb. 4** Navel afgeklemd na de geboorte.**Afb. 5** Nageboorte.

1 nageboorte (schematisch)



2 nageboorte opgehouden door verloskundige

## KENNIS

1

**a** Zet de vier fasen van de geboorte in de juiste volgorde.

1 .....

2 .....

3 .....

4 .....

**b** Wat gebeurt er tijdens de ontsluiting?

.....

**c** Tijdens welke fase van de geboorte krijgt een vrouw persweeën?

- A indaling
- B nageboorte
- C ontsluiting
- D uitdrijving

**d** Tijdens welke fase van de bevalling komt het hoofdje naar buiten?

.....

**e** Wat verlaat het lichaam van de vrouw tijdens de nageboorte?

- A baarmoeder
- B baby
- C placenta
- D resten van de navelstreng
- E vruchtvliezen

2

**Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof.

Zet bij de vier fasen van de geboorte wat er tijdens deze fase gebeurt.

1 Indaling: .....

.....

.....

2 Ontsluiting: .....

.....

.....

3 Uitdrijving: .....

.....

.....

4 Nageboorte: .....

.....

.....

## INZICHT

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

3

Lees de tekst 'Borstvoeding is gezond, maar niet als moeder rookt of drinkt'.

- a** In welke volgorde vinden de volgende stappen plaats?
- A Er gaat een signaal naar de hypofyse.
  - B Spiertjes rond de melkklieren trekken samen.
  - C De baby krijgt melk.
  - D De baby zuigt aan de tepel.
  - E De hypofyse maakt een hormoon.
  - F Er gaat melk naar de tepel.
  - G Het hormoon komt bij de melkklieren.
- b** In de tekst lees je dat door nicotine de hormonen van de hypofyse minder goed of minder snel bij de melkklieren komen.  
Leg uit hoe dit er uiteindelijk voor zorgt dat het kind te weinig voeding binnenkrijgt.
- c** Stel dat de moeder ook tijdens haar zwangerschap heeft gerookt.  
Leg uit dat de gevolgen van roken bij de borstvoeding dan extra gevaarlijk zijn.

**Afb. 6****Borstvoeding is gezond, maar niet als moeder rookt of drinkt**

Veel aanstaande moeders staan voor de vraag: borstvoeding of flesvoeding? Borstvoeding bevat enkele stoffen die niet in flesvoeding zitten. Deze stoffen beschermen de baby tegen allerlei ziekten en allergieën.

Als de baby aan de tepel zuigt, gaat er een signaal naar de hypofyse. De hypofyse geeft dan een hormoon af. Dit hormoon komt via de bloedvaten bij de melkklieren terecht. Spiertjes rondom de melkklieren trekken dan samen. Daardoor stroomt er melk naar de tepel. Dit wordt de toeschietreflex genoemd.

Baby's van moeders die roken, krijgen minder moedermelk binnen. Een van de oorzaken is de stof nicotine. Nicotine vernauwt de bloedvaten. Hierdoor kan het hormoon minder goed of minder snel bij de melkklieren komen.

Ook het drinken van alcohol beïnvloedt de borstvoeding negatief. Uit onderzoeken is gebleken dat een kind minder moedermelk drinkt als de moeder borstvoeding geeft direct na het drinken van een glas wijn of bier.

4

Het vruchtwater heeft veel functies voor de foetus. Hij kan het vruchtwater drinken, uitplassen en 'inademen'. Sommige baby's poepen voor of tijdens de geboorte in het vruchtwater. Het vruchtwater is dan bruin of groen van kleur.

- a** Leg uit in welke organen deze poep dan terecht kan komen en problemen kan veroorzaken.
- b** De vliezen breken niet altijd tijdens de ontsluiting.  
Leg uit dat een vrouw dan niet weet of haar baby in het vruchtwater heeft gepoept.

+ 5

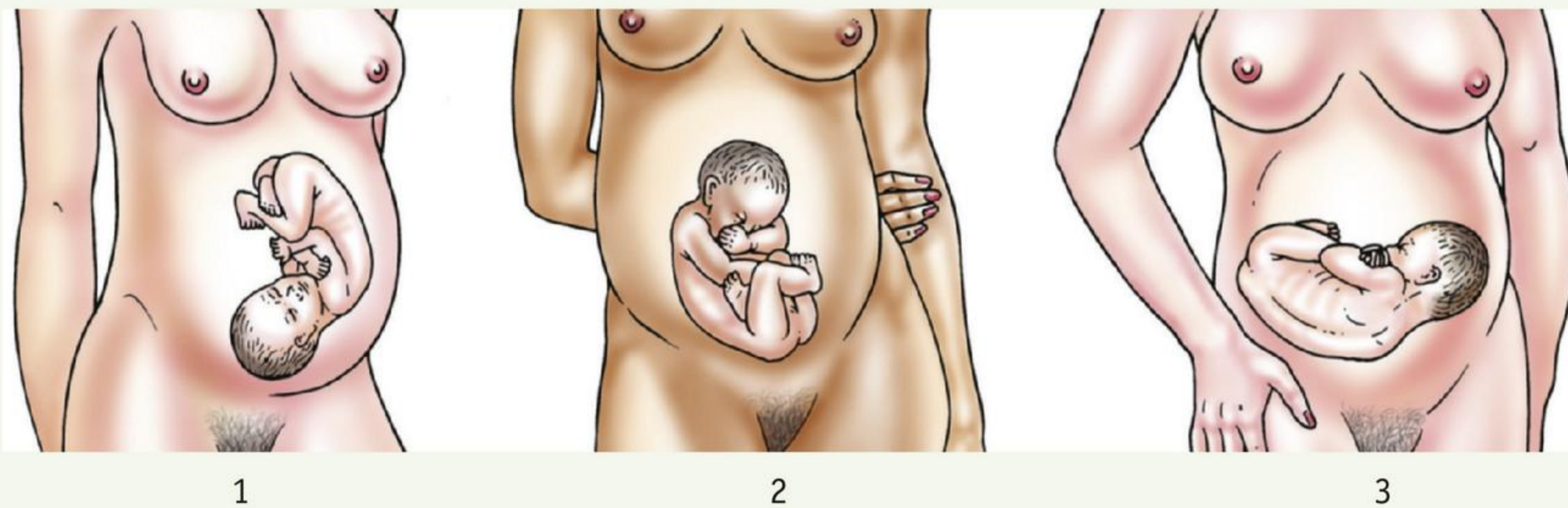
Lees de tekst 'Ligging van de foetus'.

- a Leg uit welke vrouw in de afbeelding bij de tekst vaginaal zal bevallen.
- b De ontsluiting kan langzaam verlopen of zelfs niet op gang komen als het hoofd niet goed op de baarmoedermond drukt. Dit kan ook gebeuren bij een normale ligging. Wat kan er aan de hand zijn als een baby met een goede ligging te weinig druk geeft op de baarmoedermond?
- c In onze darmen leven verschillende soorten bacteriën, waaronder de bacterie *Escherichia coli* (afgekort E. coli). Deze bacterie kan een baby ziek maken. Leg uit tijdens welk type bevalling een baby de minste kans heeft om besmet te worden met E. coli.
- d Bij een normale bevalling duurt de geboorte van het hoofd vaak het langst. Dat komt doordat dit het grootste deel is van het lichaam. Sommige vrouwen kiezen bij een stuitligging toch voor een bevalling. Dat noem je een stuitbevalling. De reden hiervoor kan zijn dat een keizersnede risico's kan geven voor een volgende zwangerschap. Leg uit dat een baby kortdurend zuurstofgebrek kan krijgen bij een stuitbevalling.

**Afb. 7**

### Ligging van de foetus

Aan het einde van een normale zwangerschap ligt het hoofdje van de foetus naar beneden. Bij de bevalling komt het hoofdje dan het eerst naar buiten. Maar er zijn uitzonderingen (zie de afbeelding). Bij een stuitligging ligt het kindje met de billen naar beneden. Bij een dwarsligging ligt het kind met zijn ruggetje naar beneden. Soms wordt een baby geboren door een keizersnede. Bij een keizersnede komt de baby met behulp van een operatie via de buikwand ter wereld. In Nederland kan een vrouw alleen een keizersnede krijgen als daar een medische reden voor is.



ligging van de foetus in de buik (schematisch)

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 6 Seksualiteit

## LEERDOELEN

- 2.6.1 Je kunt benoemen hoe gender en geaardheid kunnen verschillen.  
 2.6.2 Je kunt functies van seksualiteit noemen en verschillen in opvatting, normen en waarden daarover omschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	2.6.1	2.6.2
Onthouden	2	1abc, 4
Begrijpen	3, 5, 7a	1d, 5
Toepassen	6, 7b, 9b	8ac, 9a
Analyseren		8b, 9c

**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

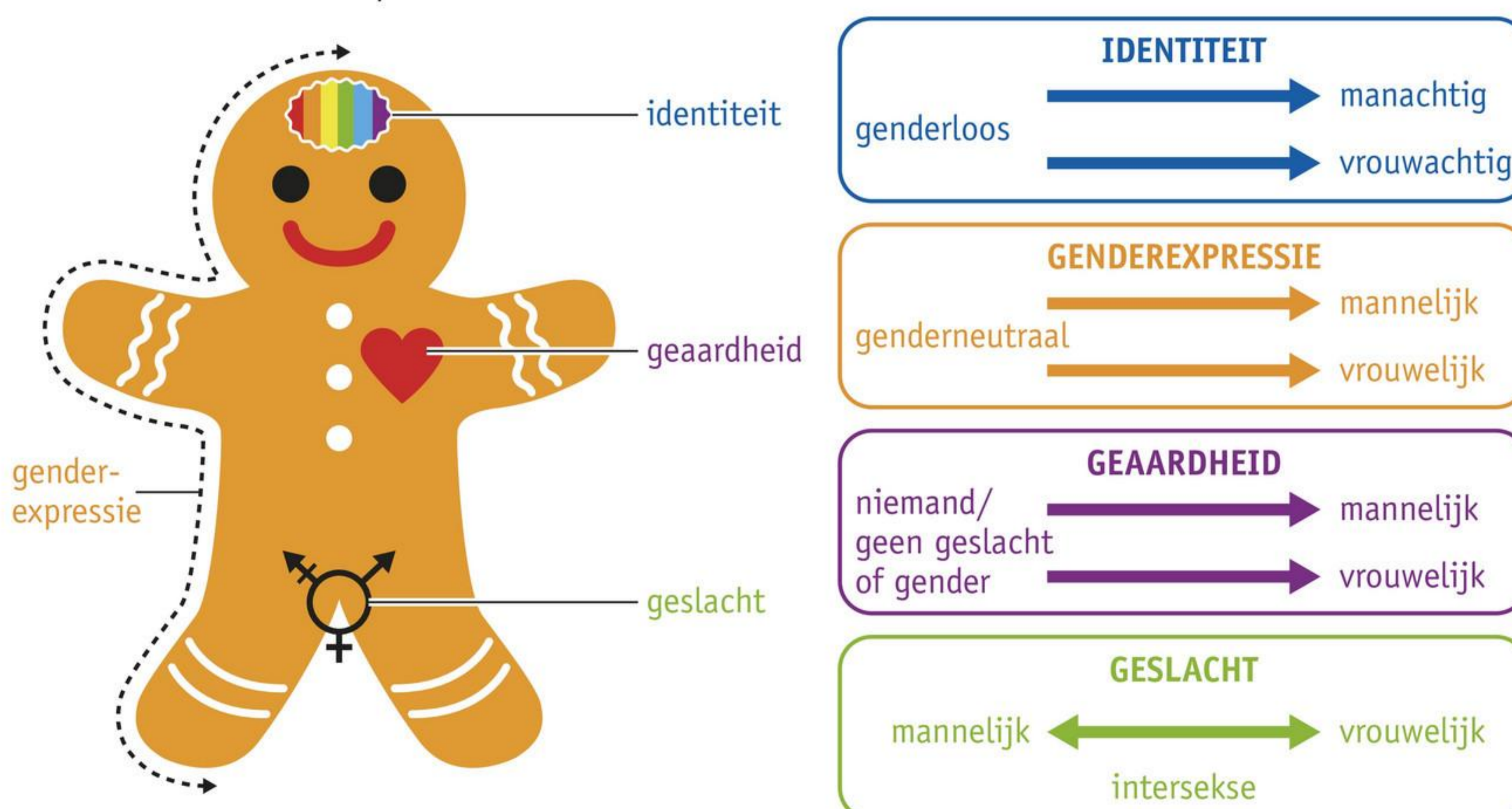
Je geslacht (man, vrouw of intersekse) wordt bepaald door de lichamelijke geslachtskenmerken die je hebt. Bij je gender horen ook eigenschappen en gedragingen die mensen mannelijk of vrouwelijk vinden. Voorbeelden daarvan zijn: het soort speelgoed waar je mee speelt of de soort kleding die je draagt. Deze eigenschappen worden ook deels door je cultuur bepaald.

Je **gender** wordt bepaald door:

- je geslacht
- hoe je je voelt (genderidentiteit)
- op wie je verliefd wordt (geaardheid)
- hoe je je uit naar de buitenwereld door bijvoorbeeld kleding en gedrag (genderexpressie)

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 asexueel. 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 Asexueel. Het begrip ‘queer’ is een overkoepelende term voor mensen die niet binnen de traditionele categorieën passen en 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.

De regenboogvlag is een symbool van de LHBTQIA+-gemeenschap (zie afbeelding 2). Deze vlag staat voor diversiteit: dat iedereen gelijk is en zichzelf moet kunnen zijn.

**Afb. 2** Regenboogvlag.



### 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** (je verbonden voelen met iemand).

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 en reageren op prikkels. Prikkeling van deze delen kan leiden tot een **orgasme (klaarkomen)**. Dit geeft een prettig gevoel. Tijdens een orgasme spannen spieren rond de geslachtsorganen 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 **masturbatie (zelfbevrediging)**. 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.

## 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.

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.

## KENNIS

1

Seksualiteit heeft verschillende functies.

**a** Wat is seksualiteit?

.....  
 .....

**b** Om welke drie redenen hebben mensen seks met elkaar?

1 .....

2 .....

3 .....

**c** 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?

.....

**d** Hoe zie je bij een man dat hij een orgasme krijgt?

.....

**e** Hoe heet het als iemand bij zichzelf zorgt voor een orgasme?

.....

2

Hierna staan zes omschrijvingen over geaardheid en gender.

Welk begrip hoort bij de omschrijving?

1 Iemand die geen seksuele aantrekking voelt, noem je .....

2 Iemand die op mensen van alle genders valt, noem je .....

3 Iemand die zich mannelijk, vrouwelijk of iets daartussenin voelt, noem je .....

4 Iemand bij wie de genderidentiteit overeenkomt met het geslacht noem je .....

5 Iemand bij wie het geslacht niet overeenkomt met het gevoel noem je .....

6 Wanneer iemands gevoel niet of niet helemaal overeenkomt met het geslacht

spreek je van .....

3

Kies bij de volgende vragen steeds de geaardheid die volgens jou het meest van toepassing is.

**a** Yannick zoent tijdens het uitgaan af en toe met een meisje dat hij leuk vindt. Nu heeft hij een keer met een jongen gezoend. Hij vond het niet leuk en wil het niet nog een keer doen. Hij weet nu zeker dat hij niet op jongens valt.

*heteroseksueel / biseksueel / homoseksueel*

**b** Samuel is verliefd op een jongen bij zijn voetbalclub, maar zijn ouders keuren homoseksualiteit af. Hij heeft daarom maar een vriendinnetje uitgekozen, maar hij heeft niets met meisjes en is niet gelukkig.

*heteroseksueel / biseksueel / homoseksueel*

- c Djoy is zo blij! Ze heeft eindelijk haar nieuwe vriendin aan haar ouders kunnen voorstellen. Na een paar vriendjes weet ze nu zeker dat ze niet op jongens valt.  
*heteroseksueel / biseksueel / homoseksueel*
- d Natasha vindt jongens en meisjes leuk. De ene keer heeft ze voor een tijdje een vriendje en daarna ontmoet ze een leuk meisje met wie ze weer een tijdje samen is.  
*heteroseksueel / biseksueel / homoseksueel*

4

a Wat is sexting?

.....

.....

b Geeft pornografie een realistisch beeld van seksualiteit? Leg je antwoord uit. Noem daarbij twee redenen.

.....

.....

.....

5

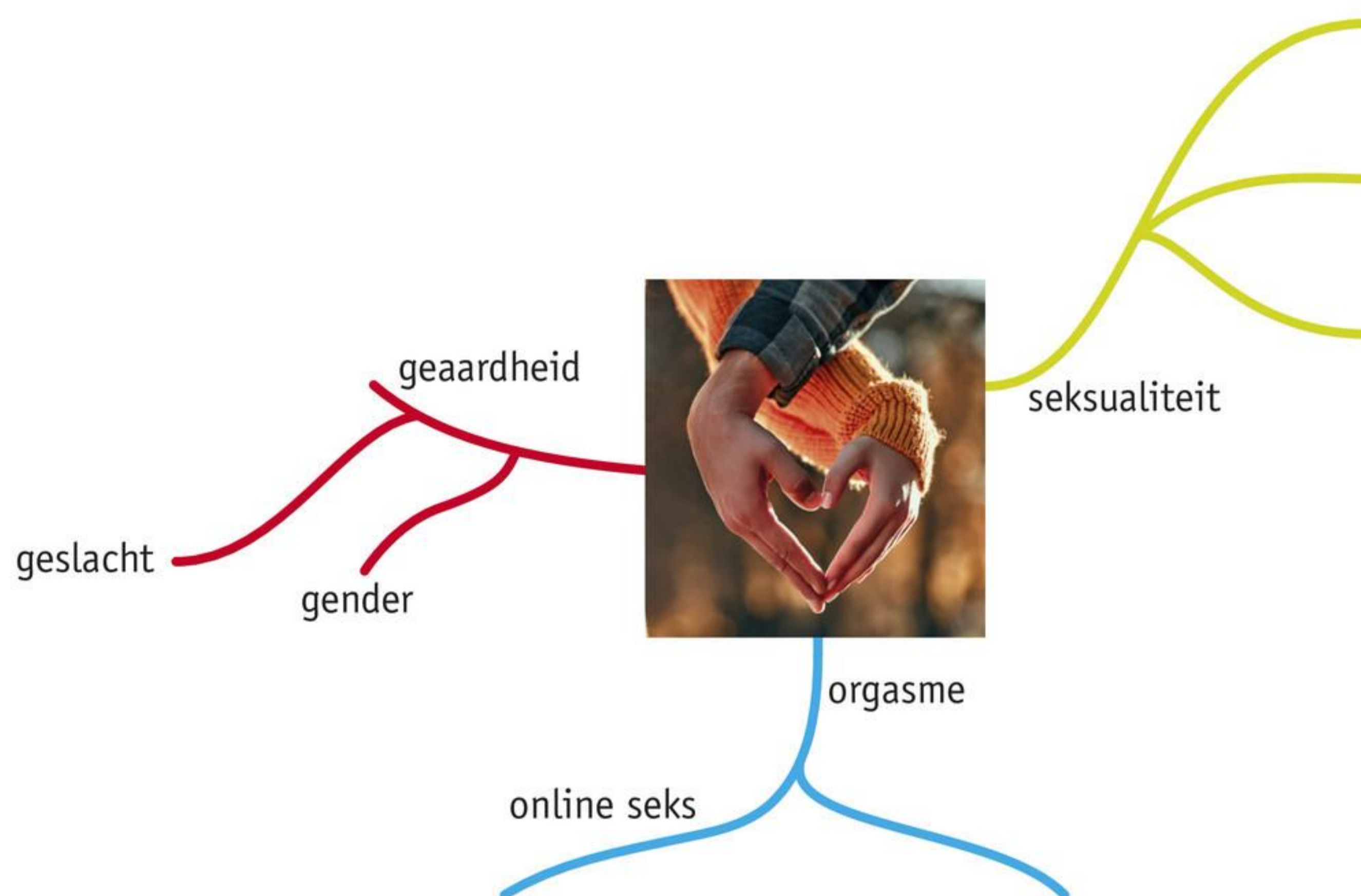
**Samenvatting**

Afbeelding 4 is het begin van een mindmap.

Maak de mindmap af. Gebruik de volgende begrippen: *aseksueel – bevrediging met hand of mond – biseksueel – cisgender – genderdysforie – geslachtsgemeenschap – heteroseksueel – homoseksueel – intimiteit – lust – non-binair – panseksueel – porno – sexting – transgender – voortplanting – zelfbevrediging.*



Afb. 4



## INZICHT

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

6

Amy zegt: 'Het maakt niet uit tot wie je je aangetrokken voelt, als je maar gelukkig bent in een relatie.'

- a Geef een argument waarom iemand het eens zou kunnen zijn met deze uitspraak.
- b Geef een argument waarom iemand het oneens zou kunnen zijn met deze uitspraak.

7

Lees de tekst 'Genderneutraal opvoeden'.

- a Leg uit wat het verschil is tussen geslacht en gender.
- b In de tekst wordt gesproken over stereotypen.  
Geef drie voorbeelden van gedragingen die stereotiep zijn voor jouw geslacht.

**Afb. 5****Genderneutraal opvoeden**

Volgens Marleen Groeneveld van de Universiteit Leiden zitten kinderen van 4 of 5 jaar al vol overtuigingen over wat jongens- en meisjesachtig is. Dat zorgt later voor ongelijkheid: minder vrouwen in leiderschapsrollen en mannen die moeite hebben met emoties uiten.

Volgens neuropsycholoog Jelle Jolles worden de hersenen van jongens en meisjes aangelegd met een ander stuurprogramma. Er is dus een biologische aanleg voor het verschil in gedrag, maar uiteindelijk heeft ook de omgeving grote invloed op de ontwikkeling van het gedrag.

Daarom voeden sommige ouders hun kinderen genderneutraal op, maar dat wordt vaak verkeerd begrepen. Bijvoorbeeld dat kinderkleding en speelgoed neutraal moet zijn, niet jongens- of meisjesachtig. Maar een genderneutrale opvoeding betekent vooral dat ouders hun kind zo min mogelijk in een stereotiep jongens- of meisjeshokje duwen. De bedoeling is dat het kind daardoor al zijn of haar talenten kan ontwikkelen.

8

Lees de tekst 'Sexting'.

- a Veel jongeren doen aan sexting.  
Wat zou hiervoor een reden kunnen zijn?
- b De politie adviseert jongeren om helemaal geen sexy materiaal te versturen.  
Noem een reden om niet te sexten.
- c Een van de tips bij sexting is om geen herkenbare delen van je lichaam te filmen of te fotograferen.  
Wat is het voordeel van deze manier van sexting?

**Afb. 6****Sexting**

Een op de vijf jongeren stuurt weleens een sexy foto, filmpje of berichtje naar een ander (sexting). Dat kan leuk en spannend zijn. Maar er kunnen ook nare kanten aan zitten, bijvoorbeeld wanneer iemand ongevraagd een foto of filmpje doorstuurt. Dit kan grote gevolgen hebben. Het slachtoffer kan zich onveilig voelen of gepest worden. Enkele aandachtspunten om veilig en leuk te sexten:

- Bedenk of je de ander vertrouwt.
- Check of de ander het ook wil.
- Spreek met elkaar af dat je de foto's en filmpjes niet doorstuurt naar anderen.
- Probeer je hoofd of andere herkenbare dingen aan je lichaam niet op de foto of in de film te zetten.
- Zorg ervoor dat je zeker weet naar wie je iets stuurt. Sommige mensen doen zich online anders voor dan ze in het echt zijn.



Gaat er toch iets mis? Schaam je niet en vraag hulp!

**+ 9**

Lees de tekst 'De functie van seks?'.

- Verklaar waarom dieren met een grotere clitoris vaak seks hebben.
- Er zijn veel diersoorten die ook seks hebben met het eigen geslacht. Dit bevestigt dat seks niet alleen voor de voortplanting is.  
Leg dit uit.
- Geef twee redenen die bewijzen dat bij mensen seks niet alleen voor de voortplanting is.

**Afb. 7****De functie van seks?**

Seks is voor de voortplanting, dat is wat er tijdenlang gedacht en geschreven is. Bij alle andere dieren dan de mens is seks toch ook gericht op voortplanting? Nee! Alle vrouwelijke zoogdieren hebben op z'n minst een kleine clitoris. Veel dieren met een grotere clitoris, zoals sommige apen, hebben veel seks. Seks met het andere geslacht, met het eigen geslacht en masturbatie.

Dieren beginnen echt niet aan seks omdat ze in hun hoofd hebben om jonkies te maken. Ze hebben seks omdat het lekker is (en toevallig is dat meestal ook goed voor de instandhouding van de soort). Dieren gaan voor snelle beloning, voor het plezier.

*Bron: 'De waarheid over seks', Ellen Laan en Rik van Lunsen.*

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 7 Veilige seks

## LEERDOELEN

- 2.7.1 Je kunt benoemen hoe je wensen en grenzen kunt bewaken en respecteren in een seksuele relatie.
- 2.7.2 Je kunt ziekteverschijnselen en genezingsmogelijkheden noemen van seksueel overdraagbare aandoeningen. (SE)
- 2.7.3 Je kunt de werking van enkele voorbehoedsmiddelen beschrijven en aangeven of ze betrouwbaar zijn of niet.

► Practicum 1

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	2.7.1	2.7.2	2.7.3
Onthouden	1abd	2	3abd
Begrijpen	1c, 5	4, 5	3c, 5
Toepassen	6, 7	8abc	9a, 10, 11abce
Analyseren		8d	9b, 11df

**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

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.

Geef 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.

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.

## SEKSUEEL GEWELD EN MISBRUIK

Helaas leidt seksueel gedrag soms tot seksueel geweld en seksueel misbruik. Seksueel geweld en seksueel misbruik zijn strafbaar (zie afbeelding 1). Voorbeelden van seksueel geweld en seksueel misbruik zijn ongewenste intimiteiten, aanranding, verkrachting en incest.

Bij ongewenste intimiteiten verricht iemand lichte seksuele handelingen met een slachtoffer, zonder dat deze daarmee instemt. Bij aanranding worden seksuele handelingen verricht met geweld, onder dwang of onder bedreiging. Bij verkrachting wordt het lichaam binnengedrongen zonder toestemming. Soms kan of durft een slachtoffer zich op het moment zelf niet te verzetten tegen het misbruik.

Bij incest pleegt een familielid seksuele handelingen met het slachtoffer.

**Afb. 1** Zonder toestemming is aanraken verboden.



Ook online kan seksueel geweld voorkomen. Bij grooming verleidt een volwassene een minderjarig meisje of jongen. Dit gebeurt eerst via sociale media. De dader probeert het slachtoffer te verleiden om bijvoorbeeld naakt voor de webcam te komen. Uiteindelijk kan het tot een ontmoeting leiden waarbij het slachtoffer wordt misbruikt. Andere vormen van digitaal seksueel geweld zijn ongewenste dickpics (foto's van je penis) sturen en slutshaming (een meisje op sociale media neerzetten als slet of hoer).

Seksueel geweld komt vaker voor dan mensen denken. In sommige gevallen is de dader een bekende. Veel gevallen worden nooit bekend. Het slachtoffer durft er bijvoorbeeld niet over te praten, schaamt zich of wordt bedreigd door de dader. De dader kan alleen worden gestraft als slachtoffers vertellen wat er is gebeurd. Dit kan bijvoorbeeld bij de huisarts of een vertrouwenspersoon op school.

### SOA'S

Tijdens geslachtsgemeenschap kun je bacteriën, schimmels of virussen overdragen die ziekten veroorzaken. Deze ziekten heten **soa's (seksueel overdraagbare aandoeningen)**. Ook bij orale seks (pijpen en beffen) of ander contact met de vagina, penis of anus kun je besmet raken. Je kunt géén soa oplopen op een vies toilet of door uit een glas van een ander te drinken. Je kunt je tegen soa's beschermen door een condoom of beflapje te gebruiken.

Als je jonger dan 25 jaar bent, kun je gratis een soa-test laten doen. Dit kan bij je huisarts of bij de GGD. Er zijn jaarlijks tienduizenden jongeren die een soa-test laten doen. Als je een afspraak wilt maken, krijg je het advies om je minimaal tien dagen na onveilige seks te laten testen.

### Chlamydia

De bacterie die **chlamydia** veroorzaakt, kan zorgen voor ontstekingen in de urinebuis, bij de anus en in de baarmoederhals. Twee derde van de vrouwen en de helft van de mannen met chlamydia merkt er niets van. Je kunt de ziekte dan toch overdragen aan anderen. Zonder behandeling veroorzaakt de bacterie ontstekingen in de eileiders of de bijballen, wat kan leiden tot onvruchtbaarheid.

### Gonorroe

De bacterie die **gonorroe** veroorzaakt, zorgt voor pijn bij het plassen en vieze afscheiding uit de penis en vagina. Vrouwen merken vaak weinig van een besmetting. Zonder behandeling veroorzaakt deze bacterie ontstekingen in de eileiders of de bijballen. Dit kan leiden tot onvruchtbaarheid.

### Hepatitis B

Het virus dat hepatitis B veroorzaakt, zorgt voor ontstekingen in de lever. De meeste klachten ontstaan pas na drie maanden, zoals vermoeidheid, spierpijn, misselijkheid, koorts en pijn in de buik. Er zijn geen medicijnen tegen, maar meestal is het virus na zes maanden uit het lichaam. Sinds 2011 worden kinderen in hun eerste levensjaar ingeënt tegen hepatitis B.

### Herpes genitalis

Het virus dat herpes genitalis veroorzaakt, zorgt voor pijnlijke blaasjes en zweertjes rondom de geslachtsorganen. Na drie weken drogen de blaasjes uit en lijkt het weg te zijn. Maar het virus blijft voor altijd in je lichaam. Op andere momenten zorgt het weer voor nieuwe blaasjes en zweertjes. Ook een koortslip wordt veroorzaakt door dit virus.

**Hiv/aids**

Het virus dat **aids** veroorzaakt, heet hiv (humaan immunodeficiëntie virus). Als je besmet bent met het virus maar nog geen klachten hebt, ben je seropositief. Als je wel klachten krijgt, dus ziek wordt, heb je aids. Het virus maakt het afweersysteem van het lichaam kapot. Hierdoor ben je niet meer beschermd tegen allerlei ziekten, zoals darm- en longontsteking of een zeldzame vorm van huidkanker. Aidsremmers remmen de verspreiding van het virus in het lichaam, waardoor iemand langer gezond blijft. Er is geen geneesmiddel tegen het virus. Je kunt dus niet genezen van hiv. De meeste mensen overlijden aan de gevolgen van aids, omdat hun afweersysteem niet meer goed werkt en ze ernstig ziek worden van een griep of longontsteking.

Ook is er een medicijn om hiv-besmetting te voorkomen. Dat medicijn heet PrEP. Het is bedoeld voor mensen die een groter risico lopen op een hiv-infectie, bijvoorbeeld omdat ze vaak onveilige seks hebben. Dankzij het medicijn kan het aidsvirus zich niet in hun lichaam nestelen, zelfs niet als ze in contact komen met hiv. PrEP werkt alleen als je het op de juiste manier gebruikt. Daarom is het alleen op doktersrecept verkrijgbaar. PrEP is een belangrijke stap in het voorkomen van hiv en aids.

**HPV en genitale wratten**

Als je besmet bent met het humaan papillomavirus (HPV), ruimt je lichaam het virus bijna altijd zelf op. Maar soms ruimt je lichaam het virus niet op en krijg je door het virus genitale wratten. Dat zijn wratjes rondom de geslachtsorganen. Die wratjes zelf zijn niet gevaarlijk en ze gaan vaak vanzelf weer weg. Maar jaren later kan HPV baarmoederhalskanker, anus kanker of keelkanker veroorzaken. Jongens en meisjes kunnen zich tot hun 18e jaar laten inenten tegen HPV. Meisjes hebben na inenting 75% minder kans om baarmoederhalskanker te krijgen.

**Syfilis**

De bacterie die **syfilis** veroorzaakt, zorgt voor zweertjes die na drie tot zes weken weer verdwijnen. De bacterie blijft wel in je lichaam. Als je niet wordt behandeld, kun je klachten krijgen als huiduitslag, vermoeidheid en griepachtige klachten. Jaren later worden ook organen aangetast. Dit kan leiden tot de dood. Als je antibiotica krijgt, gaat de bacterie dood en verdwijnen de klachten.

**ANTICONCEPTIE**

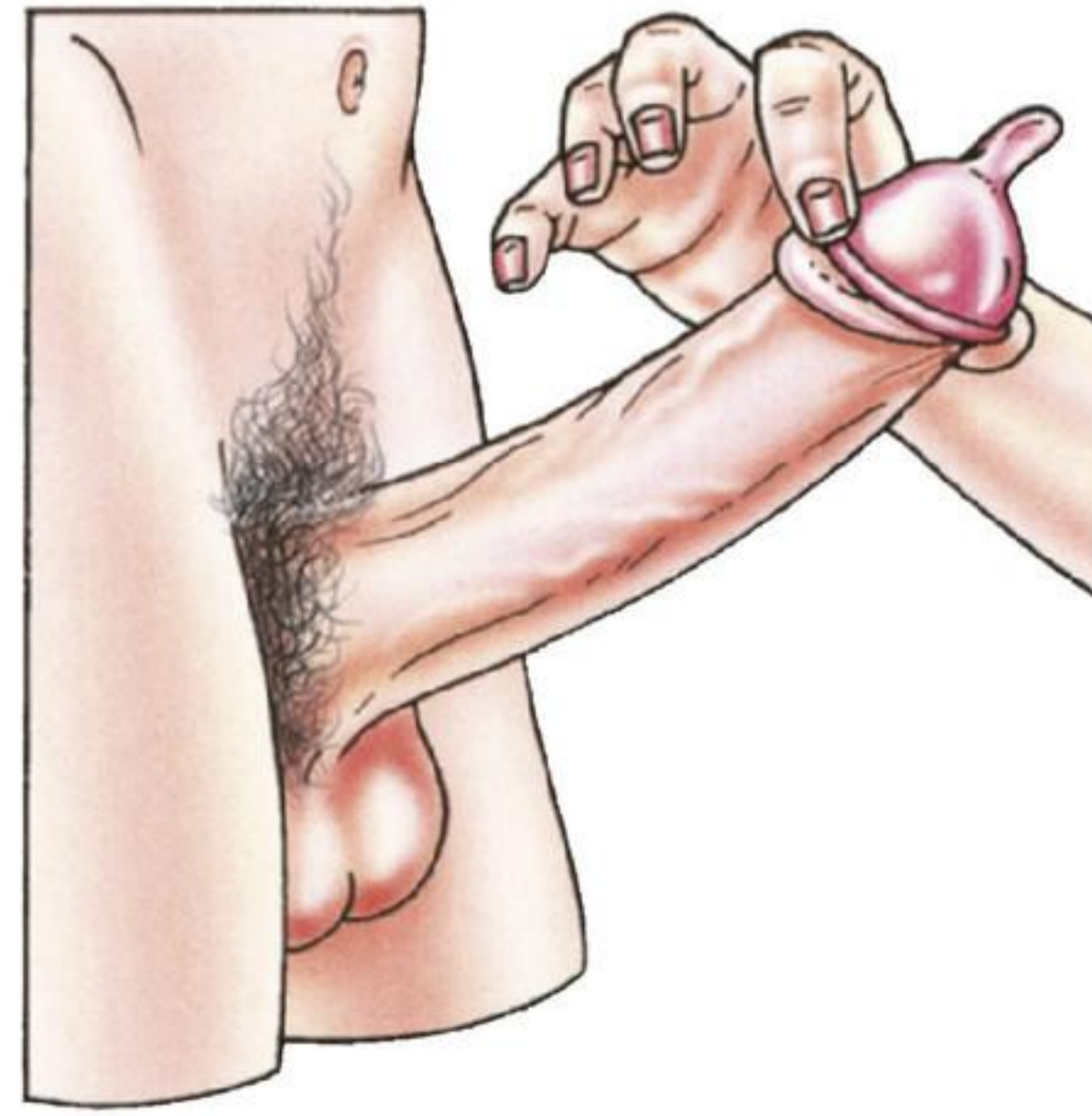
Als je seksueel actief bent maar (nog) geen kinderen wilt, kun je voorbehoedsmiddelen gebruiken. Dit wordt ook wel geboorteregeling genoemd. **Voorbehoedsmiddelen** (anticonceptiemiddelen) zorgen ervoor dat er geen bevruchting plaatsvindt. Door voorbehoedsmiddelen te gebruiken is de kans dat je zwanger raakt minimaal.

**Condoom**

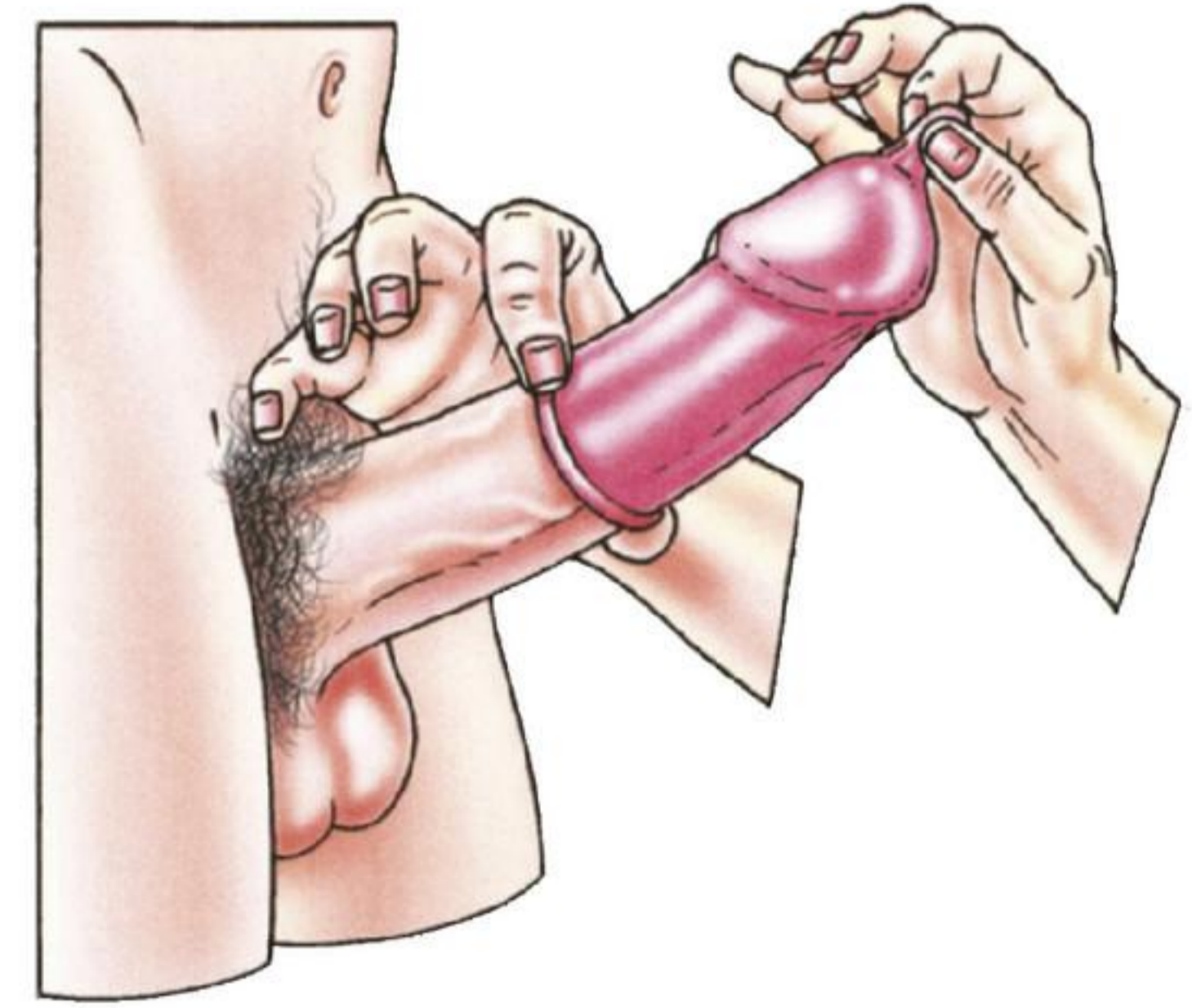
Het **condoom** is het enige voorbehoedsmiddel dat beschermt tegen seksueel overdraagbare ziekten én tegen zwangerschap. Een condoom is gemaakt van latex (een soort rubber). Het latex houdt zaadcellen tegen.

Er zijn condooms voor mannen en voor vrouwen. Het mannencondoom wordt het meest gebruikt (zie afbeelding 2). Je rolt het condoom om de penis in erectie (zie afbeelding 3). Het kan dus pas tijdens de seks worden aangebracht. (Pas op met nagels en sieraden.) Het vrouwencondoom breng je in de vagina in (zie afbeelding 4). Dit kan al enkele uren voor het vrijen.

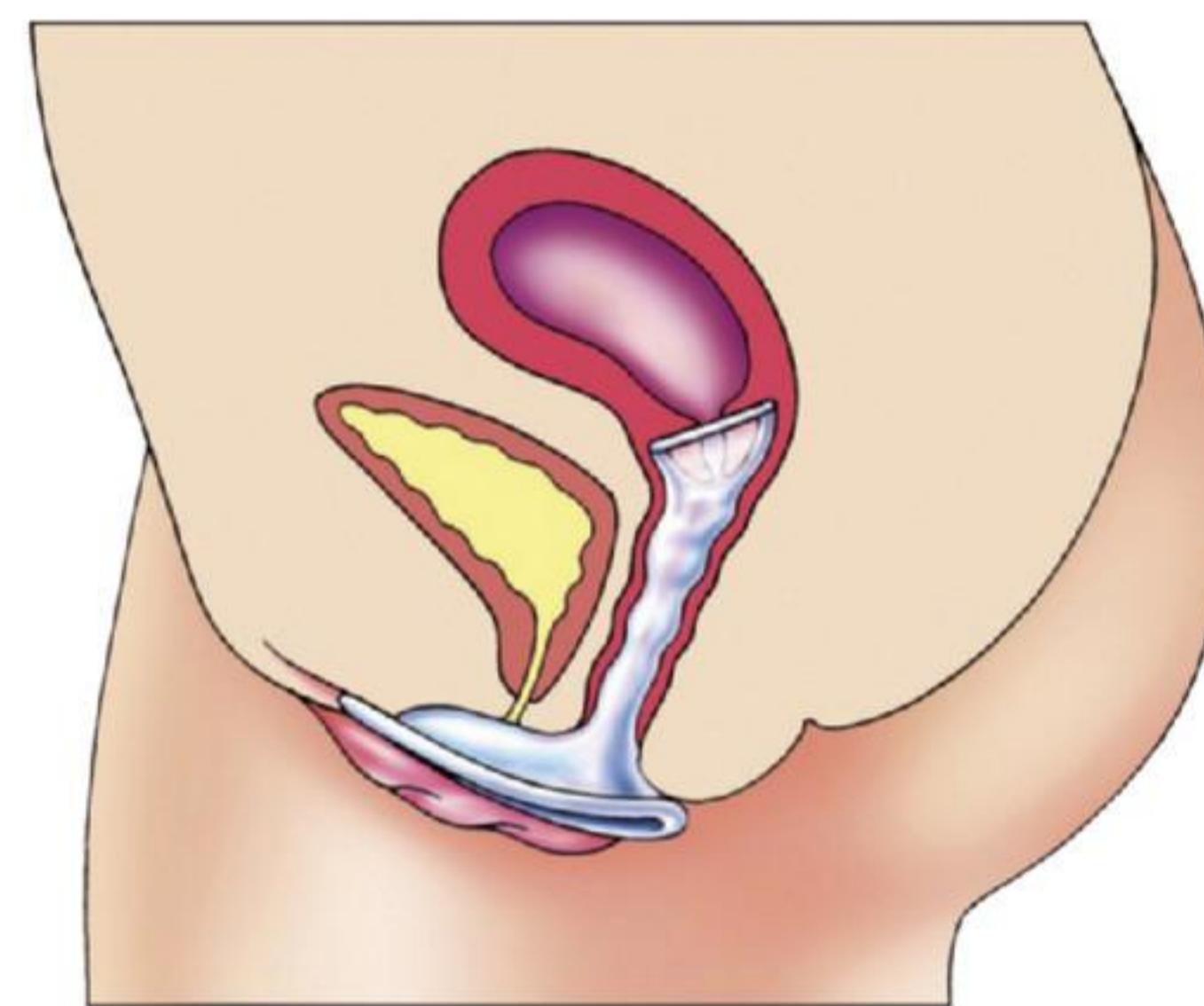
Je kunt beide soorten condooms maar één keer gebruiken.

**Afb. 2** Het mannencondoom.**Afb. 3** Gebruik van het mannencondoom.

1 Plaats het condoom om de eikel.



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

**Afb. 4** Het vrouwencondoom.

### Anticonceptiepil

De **anticonceptiepil (de pil)** bevat hormonen die ervoor zorgen dat er geen eicel gaat rijpen en vrijkomt. Ook maken ze het slijm in de baarmoederhals moeilijker doorlaatbaar voor zaadcellen. Verder zorgen de hormonen ervoor dat het baarmoederslijmvlies niet wordt opgebouwd, waardoor innesteling niet mogelijk is.

De tabletten zitten in een strip voor drie weken (zie afbeelding 5). Elke dag neem je er één. Na drie weken is er een stopweek: je slikt dan een week de pil niet.

Bij sommige merken zitten er 28 pillen in een strip; de laatste zeven pillen bevatten dan geen hormonen. In de stopweek heb je een lichte bloeding, vaak minder hevig dan je menstruatie. Daarom gebruiken sommige vrouwen de pil als hun menstruatie erg pijnlijk of hevig is.

Als je de pil wilt gaan gebruiken, heb je de eerste keer een recept nodig. Dat krijg je van je huisarts of bij een spreekuur van Sense. Daarna haal je de pil steeds bij de apotheek met een herhaalrecept.

**Afb. 5** Strips van 'de pil'.

### Koperspiraaltje

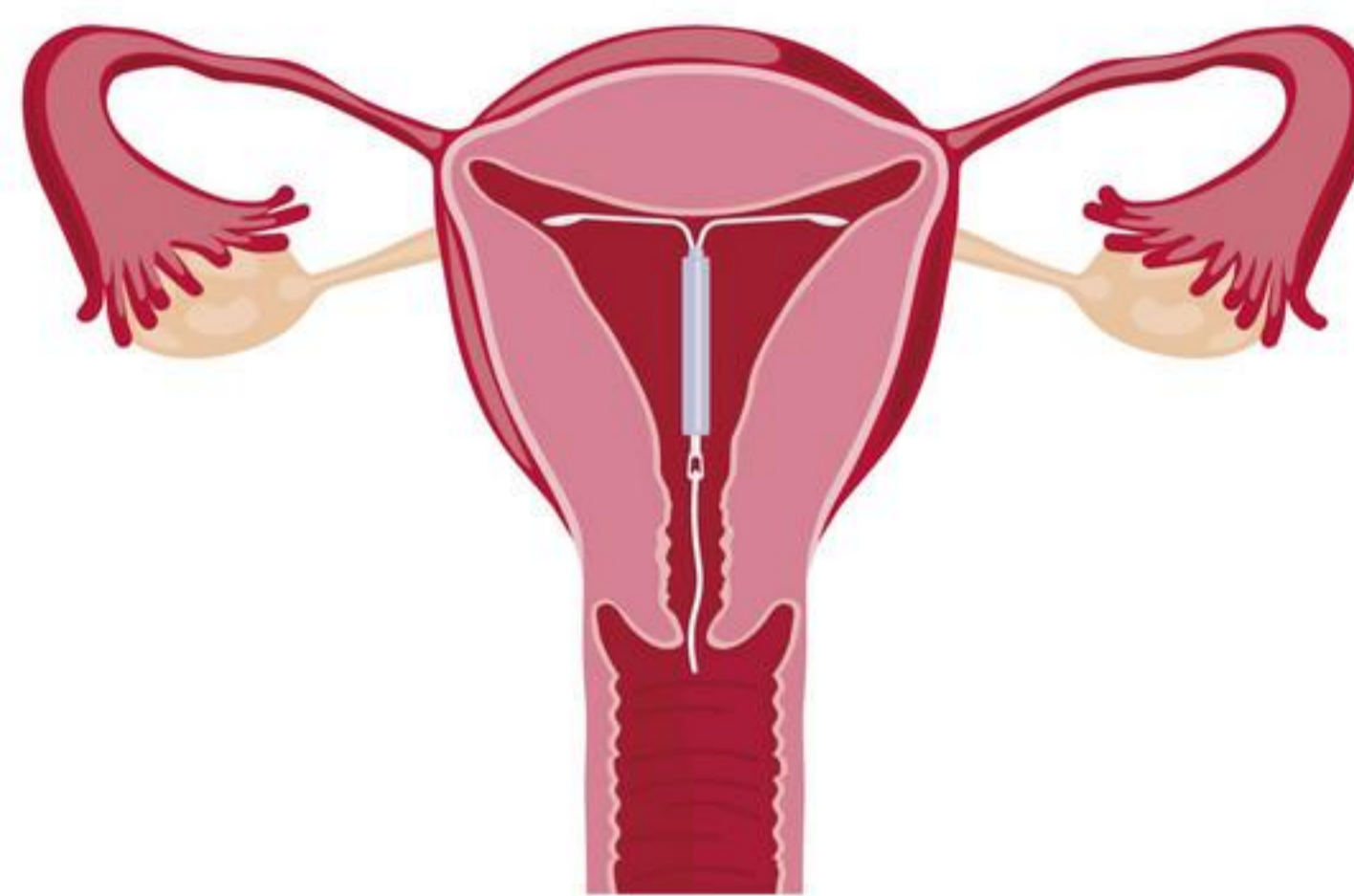
Een **spiraaltje** is een voorbehoedsmiddel dat door een arts in de baarmoeder wordt ingebracht. Het is een buigzaam plastic voorwerp. Na het inbrengen kun je de eerste twee maanden buikkrampen en bloedingen krijgen.

Er zijn twee soorten spiraaltjes: koperspiraaltjes en hormoonspiraaltjes. Een koperspiraaltje is omwikkeld met een koperdraadje (zie afbeelding 6). Het koper beschadigt de zaadcellen. Daardoor kunnen ze de eicel niet meer bevruchten. Ook maakt het koper de innesteling vrijwel onmogelijk. Een koperspiraaltje kan tussen de vijf en tien jaar blijven zitten.

**Afb. 6** Het spiraaltje.



1 koperspiraaltje



2 spiraaltje in de baarmoeder

### Hormoonspiraaltje

Net als een koperspiraaltje wordt een hormoonspiraaltje door een arts in de baarmoeder geplaatst. Een hormoonspiraaltje geeft voortdurend een kleine hoeveelheid hormonen af (zie afbeelding 7). Het zijn dezelfde hormonen als bij de pil, maar de hoeveelheid hormonen is wel kleiner. De maandelijkse bloeding is vaak minder hevig. Soms blijft de bloeding zelfs helemaal weg.

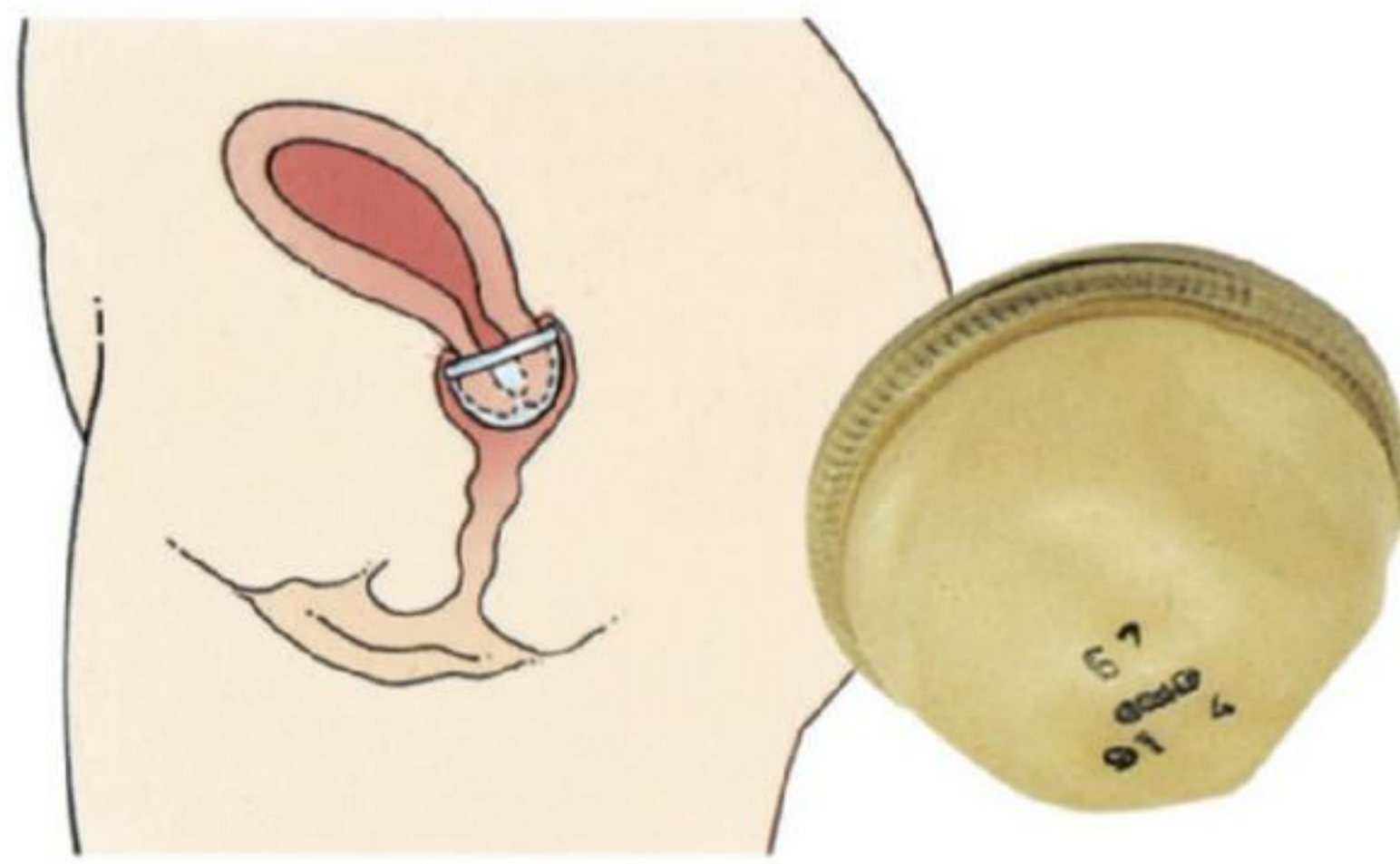
Na ongeveer vijf jaar is het hormoonspiraaltje uitgewerkt. Het moet dan worden verwijderd of vervangen.

**Afb. 7** Het hormoonspiraaltje.



### Pessarrium

Een **pessarrium** is een zacht rubberen koepeltje. Dit koepeltje bedekt de baarmoedermond (zie afbeelding 8). Je kunt het pessarium voor de geslachtsgemeenschap zelf inbrengen. De juiste vorm en maat moeten door een arts worden bepaald. De arts leert je ook hoe je het pessarium moet inbrengen. Om ervoor te zorgen dat het pessarium betrouwbaar is, moet het worden ingesmeerd met zaaddodende pasta. Na de geslachtsgemeenschap moet het minstens acht uur blijven zitten.

**Afb. 8** Het pessarium.

1 pessarium om de baarmoedermond



2 zaaddodende pasta

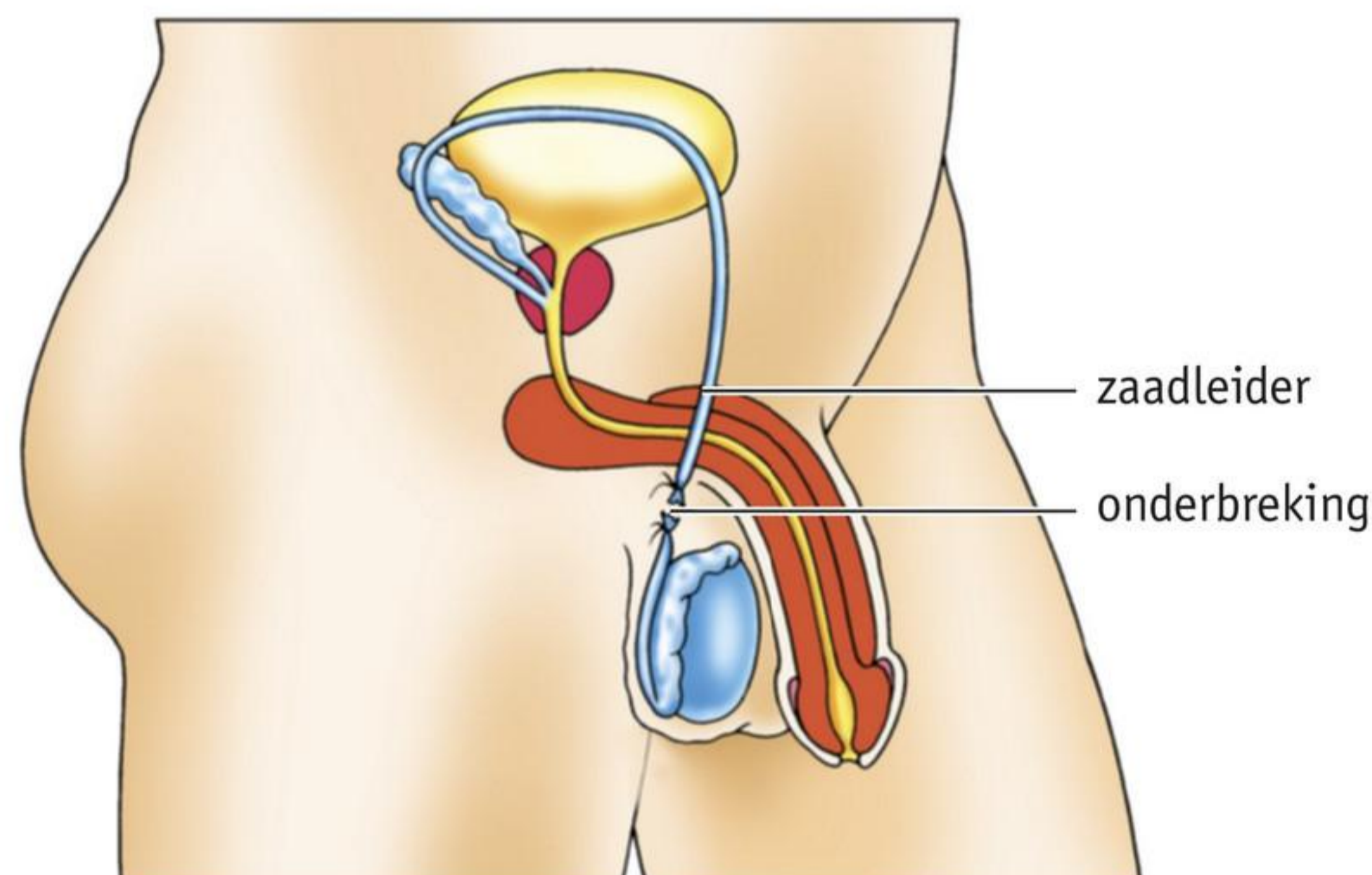
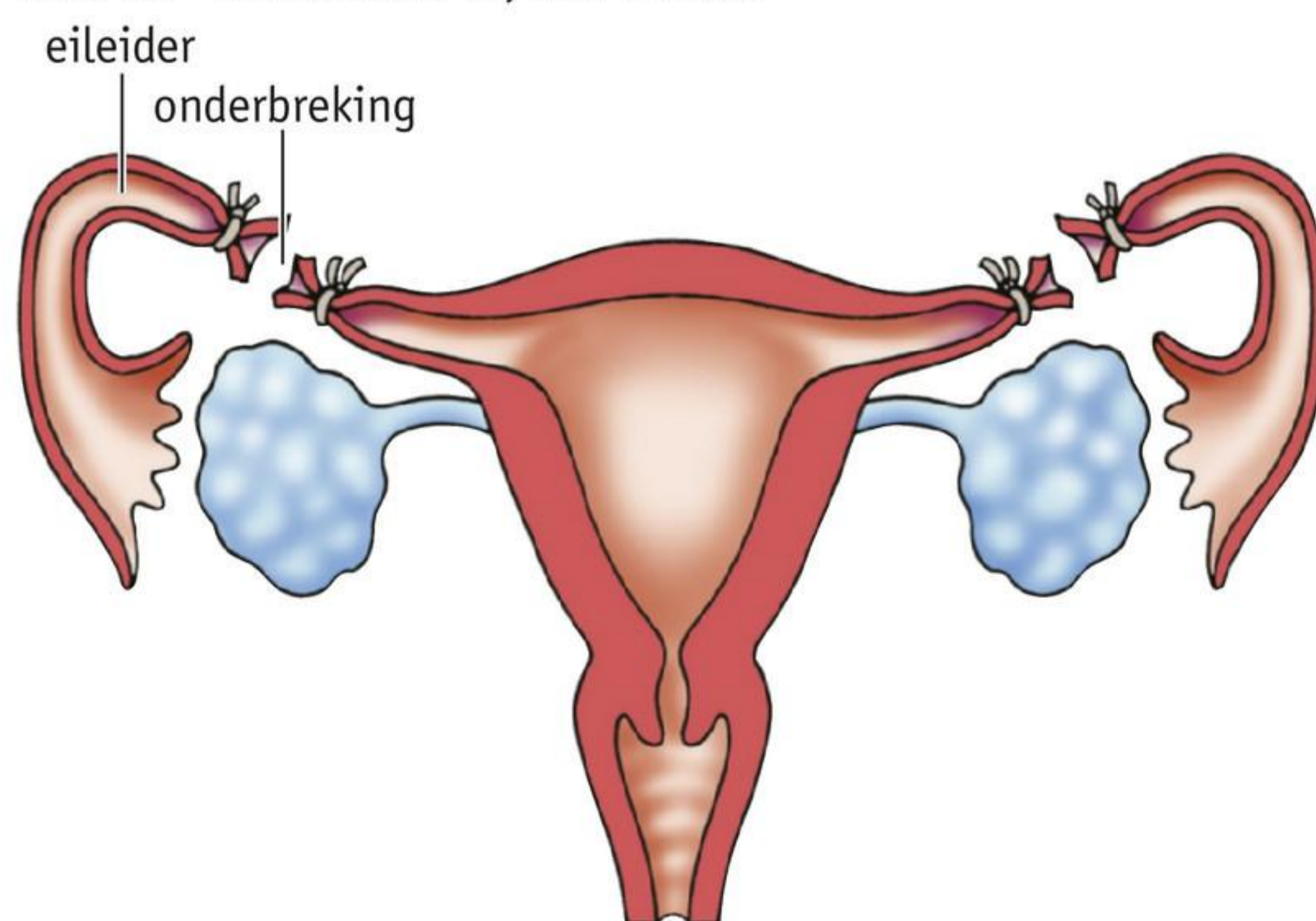
**Sterilisatie**

Iemand die geen kinderen (meer) wil, kan zich laten steriliseren. Bij **sterilisatie** word je met een operatie onvruchtbaar gemaakt.

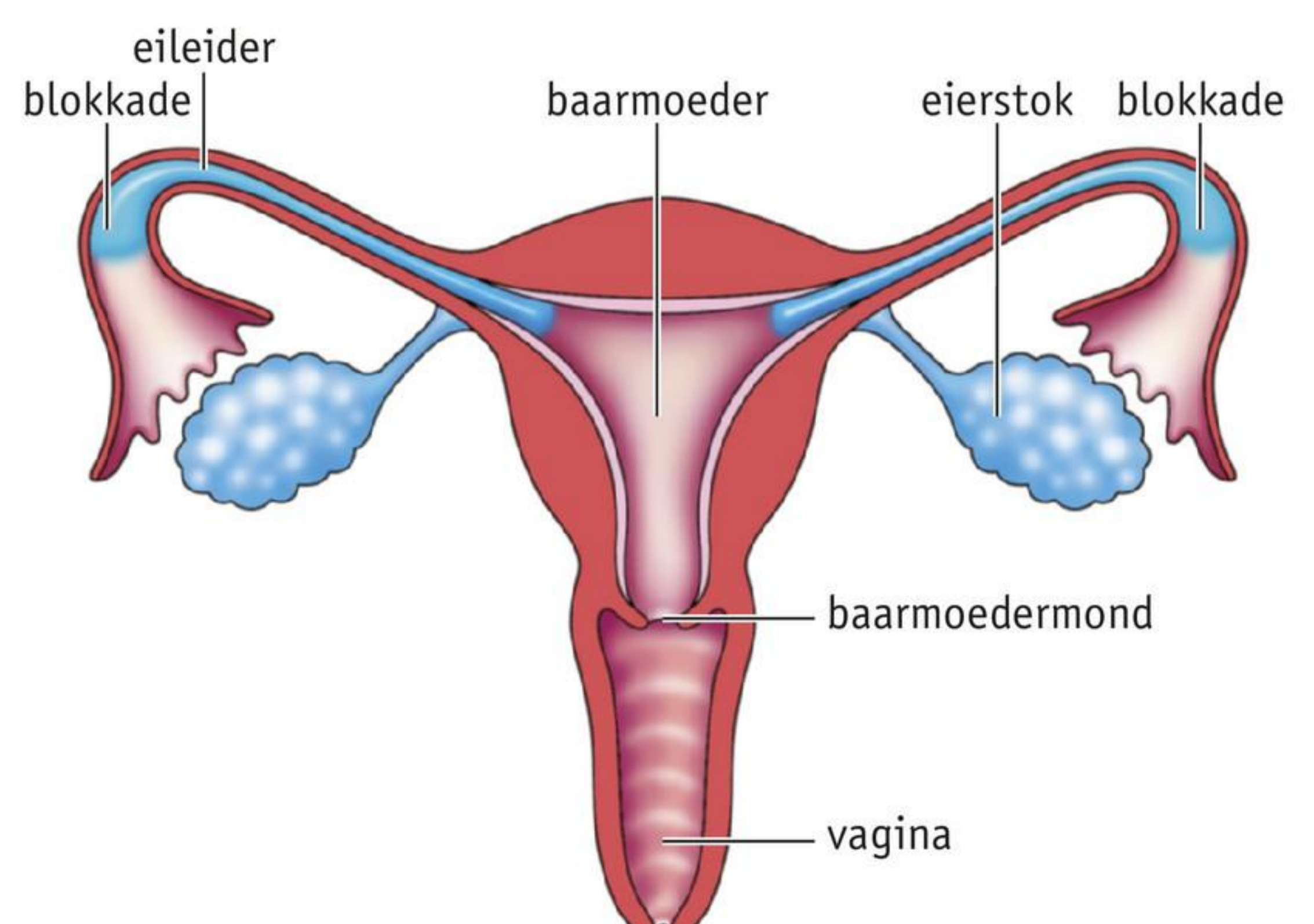
Bij een man worden de zaadleiters onderbroken (zie afbeelding 9). De productie van zaadcellen gaat normaal door. De man krijgt nog wel een zaadlozing, alleen bevat het sperma geen zaadcellen meer.

Bij een vrouw onderbreekt of blokkeert een arts de eileiders (zie afbeelding 10).

Daardoor kunnen zaadcellen de eicel niet meer bereiken. Er blijven eicellen en hormonen vrijkomen. Een gesteriliseerde vrouw wordt dus gewoon ongesteld.

**Afb. 9** Sterilisatie bij een man.**Afb. 10** Sterilisatie bij een vrouw.

1 onderbreken van de eileiders



2 blokkeren van de eileiders

**ONBETROUWBARE METHODEN**

Sommige methoden zijn betrouwbaarder dan andere. Geboorteregeling zonder voorbehoedsmiddelen is niet erg betrouwbaar. Deze onbetrouwbare methoden zijn:

- periodieke onthouding
- coïtus interruptus

**Periodieke onthouding**

Bij periodieke onthouding hebben een man en vrouw geen geslachtsgemeenschap tijdens de vruchtbare periode. Ze proberen de dag waarop de ovulatie plaatsvindt te bepalen door bijvoorbeeld de lichaamstemperatuur van de vrouw te meten of door deze op basis van de menstruatiecyclus te berekenen. Deze methode is onbetrouwbaar, omdat je nooit precies kunt bepalen wanneer de ovulatie plaatsvindt. Daarnaast kunnen zaadcellen een paar dagen overleven in het lichaam van een vrouw.

**Coïtus interruptus**

Bij coïtus interruptus trekt de man zijn penis terug uit de vagina als hij zijn zaadlozing voelt aankomen. De zaadlozing vindt dan buiten de vagina plaats. Deze methode is onbetrouwbaar, omdat in voorvocht ook al zaadcellen kunnen zitten.

**KENNIS****1**

**a** Wat zijn wensen binnen een seksuele relatie?

.....

**b** Wat zijn grenzen binnen een seksuele relatie?

.....

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

.....

**d** Hierna staan zes omschrijvingen over seksueel geweld en misbruik.

Welk begrip hoort bij de omschrijving?

1 Wanneer een familielid seksuele handelingen met een slachtoffer verricht, spreek je

van .....

2 Wanneer een volwassene online kinderen lokt, spreek je van .....

3 Wanneer iemand gedwongen wordt tot seksueel contact spreek je van .....

4 Wanneer iemand ongewenst het lichaam van een ander binnengaat, spreek je van .....

5 Wanneer iemand op sociale media weggezet wordt als slet of hoer spreek je van .....

6 Wanneer iemand tegen zijn of haar zin seksueel wordt aangeraakt, spreek je van .....

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?

.....

3

**a** Is de methode of het voorbehoedsmiddel betrouwbaar of onbetrouwbaar?

- |                                      |                                    |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1 coïtus interruptus                 | <i>betrouwbaar / onbetrouwbaar</i> |
| 2 condoom                            | <i>betrouwbaar / onbetrouwbaar</i> |
| 3 hormoonspiraaltje                  | <i>betrouwbaar / onbetrouwbaar</i> |
| 4 koperspiraaltje                    | <i>betrouwbaar / onbetrouwbaar</i> |
| 5 periodieke onthouding              | <i>betrouwbaar / onbetrouwbaar</i> |
| 6 pessarium met zaaddodende pasta    | <i>betrouwbaar / onbetrouwbaar</i> |
| 7 pessarium zonder zaaddodende pasta | <i>betrouwbaar / onbetrouwbaar</i> |
| 8 pil                                | <i>betrouwbaar / onbetrouwbaar</i> |
| 9 sterilisatie                       | <i>betrouwbaar / onbetrouwbaar</i> |

**b** Hoe voorkomt het hormoonspiraaltje dat een vrouw zwanger wordt?

.....  
 .....  
 .....

**c** Cila is naar de huisarts gegaan. Ze heeft een vriend en denkt dat ze binnenkort seks met hem gaat hebben. Ze wil zich goed beschermen tegen een zwangerschap. Voor een soa is ze niet bang, omdat het voor hen allebei de eerste keer zal zijn. Cila wil geen hormonen gebruiken.

Welke voorbehoedsmiddelen kan haar huisarts haar dan adviseren?

*anticonceptiepil / condoom / koperspiraaltje / pessarium / sterilisatie*

**d** 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.

4

Sommige soa's worden veroorzaakt door een bacterie, andere door een schimmel of een virus.

Welke soa's zijn te genezen met antibiotica?

- A chlamydia
- B genitale wratten
- C gonorrhoe
- D hepatitis B
- E herpes genitalis
- F hiv/aids
- G HPV
- H syfilis

5



### Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

Wensen: .....

Grenzen: .....

Consent: .....

.....

Ongewenste intimiteiten: .....

Aanranding: .....

Verkrachting: .....

Incest: .....

Grooming: .....

Slutshaming: .....

Hormonen in voorbehoedsmiddelen voorkomen zwangerschap op drie manieren:

- .....
- .....
- .....

Voorbeelden van voorbehoedsmiddelen met hormonen:

- .....
- .....

Methoden en voorbehoedsmiddelen zonder hormonen:

- Condoom: .....
- .....
- Koperspiraaltje: .....
- .....
- Pessarrium: .....
- .....
- Sterilisatie: .....
- .....

Onbetrouwbare methoden:

- Periodieke onthouding: .....
- .....
- Coïtus interruptus: .....
- .....

Soa	Ziekteverschijnselen	Hoe te genezen of te behandelen?	Mogelijke gevolgen zonder behandeling

## INZICHT

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

6

Lees de tekst 'Seksueel misbruik via sociale media'.

Als je jongeren vraagt of zij aan een vreemde online een naaktfoto zouden sturen, zegt een heel groot deel van hen nee. Toch gebeurt het volgens het NFI nog te vaak dat jongeren zo'n foto sturen naar iemand die ze denken te kennen. Maar vaak blijkt deze persoon helemaal geen bekende te zijn en slechte bedoelingen te hebben.

- a Wat zou een reden kunnen zijn om met een vreemde contact te houden via sociale media?
- b Wat kun je het best doen als iemand seksuele opmerkingen maakt of je dwingt om foto's of filmpjes te sturen?
- c Er komen vaak negatieve berichten in het nieuws over sociale media en seksualiteit. Maar er zijn ook veel jongeren die positieve ervaringen hebben met sociale media. Philip is een transman. Leg uit hoe sociale media Philip kan helpen.
- d Savan is een rustige jongen die niet gemakkelijk met meisjes praat; hij kent ook niet veel meisjes. Hij zou wel heel graag een vriendin willen, maar weet niet hoe hij dit moet aanpakken.  
Leg uit hoe sociale media Savan kan helpen.
- e Als je een tijdje online contact hebt met iemand, is het vaak leuk om wat te gaan afspreken.  
Leg uit wat een verstandige plek kan zijn om af te spreken.

**Afb. 11****Seksueel misbruik via sociale media**

Kinderen die het slachtoffer worden van seksueel misbruik, komen steeds vaker via sociale media in contact met de dader. Dat blijkt uit onderzoek van het Nederlands Forensisch Instituut (NFI).

Artsen van het NFI keken in opdracht van de politie en het Openbaar Ministerie naar 86 zedenzaken waarbij tieners tussen 11 en 15 jaar het slachtoffer werden. In 23 gevallen had de pleger het eerste contact gelegd op sociale media.

De werkwijze van de digitale kinderlokker wordt grooming genoemd. De groomer doet alsof hij geïnteresseerd is in zijn slachtoffer. Hij bouwt een vertrouwensrelatie op door over hobby's en interesses te chatten en verzamelt zo persoonlijke informatie over de jongere. Op een bepaald moment stuurt hij aan op seks en vraagt hij zijn contact zich uit te kleden of seksueel getinte foto's te sturen. Daarmee chanteert hij het slachtoffer en kan hij druk uitoefenen om ook daadwerkelijk ergens af te spreken.

Bron: [www.nos.nl](http://www.nos.nl).

7

Sara en Anne-Lot hebben het over Jasper, het vriendje van Sara. Sara is met Jasper naar bed geweest, maar wilde dit eigenlijk niet. Ze voelde dat ze er nog niet aan toe was. Maar Jasper vertelde haar dat hij het wél graag wilde en dat hij het anders zou uitmaken en zou kiezen voor een meisje dat niet zo moeilijk zou doen. Anne-Lot vindt het heel erg dat Sara zich heeft laten overhalen door Jasper. Ze zegt tegen Sara dat dit eigenlijk verkrachting is, namelijk: seks hebben zonder dat je het wilt. Leg uit dat Anne-Lot gelijk heeft.

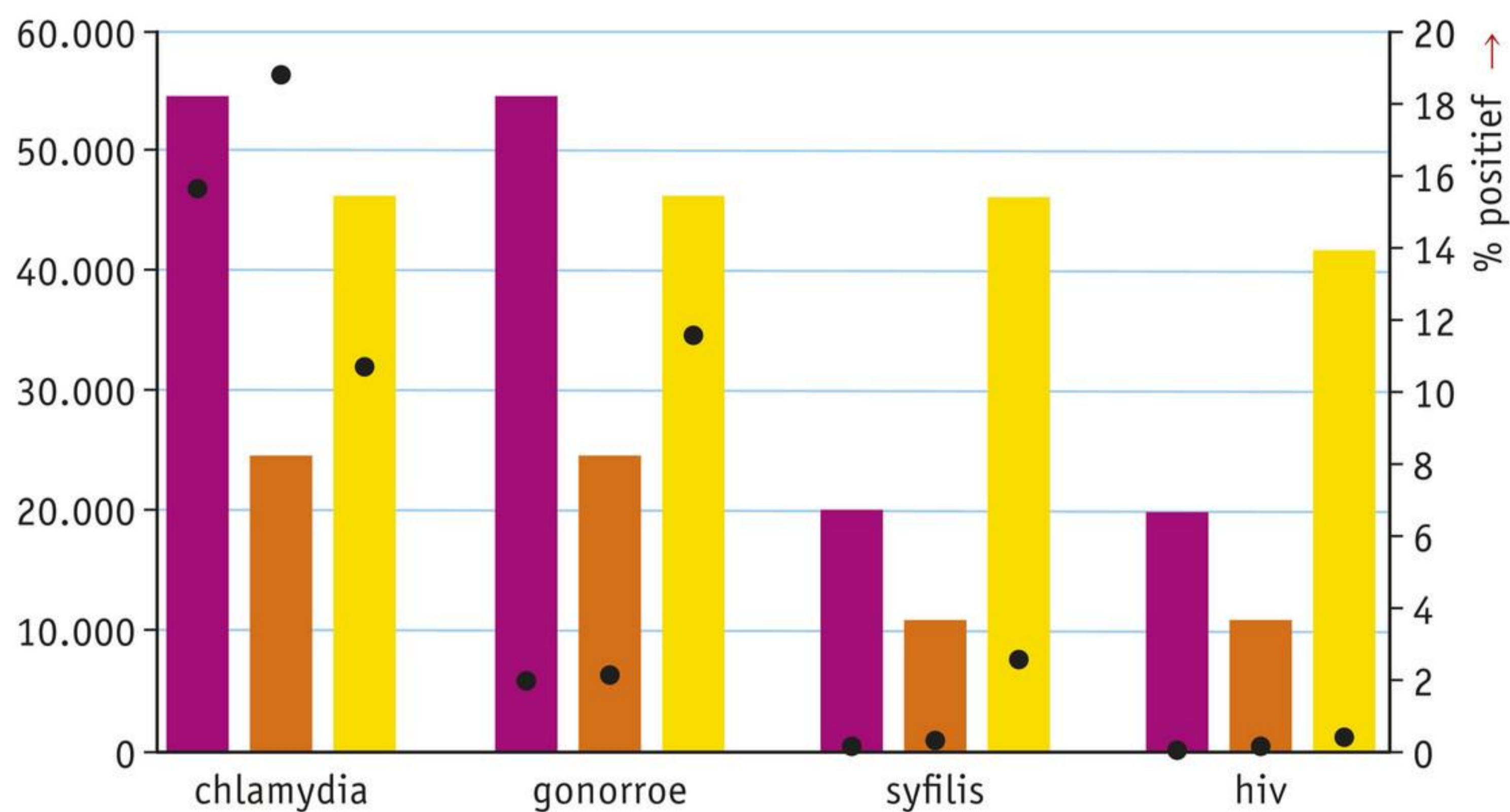
8

Bekijk de grafiek in afbeelding 12. Je ziet het aantal afgenomen testen en het percentage positieve testen voor vier soa's. Bij een positieve test is iemand besmet met de ziekte.

- Hoeveel vrouwen waren er volgens de grafiek besmet met chlamydia? Geef in je antwoord een berekening.
- Leg uit of chlamydia onder alle drie de onderzochte groepen de meest voorkomende soa is.
- In 2018 zijn 249 mensen positief getest op hiv. In 2019 waren dat er 164. Met welk percentage is het aantal hiv-infecties in 2019 afgenomen vergeleken met 2018? Geef de berekening.
- In 2019 gaf 0,23% van de hiv-testen een positieve uitslag. Hoeveel hiv-testen zijn er afgenomen in 2019? Leg je antwoord uit. Tip: maak een verhoudingstabel.

**Afb. 12** Totaal aantal testen en percentage positieve testen (2019) naar geslacht en leeftijd.

RIVM/Seksoa magazine, 28 juli 2020



Legenda:

- aantal testen bij vrouwen
- aantal testen bij heteroseksuele mannen
- aantal testen bij mannen die seks hebben met mannen
- % positief

9

Suze heeft net biologies gehad. In de pauze praat ze met haar vriendinnen na over wat ze zojuist van de docent hebben gehoord. Suze zegt tegen haar vriendinnen: 'Als ik genoeg kinderen heb, laat ik me steriliseren. Lijkt me heerlijk, dan word ik tenminste ook niet meer ongesteld.'

- Klopt het wat Suze zegt? Leg je antwoord uit. Gebruik in je antwoord het woord 'hormonen'.
- Leg uit dat de operatie voor een sterilisatie bij een man simpeler is dan bij een vrouw.

10

In tabel 1 staat wat je moet doen als je vergeten bent de pil in te nemen. Het schema komt uit de bijsluiter van een anticonceptiepil.

Lees de tekstjes en bekijk de afbeeldingen van de pillenstrips in afbeelding 13. Kies bij de vragen steeds uit mogelijkheid A tot en met G.

- Welke keuze moet Carina maken?
- Welke keuze moet Isan maken?
- Wat moet Olga doen? Ze heeft twee mogelijkheden.
- Hoewel je elke dag de pil moet nemen, en je er dus elke dag aan moet denken, is de pil erg populair. Geef minstens twee voordelen van de pil.

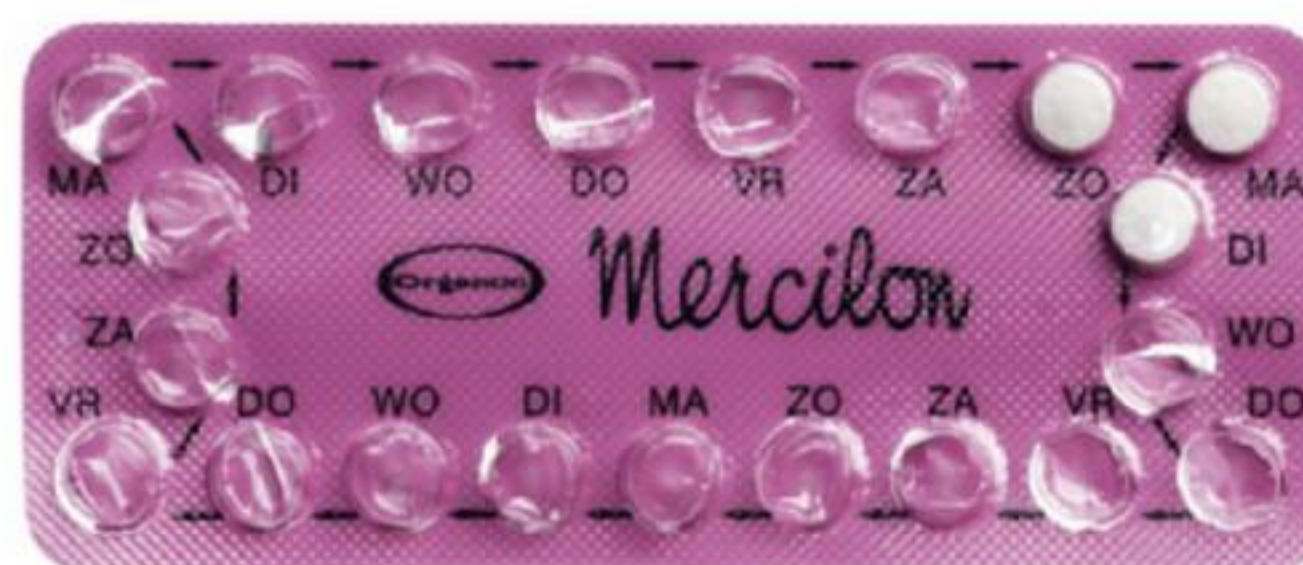
**Afb. 13** Wat te doen?



Op maandagavond ontdekt Carina dat ze op zondagavond de pil is vergeten. De zaterdagavond voor het vergeten van de pil heeft ze onbeschermde geslachtsgemeenschap gehad.



Op maandagavond ontdekt Isan dat ze op zaterdagavond en zondagavond de pil is vergeten. Op de zondagavond van het vergeten van de pil heeft ze geslachtsgemeenschap gehad.



Op dinsdagavond ontdekt Olga dat ze op zondagavond en maandagavond de pil is vergeten. Op de vrijdag ervoor heeft ze onbeschermde geslachtsgemeenschap gehad.

**Tabel 1** Bijsluiter anticonceptiepil.

Eén pil vergeten (de eerste pil meer dan 12 uur te laat)		A	De vergeten pil alsnog innemen en de strip vervolgen. Aanvullende maatregelen zijn niet nodig; de werking van de pil is niet verminderd.
Twee pillen vergeten (de tweede pil meer dan 12 uur te laat)	Week 1	B	Geen gemeenschap gehad vijf dagen voor het vergeten van de pil tot één week na het vergeten van de pil: <ul style="list-style-type: none"> <li>• laatste vergeten pil alsnog innemen;</li> <li>• strip afmaken;</li> <li>• eerste zeven dagen bij gemeenschap condoom gebruiken.</li> </ul>
		C	Wel gemeenschap gehad vijf dagen voor het vergeten van de pil tot één week na het vergeten van de pil: <ul style="list-style-type: none"> <li>• morning-afterpil nemen;</li> <li>• laatste vergeten pil alsnog innemen;</li> <li>• strip afmaken;</li> <li>• eerste zeven dagen bij gemeenschap condoom gebruiken.</li> </ul>
	Week 2	D	Pil blijft betrouwbaar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• laatste vergeten pil alsnog innemen;</li> <li>• strip afmaken.</li> </ul>
	Week 3	E	<ul style="list-style-type: none"> <li>• laatste vergeten pil alsnog innemen;</li> <li>• strip afmaken;</li> <li>• zonder stopweek doorgaan met een nieuwe strip.</li> </ul>
F		<ul style="list-style-type: none"> <li>• stoppen met strip;</li> <li>• uiterlijk zeven dagen na de eerste vergeten pil met een nieuwe strip starten.</li> </ul>	
Drie of meer pillen vergeten		G	Vraag de huisarts om advies.

**+ 11**

Lees de tekst 'Pearl-index' en bekijk tabel 2 op de volgende bladzijde.

- In de tabel staat het getal 0,5 bij sterilisatie van de man.  
Wat betekent dit getal?
- Wat wordt bedoeld met de 'standaard dagenmethode'?
- Vergelijk de betrouwbaarheid van de 'standaard dagenmethode' met het condoom.
- Leg uit hoe het kan dat er een verschil zit in de betrouwbaarheid van het condoom in de praktijk ten opzichte van de theorie.
- Hoeveel procent neemt de kans op zwangerschap in de praktijk af bij sterilisatie van de man?
- In de tabel staat bij 'In de praktijk' een Pearl-index tussen de 0,2 en de 10 bij de anticonceptiepil.  
Hoe kun je dit verschil verklaren?

**Afb. 14****Pearl-index**

De betrouwbaarheid van een anticonceptiemethode wordt aangegeven met de Pearl-index. Het cijfer staat voor het aantal per 100 vrouwen die, ondanks de gebruikte methode, toch zwanger worden. In tabel 3 staan twee cijfers: het theoretisch haalbare en het cijfer dat in de praktijk wordt bereikt. Wanneer 100 paren gedurende een jaar samenleven zonder aan geboorteregeling te doen, worden ongeveer 85 vrouwen zwanger. De Pearl-index is dan 85.

In de praktijk wordt een onzekerheidsmarge gebruikt, omdat soms niet bekend is of de methode wel of niet juist is gebruikt. Er kunnen ook verschillende soorten van het middel zijn of verschillende manieren om de methode toe te passen.

**Tabel 2** Pearl-index.

	Theoretisch	In de praktijk
Zonder anticonceptiemethode		85
Periodieke onthouding:		
• standaard dagenmethode	5	12
• via temperatuurmeting	1	2,5-7
Condoom	2	12
Spiraaltje	0,2-1	1-3
Anticonceptiepil	0,5	0,2-10
Sterilisatie:		
• man	< 0,1	0,5
• vrouw	0,2-2,6	niet bekend

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 8 Erfelijkheidsonderzoek

## LEERDOELEN

2.8.1 Je kunt situaties noemen waarin het verstandig is genetisch advies in te winnen.

2.8.2 Je kunt methoden van prenataal onderzoek beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	2.8.1	2.8.2
Onthouden	1b	2b
Begrijpen	1a, 3, 5a, 7ab	2a, 3
Toepassen	4abc, 5b, 6a, 7cd	7e, 8ad
Analyseren	4d, 5c, 6b	8bc

**De meeste kinderen worden gezond geboren. Helaas zijn er ook kinderen met een aangeboren ziekte of aangeboren afwijking. Sommige daarvan zijn erfelijk.**

## GENETISCH ADVIES

Een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt de chromosomen van iemand. Daaraan kan hij zien of deze persoon in het DNA informatie heeft voor een erfelijke ziekte. Dat is belangrijk voor toekomstige ouders die zelf ziek zijn. Maar ook voor gezonde mensen bij wie een ziekte in de familie voorkomt.

Sommige mensen zijn zelf niet ziek, maar kunnen wel een ziekte doorgeven. Dat komt doordat zij op hun chromosomen de erfelijke informatie hebben voor een ziekte. Voor sommige ziekten heb je twee chromosomen met dezelfde informatie nodig om ziek te worden. Als je de informatie voor de ziekte maar op één chromosoom hebt en zelf niet ziek bent, dan ben je **drager** van die erfelijke ziekte. Bij een drager heeft de helft van de geslachtscellen een chromosoom met de erfelijke ziekte, de andere helft niet (zie afbeelding 1).

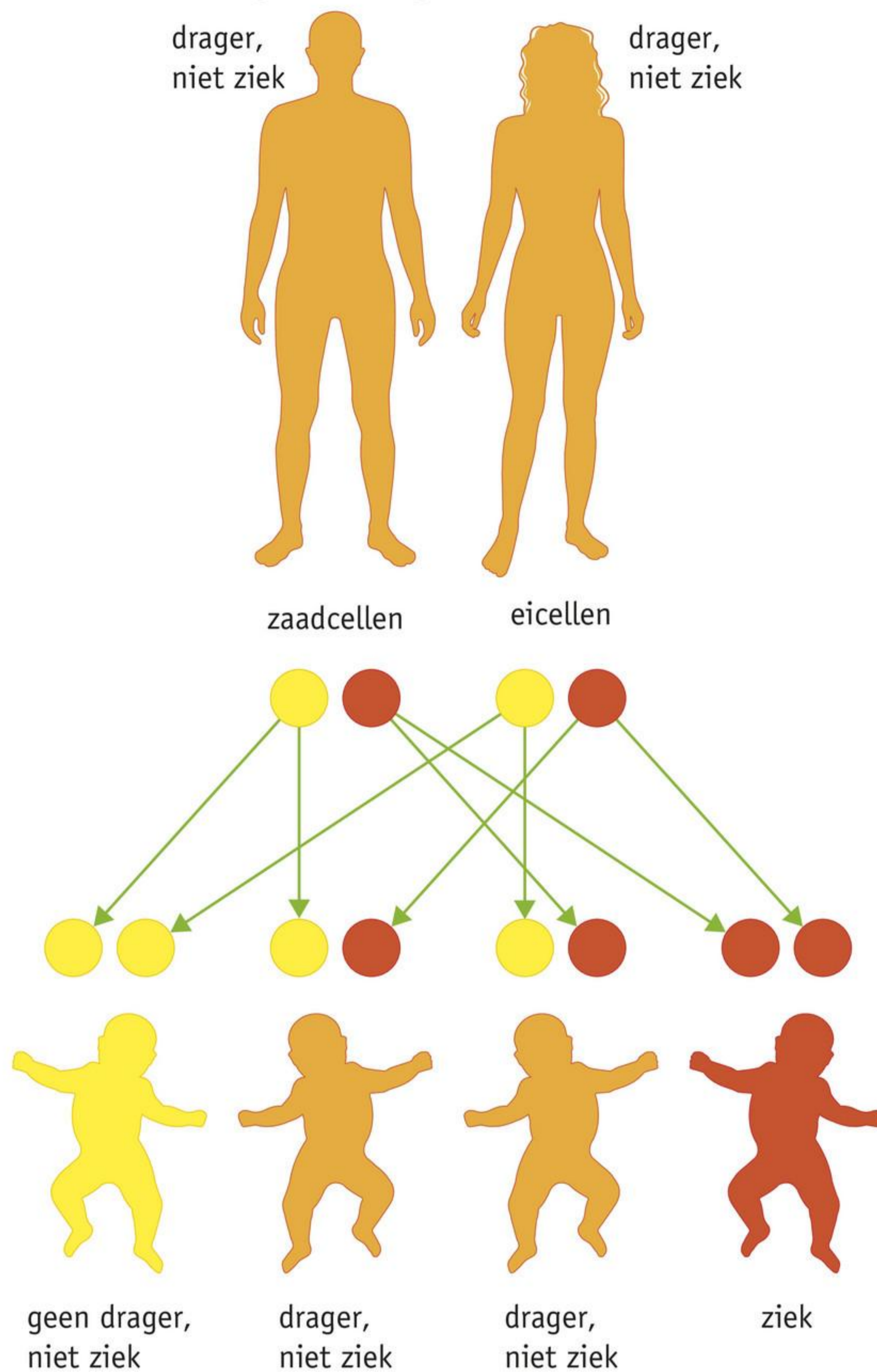
Als iemand in de familie drager is, is het verstandig om **genetisch advies** in te winnen. Je weet dan hoe groot de kans is dat je kinderen krijgt met de erfelijke ziekte of erfelijke afwijking. Daarbij wordt het DNA van verschillende familieleden onderzocht. De onderzoeker kijkt of de informatie voor een erfelijke ziekte of aandoening in het DNA voorkomt. Toekomstige ouders kunnen aan de hand van dit genetisch advies een besluit nemen over een eventuele zwangerschap.

Ook als de vrouw al enkele keren een miskraam heeft gehad, is het verstandig genetisch advies in te winnen.

## PRENATAAL ONDERZOEK

Bij embryo's en foetussen kan ook erfelijkheidsonderzoek worden gedaan. Hiermee kun je al vóór de geboorte van een kind ziekten en/of afwijkingen vinden. Deze vorm van onderzoek wordt **prenataal onderzoek** genoemd. 'Prenataal' betekent 'vóór de geboorte'. Prenataal onderzoek kan gebeuren met behulp van:

- echoscopie
- NIPT (niet-invasieve prenatale test)
- vlokentest
- vruchtwaterpunctie

**Afb. 1** Geen drager, wel drager of ziek?**Echoscopie**

Bij **echoscopie** controleert een arts of echografist de groei en de ligging van het ongeboren kind met behulp van een echoscoop (zie afbeelding 2). Dit apparaat zendt een geluid uit dat zo hoog is dat je het niet kunt horen. Dat geluid wordt in het lichaam teruggekaatst en door de echoscoop opgevangen. Een computer zet het teruggekaatste geluid om in beelden. Een arts of echografist bekijkt de beelden en controleert of het kind zich goed ontwikkelt en of het afwijkende kenmerken heeft. Als de voortplantingsorganen al tot ontwikkeling zijn gekomen, kun je ook zien of het kind een jongetje of een meisje is.

**Afb. 2** Echoscopie bij een zwangere vrouw.

**NIPT**

Bij de NIPT (niet-invasieve prenatale test) wordt wat bloed van de moeder afgenomen. In het bloed van de moeder zit een beetje DNA van de placenta. Een groot deel van dit DNA is afkomstig van de moeder, een klein deel van de baby. Het DNA van de baby wordt onderzocht op chromosoomafwijkingen.

Deze test is mogelijk vanaf de tiende week van de zwangerschap. Soms blijkt uit de test een verhoogde kans op bepaalde ziekten. Dan wordt vaak een vlokcentest of vruchtwaterpunctie geadviseerd voor meer zekerheid.

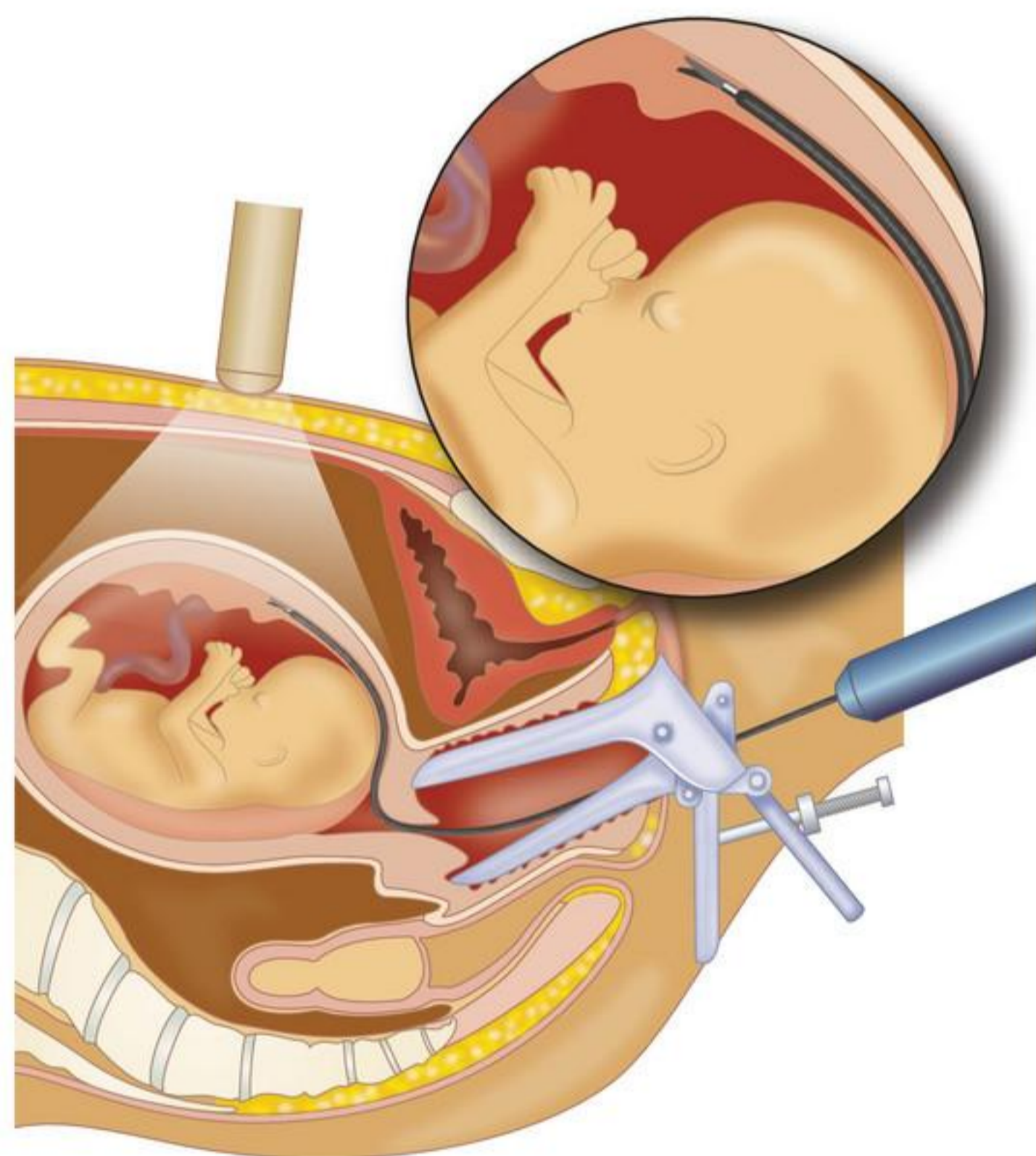
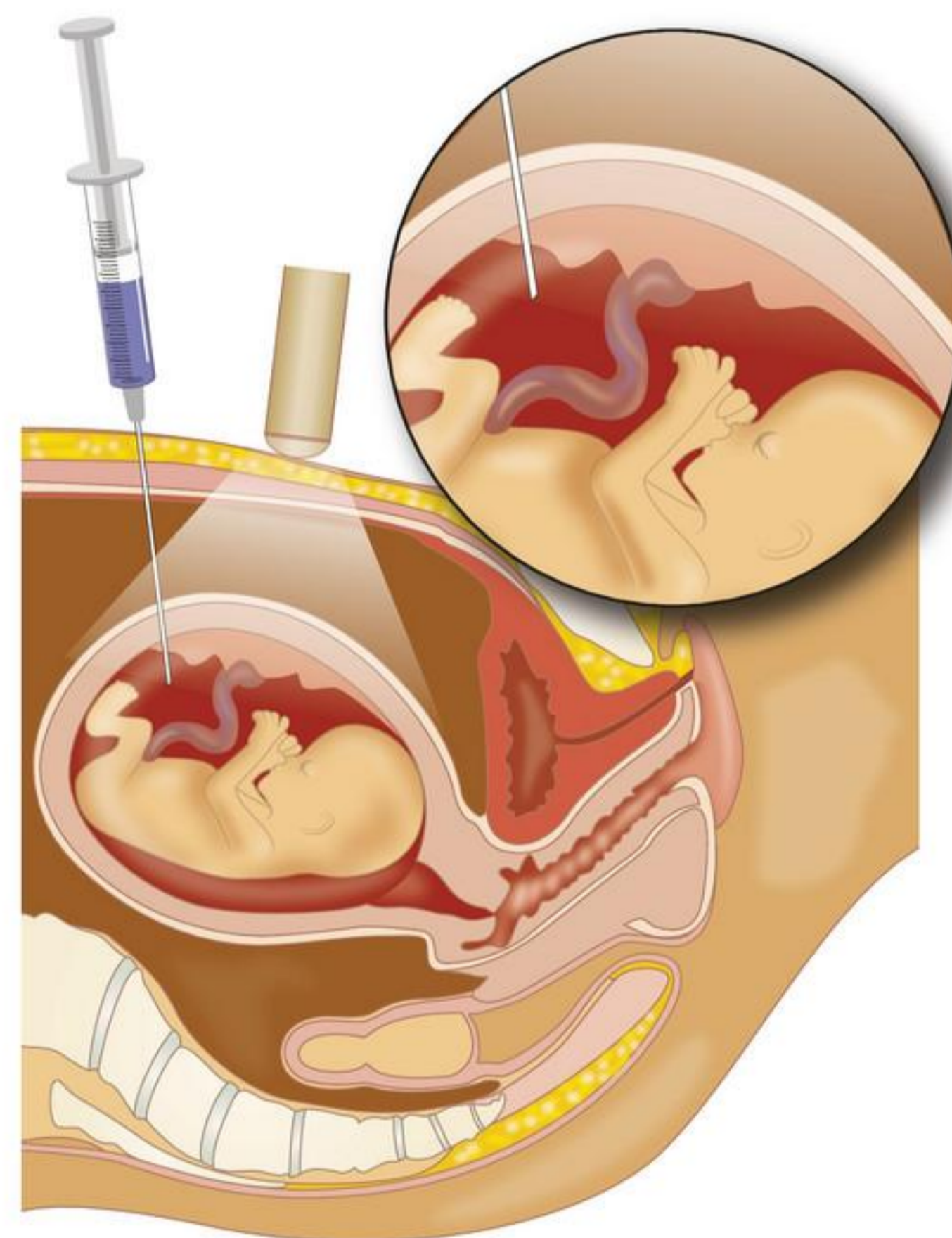
**Vlokkentest**

Vanaf de elfde tot veertiende week van de zwangerschap kan een **vlokkentest** worden gedaan. Hierbij wordt een klein beetje weefsel uit de placenta gehaald (zie afbeelding 3). Ook hier wordt gekeken naar chromosoomafwijkingen. Een voorbeeld van zo'n afwijking is taaislijmziekte.

Met een vlokkentest kun je ook vaststellen welke geslachtschromosomen een embryo heeft.

**Vruchtwaterpunctie**

Bij een **vruchtwaterpunctie** wordt via de buikwand en de wand van de baarmoeder wat vruchtwater weggezogen (zie afbeelding 4). In dit vruchtwater bevinden zich cellen van de foetus. De chromosomen uit deze cellen worden onderzocht. Met een vruchtwaterpunctie is ook vast te stellen welke geslachtschromosomen de foetus heeft. Een vruchtwaterpunctie is mogelijk vanaf de vijftiende tot zestiende week van de zwangerschap.

**Afb. 3** Vlokkentest (schematisch).**Afb. 4** Vruchtwaterpunctie (schematisch).

De vlokkentest en de vruchtwaterpunctie zijn niet zonder gevaar. De kans op een miskraam wordt hierdoor iets groter. Daarom worden deze onderzoeken alleen uitgevoerd als daar een medische reden voor is. Bijvoorbeeld:

- als uit de NIPT blijkt dat er een verhoogde kans is op een erfelijke ziekte
- als een vrouw al enkele keren een miskraam heeft gehad
- als er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt

## KENNIS

1

- a** Is een aangeboren afwijking altijd erfelijk? *ja / nee*
- b** Welke mensen wordt aangeraden genetisch advies in te winnen als ze een kind willen?
- A Mensen die al enkele keren een miskraam hebben gehad.
  - B Mensen die bij een vorig kindje een zware bevalling hebben gehad.
  - C Mensen die zonder reden bang zijn voor een erfelijke afwijking bij het kind.
  - D Mensen met een erfelijke ziekte in de familie.
  - E Mensen van wie een familielid gehandicapt is door zuurstofgebrek bij de geboorte.

2

- a** Over welk(e) onderzoek(en) gaat de zin?
- 1 Bij deze onderzoeken worden de chromosomen van het ongeboren kind bestudeerd.  
*NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie*
  - 2 Bij deze onderzoeken is er een iets verhoogde kans op een miskraam.  
*NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie*
  - 3 Bij deze onderzoeken kan het geslacht van het ongeboren kind worden vastgesteld.  
*NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie*
  - 4 Dit onderzoek gebeurt via een buisje door de vagina.  
*NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie*
  - 5 Bij dit onderzoek wordt alleen bloed van de moeder onderzocht.  
*NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie*
  - 6 Bij dit onderzoek wordt het vruchtwater onderzocht.  
*NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie*
  - 7 Bij dit onderzoek wordt het weefsel uit de placenta onderzocht.  
*NIPT / vlokkentest / vruchtwaterpunctie*
- b** Op welk moment in de zwangerschap wordt het onderzoek gedaan?
- |                      |                       |   |
|----------------------|-----------------------|---|
| A NIPT               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 vanaf de 11e tot 14e week |
| B vlokkentest        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 rond de 10e week          |
| C vruchtwaterpunctie | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 vanaf de 15e tot 16e week |

3

**Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof.



- Het is verstandig genetisch advies in te winnen:

– .....

– .....

- Vul de tabel in.

Prenataal onderzoek	Omschrijving
Echoscopie	
NIPT	
Vlokkentest	
Vruchtwaterpunctie	

## INZICHT

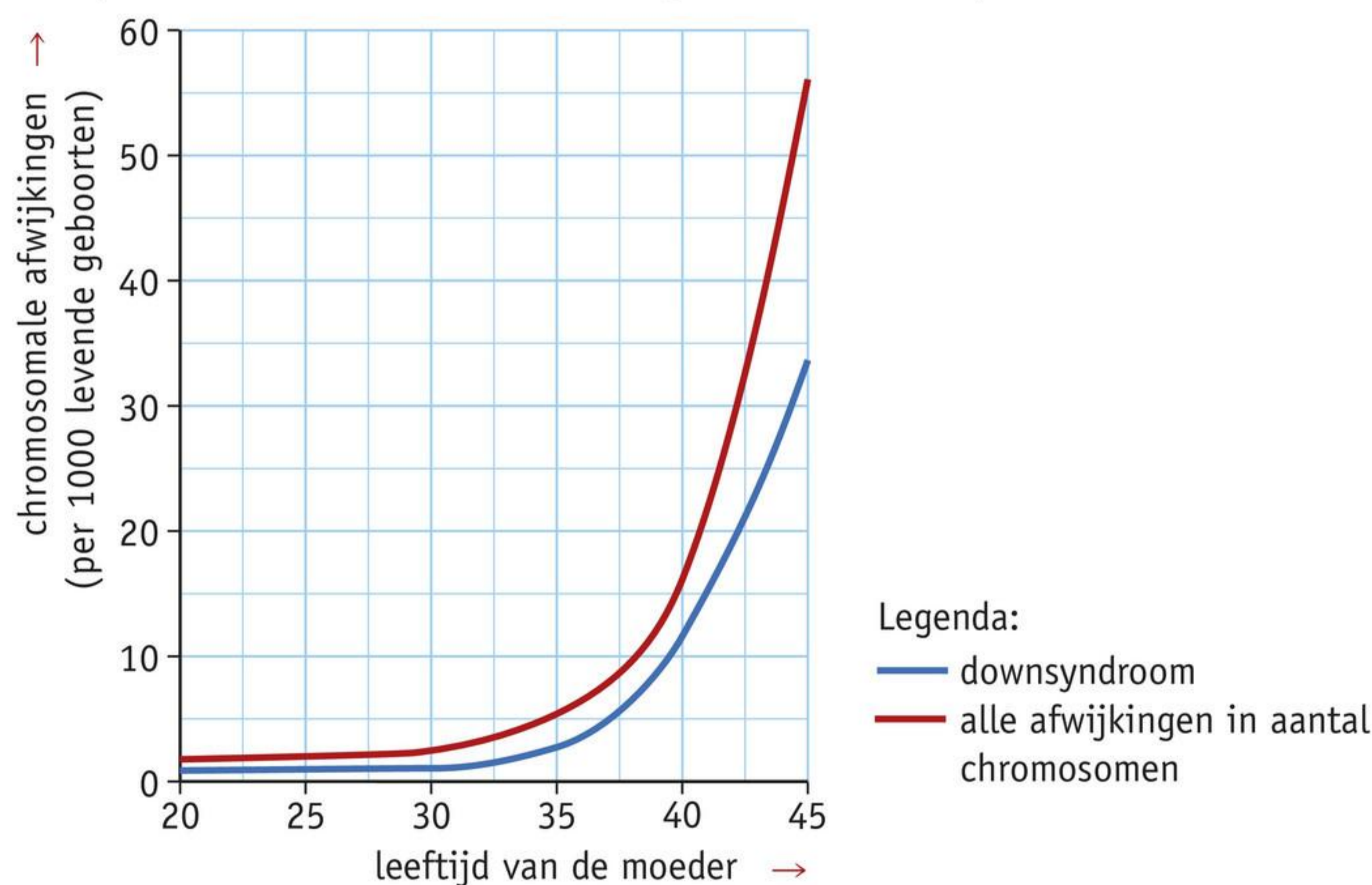
Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4

Als een vrouw 36 jaar of ouder is, neemt bij zwangerschap de kans toe dat ze een kind krijgt met een chromosoomafwijking. Een voorbeeld van zo'n afwijking is het downsyndroom (zie afbeelding 5).

- Hoe groot is de kans op een kind met het downsyndroom als de moeder 39 jaar oud is? Geef je antwoord in procenten.
- Hoe groot is de kans op een kind met een chromosoomafwijking als de moeder 43 jaar oud is? Geef je antwoord in procenten.
- Een 44-jarige vrouw is zwanger. Deze vrouw wilde eigenlijk al zwanger worden toen ze 41 jaar was, maar ze stelde haar beslissing drie jaar uit. Door het uitstel is de kans op mogelijke erfelijke afwijkingen groter geworden. Hoeveel keer groter is die kans?
- Vooral vrouwen hebben meer kans om op latere leeftijd een kind te krijgen met een chromosoomafwijking. Bij mannen speelt dit vrijwel niet. Leg uit waardoor dit verschilt.

**Afb. 5** Hoe ouder de moeder is, hoe groter de kans is op een kind met een afwijking.



Bron: <https://journalclubnl.wordpress.com/2009/06/11/review-down-syndroom-screening-nejm/>

5

Lees de tekst 'Gezond leven'.

Als een van de ouders een hart- of vaatziekte heeft, heeft een kind een verhoogde kans op hart- en vaatziekten.

- Wat kun je doen om de kans op deze ziekten te verkleinen?
- Waarom worden hart- en vaatziekten 'gedeeltelijk erfelijk' genoemd?
- Mensen die veel aan radioactieve straling hebben blootgestaan, krijgen het advies om genetisch advies in te winnen als ze een kind willen. Zoek op internet op wat radioactieve straling kan doen met de chromosomen in geslachtscellen. Leg uit waarom deze mensen dit advies krijgen.

**Afb. 5****Gezond leven**

Online vind je veel advies over gezond leven, maar je kunt niet alle aandoeningen voorkomen. Van duizenden aandoeningen is inmiddels bekend dat ze erfelijk zijn. Sommige erfelijke aandoeningen of ziekten krijgt een kind altijd als beide ouders het 'zieke' gen doorgeven. Voorbeelden zijn albinisme of taaislijmziekte. Er zijn ook aandoeningen die gedeeltelijk erfelijk zijn. Of je zo'n aandoening krijgt, hangt ook af van je manier van leven. Als een van je ouders een hart- of vaatziekte heeft, heb je een verhoogde kans op hart- en vaatziekten. Dit geldt ook voor bijvoorbeeld diabetes en sommige soorten kanker. Maar als je gezond eet, veel beweegt en niet rookt, wordt de kans op hart- en vaatziekten kleiner.

**6**

Als een zwangere vrouw alcohol gebruikt, krijgt de foetus ook alcohol binnen. De foetus kan dan FAS (Foetaal Alcohol Syndroom) krijgen. Kinderen met FAS hebben meestal problemen met leren. Daarnaast hebben ze vaak afwijkingen in het gezicht en groeien ze langzaam.

- a** Leg uit of FAS een aangeboren afwijking is.
- b** Leg uit of je met een erfelijkheidsonderzoek kunt aantonen dat een kind FAS heeft.

**7**

Lees de tekst 'Leven met een erfelijke belasting'.

- a** Hebben de ouders van Barbara voor de geboorte een erfelijkheidsonderzoek laten doen? Leg je antwoord uit.
- b** Is VHL een gevaarlijke ziekte? Leg je antwoord uit.
- c** In de tekst staat dat Barbara draagster is van VHL. Leg uit waarom het woord 'draagster' hier verkeerd wordt gebruikt.
- d** Zou jij Barbara het advies geven om prenataal onderzoek te doen als ze zwanger is? Leg uit waarom je dat advies geeft.
- e** Alle pasgeboren baby's worden via de hielprik op bepaalde ziekten gecontroleerd. Veel ziekten die worden opgespoord, zijn stofwisselingsziekten. Hierbij kunnen bepaalde stoffen in het lichaam niet worden aangemaakt of afgebroken. Leg uit waarom het belangrijk is dat de hielprik zo snel na de geboorte wordt afgenomen.

**Afb. 7****Leven met een erfelijke belasting**

Vaak weten mensen niet dat ze erfelijk belast zijn met kanker. Dat geldt ook voor Barbara, draagster van de erfelijke en zeldzame kankersoort Von Hippel-Lindau (VHL). 'Ik had vage klachten als misselijkheid, hoofdpijn en vermoeidheid. Eerst dacht ik dat het stress en vermoeidheid was. Ik stopte met gevechtskunsten en zocht een minder zware baan.

Een huisarts zag mij lopen en stuurde me direct naar de neuroloog. Een MRI van mijn hersenen toonde een grote cyste aan, een tumor en vlekjes. Een ver familielid mailde dat ze me moesten onderzoeken op de erfelijke ziekte VHL. Er werden scans gemaakt, mijn ogen werden gecontroleerd en er werd bloed afgenomen. Een DNA-test wees uit dat het inderdaad VHL was: een erfelijke vorm van kanker die goedaardige en kwaadaardige tumoren kan veroorzaken op verschillende plekken in het lichaam.'

*Naar: e-zine Jij, jaargang 3, nummer 5.*

**+ 8**

Een vruchtwaterpunctie wordt uitgevoerd door een ervaren arts. De plek waar de naald de baarmoeder en de vruchtvliezen in gaat, kan blijven nalekken.

- a** Leg uit welk risico er nog meer is, behalve het nalekken.
- b** Al snel nadat de bevruchte eicel zich in het baarmoederslijmvlies heeft ingenesteld, wordt vocht aangemaakt (het vruchtwater). Rond zestien weken is er 150 mL vruchtwater. Bij zeven maanden is het meer dan een liter.

Leg uit dat een vruchtwaterpunctie pas later in de zwangerschap wordt uitgevoerd.

- c** Borstkanker kan erfelijk zijn, maar je kunt het ook krijgen zonder dat je hier de erfelijke informatie voor hebt. Van de vrouwen die borstkanker krijgen, is 80% boven de 50 jaar.

Leg uit dat er bij prenataal onderzoek niet vaak gekeken wordt naar de erfelijke informatie voor borstkanker.

- d** Er zijn ook vrouwen die hun ongeboren kind niet laten onderzoeken als er in hun familie erfelijke ziekten of aandoeningen zijn.

Vind jij dat alle vrouwen zich zouden moeten laten testen op erfelijke ziekten of aandoeningen?

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# Samenhang

## BABY BUITEN DE BAARMOEDER

**Chlamydia is een veelvoorkomende geslachtsziekte. Vaak wordt chlamydia niet behandeld. Dan kan het problemen geven als een vrouw zwanger wil worden.**

### BUITENBAARMOEDERLIJKE ZWANGERSCHAP

Chlamydia kan zorgen voor ontstekingen in de buikholte. Als een eileider ontstoken raakt, kunnen er verklevingen ontstaan. Dat zijn een soort vliezen van dik en stug weefsel. Deze blijven achter na de ontsteking. Door verklevingen kan de eileider nauwer worden. De doorgang wordt dan kleiner.

Een eileider kan zo nauw worden dat een eicel er niet meer doorheen past. De vrijgekomen eicel blijft dan in de eileider steken. Als hij wordt bevrucht, ontstaat door delingen een klompje cellen. Het klompje cellen kan de baarmoeder niet bereiken. Het embryo nestelt zich daardoor niet in de baarmoeder, maar in de eileider. Dit noem je een buitenbaarmoederlijke zwangerschap.

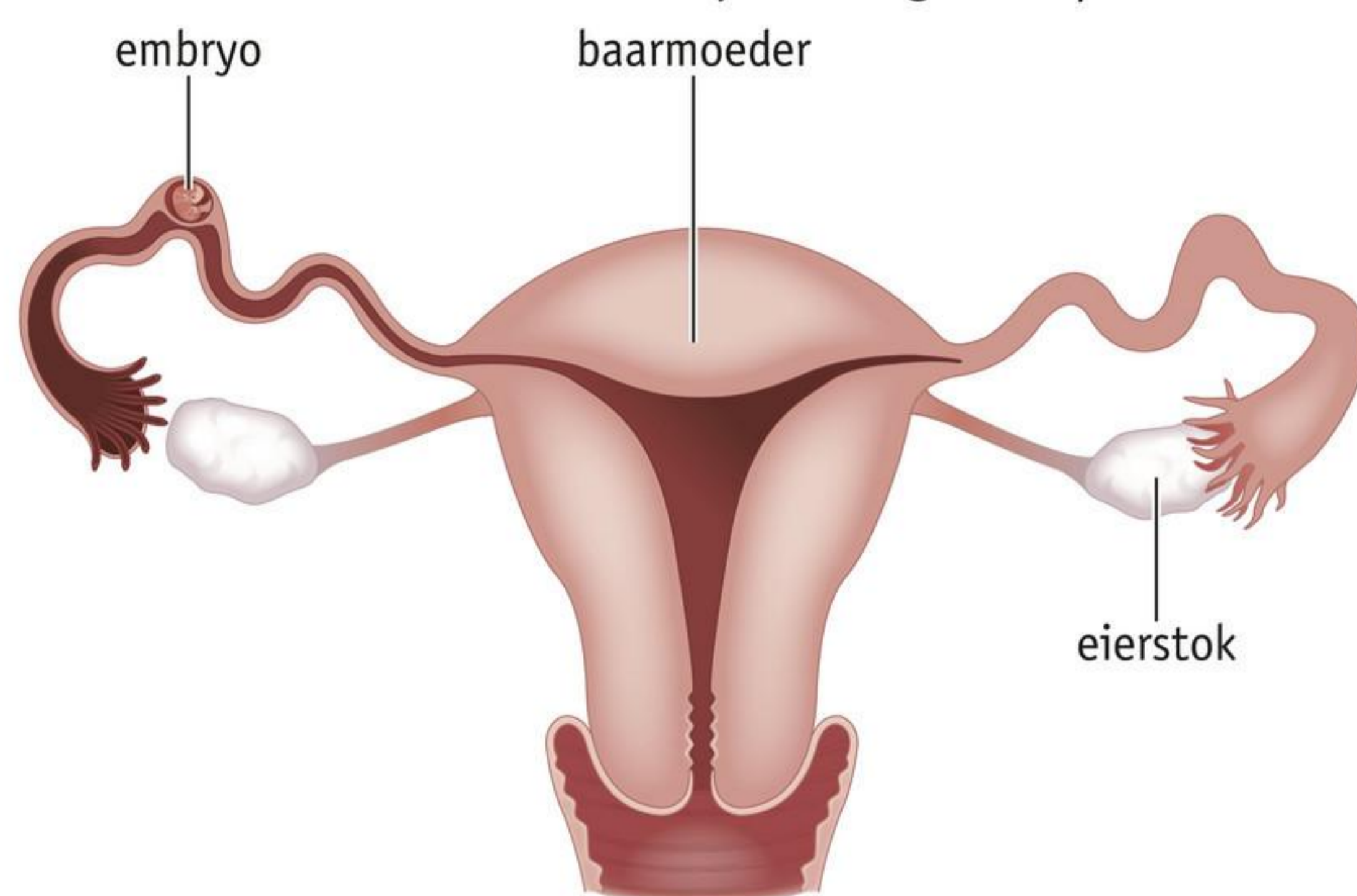
In de eileider is niet genoeg ruimte voor het embryo om te groeien. Daardoor krijgt de moeder vaak last van buikpijn. Een verloskundige kan controleren of er een buitenbaarmoederlijke zwangerschap is. Dat gebeurt met een echoscopie.

Soms heeft de moeder in het begin helemaal geen klachten. Het embryo groeit dan gewoon door. Daardoor kan de eileider scheuren. Dat is een erg gevaarlijke situatie, want er komt dan veel bloed in de buikholte terecht.

### AFBREKEN VAN DE ZWANGERSCHAP

Een buitenbaarmoederlijke zwangerschap kan nooit doorgroeien tot een baby. Soms breekt het lichaam van de moeder de zwangerschap zelf af, soms is een chirurgische ingreep nodig. De gynaecoloog kan dan bijvoorbeeld de eileider verwijderen.

**Afb. 1** Een buitenbaarmoederlijke zwangerschap.



## OPDRACHTEN

1

- a** Welke delen van de mannelijke en vrouwelijke voortplantingsorganen passeert een zaadcel voordat hij een eicel bereikt? Zet de volgende delen in de juiste volgorde: *baarmoeder – bijbal – eileider – teelbal – urinebuis – vagina – zaadleider*.
- b** Een eicel kan de vernauwing van een eileider niet passeren. Waardoor kan een zaadcel wel door de vernauwing en een eicel niet?
- c** Leg uit waarom chlamydia de kans op onvruchtbaarheid kan vergroten.

2

- a** Leg uit waarom het verwijderen van een eileider niet tot onvruchtbaarheid hoeft te leiden.
- b** Kan een vrouw bij wie een van de eileiders is verwijderd een eeneiige tweeling krijgen? Leg je antwoord uit.
- c** Drielingen kunnen drie-eiig zijn. Leg met behulp van deze informatie uit of een vrouw een twee-eiige tweeling kan krijgen als een van haar eileiders is verwijderd.

3

Een vrouw slikt de pil.

- a** Kan ze hiermee chlamydia en vernauwde eileiders voorkomen? Leg je antwoord uit.
- b** Kan ze hiermee een buitenbaarmoederlijke zwangerschap voorkomen? Leg je antwoord uit.
- c** Chlamydia is te genezen met antibiotica. Wat kun je daaruit afleiden over de oorzaak van de ziekte?
- d** Een vrouw kan zwanger zijn zonder het te merken. Leg uit dat deze informatie een extra reden is om veilig te vrijen.

4

- a** Geeft een zwangerschapstest een positieve uitslag bij een buitenbaarmoederlijke zwangerschap?
- b** Is een buitenbaarmoederlijke zwangerschap op te sporen met de NIPT? Leg je antwoord uit.
- c** Elle heeft een buitenbaarmoederlijke zwangerschap gehad als gevolg van chlamydia. Haar moeder raadt Elle daarom aan een erfelijkheidsonderzoek te laten doen. Is dat een goed advies? Leg je antwoord uit.

 Ga naar de *Extra stof*.

# Leren onderzoeken

1

## EEN LOGBOEK BIJHOUDEN

### LEERDOEL

2.O.1 Je leert hoe je een logboek bijhoudt en wat de functie daarvan is.

► Practicum 1

### WAT IS EEN LOGBOEK?

In een logboek houd je bij welke handelingen je uitvoert en onder welke omstandigheden. Dat kan digitaal en op papier.

Vroeger werden logboeken vooral bijgehouden op schepen. In het logboek schreef de kapitein elke dag de snelheid en de koers. Tegenwoordig heeft een schip of een vliegtuig een zwarte doos (zie afbeelding 1). Die slaat automatisch alle gegevens op van de reis. Als het vliegtuig neerstort of het schip zinkt, kun je met de zwarte doos onderzoeken op welk moment en waarom het is misgegaan.

**Afb. 1** De zwarte doos uit een vliegtuig.



### WAT IS HET NUT VAN EEN LOGBOEK?

Als je een logboek bijhoudt, kun je achteraf precies nagaan wat je hebt gedaan. Ook weet je wanneer je het hebt gedaan en hoe je het hebt gedaan. Dat is bijvoorbeeld handig als je het nog een keer zou willen doen. Of als er iets niet goed is gegaan en je wilt weten hoe dat komt.

### Enkele voorbeelden van het nut van een logboek

- Iemand die in het ziekenhuis ligt, wordt regelmatig gecontroleerd op lichaamstemperatuur, hartslag en bloeddruk. Dit wordt bijgehouden in een logboek. Artsen en verpleegkundigen kunnen zo zien wanneer een afwijkende waarde wordt gemeten.
- Voor het onderhoud van de auto en de cv-ketel houdt de monteur een onderhoudslogboek bij.
- Een fit-app houdt bij hoe je sportprestaties verbeteren, bijvoorbeeld met hardlopen.
- Een duiker houdt zijn duiken bij om later terug te kunnen kijken waar hij allemaal heeft gedoken en wat hij daar heeft gezien. Ook kan hij hiermee aantonen hoeveel duikervaring hij heeft.

Als je (met anderen) op school een onderzoek moet doen, maak je soms een verslag of een presentatie. Dan is het handig dat je nog weet wie wat gedaan heeft op welke momenten. Achteraf weet je dit vaak niet meer zo nauwkeurig. Daarom houd je een logboek bij.

**HOE HOUD JE EEN LOGBOEK BIJ?**

In een logboek houd je bij wanneer je iets hebt gedaan. Zet er ook bij wat je gedaan hebt, en als je met anderen samenwerkt, wie wat gedaan heeft. Dit mag je kort opschrijven. Een tabel is handig. Een voorbeeld van een logboek zie je in afbeelding 2.

**Afb. 2** Logboek van onderzoek naar humboldtpinguïns.

Datum	Dag	Waar	Tijd	Wat	Wie
4-4.'18	Woensdag	School	45 min.	Dier uitkiezen, informatie zoeken en website maken.	Julia, Brechje en Daniëlle
6-4.'18	Vrijdag	School	45 min.	Logboek en planning aanmaken en vooronderzoek afronden.	Julia, Brechje en Daniëlle
13-4.'18	Vrijdag	School	10 min.	Website verbeteren.	Brechje
20-4.'18	Vrijdag	School	45 min.	Eigen logboek maken en nieuwe onderzoeksvraag bedenken.	Julia, Brechje en Daniëlle
24-4.'18	Dinsdag	Thuis	15 min.	Ethogram maken.	Brechje
26-4.'18	Donderdag	Wildlands	55 min.	Vier Pinguïns.	Julia, Brechje en Daniëlle
17-5.'18	Donderdag	School	45 min.	Protocolbladen overtypen in Word.	Brechje en Daniëlle
5-6-4.'18	Dinsdag	Thuis	20 min.	Laatste dingen afmaken.	Brechje

1 logboek van Brechje

Datum	Dag	Waar	Tijd	Wat	Wie
4-4.'18	Woensdag	School	45 min.	Dier uitkiezen, informatie zoeken en website maken.	Julia, Brechje en Daniëlle
4-4.'18	Woensdag	Thuis	90 min.	Website decoreren en achtergrond informatie opgezocht.	Daniëlle
6-4.'18	Vrijdag	School	45 min.	Logboek en planning aanmaken en vooronderzoek afronden.	Julia, Brechje en Daniëlle
20-4.'18	Vrijdag	School	45 min.	Logboek maken en nieuwe onderzoeksvraag bedenken.	Julia, Brechje en Daniëlle
26-4.'18	Donderdag	Wildlands	55 min.	Vier pinguïns observeren.	Julia, Brechje en Daniëlle
17-5.'18	Donderdag	School	45 min.	Dingen verzamelen om in de website te zetten.	Daniëlle
7-6.'18	Donderdag	Thuis	30 min.	Website helemaal afmaken.	Daniëlle

2 logboek van Daniëlle

**OPDRACHT****1**

- Leg in je eigen woorden uit wat een logboek is.
- Geef twee voorbeelden van een logboek die niet in de tekst worden genoemd. Leg bij elk voorbeeld uit wat het nut is van dat logboek. Je mag zoeken op internet.
- Klaas-Jan heeft al een tijd een hoge bloeddruk en heeft hier veel klachten van. Elke keer als hij in het ziekenhuis komt, wordt zijn bloeddruk gemeten. Op een dag voelt hij zich nog slechter en gaat weer naar het ziekenhuis. Zijn bloeddruk is gedaald en is zelfs wat aan de lage kant. Na grondige onderzoeken blijkt dat Klaas-Jan een klein scheurtje heeft in zijn aorta. Gelukkig was hij er op tijd bij en heeft hij het overleefd. Leg uit wat er gebeurd zou zijn als er geen logboek was van de bloeddruk van Klaas-Jan.

# Practica

1

## OVERDRACHTSPEL

### LEERDOELEN

- 2.7.2 Je kunt ziekteverschijnselen en genezingsmogelijkheden noemen van seksueel overdraagbare aandoeningen. (SE)
- 2.0.1 Je leert hoe je een logboek bijhoudt en wat de functie daarvan is.
- ▶ Basisstof 7  
▶ Leren onderzoeken 1

 50 minuten

### WAT GA JE DOEN?

Je gaat het overdrachtsspel spelen. Hierbij kun je zien hoe een soa overgedragen wordt binnen een groep mensen.

Je krijgt een beker met een vloeistof. Eén beker bevat zogenaamd een virus dat een soa veroorzaakt. Je kunt seksueel contact met een klasgenoot nabootsen door de vloeistof onderling uit te wisselen. Daarbij giet je alle vloeistof in één beker en verdeelt de vloeistof daarna weer over de twee bekertjes.

### BENODIGDHEDEN

- bekertjes (één per speler)
- zetmeeloplossing (zetmeelpoeder met water)
- melk
- water
- joodoplossing
- pen en papier

### WERKWIJZE

- Vorm tweetallen.
- In elk tweetal is er een speler en een schrijver. De schrijver houdt het logboek bij.
- Elke speler krijgt een naam en zorgt ervoor dat deze goed zichtbaar is.
- Elke speler kiest een rol. Je docent zorgt voor een gelijke verdeling van de categorieën. Dus vraag eerst in welke categorie jij een rol krijgt.
- Kies een rol die bij jouw categorie past, of bedenk zelf een rol in de aan jou toegewezen categorie.
- Het is belangrijk dat je je aan je spelersrol houdt!
- Je gaat het spel spelen. Je loopt door het klaslokaal en maakt een praatje met je klasgenoten.  
Let op! Je speelt de rol die je hebt gekozen. Stel je dus eerst even voor aan die ander.
- Als jullie onveilige seks hebben, giet je de inhoud van de bekertjes in elkaar over. Daarna verdeel je de inhoud weer over de twee bekertjes.
- Als jullie veilige seks hebben, proost je met de bekertjes. Je kunt natuurlijk ook een praatje maken zonder seks te hebben.
- De schrijvers houden hun spelers in de gaten en vullen het logboek in. Noteer de volgorde van de contacten. Noteer na elk contact: met wie maakte de speler contact, hadden ze seks, veilig of onveilig?
- Na 10 minuten gaat iedereen weer op zijn plek zitten.

Doe na het spel in je bekertje vijf druppels joodoplossing. Verschijnt er een zwart wolkje, dan ben je besmet met het virus. Verschijnt er geen zwart wolkje, dan ben je niet besmet met het virus.

### De rollen

Hierna staan tien voorbeelden van rollen. Je kunt ook zelf een rolbeschrijving maken.

De rollen zijn verdeeld in vier categorieën:

- 1 seksueel actief, altijd onveilig
- 2 seksueel actief, soms veilig, soms niet
- 3 seksueel actief, altijd veilig
- 4 seksueel niet actief

### Rollen van de jongens

**Ben** 1 *seksueel actief, altijd onveilig*

Jouw motto: leef nu het nog kan, het kan morgen afgelopen zijn. Geen zorgen over morgen. Je doet dus precies waar je zin in hebt en maakt je geen zorgen over de mogelijke gevolgen.

**Ira** 2 *seksueel actief, soms veilig, soms niet*

Je vier oudere broers zijn altijd bezig met het vinden van knappe meisjes. Jij wilt ook graag meedoen met de praatjes van je broers. Jij doet je best ook regelmatig een meisje mee naar huis te nemen. Het meisje bepaalt vaak of jullie veilig vrijen of niet. De ene keer gebruik je een condoom, maar je hebt ook weleens seks zonder condoom.

**Jelle** 2 *seksueel actief, soms veilig, soms niet*

Iedereen weet dat je op jongens valt; daar doe je helemaal niet geheimzinnig over. Jongens zijn toch ook gewoon heel leuk. Je hebt al met een paar jongens seks gehad, maar je bent weleens een condoom vergeten. Er zit nu een meisje in de klas waar je je ogen niet van af kunt houden. Val je misschien ook op meisjes? Je zou best weleens willen kijken hoe het is om met een meisje seks te hebben.

**Wesley** 3 *seksueel actief, altijd veilig*

Meisjes aanbidden je en je maakt gebruik van de aandacht van meisjes. Maar er is één meisje extra speciaal voor jou en dat is je vriendin. Jullie hebben nog maar net een relatie, maar jullie hebben wel al seks met elkaar gehad. Je hebt je nog niet laten testen. Daarom gebruiken jullie altijd een condoom.

**Michael** 4 *seksueel niet actief*

Meisjes houden je nog niet zo bezig. Eigenlijk vind je meisjes maar vervelend. Je wilt er niets mee te maken hebben. Je gaat liever gamen met je vrienden.

### Rollen van de meisjes

**Suus** 1 *seksueel actief, altijd onveilig*

Je bent populair en daar geniet je van. Jongens kiezen jou vaak uit. Al deze aandacht vind je fijn, dus één vaste vriend is niets voor jou. Veilig vrijen doe je niet, want je kunt genoeg jongens krijgen die ook zonder condoom willen.

**Anne** 2 *seksueel actief, soms veilig, soms niet*

Je hormonen spelen behoorlijk op. Volgens je ouders moet je eerst van een jongen houden voordat je met hem vrijt. Maar wat weten zij er nou van? Het is al zo lang geleden dat zij jong waren. Bovendien zijn de tijden veranderd. Je hebt af en toe seks. Soms doe je het veilig, soms niet. Meestal wacht je af tot de jongen over condooms begint.

**Damira** 2 *seksueel actief, soms veilig, soms niet*

Je bent aan het experimenteren met jongens en met meisjes. Je bent er nog niet uit of je alleen op jongens, alleen op meisjes of op allebei valt. Maar maakt dat eigenlijk iets uit? Je hebt immers lol en je geniet. Je vertelt een meisje of een jongen eerlijk dat je nog niet weet waar je op valt. Als je geen condooms bij je hebt, vind je het niet erg om onveilige seks te hebben.

**Dina** 3 *seksueel actief, altijd veilig*

Je bent erg knap en heel populair. Je geniet van alle aandacht. Hoewel je de naam hebt goed in de markt te liggen, ben je verstandig genoeg voorzichtig te zijn. Je bent kieskeurig. Je houdt wel van een stevige vrijpartij, maar niet de eerste keer en zeker niet met zomaar iemand. Bovendien heb je altijd veilige seks.

**Francis** 4 *seksueel niet actief*

Met je vriendinnen praat je veel over jongens. Zij zeggen al behoorlijk wat ervaring te hebben. Jij niet. Voorlopig vind jij er nog niets aan; je hoeft niets van jongens te weten. Je gaat liever met vriendinnen lekker winkelen.

**Logboek overdrachtsspel**

Ik ben een *jongen / meisje* en mijn naam tijdens dit practicum is ...

Rol in categorie 1 / 2 / 3 / 4

Neem de tabel over. Zorg voor voldoende rijen om alle contacten in te vullen. Maak minstens vijftien rijen.

Noteer in je tabel de naam van degene met wie jouw speler 'contact' heeft en zet een kruisje in de juiste kolom (geen seks, veilige seks, onveilige seks).

	Contact met speler (letter)	Geen seks	Veilige seks	Onveilige seks
1				
2				
3				

**OPDRACHTEN****1**

Probeer met de klas te achterhalen wie door wie is besmet. Dit kan door alle namen van de spelers op het bord te zetten en dan met pijlen weer te geven wie met wie in welke volgorde onveilige seks heeft gehad. Gebruik daarbij de logboeken.

**2**

- Ben je tijdens het spel besmet geraakt met het virus?
- Wie van de jongens en meisjes in de voorbeeldrollen hebben de grootste kans om besmet te zijn?
- Hoeveel spelers deden er in totaal mee met het spel? En hoeveel spelers zijn besmet?
- Bij de start van het spel was één speler besmet.  
Hoeveel procent van de spelers is uiteindelijk besmet geraakt?

# Samenvatting

## BASIS 1

## GESLACHTSORGANEN

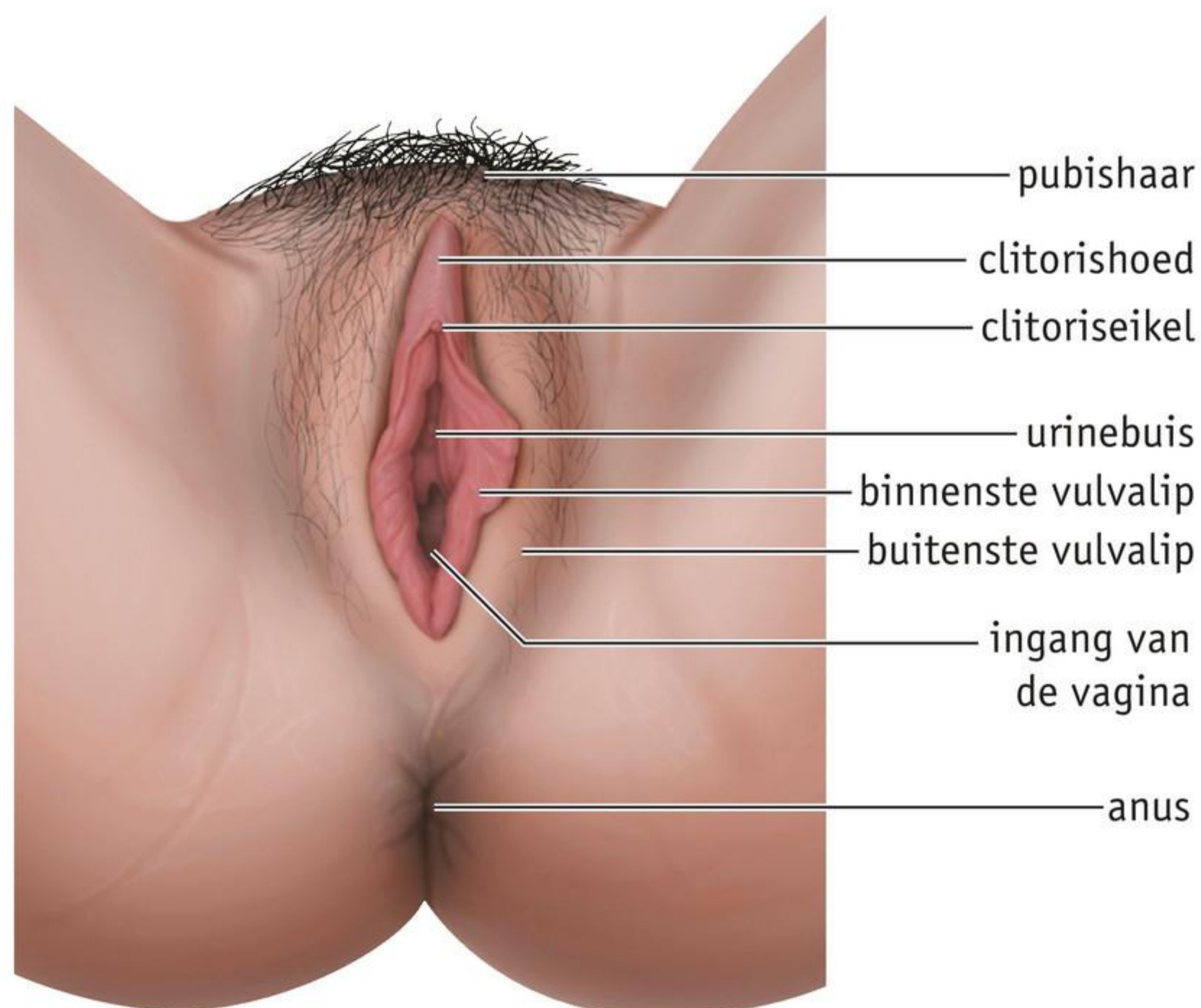
### 2.1.1 Je kunt de primaire geslachtskenmerken noemen.

- Geslachtskenmerken: lichamelijke kenmerken waaraan je het geslacht herkent.
- Geslacht (seks): man of vrouw.
  - Interseks: de geslachtskenmerken verschillen van de norm (man of vrouw), het lichaam heeft zowel mannelijke als vrouwelijke kenmerken.
- Primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig. Primaire geslachtskenmerken die aan de buitenkant zichtbaar zijn:
  - bij jongens: balzak en penis (schacht, de eikel en de voorhuid)
  - bij meisjes: vulva (vulvalippen, clitoriseikel met clitorishoed en opening van de vagina)

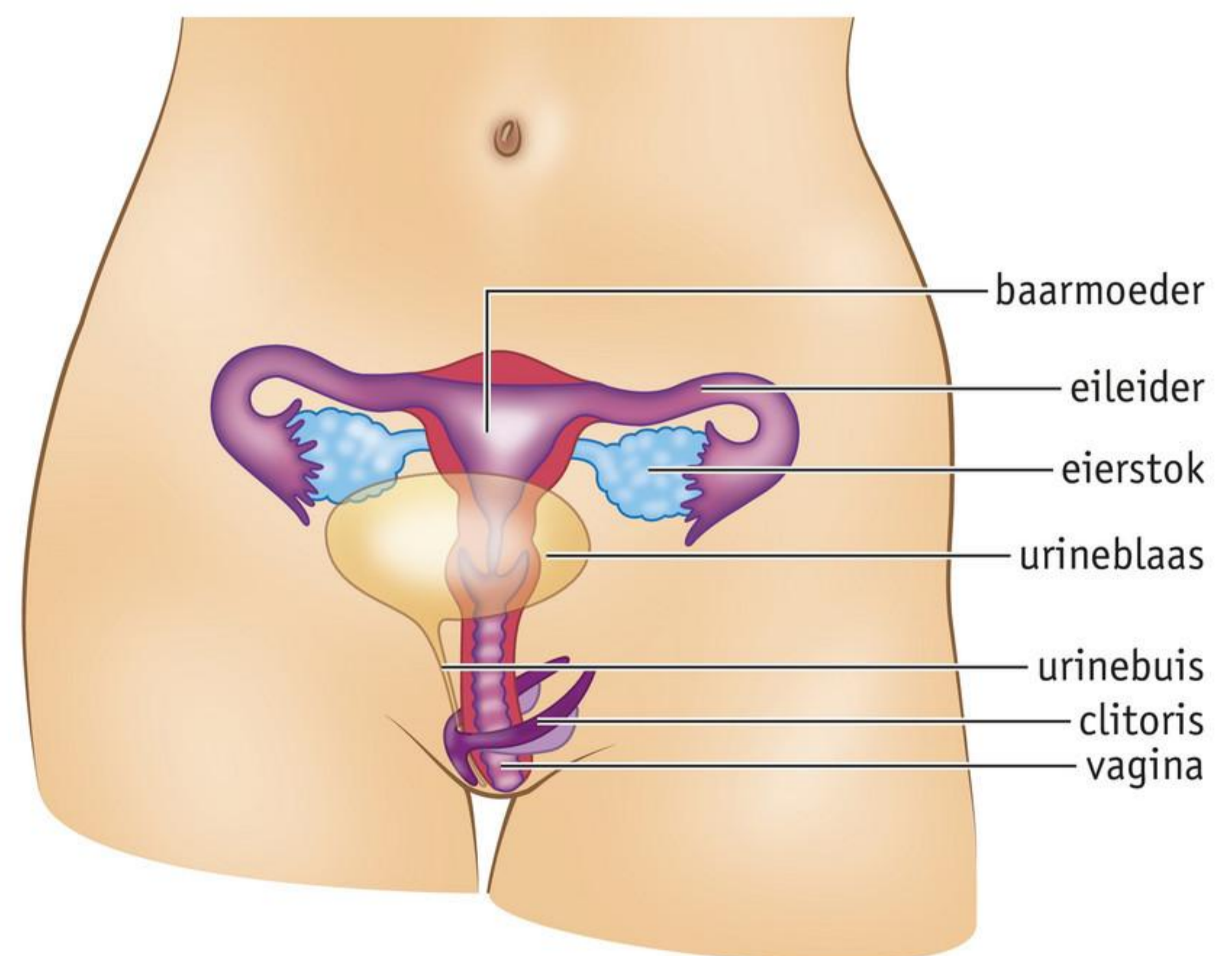
### 2.1.2 Je kunt de delen van het voortplantingsstelsel noemen en aanwijzen in een afbeelding. Ook kun je de bouw, functie en werking ervan beschrijven.

- Het voortplantingsstelsel bestaat uit alle organen die een rol spelen bij de voortplanting.
  - Geslachtsorganen zijn onderdeel van het voortplantingsstelsel.
- Geslachtsorganen zijn deels aan de buitenkant zichtbaar (uitwendig). Het grootste deel van de geslachtsorganen ligt in de buik (inwendig).

### Geslachtsorganen van de vrouw



uitwendige geslachtsorganen vrouw

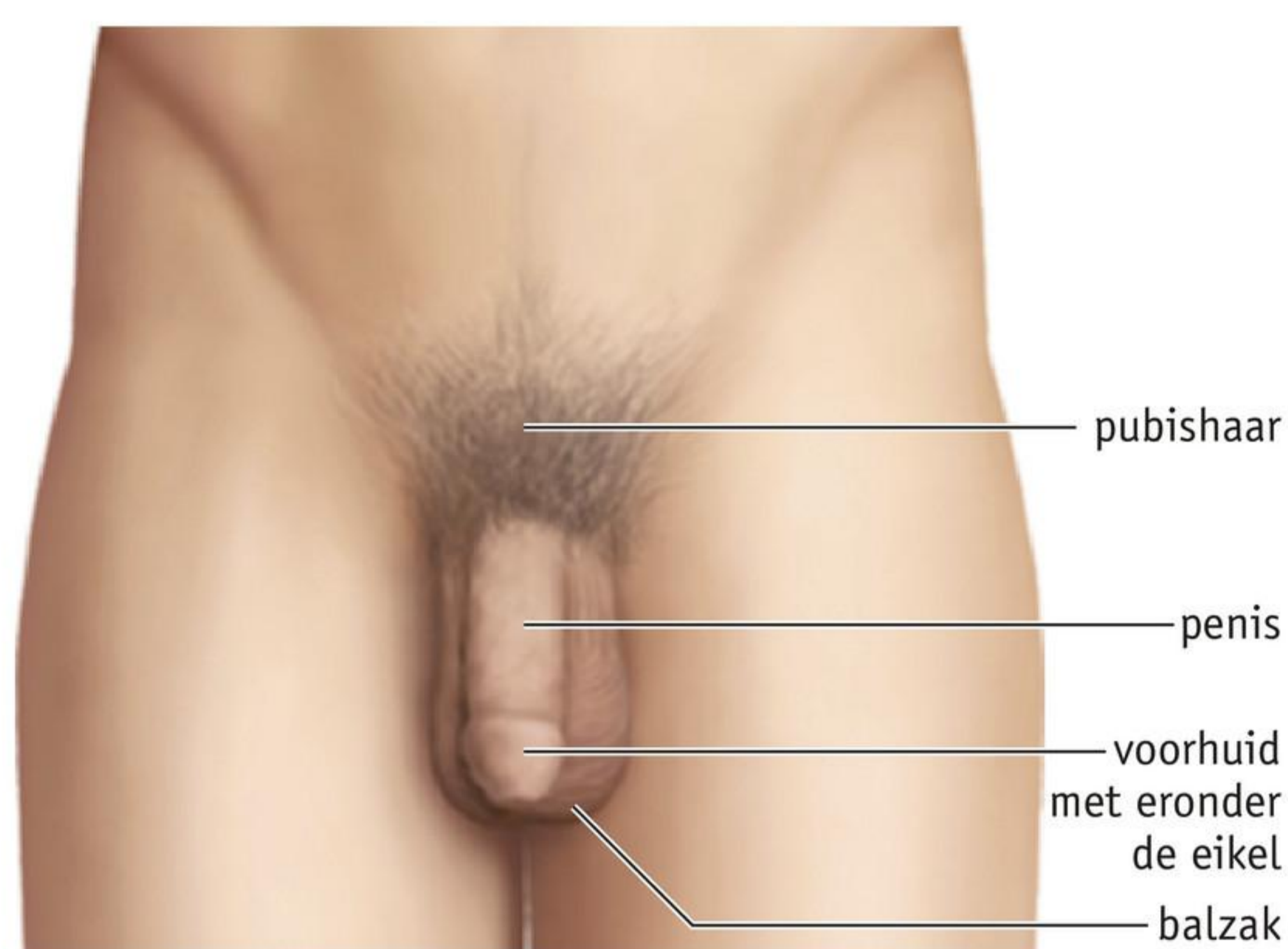


inwendige geslachtsorganen vrouw

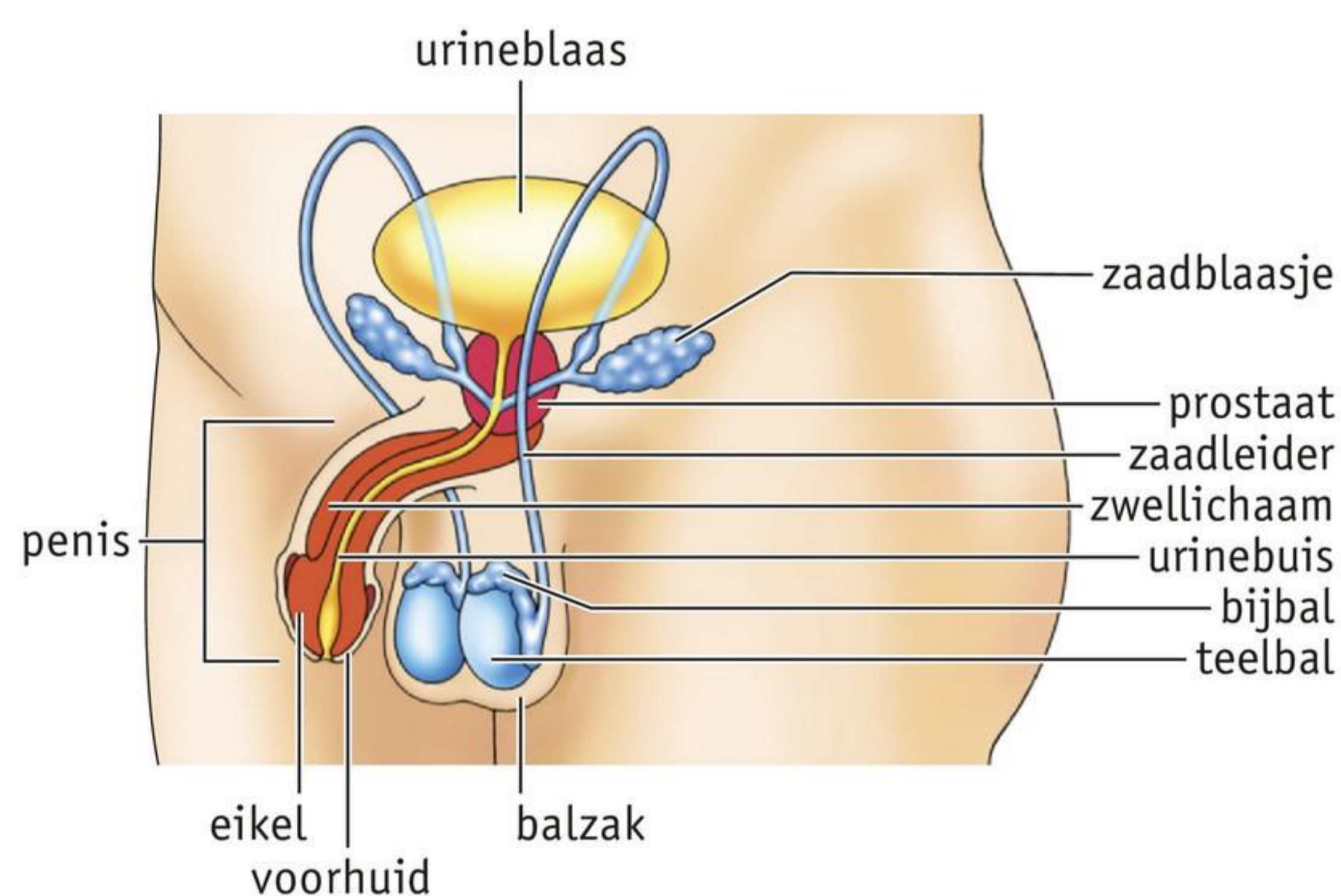
- Clitoris (kittelaar): gevoelig en reageert op prikkels die een fijn gevoel geven.
  - clitoriseikel (glans): gevoelig 'knopje' dat zichtbaar is aan de buitenkant
  - clitorishoed: huidplooi om de clitoriseikel
  - zwellichamen: vullen zich met bloed bij seksuele opwinding, ze worden groter en steviger
- Binnenste vulvalippen: de dunne, gladde huidplooien.
  - Tussen de binnenste vulvalippen liggen de openingen van de urinebuis en de vagina.
  - Produceren slijm bij seksuele opwinding.

- Buitenste vulvalippen: de dikke, behaarde huidplooien.
  - Na de puberteit zijn de binnenste vulvalippen bij de meeste vrouwen groter dan de buitenste.
- Vagina (schede): kanaal naar de baarmoeder.
  - Rond de opening kan een randje weefsel zitten: het maagdenvlies.
  - Produceert slijm bij seksuele opwinding.
- Eierstokken: hierin bevinden zich onrijpe eicellen.
  - Eicellen zijn de vrouwelijke geslachtscellen.
- Baarmoeder: hierin kan een bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind.
  - De baarmoeder heeft een dikke gespierde wand die met slijmvlies is bekleed.

### Geslachtsorganen van de man



uitwendige geslachtsorganen man



inwendige geslachtsorganen man

- Penis:
  - eikel (glans): gevoelig en reageert op 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 (zaadballen) en bijballen liggen.
  - teelballen: produceren zaadcellen
- Zaadleiders: vervoeren zaadcellen.
  - lopen langs zaadblaasjes en prostaat
- Urinebuis: vervoeren van urine en zaadcellen.
  - urinebuis loopt door de penis

### BEGRIPPEN

#### baarmoeder

Orgaan waarin een bevruchte eicel zich kan ontwikkelen tot een kind.

#### balzak

Huidplooi waarin teelballen en bijballen liggen.

#### bijballen

Tijdelijke opslag van zaadcellen.

#### binnenste vulvalippen (binnenste schaamlippen, kleine vulvalippen)

Gladde huidplooien rond de vagina.

#### buitenste vulvalippen (buitenste schaamlippen, grote vulvalippen)

Behaarde huidplooien rond de vagina.

#### clitoris (kittelaar)

Geslachtsorgaan van de vrouw; bestaat uit zwellichamen (inwendig) en clitoriseikel (uitwendig).

**eicellen**

Vrouwelijke geslachtscellen.

**penis**

Uitwendig geslachtsorgaan van de man.

**primaire geslachtskenmerken**

Geslachtskenmerken die je bij de geboorte al hebt.

**teelballen (zaadballen)**

Delen die zaadcellen produceren.

**urinebuis**

Transport van urine en sperma.

**vagina (schede)**

Kanaal naar de baarmoeder.

**voorhuid**

Huidplooi om de eikel

**voortplanting**

Het produceren van nageslacht.

**voortplantingsstelsel**

Alle organen die een rol spelen bij de voortplanting.

**zaadcellen**

Mannelijke geslachtscellen.

**zaadleiders**

Transport van zaadcellen van bijbal naar prostaat.

**zwellichamen**

Delen die zich kunnen vullen met bloed.

## BASIS 2

**VERANDERINGEN IN DE PUBERTEIT****2.2.1 Je kunt uitleggen wat de functie is van geslachtshormonen.**

- Hormonen zijn stoffen die de werking van organen regelen.
  - worden aangemaakt door hormoonklieren en afgegeven aan het bloed
- Geslachtshormonen worden aangemaakt door geslachtsorganen.
  - In aanleg zijn de geslachtsorganen gelijk.
  - Ontwikkeling begint in de zesde week van de zwangerschap, aangestuurd door hormonen.
- In de puberteit produceert de hypofyse stimulerende hormonen.
  - Zorgen voor groeisput, rijping eicellen, ontwikkeling zaadcellen.
  - Zorgen ervoor dat eierstokken oestrogenen en de teelballen testosteron gaan produceren.

**2.2.2 Je kunt omschrijven wat secundaire geslachtskenmerken zijn en daarbij voorbeelden noemen.**

- Secundaire geslachtskenmerken ontstaan in de puberteit onder invloed van geslachtshormonen.
  - Teelballen en eierstokken maken geslachtshormonen.
  - De hypofysehormonen zorgen ervoor dat teelballen en eierstokken deze geslachtshormonen gaan maken.
  - Bij jongens: onder invloed van testosteron o.a. gezichtsbeharing, mogelijkheid om grotere spieren te trainen en lagere stem.
  - Bij meisjes: onder invloed van oestrogenen o.a. borstontwikkeling, rondere lichaamsvormen door meer vetopslag en ontwikkeling van follikels.
  - Bij intersekse: ontwikkeling hangt onder andere af van de verhouding tussen de hoeveelheid testosteron en de oestrogenen.

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

- Lichamelijke veranderingen in de puberteit.
  - Meer zweten, vettere (gezichts)huid en puistjes.
  - De vagina produceert meer afscheiding.
  - Onder de voorhuid kan zich smegma ophopen.
- Besnijdenis.
  - Bij jongens: het verwijderen van een (deel van) de voorhuid. Gebeurt om culturele, medische of hygiënische redenen.
  - Bij meisjes: het wegsnijden van de clitoriseikel en/of (een deel van) de binnenste en buitenste vulvalippen. Gebeurt om culturele redenen. Is verboden in Nederland.

- Geestelijke veranderingen in de puberteit.
  - Je stelt je zelfstandiger op naar je ouders.
  - Je voelt je soms boos, onzeker, eenzaam of verdrietig.
  - Je gaat anders om met vrienden en vriendinnen.
  - Seksualiteit begint een belangrijkere rol te spelen in het leven.

## BEGRIPPEN

### geslachtshormonen

Hormonen die door de geslachtsorganen worden aangemaakt.

### oestrogenen

Geslachtshormonen die in de eierstokken worden geproduceerd en ervoor zorgen dat zich vrouwelijke geslachtskenmerken ontwikkelen.

### secundaire geslachtskenmerken

Geslachtskenmerken die in de puberteit ontstaan.

### testosteron

Geslachtshormonen die in de teelballen worden geproduceerd en die mannelijke geslachtskenmerken bevorderen.

## BASIS 3

## VRUCHTBAAR WORDEN

### 2.3.1 Je kunt uitleggen hoe zaadcellen worden gevormd en vervoerd.

- Zaadcellen (spermacellen) 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.
- 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.

### 2.3.2 Je kunt de processen tijdens de menstruatiecyclus beschrijven.

- Eicellen zijn vrouwelijke geslachtscellen.
  - De rijping van de eicellen begint in de puberteit onder invloed van hormonen uit de hypofyse.
- Gemiddeld elke vier weken rijpt er een follikel in de eierstokken.
  - Follikels worden groter, vullen zich met vocht en barsten uiteindelijk open.
  - Andere follikels, die langzamer rijpten, sterven af.
- Ovulatie (eisprong): het vrijkomen van een eikel uit een follikel.
  - Een eikel blijft na de ovulatie 12 tot 24 uur in leven.
  - Als geen bevruchting plaatsvindt, sterft de eikel af in een eileider. De resten worden opgenomen in het bloed.
- Baarmoeder is vanbinnen bekleed met baarmoederslijmvlies.
  - In het baarmoederslijmvlies kan een bevruchte eikel zich vastzetten en uitgroeien tot een kind.
  - Het gele lichaam ontstaat uit de resten van de opengebarsten follikel.
  - Cellen in de wand van de rijpende follikels produceren oestrogenen, waardoor het baarmoederslijmvlies in stand blijft.
- Menstruatie (ongesteld zijn): maandelijks afstoten van baarmoederslijmvlies en bloed.
  - Gebeurt wanneer eikel niet bevrucht is.
  - Het gele lichaam sterft af als er geen bevruchting plaatsvindt. Het baarmoederslijmvlies wordt niet langer in stand gehouden.
  - 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

## BEGRIPPEN

### baarmoederslijmvlies

Slijmvlies aan de binnenkant van de baarmoeder.

### eierstok

Deel dat eicellen produceert.

### eileider

Transport van eicellen van de eierstok naar de baarmoeder.

### menstruatie

Maandelijks afstoten van baarmoederslijmvlies en bloed.

### menstruatiecyclus

Het terugkerende opbouwen en afstoten van baarmoederslijmvlies.

### ovulatie (eisprong)

Vrijkomen van een eicel.

### prostaat

Orgaan dat vocht toevoegt aan de zaadcellen.

### zaadblaasjes

Organen die vocht toevoegen aan de zaadcellen.

## BASIS 4

## ZWANGER WORDEN

### 2.4.1 Je kunt beschrijven hoe bevruchting bij de mens verloopt.

- Bij geslachtsgemeenschap brengt een man de stijve penis in de vagina van de vrouw.
  - Bij een zaadlozing komt sperma in de vagina.
- Zaadcellen bewegen zich na de zaadlozing via de baarmoeder naar de eileiders.
- Bevruchting: de kern van de eicel smelt samen met de kern van de zaadcel.
  - Bevruchting vindt plaats in een eileider.
  - De vruchtbare periode is drie tot vier dagen rondom de ovulatie.
  - Eén eicel wordt door één zaadcel bevrucht. Nadat de kop van een zaadcel de eicel is binnengedrongen, vormt de eicel een ondoordringbare laag.
- Bij een ivf- of icsi-behandeling vindt de bevruchting niet in het lichaam plaats, maar in een laboratorium.

### 2.4.2 Je kunt de verschillen tussen 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

**2.4.3 Je kunt de embryonale ontwikkeling beschrijven.**

- Een bevruchte eicel deelt zich een aantal keren. Er ontstaat een klompje cellen. Hierbij vindt geen plasmagroei plaats.
- Innesteling: het klompje cellen zet zich vijf tot zeven dagen na de ovulatie vast in het baarmoederslijmvlies.
  - Cellen van het embryo maken het hormoon HCG. Vanaf een week na de innesteling kan HCG worden aangetoond in de urine van een zwangere vrouw (zwangerschapstest).
- De vrouw is zwanger.
  - Het gele lichaam blijft in stand en blijft hormonen produceren.
  - Het baarmoederslijmvlies blijft dik en goed doorbloed. Er treedt geen menstruatie op.
  - Er rijpen geen nieuwe follikels in de eierstokken en er vindt geen ovulatie plaats.
- Het embryo neemt zuurstof en voedingsstoffen op uit het baarmoederslijmvlies.
- De placenta wordt gevormd.
  - De placenta is opgebouwd uit weefsel van het embryo en van de moeder.
  - Het bloed van de moeder stroomt vlak langs het bloed van het embryo, maar blijft ervan gescheiden.
  - Zuurstof en voedingsstoffen (o.a. glucose) gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo.
  - Koolstofdioxide, water en andere afvalstoffen gaan van het bloed van het embryo naar het bloed van de moeder.
  - Schadelijke stoffen kunnen ook van het bloed van de moeder naar het bloed van het embryo gaan, zoals alcohol, nicotine, drugs, sommige ziekteverwekkers en sommige geneesmiddelen.
- De navelstreng wordt aangelegd.
  - Deze bestaat uit weefsel van het embryo.
  - De navelstreng bevat twee navelstrengslagaders. Het bloed stroomt van het embryo naar de placenta. Het bloed is rijk aan koolstofdioxide en andere afvalstoffen.
  - De navelstreng bevat één navelstrengader. Het bloed stroomt van de placenta naar het embryo. Het bloed is rijk aan zuurstof en voedingsstoffen.
- Twee vruchtvliezen en vruchtwater worden gevormd.
  - Het zijn weefsels van het embryo.
  - Het vruchtwater beschermt tegen stoten, tegen uitdroging en tegen wisselingen van temperatuur.
  - Het embryo kan zich in het vruchtwater gemakkelijk bewegen.
- Vanaf de derde maand wordt het embryo een foetus genoemd.
  - Na twee maanden zijn bijna alle weefsels en organen gevormd.
  - Hersenen en spieren werken al voor de geboorte.

**2.4.4 Je kunt beschrijven hoe eeneiige en twee-eiige tweelingen ontstaan.**

- Een twee-eiige tweeling ontstaat als twee eicellen worden bevrucht.
  - Twee eicellen worden bevrucht door twee zaadcellen.
- Een eeneiige tweeling ontstaat uit één bevruchte eicel.
  - Eén eicel wordt bevrucht door één zaadcel.
  - Tijdens de eerste delingen van de bevruchte eicel laten cellen van elkaar los. Er worden twee klompjes cellen gevormd.
  - Beide klompjes cellen groeien uit tot een embryo.

**BEGRIPPEN****bevruchting**

Kern van een eicel smelt samen met de kern van een zaadcel.

**eeneiige tweeling**

Tweeling die ontstaat uit één bevruchte eicel.

**embryo**

Zich ontwikkelend ongeboren kind.

**foetus**

Embryo vanaf de derde maand van de zwangerschap.

**innesteling**

Een klompje cellen zet zich in het baarmoederslijmvlies vast.

**navelstreng**

Weefsel van het embryo waardoor bloed stroomt van het embryo naar de placenta en weer terug.

**placenta (moederkoek)**

Orgaan bestaande uit weefsel van de moeder en het ongeboren kind.

**twee-eiige tweeling**

Tweeling die ontstaat uit twee bevruchte eicellen.

**vruchtvliezen**

Vliezen die om het embryo liggen.

**vruchtwater**

Vloeistof die het embryo omgeeft.

## BASIS 5

**GEBOORTE****2.5.1 Je kunt beschrijven welke fasen tijdens de geboorte worden doorlopen.**

- Indaling: een paar weken voor de bevalling zakt het hoofdje van de foetus naar beneden.
- De geboorte begint met weeën: samentrekkingen van de spieren in de baarmoederwand.
- Ontsluiting: de baarmoederhals en de baarmoedermond worden wijder.
  - Meestal breken dan de vruchtvliezen en komt het vruchtwater via de vagina naar buiten.
- Persweeën: krachtige weeën, waarbij ook de spieren van de buikwand samentrekken.
- Uitdrijving: het kind komt via de vagina naar buiten.
  - Normaal komt het hoofdje het eerst naar buiten.
  - De navelstreng wordt afgeklemd en doorgeknipt.
  - Bij de baby gaan de organen voor ademhaling, vertering en uitscheiding hun functie vervullen.
- Nageboorte: de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen komen, door naweeën, via de vagina naar buiten.

**BEGRIPPEN****geboorte**

Het ter wereld komen van een baby.

**indaling**

Eerste fase van de bevalling: het hoofdje van de foetus zakt naar beneden.

**nageboorte**

Vierde fase van de bevalling: de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen komen via de vagina naar buiten.

**ontsluiting**

Tweede fase van de bevalling: de baarmoederhals en de baarmoedermond worden wijder.

**persweeën**

Krachtige weeën waarbij ook de spieren van de buikwand samentrekken.

**uitdrijving**

Derde fase van de bevalling: de baby komt via de vagina naar buiten.

**weeën**

Samentrekkingen van de baarmoederwand.

## BASIS 6

## SEKSUALITEIT

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

- Geslacht: lichamelijke geslachtskenmerken, bijv. penis of vulva.
- Gender: 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 aantrekkingskracht.
  - Panseksueel: geslacht of gender maakt niet uit.
- Queer: overkoepelende term voor mensen die niet binnen de traditionele categorieën passen.

**2.6.2 Je kunt functies van seksualiteit noemen en verschillen in opvatting, normen en waarden daarover omschrijven.**

- 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)
  - lust (seksuele opwinding)
  - voortplanting (geslachtsgemeenschap, zwangerschap)
- Orgasme (klaarkomen): een lekker gevoel door prikkeling van de eikel (van de penis of van de clitoris).
  - Spieren rondom de geslachtsorganen spannen zich aan.
  - Een man krijgt een zaadlozing.
- Orgasme kan ontstaan door seksuele handelingen.
  - Zelfbevrediging (masturbatie): bij jezelf zorgen voor een orgasme.
- Sexting: het online 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.

**BEGRIPPEN****geaardheid**

Het geslacht waar iemand zich seksueel toe aangetrokken voelt.

**gender**

Geheel van geslacht, identiteit, geaardheid en genderexpressie.

**intimiteit**

Je verbonden voelen met iemand (functie van seksualiteit).

**lust**

Seksualiteit geeft mensen plezier, het windt mensen op.

**orgasme (klaarkomen)**

Een lekker gevoel door prikkeling van de geslachtsorganen.

**seksualiteit**

Alle gedachten, gevoelens en handelingen die te maken hebben met lust en opwinding.

**masturbatie (zelfbevrediging)**

Bij jezelf zorgen voor een orgasme.

## BASIS 7

## VEILIGE SEKS

**2.7.1 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 moet je bewaken en respecteren.
- Consent: je geeft elkaar toestemming om seksuele handelingen te verrichten.
- Seksueel gedrag kan leiden tot seksueel misbruik of seksueel geweld:
  - Ongewenste intimiteiten: zonder instemming lichte seksuele handelingen verrichten.
  - Aanranding: onder dwang of bedreiging seksuele handelingen met geweld verrichten.
  - Verkrachting: zonder toestemming het lichaam binnendringen (bijv. ongewenste geslachtsgemeenschap).
  - Incest: een familielid pleegt seksuele handelingen met het slachtoffer.
  - Grooming: een volwassene probeert online seksueel contact met kinderen of jongeren te krijgen.
  - Slutshaming: een meisje op sociale media neerzetten als slet of hoer.

**2.7.2 Je kunt ziekteverschijnselen en genezingsmogelijkheden noemen van seksueel overdraagbare aandoeningen. (SE)**

- Soa's of geslachtsziekten: ziekten die je kunt krijgen via contact met penis, vagina, anus en mond van een besmette persoon.
  - Soa's worden veroorzaakt door bacteriën of virussen.
  - Soa's kunnen worden voorkomen door een condoom te gebruiken.

Soa	Ziekteverschijnselen	Hoe te genezen of te behandelen?	Mogelijke gevolgen zonder behandeling
Chlamydia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vaak zonder verschijnselen</li> <li>• ontstekingen in de baarmoeder, anus of urinebuis</li> </ul>	antibiotica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eileiderontsteking</li> <li>• bijbalontsteking</li> <li>• onvruchtbaar worden</li> </ul>
Genitale wratten	wratjes rondom de geslachtsorganen	gaat vanzelf over	niet gevaarlijk
Gonorroe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vrouwen merken vaak niets</li> <li>• pijn met plassen</li> <li>• vieze afscheiding uit penis en vagina</li> </ul>	antibiotica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eileiderontsteking</li> <li>• bijbalontsteking</li> <li>• onvruchtbaar worden</li> </ul>
Hepatitis B	vermoeidheid, spierpijn en misselijkheid, koorts en pijn in de buik (vaak pas na 3 maanden)	gaat vanzelf over	ontstekingen aan de lever
Herpes genitalis	blaasjes en zweertjes rondom de geslachtsorganen, koortslip	niet	niet gevaarlijk, het virus blijft in het lichaam; de aanvallen met blaasjes en zweertjes komen af en toe terug
Hiv/aids	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geen klachten als je seropositief bent</li> <li>• bij aids krijg je klachten door je slechtere afweer, zoals ontstekingen</li> </ul>	niet te genezen, aidsremmers remmen de ziekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• slechte afweer</li> <li>• aan aids ga je dood</li> </ul>
HPV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vaak geen klachten</li> <li>• op korte termijn kun je genitale wratten krijgen</li> </ul>	niet (wel inenting mogelijk)	na jaren: baarmoederhalskanker, anus kanker of keelkanker
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

### 2.7.3 Je kunt de werking van enkele voorbehoedsmiddelen beschrijven en aangeven of ze betrouwbaar zijn of niet.

- Geboorteregeling of anticonceptie: je bepaalt zelf of je een kind wilt of niet.
- Voorbehoedsmiddelen (anticonceptiemiddelen) 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.
- Anticonceptiepil (de pil).
  - Hormonen zorgen ervoor dat:
    - er geen eikel gaat rijpen
    - de baarmoederhals moeilijker doorlaatbaar wordt voor zaadcellen
    - het baarmoederslijmvlies niet goed wordt opgebouwd
  - De pil moet dagelijks worden ingenomen.
- Koperspiraaltje: spiraaltje dat door een arts in de baarmoeder wordt ingebracht.
  - Door het koperdraadje worden zaadcellen beschadigd en wordt innesteling bemoeilijkt.
  - Kan vijf tot tien jaar blijven zitten.
- Hormoonspiraaltje: spiraaltje dat door een arts in de baarmoeder wordt ingebracht.
  - Geeft dezelfde hormonen af als anticonceptiepil maar minder.
  - Is na vijf jaar uitgewerkt.
- Pessarium: een rubberen koepeltje dat de baarmoedermond afdekt.
  - Wordt ingesmeerd met een zaaddodend middel.
  - Een pessarium moet na de geslachtsgemeenschap nog acht uur blijven zitten.
- Sterilisatie: blijvende ingreep waarbij zaadleiters of eileiders worden onderbroken.
  - Zaadlozing en menstruatie gaan gewoon door.
- Onbetrouwbare methoden:
  - Periodieke onthouding: geen geslachtsgemeenschap in de vruchtbare periode rond de ovulatie; onbetrouwbaar doordat het tijdstip van ovulatie niet precies is vast te stellen.
  - Coïtus interruptus: de man trekt zijn penis net voor de zaadlozing terug uit de vagina; onbetrouwbaar doordat in het voorvocht zaadcellen kunnen voorkomen.

#### BEGRIPPEN

##### aids

Veroorzaakt door hiv; genezing niet mogelijk.

##### anticonceptiepil (de pil)

Dagelijks in te nemen pil zodat geen ovulatie plaatsvindt.

##### chlamydia

Meest voorkomende soa met weinig klachten; zonder behandeling kans op onvruchtbaarheid.

##### condoom

Latex hoesje dat om de penis wordt gerold; een vrouwencondoom wordt in de vagina ingebracht.

##### gonorroe

Soa die zorgt voor vieze afscheiding uit vagina of penis; zonder behandeling kans op onvruchtbaarheid.

##### pessarium

Rubberen koepeltje dat de baarmoedermond afdekt.

##### soa (seksueel overdraagbare aandoening)

Ziekten die je kunt krijgen door contact met penis, vagina, anus en mond van een besmet persoon.

**spiraaltje**

Wordt in de baarmoeder ingebracht; voorkomt ovulatie (hormoonspiraaltje) of innesteling (koperspiraaltje).

**sterilisatie**

Blijvende ingreep waarbij de zaadleiters (bij de man) of eileiders (bij de vrouw) worden onderbroken.

**syfilis**

Zweertjes rondom de vagina, penis of anus.

**voorbhoedsmiddelen**

Middelen die zwangerschap voorkomen; een condoom beschermt ook tegen soa's.

## BASIS 8

**ERFELIJKHEIDSONDERZOEK****2.8.1 Je kunt situaties noemen waarin het verstandig is genetisch advies in te winnen.**

- Drager: als je de informatie voor een ziekte maar op één chromosoom hebt en zelf niet ziek bent.
- Genetisch advies: een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt hoe groot de kans is dat er kinderen worden geboren met een erfelijke ziekte of erfelijke aandoening.
  - Man en vrouw kunnen daarna beslissen over een eventuele zwangerschap.
- Een genetisch advies vragen is verstandig voor iemand die tot een risicogroep behoort, bijv. als:
  - er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt
  - een vrouw al enkele keren een miskraam heeft gehad

**2.8.2 Je kunt methoden van prenataal onderzoek beschrijven.**

- Prenataal onderzoek: vóór de geboorte wordt onderzocht of een kind een ziekte of afwijking heeft.
  - Echoscopie: door middel van onhoorbaar geluid wordt het embryo zichtbaar gemaakt op een scherm.
  - NIPT: bloed van de moeder met daarin DNA uit de placenta wordt afgenomen. Het DNA wordt onderzocht. Als delen van bepaalde chromosomen vaker voorkomen, is dat een aanwijzing voor een erfelijke ziekte.
  - Vlokkentest: er wordt wat weefsel uit de placenta gehaald. De chromosomen uit deze cellen worden onderzocht.
  - Vruchtwaterpunctie: er wordt wat vruchtwater met cellen van de foetus uit de baarmoeder gehaald. Hiervan worden de chromosomen onderzocht.

**BEGRIPPEN****drager**

Iemand met de informatie voor een ziekte op één chromosoom maar zelf niet ziek is.

**echoscopie**

Zichtbaar maken van het embryo op een scherm met behulp van geluidsgolven.

**genetisch advies**

Advies na onderzoek naar erfelijke afwijkingen.

**prenataal onderzoek**

Onderzoek naar afwijkingen bij een ongeboren kind.

**vlokkentest**

Onderzoek naar cellen met chromosomen die afkomstig zijn uit de placenta.

**vruchtwaterpunctie**

Onderzoek naar cellen met chromosomen die afkomstig zijn uit het vruchtwater.

## EXTRA 9

## VOORTPLANTING BIJ DIEREN

**2.9.1 Je kunt voorbeelden geven van geslachtelijke voortplanting bij dieren.**

- Bij inwendige bevruchting vindt de bevruchting in het lichaam van het vrouwtje plaats.
  - Dieren met een cloaca, zoals vogels en reptielen, persen bij de paring de cloacaopeningen tegen elkaar.
- Bij uitwendige bevruchting vindt de bevruchting buiten het lichaam van het vrouwtje plaats.
  - Bij vissen en amfibieën vindt de bevruchting in het water plaats; het vrouwtje legt de eieren en het mannetje bevrucht ze vervolgens.

## BEGRIPPEN

**cloaca**

Opening bij vogels die ze tegen elkaar persen tijdens de paring.

**inwendige bevruchting**

Bevruchting gebeurt in het lichaam.

**uitwendige bevruchting**

Bevruchting gebeurt buiten het lichaam.

## EXTRA 10

## MEER VOORBEHOEDSMIDDELEN EN NOODMAATREGELLEN

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

- Voorbehoedsmiddelen met hormonen: anticonceptiering, anticonceptiepleister, anticonceptiestaafje, prikpil.
  - Hormonen houden de eisprong tegen en maken innesteling moeilijker.
  - Anticonceptiering: moet één keer per maand in de vagina worden ingebracht.
  - Anticonceptiepleister: plak je elke drie weken.
  - Anticonceptiestaafje: wordt onder de huid geplaatst en kan drie jaar blijven zitten.
  - Prikpil: wordt om de drie maanden geïnjecteerd.

**2.10.2 Je kunt noodmaatregelen tegen ongewenste zwangerschap noemen. (SE)**

- Bij geen of verkeerd gebruik van een voorbehoedsmiddel kunnen noodmaatregelen tegen zwangerschap worden genomen.
- Morning-afterpil: deze pil bevat een grote hoeveelheid hormonen die de ovulatie of innesteling uitstelt of voorkomt. Zo snel mogelijk na de geslachtsgemeenschap innemen tot maximaal drie tot vijf dagen na de geslachtsgemeenschap.
- Noodspiraaltje: een koperspiraaltje dat de arts tot vijf dagen na onveilige geslachtsgemeenschap kan inbrengen. Voorkomt innesteling van de bevruchte eicel.
- Overtijdbehandeling en abortus:
  - Verschil overtijdbehandeling en abortus: overtijdbehandeling mag alleen plaatsvinden als je niet langer dan zes weken en twee dagen zwanger bent. Abortus mag tot en met de 24e week van de zwangerschap plaatsvinden.
  - Afbreken van de ongewenste zwangerschap.
  - Abortuspil: kan tot en met de negende week van de zwangerschap worden geslikt. Hierdoor worden het embryo en het baarmoederslijmvlies afgestoten.
  - Zuigcurettage: met een zuigpompje wordt het baarmoederslijmvlies met het embryo weggezogen. Een zuigcurettage is een vorm van abortus die tot en met de dertiende week van de zwangerschap kan worden uitgevoerd.
  - Een late abortus kan na de dertiende week plaatsvinden tot en met de 24e week van de zwangerschap. In de praktijk houden artsen tweeëntwintig weken aan.

## ONDERZOEK

## LEREN ONDERZOEKEN &amp; PRACTICUM

**2.0.1 Je leert hoe je een logboek bijhoudt en wat de functie daarvan is.**

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

# Examenopgaven

## DRAAGMOEDER

Naar: examen vmbo-gt 2019-2, vraag 23 tot en met 26.

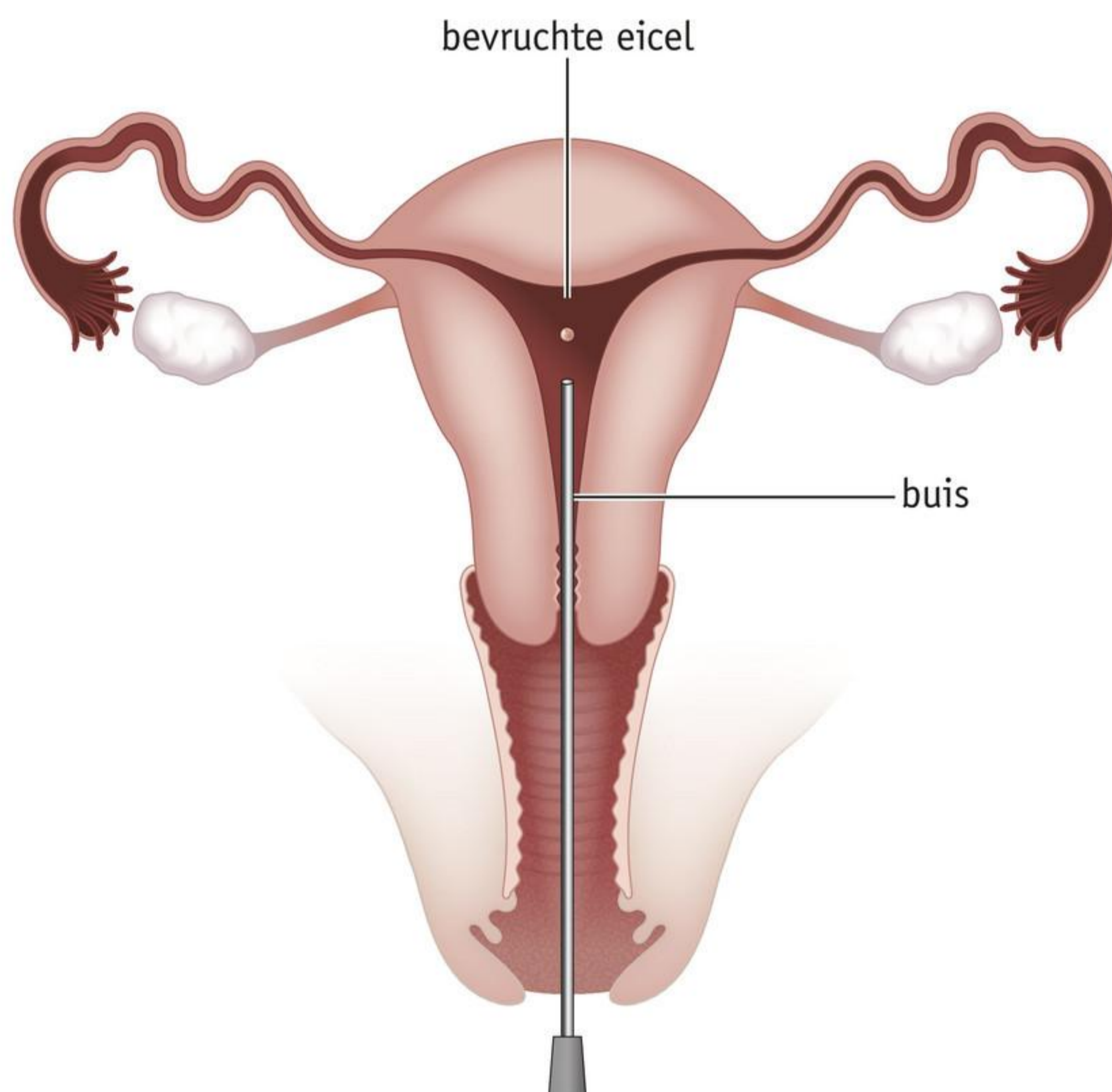
In een krant stond het volgende bericht:

Na een reeks schandalen heeft het Thaise parlement vandaag het betaalde draagmoederschap verboden. Steeds vaker zoeken buitenlandse paren een Thaise vrouw om voor hen een kind te dragen. Vooral één zaak zorgde voor verontwaardiging. Het paar nam wel het gezonde meisje mee, maar liet haar tweelingbroertje met het syndroom van Down bij de draagmoeder achter.

Draagmoederschap biedt een oplossing voor paren bij wie zwangerschap niet mogelijk is. In een laboratorium worden eicellen van een vrouw bevrucht door zaadcellen van haar man. Eén of twee bevruchte eicellen worden daarna, door een dunne buis, in het lichaam van een draagmoeder gebracht (zie afbeelding 1).

- 1p **1** Hoe heet het orgaan waarin de bevruchte eicellen worden gebracht?

Afb. 1



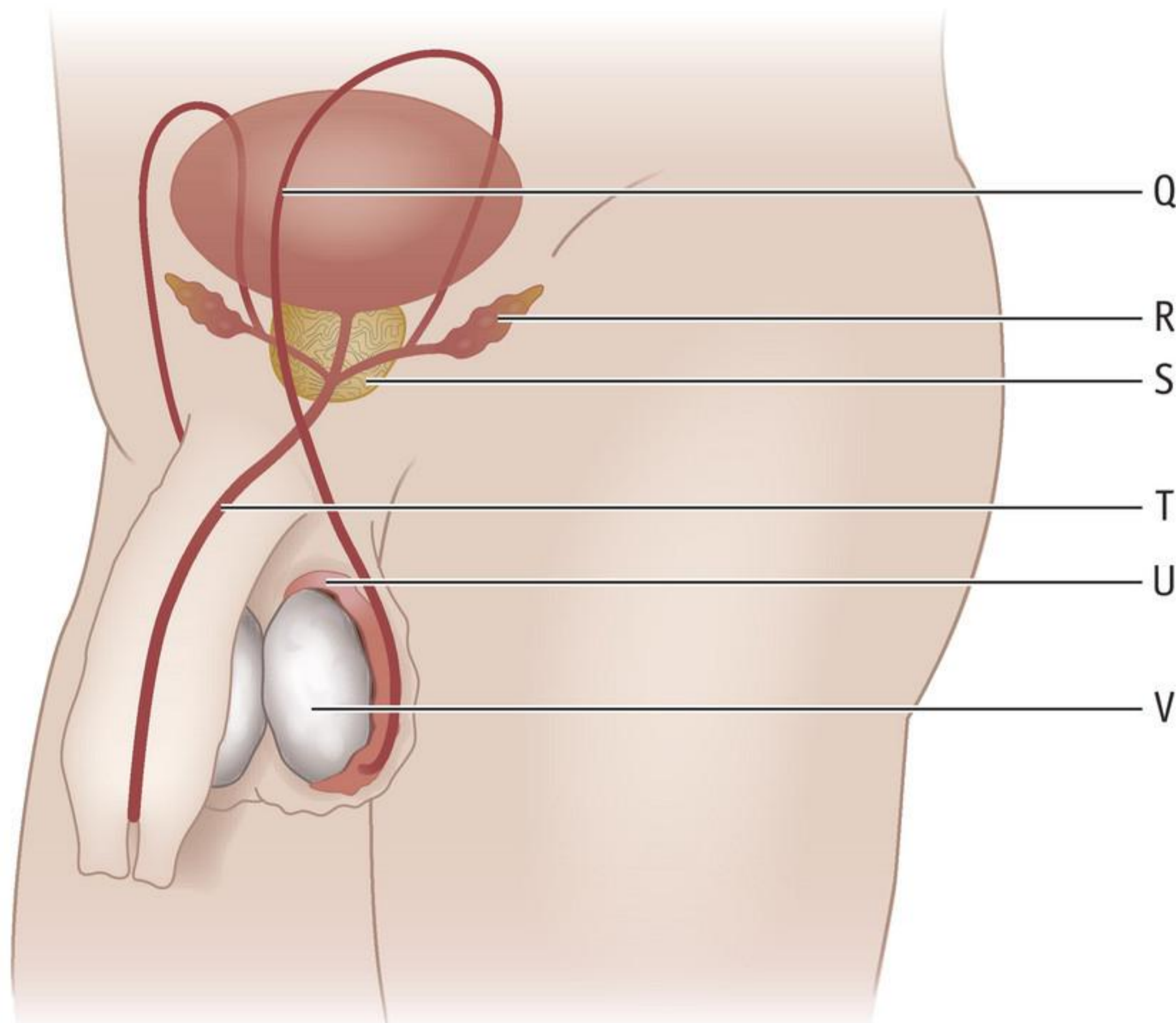
- 1p **2** In de informatie is sprake van een draagmoeder en van een buitenlands paar. De draagmoeder heeft een tweeling gebaar. Van wie is de erfelijke informatie van de tweeling afkomstig?
- 1p **3** Is de tweeling waarover in het krantenbericht geschreven wordt, een eeneiige tweeling of is het een twee-eiige tweeling? Leg je antwoord uit met behulp van de informatie.
- 1p **4** Het syndroom van Down kan ontstaan doordat er iets fout is gegaan bij de meiose. Welke cellen ontstaan door meiose: de geslachtscellen, de eerste cellen van het embryo of beide?

**CHLAMYDIA**

*Naar: examen vmbo-gt 2016-1, vraag 33 en 34.*

Chlamydia is een seksueel overdraagbare aandoening. De ziekteverwekker is een bacterie die ontstekingen kan veroorzaken aan urinebuis, bijballen, endeldarm, baarmoederhals en eileiders.

**Afb. 2**

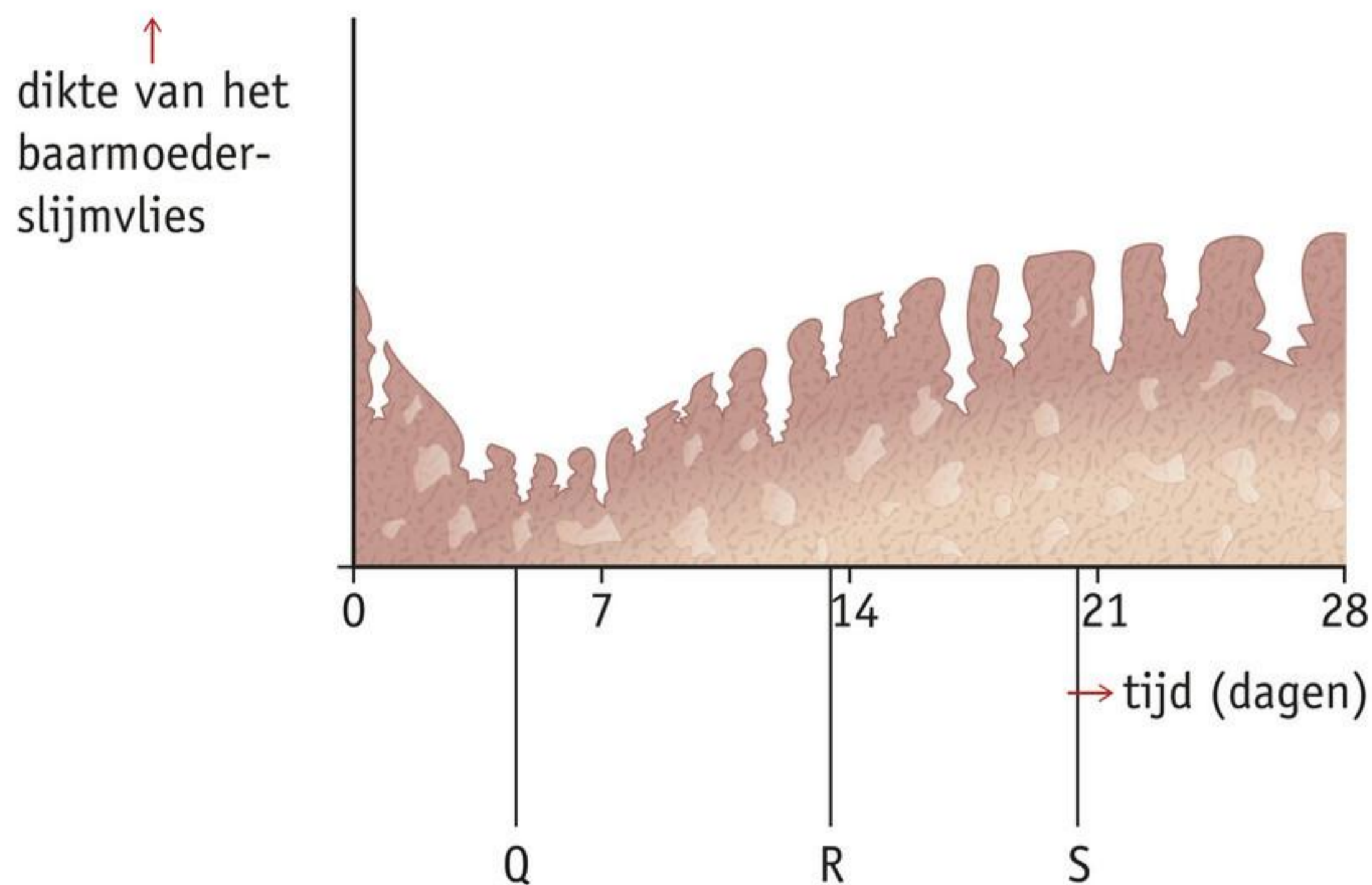


- 2p **5** In afbeelding 2 geven letters organen aan. Schrijf de twee letters en de twee namen van organen op die volgens de informatie ontstoken kunnen raken door een chlamydia-infectie.
- 1p **6** Ontstekingen aan de eileiders kunnen tot gevolg hebben dat de eileiders verstopt raken. Dit heeft gevolgen voor de vruchtbaarheid van een vrouw. Vier gebeurtenissen in het voortplantingsstelsel van een vrouw zijn:
- 1 rijping van eicellen
  - 2 vrijkomen van een rijpe eicel
  - 3 bevruchting
  - 4 innesteling na bevruchting in het lichaam van de vrouw
- Welke van deze gebeurtenissen kan of kunnen nog plaatsvinden als de eileiders volledig verstopt zijn?

**METEN IS WETEN**

Naar: examen vmbo-gt 2016-2, vraag 30 en 31.

De menstruatiecyclus wordt geregeld door verschillende hormonen. Deze hormonen komen ook in de urine terecht. Er bestaat een apparaatje dat de gehalten aan deze hormonen in de urine kan meten. Deze gehalten zijn rondom de ovulatie anders dan tijdens de menstruatie. Het apparaatje leidt daaruit af of een vrouw wel of niet vruchtbaar is op een bepaald moment. Er gaat een groen lampje aan als ze niet vruchtbaar is. Dan weet ze dat de kans op zwangerschap klein is na geslachtsgemeenschap zonder voorbehoedsmiddel.

**Afb. 3**

- 1p **7** Lidy gebruikt dit apparaatje en heeft een regelmatige cyclus van 28 dagen. Het diagram geeft de dikte van haar baarmoederslijmvlies weer tijdens de menstruatiecyclus (zie afbeelding 3). De letters Q, R en S geven drie verschillende dagen aan waarop Lidy met het apparaatje haar urine controleert. Op welke twee dagen zal het groene lampje van het apparaatje gaan branden?
- 2p **8** De fabrikant van het apparaatje heeft onderzoek gedaan naar de betrouwbaarheid ervan. Bij dit onderzoek is het apparaatje vijfhonderd keer gebruikt. Daarbij bleek het in 94% van de gevallen een juiste uitslag te geven. Hoeveel keer gaf het apparaatje bij dit onderzoek een foute uitslag? Leg je antwoord uit met een berekening.

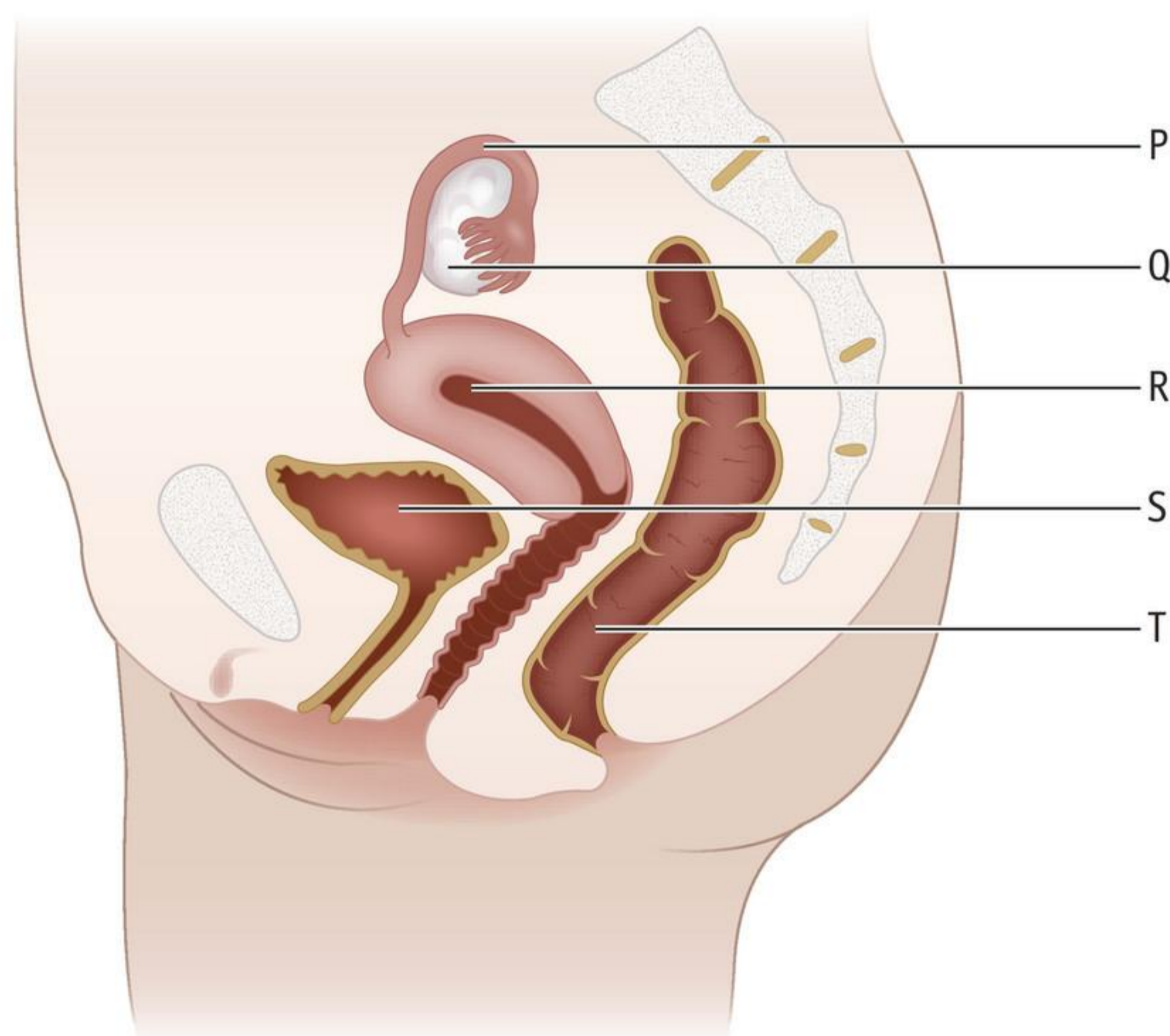
## IVF-BEHANDELING

Naar: examen vmbo-gt 2018-2, vraag 7 tot en met 10.

Soms willen vrouwen zwanger worden, maar lukt dat niet op een natuurlijke manier. Deze vrouwen kunnen in aanmerking komen voor een ivf-behandeling. Bij een ivf-behandeling wordt een eicel buiten het lichaam van een vrouw bevrucht en daarna in de baarmoeder geplaatst.

- 1p **9** In afbeelding 4 zie je enkele organen van een vrouw.  
Met welke letter is de baarmoeder aangegeven?

Afb. 4



- 1p **10** Van een vrouw die in aanmerking wil komen voor een ivf-behandeling, wordt de urine onderzocht. In de urine worden cellen met een celkern aangetroffen. Kunnen dit bacteriën zijn? En kunnen dit cellen van de vrouw zijn?
- 1p **11** Als een vrouw ook na een ivf-behandeling niet zwanger raakt, kan het zijn dat haar baarmoederslijmvlies te dun is voor een zwangerschap. Leg uit waardoor een zwangerschap niet mogelijk is bij een vrouw met een te dun baarmoederslijmvlies.
- 1p **12** In het baarmoederslijmvlies bevinden zich onder andere bloedvaten en slijmvliescellen. Bestaat het baarmoederslijmvlies uit één type weefsel? Leg je antwoord uit.

 Ga naar de *extra Examenopgaven* en de *Examentraining*.

# 3

## Erfelijkheid en evolutie

Eigenschappen erven over van ouders op kinderen. Toch hoef je helemaal niet op je broer of zus te lijken. Door veranderingen in erfelijke eigenschappen zijn veel verschillende soorten planten en dieren ontstaan.

### INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennis	172
Voorkennistoets	
Filmpjes voorkennis	

### BASISSTOF

1 Genotype en fenotype	174
2 Genen	179
3 Kruisingen	185
4 Stambomen	192
5 Variatie in genotypen	196
6 Evolutie	203
7 Verwantschap	211
8 DNA-technieken (SE)	221
Samenhang	226
<i>Detoxduiven op de Dam</i>	

### EXTRA STOF

9 Kleur bij katten	
10 Klonen	

### ONDERZOEK

Leren onderzoeken	229
Practica	231

### AFSLUITING

Samenvatting	232
Flitskaarten	
Diagnostische toets	

EXAMENOPGAVEN	239
---------------	-----





# Wat weet je al over erfelijkheid en evolutie?

## LEERDOELEN

- 1 Je kunt de verschillen uitleggen tussen geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting.
- 2 Je kunt benoemen dat alle cellen van je lichaam dezelfde erfelijke informatie bevatten.
- 3 Je kunt uitleggen wat genotype en fenotype zijn.
- 4 Je kunt de verschillen benoemen tussen mitose en meiose.
- 5 Je kunt benoemen dat soorten verwant zijn als ze een gemeenschappelijke voorouder hebben.

**In de onderbouw heb je al geleerd over onderwerpen die te maken hebben met erfelijkheid en evolutie. Je hebt deze kennis nodig voor dit thema. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.**

## OPDRACHTEN VOORKENNIS

1

Over welk type voortplanting gaat de zin?

- a** Twee geslachtscellen versmelten.
- A geslachtelijke voortplanting
  - B ongeslachtelijke voortplanting
  - C beide
- b** Er vindt bevruchting plaats.
- A geslachtelijke voortplanting
  - B ongeslachtelijke voortplanting
  - C beide
- c** De nakomelingen hebben dezelfde erfelijke eigenschappen als de ouders.
- A geslachtelijke voortplanting
  - B ongeslachtelijke voortplanting
  - C beide
- d** De nakomelingen hebben verschillende erfelijke eigenschappen.
- A geslachtelijke voortplanting
  - B ongeslachtelijke voortplanting
  - C beide

2

In afbeelding 1 is schematisch weergegeven hoe geslachtelijke voortplanting verloopt. Zet de juiste woorden bij de nummers. Gebruik daarbij: *bevruchte eicel* – *bevruchting* – *celkern* – *chromosoom* – *zaadcel*.

1 = .....

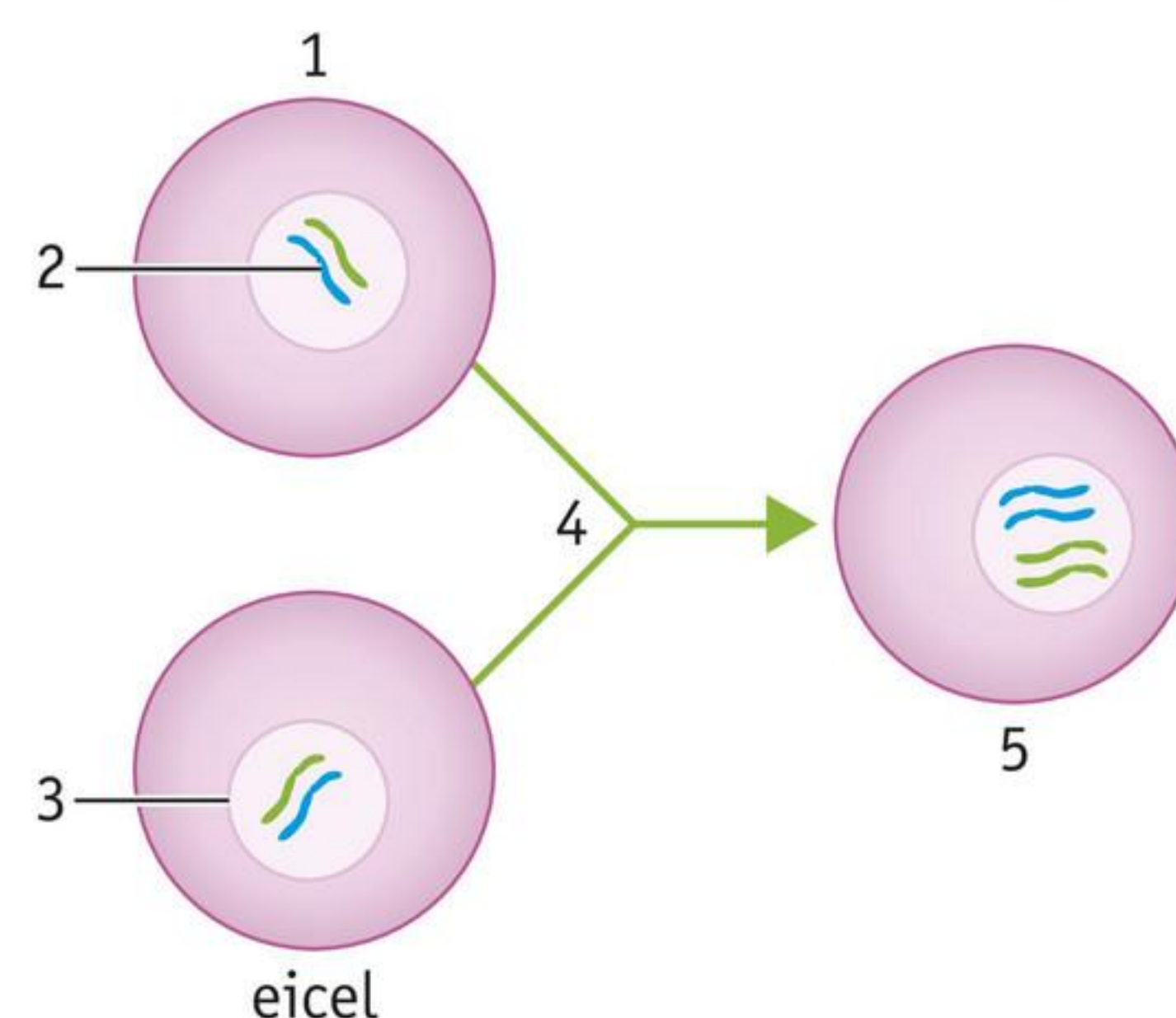
2 = .....

3 = .....

4 = .....

5 = .....

**Afb. 1** Geslachtelijke voortplanting.



3

Welk woord hoort bij de omschrijving? Het aantal letters is al gegeven.

- 1 In deze cel komen de chromosomen enkelvoudig voor (12 letters). .....
- 2 Mannelijk geslachtschromosoom (1 letter). .....
- 3 Lange dunne 'draden' in de celkern (11 letters). .....
- 4 Stof die de informatie bevat voor erfelijke eigenschappen (3 letters). .....
- 5 De stukjes DNA die samen de erfelijke informatie bevatten voor een erfelijke eigenschap (3 letters). .....
- 6 De informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme (8 letters). .....
- 7 Alle eigenschappen van een organisme, zoals het uiterlijk (8 letters). .....

4

Vergelijk de gewone celdeling met de reductiedeling.

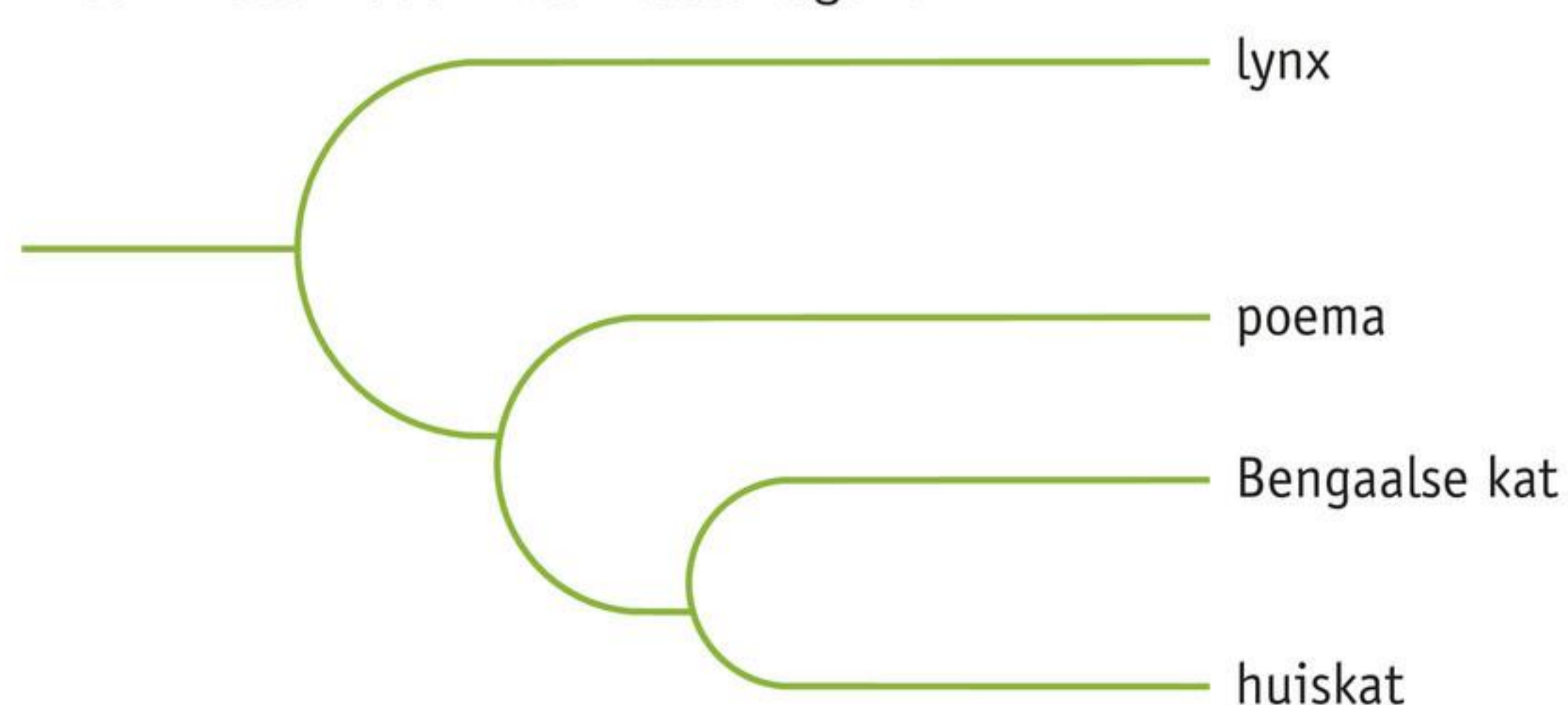
- 1 Een andere naam voor de gewone celdeling is *meiose / mitose*.  
Een andere naam voor de reductiedeling is *meiose / mitose*.
- 2 Bij de reductiedeling worden *geslachtscellen / lichaamscellen* gevormd.  
Bij de gewone celdeling worden *geslachtscellen / lichaamscellen* gevormd.
- 3 In de dochtercellen komen de chromosomen in paren voor.  
*gewone celdeling / reductiedeling*
- 4 Eerst gaan de chromosomen van elk paar uit elkaar en daarna de DNA-ketens van elk chromosoom.  
*gewone celdeling / reductiedeling*
- 5 Het doel van deze celdeling is de vorming van nieuwe cellen voor groei, vervanging en herstel.  
*gewone celdeling / reductiedeling*

5

In afbeelding 2 zie je een gedeelte uit een stamboom van katachtigen.

- a Welke gemeenschappelijke voorouder leefde het kortst geleden?  
de voorouder van de *lynx en de huiskat / Bengaalse kat en de huiskat*
- b Welke katachtige is het meest verwant aan de huiskat? En welke het minst?
  - 1 Het meest verwant aan de huiskat is de *Bengaalse kat / lynx / poema*.
  - 2 Het minst verwant aan de huiskat is de *Bengaalse kat / lynx / poema*.
- c Hoe meer het DNA van twee soorten overeenkomt, hoe *korter / langer* geleden hun gemeenschappelijke voorouder leefde.
- d Van welke katachtige komt het DNA het meest overeen met dat van de lynx?  
*Bengaalse kat / lynx / poema*

**Afb. 2** Stamboom van katachtigen.



 Ga naar de *Voorkennistoets* en de *Filmpjes*.

# 1 Genotype en fenotype

## LEERDOELEN

- 3.1.1 Je kunt omschrijven wat een genotype, wat een fenotype en wat een gen is.  
 3.1.2 Je kunt beschrijven hoe organismen informatie over erfelijke eigenschappen overdragen aan hun nakomelingen via chromosomen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	3.1.1	3.1.2	1.O.3**
Onthouden	1b, 7a		
Begrijpen	1a, 3, 7b	2, 3	
Toepassen	4, 5abc	6, 7d	5e
Analyseren	7ce		5d

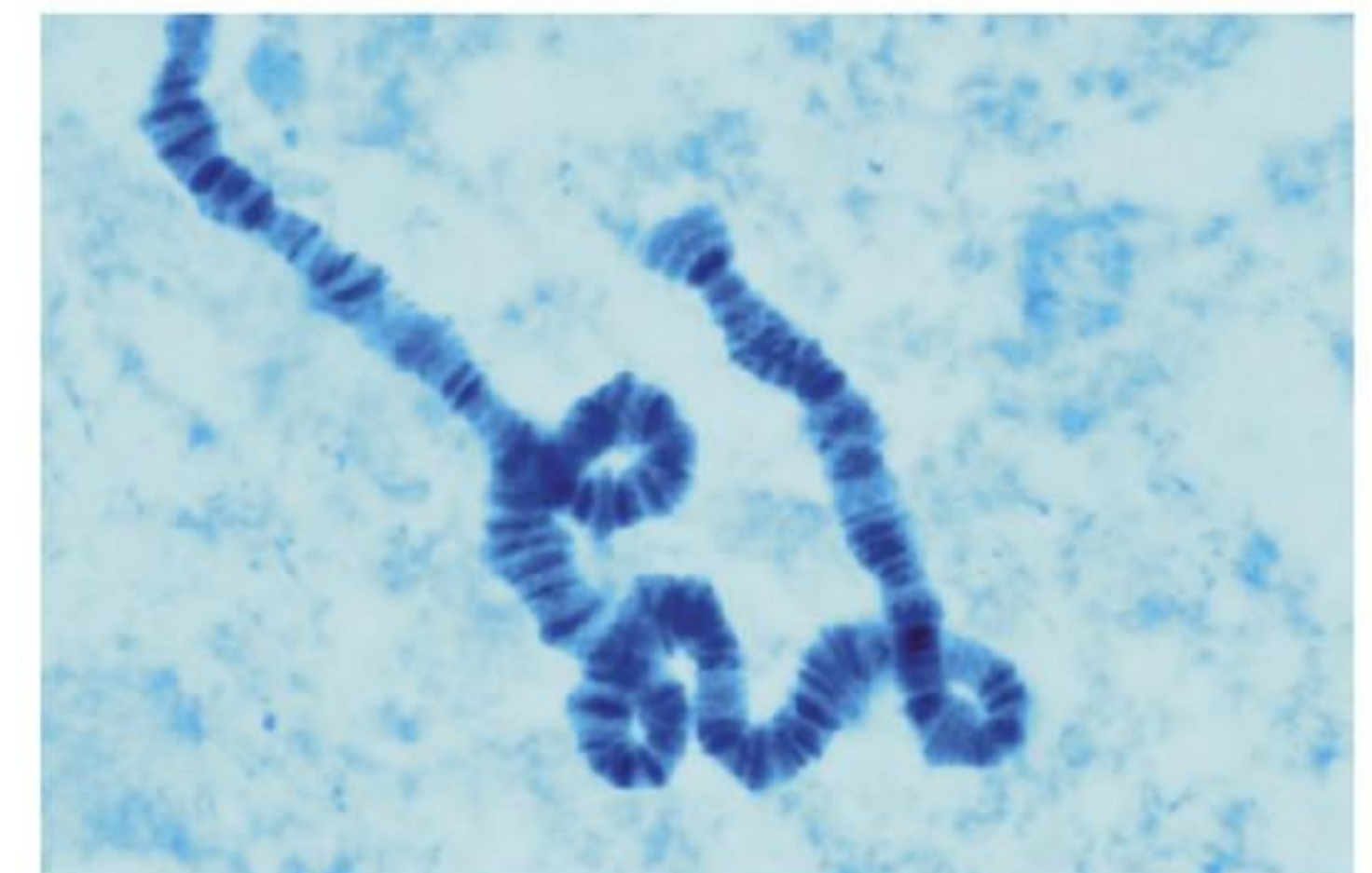
\*\* Dit leerdoel vind je in een ander thema.

**‘Wat lijkt jij veel op je vader.’ ‘Je bent precies je moeder.’ Deze opmerkingen heb je misschien weleens gehoord van familie of vrienden. Ze gaan over je erfelijke eigenschappen.**

## CHROMOSOOM, GEN EN ALLEL

De celkern van elke lichaamscel van een mens bevat 46 chromosomen. Chromosomen bestaan uit DNA. Deze stof bevat de informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme. De stukjes DNA die samen de informatie bevatten voor één eigenschap, noem je een **gen**. Elk chromosoom bevat een groot aantal genen. Met een speciale microscoop zijn de stukjes DNA van genen zichtbaar als banden of strepen (zie afbeelding 1). De twee chromosomen van een chromosomenpaar bevatten informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen.

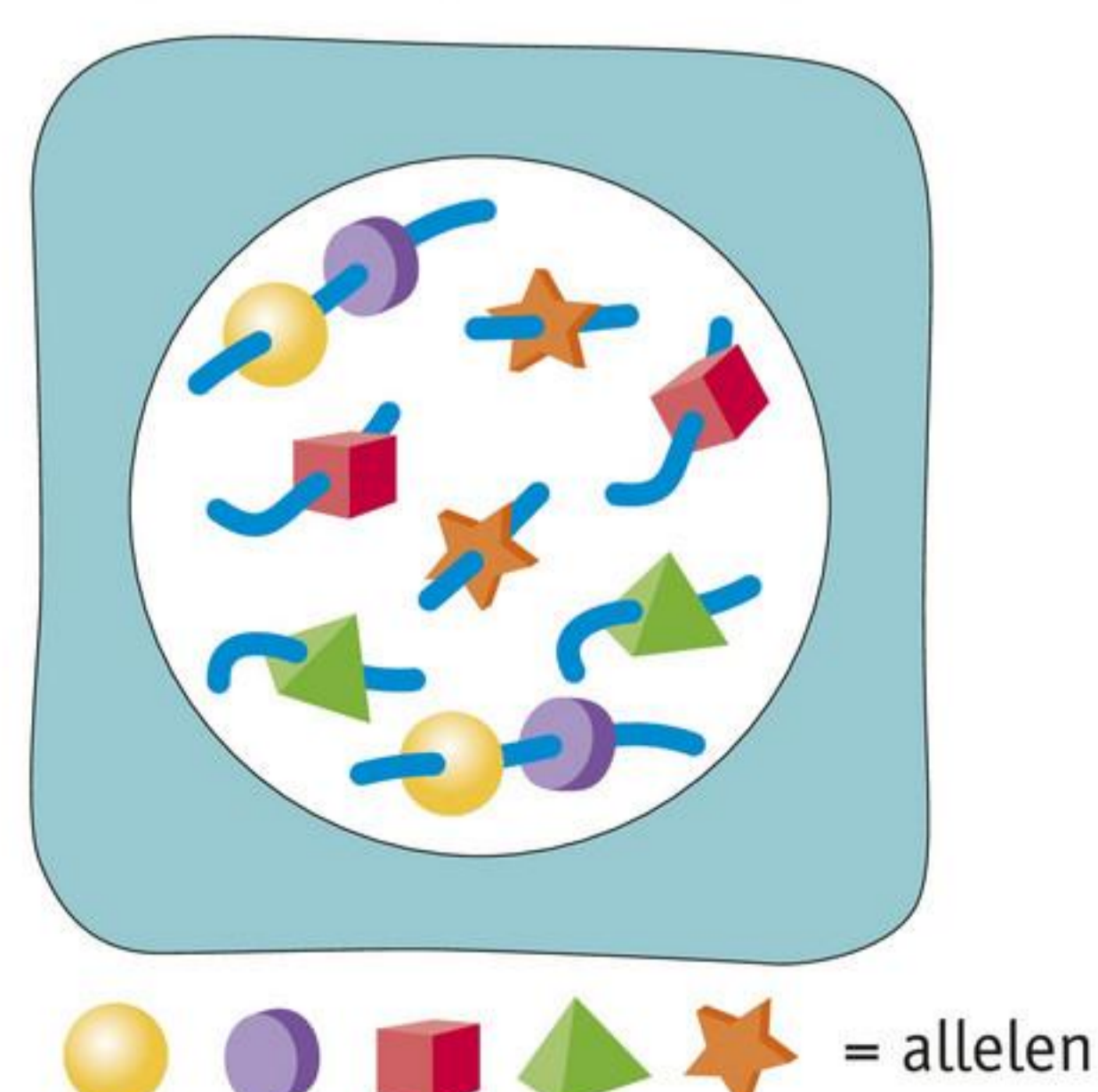
**Afb. 1** Chromosoom (microscopische foto).



Genen kunnen ‘aan’ of ‘uit’ staan in een cel. In de cellen van je haarzakjes staat het gen voor haarkleur aan, maar in je levercellen niet. Cellen verschillen dus van elkaar doordat niet in elke cel alle genen aan staan.

Elk gen bestaat uit twee **allelen**, één op elk chromosoom (zie afbeelding 2). De twee allelen van een gen kunnen verschillen. Het gen voor haarkleur bijvoorbeeld kan bestaan uit één allel ‘bruin haar’ en één allel ‘rood haar’. Een allel is dus een bepaalde variant van een gen, bijvoorbeeld zwart, bruin, blond of rood haar.

**Afb. 2** Lichaams cel met chromosomen, genen en allelen (schematisch).

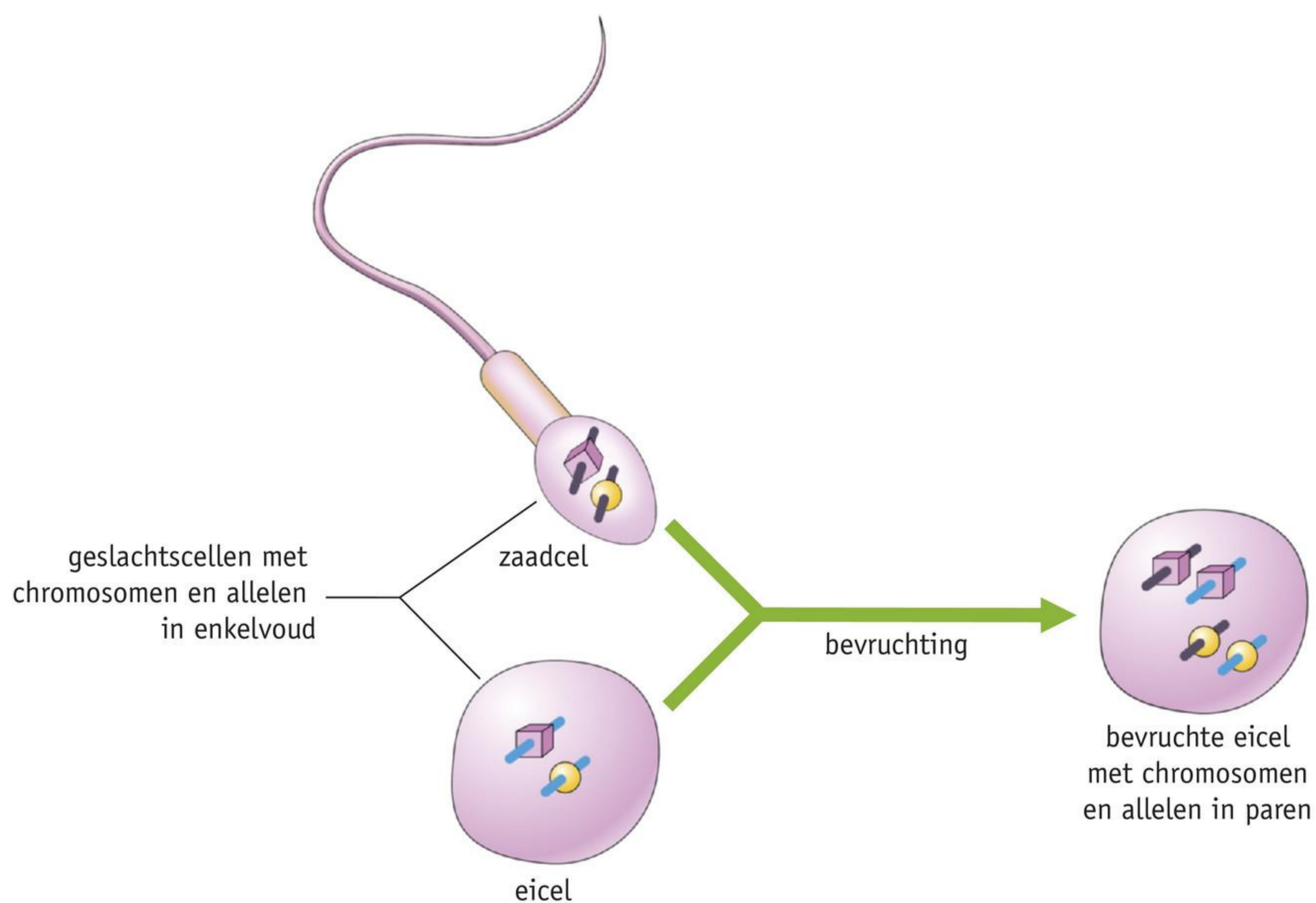


### HOE ONTSTAAT HET GENOTYPE?

De informatie voor alle erfelijke eigenschappen samen noem je het **genotype** van dat organisme. Het genotype wordt bepaald op het moment dat een eikel wordt bevrucht door een zaadcel. Bij de bevruchting komen de chromosomen van een zaadcel en de chromosomen van een eikel bij elkaar. Daardoor bevat de bevruchte eikel weer chromosomenparen (zie afbeelding 3). Elk gen bestaat dan uit een allel van de vader en een allel van de moeder.

Alle genen samen zijn het genotype van het nieuwe organisme. De bevruchte eikel groeit door middel van mitose (gewone celdeling) uit tot een nieuw organisme. Bij mitose verandert het genotype van lichaamscellen niet. Het genotype blijft dus een heel leven lang hetzelfde.

**Afb. 3** Na de bevruchting bestaat elk gen weer uit twee allelen.



### HOE ONTSTAAT HET FENOTYPE?

Alle eigenschappen van een organisme noem je het **fenotype** van dat organisme. Bij het fenotype horen de zichtbare eigenschappen, zoals je oogkleur. Maar ook de onzichtbare eigenschappen horen erbij, zoals je bloeddruk, je karakter en de bouw van je organen. Doordat iedereen een ander genotype heeft, zien mensen er heel verschillend uit.

Het fenotype kan veranderen. Zwart haar kun je rood laten verven. De kleur van je haar verandert dan, maar je genotype blijft hetzelfde. Het haar dat nieuw aangroeit, is daarom weer zwart. Je bezit nog steeds het genotype voor zwart haar. Deze erfelijke informatie kun je ook doorgeven aan je kinderen. Het maakt dan niet uit of je haar is geverfd of niet.

Het fenotype wordt bepaald door je genotype, maar ook je leefstijl en de omgeving hebben er invloed op. Het fenotype kan door allerlei oorzaken veranderen, zonder dat het genotype verandert. De oorzaken van deze veranderingen noem je invloeden uit het milieu. Invloeden uit het milieu zijn bijvoorbeeld de mensen waar je mee omgaat, zon (of geen zon) en wat je eet en drinkt. Het fenotype van een organisme komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.



5

In afbeelding 4 zie je een hortensia, een struik die in veel tuinen voorkomt. De kleur van de bloemen is niet altijd hetzelfde. Ze kunnen roze, wit, paars of blauw worden. In zure grond worden de bloemen blauw. Als de grond niet zuur is, zijn de bloemen roze. Tuinliefhebbers voegen vaak kalk aan de grond toe om de grond minder zuur te maken. Zo krijgen ze roze bloemen aan de plant.

- Een tuinliefhebber heeft in de tuin een hortensia met roze bloemen. Welke twee factoren bepalen de kleur van de bloemen?
- Een tuinder snijdt een stekje van de plant af en geeft dat cadeau aan een vriend. De vriend zet het stekje in de tuin. Het jaar daarop komen er blauwe bloemen aan de plant. Is het genotype van de nieuwe plant anders dan het genotype van de oorspronkelijke plant? Leg je antwoord uit.
- Leg uit waardoor het fenotype van de plant is veranderd.
- Sommige mensen denken dat grond zuurder wordt als je er roestige spijkers in stopt. Beschrijf een proef waarmee je kunt onderzoeken of dit idee juist is. Beschrijf ook het resultaat van de proef als het idee juist is.
- Voordat je een onderzoek start, formuleer je een onderzoeksvraag, een hypothese en een verwachting. Bij welke stap van een onderzoek hoort het idee dat roestige spijkers de grond zuurder maken?

**Afb. 4** Een bloeiende hortensia.

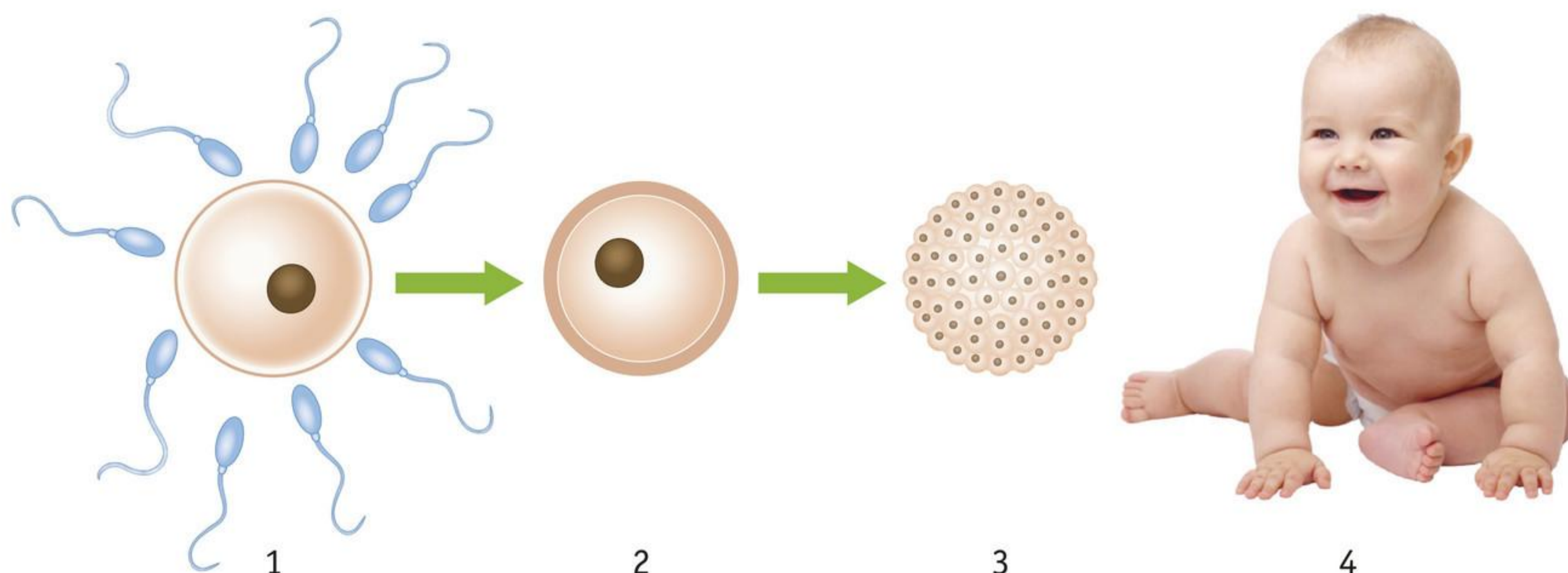


6

In afbeelding 5 zie je de bevruchting en de ontwikkeling van de bevruchte eicel tot een baby.

- Tussen welke twee stappen komt het genotype tot stand? Leg je antwoord uit.
- Zijn de genen in een spiercel van deze baby gelijk aan de genen in de bevruchte eicel, of zijn ze verschillend? Leg je antwoord uit.
- Leg uit hoe het komt dat bij deze baby de witte bloedcellen andere eigenschappen hebben dan de spiercellen.

**Afb. 5** De ontwikkeling van bevruchte eicel tot baby.



+ 7

Lees de tekst 'Blowen en risico op psychosen'.

- a Het COMT-gen kent twee varianten.  
Wat is een ander woord voor een 'variant van een gen'?
- b Welke twee varianten zijn er van het COMT-gen?
- c In de tekst staat dat er drie combinaties mogelijk zijn met twee allelen. Leg dat uit.
- d Verandert blowen het genotype van de gebruiker? Leg je antwoord uit.
- e Krijgt een persoon met de Met-Met-variant nooit een psychose na het gebruik van cannabis? Leg je antwoord uit door de juiste zin te citeren uit de tekst.

**Afb. 6****Blowen en risico op psychosen**

Ze horen stemmen, zijn achterdochtig of denken dat ze achtervolgd worden. Mensen met psychosen lijden aan gedachten die niet kloppen met de werkelijkheid.

Onderzoek toonde aan dat het COMT-gen een belangrijke rol zou kunnen spelen bij psychosen. Dit COMT-gen komt voor op chromosoom 22 en kent twee allelen: het Val-allel en het Met-allel. Er zijn dus drie combinaties mogelijk.

De Limburgse onderzoeker Cecile Henquet toonde met haar onderzoek aan dat er een verband is tussen de verschillende varianten van het COMT-gen en de ontwikkeling van psychosen na blowen. Als je twee allelen 'Val' hebt, loop je vier keer zo veel risico op een psychose. Met de Met-Met-combinatie heb je de kleinste kans op een psychose na cannabisgebruik.

Bron: [www.jmouders.nl/gevoelig-voor-psychose](http://www.jmouders.nl/gevoelig-voor-psychose).

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

## 2 Genen

### LEERDOEL

3.2.1 Je kunt omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant, recessief en intermediair fenotype betekenen.

► Practicum 1

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	3.2.1
Onthouden	1
Begrijpen	2, 3, 4ac
Toepassen	4bd, 5ab, 6a
Analysen	4e, 5c, 6b, 7

**Je kunt verschillende allelen hebben voor een eigenschap. Welke eigenschap je dan krijgt, hangt af van de sterkte van het allel.**

### HOMOZYGOOT EN HETEROZYGOOT

Een gen kan informatie bevatten over de vorm van je haar. Er is een allel voor steil haar en een allel voor krullend haar. Als je steil haar hebt, zijn de twee allelen voor de haarvorm gelijk aan elkaar (zie afbeelding 1). Je bent dan **homozygoot** voor de eigenschap steil haar (homo = gelijk).

Als je gen voor de haarvorm uit twee allelen voor krullend haar bestaat, ben je homozygoot voor de eigenschap krullend haar (zie afbeelding 2).

Een allelenpaar voor de haarvorm kan ook bestaan uit één allel voor steil haar en één allel voor krullend haar. De twee allelen voor de haarvorm zijn dan ongelijk (zie afbeelding 3). Als dat bij jou zo is, dan ben je **heterozygoot** voor de haarvorm (hetero = verschillend).

**Afb. 1** Persoon die homozygoot is voor steil haar.



**Afb. 2** Persoon die homozygoot is voor krullend haar.



**Afb. 3** Persoon die heterozygoot is voor de haarvorm.



- allel voor steil haar
- allel voor krullend haar

### DOMINANTE EN RECESSIEVE ALLELEN

Personen die heterozygoot zijn voor de haarvorm, hebben het allel voor steil haar en het allel voor krullend haar. Als je naar ze kijkt, zie je alleen krullend haar. Het allel voor steil haar is niet te zien aan het uiterlijk. Dit komt doordat het allel voor krullend haar 'sterker' is. Het is een **dominant allel**. Een dominant allel zie je altijd terug in het fenotype. Het allel voor steil haar noem je een **recessief allel**. Een recessief allel zie je alleen terug in het fenotype als er geen dominant allel aanwezig is.

Voor de meeste erfelijke eigenschappen zijn er twee verschillende allelen. Vaak is een van de twee allelen dominant. Bij erwtenplanten is het allel voor rode bloemkleur dominant. Het allel voor witte bloemkleur is recessief (zie afbeelding 4).

**Afb. 4** Erwtenplanten.



1 homozygoot of heterozygoot voor rode bloemkleur



2 homozygoot voor witte bloemkleur

### LETTERS VOOR ALLELEN

Genotypen geef je aan met een lettercombinatie. Voor één erfelijke eigenschap gebruik je één letter. Een dominant allel geef je aan met een hoofdletter, een recessief allel met dezelfde kleine letter.

Bijvoorbeeld:

- Het allel voor krullend haar is dominant. Dit kun je aangeven met de letter **A**.
- Het allel voor steil haar is recessief. Dit kun je aangeven met de letter **a**.

Hiermee zijn drie genotypen voor haarvorm mogelijk:

- 1 **AA**: Deze persoon is homozygoot voor de haarvorm krullend haar. Het fenotype is krullend haar.
- 2 **Aa**: Deze persoon is heterozygoot voor de haarvorm. Het fenotype is krullend haar.
- 3 **aa**: Deze persoon is homozygoot voor de haarvorm steil haar. Het fenotype is steil haar.

Iemand met krullend haar kan twee allelen voor krullend haar hebben, maar ook één voor krullend haar en één voor steil haar. Aan het fenotype kun je dan niet zien wat het genotype is.

### INTERMEDIAR FENOTYPE

Bij sommige erfelijke eigenschappen is er geen dominant allel en geen recessief allel. Beide allelen zijn dan even sterk. Bij een heterozygoot genotype ontstaat dan een **intermediair fenotype**. Dit is een mix van de beide eigenschappen in het fenotype.

Het leeuwenbekje is een plant met allelen voor rode bloemkleur en voor witte bloemkleur. Geen van beide allelen is dominant. Leeuwenbekjes die heterozygoot zijn voor de bloemkleur, hebben daardoor roze bloemen. Als twee allelen even sterk zijn, kun je ook dat aangeven met letters (zie afbeelding 5).

**Afb. 5** Leeuwenbekjes.



1 homozygoot voor rode bloemen:  $A_r A_r$



2 homozygoot voor witte bloemen:  $A_w A_w$



3 heterozygoot voor de bloemkleur:  $A_r A_w$

## KENNIS

1

- Een persoon die in elke celkern twee allelen heeft voor steil haar, is voor deze eigenschap *heterozygoot* / *homozygoot*.
- Een persoon die in elke celkern twee allelen heeft voor krullend haar, is voor deze eigenschap *heterozygoot* / *homozygoot*.
- Een persoon die heterozygoot is voor de eigenschap haarvorm, heeft in elke celkern twee *dezelfde* / *verschillende* allelen voor deze eigenschap.

2

Bij rozen zijn er allelen voor rode bloemkleur en voor witte bloemkleur. In het fenotype komen rode, witte en roze bloemen voor.

- Welk fenotype is het intermediaire fenotype bij rozen?
  - A rode bloemen
  - B roze bloemen
  - C witte bloemen
- Welke genotypen hebben de rozen met rode, witte en roze bloemen?
  - De plant met rode bloemen heeft genotype:  $A_r A_r$  /  $A_w A_w$  /  $A_r A_w$
  - De plant met witte bloemen heeft genotype:  $A_r A_r$  /  $A_w A_w$  /  $A_r A_w$
  - De plant met roze bloemen heeft genotype:  $A_r A_r$  /  $A_w A_w$  /  $A_r A_w$
- Een andere plantensoort is heterozygoot voor bloemkleur en heeft een allel voor rode bloemen en een allel voor witte bloemen. Deze plant heeft rode bloemen als fenotype.  
Heeft deze plantensoort een intermediair fenotype? *ja* / *nee*  
Het allel voor rode bloemen is *dominant* / *recessief* / *geen van beide*.

3

**Samenvatting**

Zet bij de volgende begrippen een definitie en een bijbehorend genotype (in letters). Gebruik daarbij:  $A - a - A_a - A_b$ . Het dominante allel is voorgedaan.

Dominant allel	Het allel dat altijd tot uiting komt in het fenotype.	A
Recessief allel		
Homozygoot		
Heterozygoot		
Intermediair		

**INZICHT**

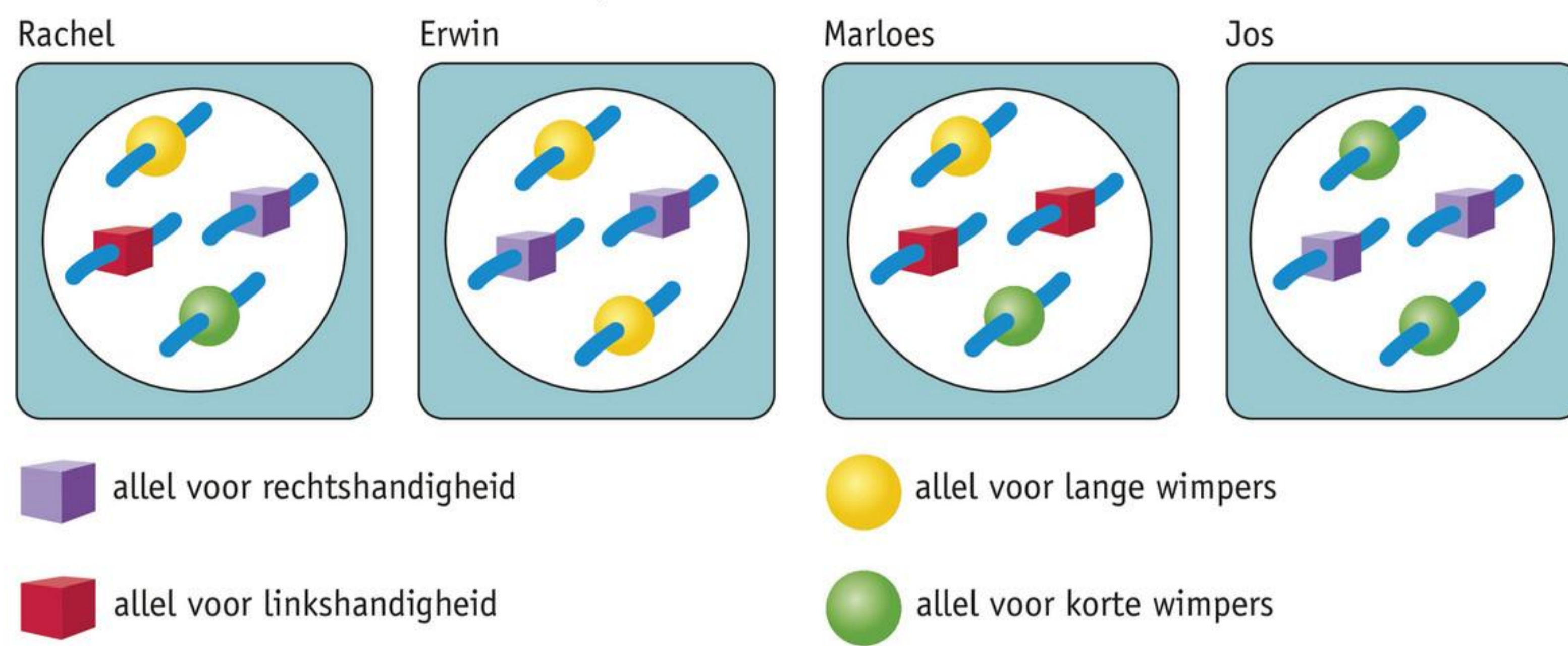
**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

4

In afbeelding 6 zijn de lichaamscellen van vier verschillende personen schematisch getekend. Vier allelen zijn aangegeven. Op de chromosomen liggen genen voor de lengte van de wimpers en voor rechts- of linkshandigheid.

- Bekijk de lichaamscel van Marloes.  
Is Marloes heterozygoot of homozygoot voor de eigenschap 'lengte van de wimpers'?
- Marloes heeft lange wimpers.  
Is de eigenschap 'lange wimpers' dominant of recessief?
- Bekijk de lichaamscel van Rachel.  
Is Rachel heterozygoot of homozygoot voor de eigenschap 'rechts- of linkshandigheid'?
- Ga er in deze vraag van uit dat het milieu (de omgeving) geen invloed heeft op links- of rechtshandig zijn.  
Rachel is rechtshandig.  
Welke eigenschap is dominant: rechtshandig of linkshandig?
- Neem de tabel over en vul hem in. Gebruik daarbij: *links - rechts - kort - lang*.

	Rachel	Erwin	Marloes	Jos
Rechts- of linkshandig				
Wimpers				

**Afb. 6** Lichaamscellen van vier personen.

5

PTC is een stof die in bijvoorbeeld spruitjes voorkomt. Sommige mensen kunnen PTC proeven als een heel bittere smaak, andere mensen juist niet. Bij mensen is het allel voor het proeven van PTC dominant (T) en het allel voor niet-proeven van PTC is recessief (t).

- Wat is het genotype van iemand die homozygoot dominant is voor het proeven van PTC?
- Wat is het genotype van een persoon die geen PTC kan proeven? Leg je antwoord uit.
- Bestaan er mensen die geen PTC kunnen proeven en heterozygoot zijn? Leg je antwoord uit.

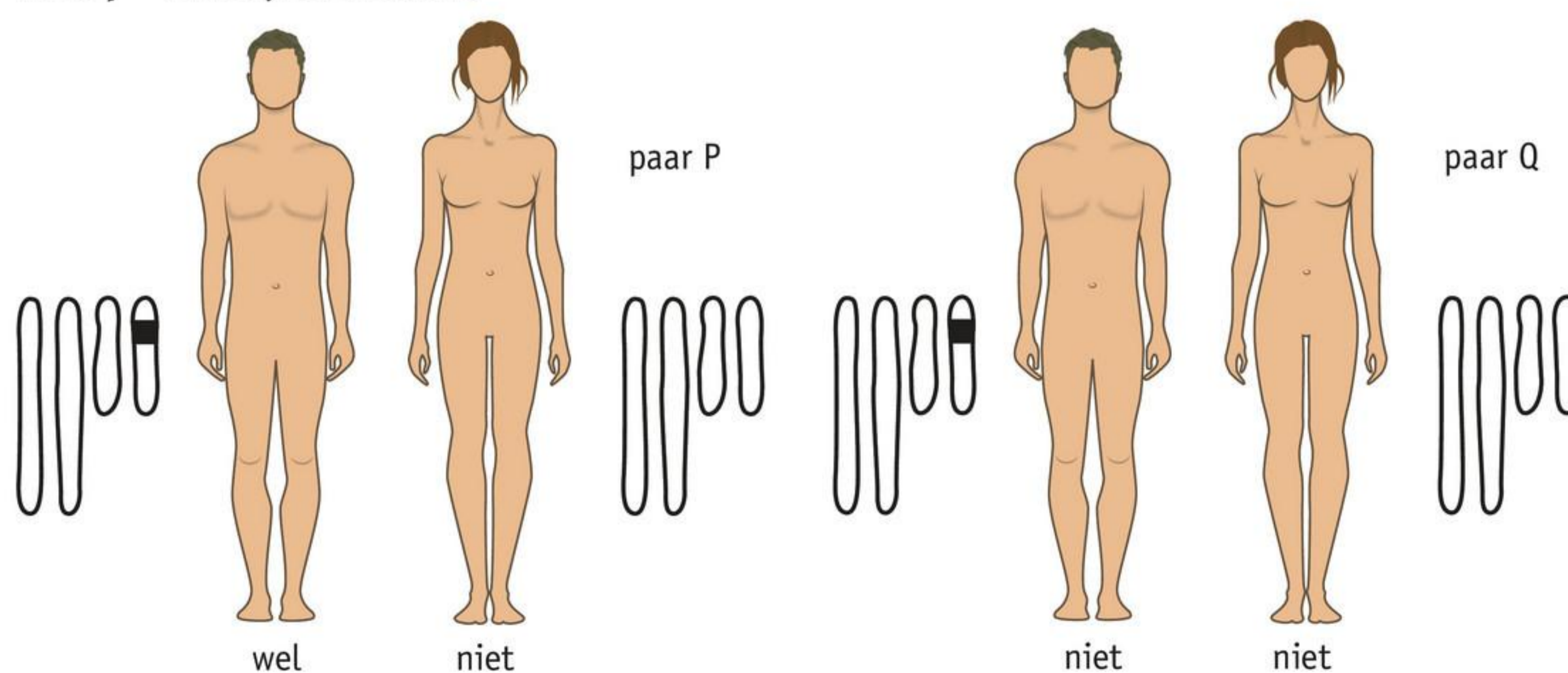
6

Er bestaat een groep erfelijke ziekten die tot gevolg heeft dat het bindweefsel veel te slap is. Er zijn verschillende allelen die zo'n ziekte kunnen veroorzaken. Sommige van de allelen zijn dominant, andere zijn recessief.

In afbeelding 7 zie je twee ouderparen: paar P en paar Q. Beide mannen komen uit een familie waarin een bindweefselziekte voorkomt. In de families komt niet dezelfde bindweefselziekte voor.

Naast de ouderparen zijn de chromosomen afgebeeld waarop de genen liggen voor zo'n ziekte. Onder de personen staat geschreven of ze wel of niet ziek zijn.

- Bij welke van de twee mannen is het allel recessief: bij de man van paar P of bij de man van paar Q? Leg je antwoord uit.
- Een andere erfelijke aandoening is het DEND-syndroom. Iemand met het DEND-syndroom heeft epilepsie en andere hersenaandoeningen. Er zijn ook mensen die een milde vorm van dit syndroom hebben. Deze mensen hebben moeite met praten of bewegen, maar hebben geen epilepsie en zijn minder ernstig ziek. Geef een verklaring voor het bestaan van een ernstige variant van dit syndroom en een minder ernstige variant.

**Afb. 7** Erfelijke ziekten.

Legenda:

wel = heeft de ziekte wel

niet = heeft de ziekte niet

● = allel dat zo'n ziekte veroorzaakt

+ 7

Lees de tekst 'Sclerosteose'.

- a Komt het gen voor sclerosteose voor op de geslachtschromosomen (X- of Y-chromosoom) of op een van de andere chromosomenparen uit de celkern? Leg je antwoord uit.
- b Mensen die homozygoot zijn voor sclerosteose, hebben een 3× grotere botmassa dan mensen met een normale botgroei. Bij mensen die heterozygoot zijn, is de hoeveelheid bot 1,5× groter.  
Is het allel voor sclerosteose dominant, recessief of erft de eigenschap intermediair over? Leg je antwoord uit.

**Afb. 8****Sclerosteose**

In Zuid-Afrika komt een bijzondere botziekte voor: sclerosteose. Bij deze ziekte blijven de botten levenslang doorgroeien. De patiënten hebben ver vooruitstekende kaken en ze zijn erg lang. Een ander gevolg van de ziekte is doofheid. Doordat de botten van de schedel steeds dikker worden, worden de gehoorzenuwen afgekneld.

Alle mensen met sclerosteose stammen waarschijnlijk af van één enkele voorouder, die in de zeventiende eeuw vanuit Nederland emigreerde. Sclerosteose komt even vaak voor bij mannen als bij vrouwen.

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 3 Kruisingen

## LEERDOELEN

- 3.3.1 Je kunt een kruisingsschema opstellen.
- 3.3.2 Je kunt bij een gegeven kruising genotypen en fenotypen van ouders en/of nakomelingen afleiden.

► Practicum 1

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	3.3.1	3.3.2
Onthouden	1a	
Begrijpen	1bc, 2abcde, 3, 5a	2fg, 3
Toepassen	5b, 6a	4, 5c
Analyseren		5d, 6bcd

**Ouders geven erfelijke eigenschappen door aan hun nakomelingen. Welk genotype de nakomeling krijgt, hangt af van het toeval. Toch kun je de kans op een bepaalde eigenschap voorspellen.**

## EEN KRUISING

In afbeelding 1 zie je een angorakonijn. Dit konijn heeft lange haren. Fokkers hebben hiervoor gezorgd, door steeds de konijnen met de langste haren met elkaar te laten paren. De nakomelingen kregen zo ook weer lange haren. Als je twee dieren met elkaar nakomelingen laat krijgen, heet dat **kruisen**. Bij alle kruisingen in deze basisstoffen gaat het steeds om één erfelijke eigenschap (één gen).

**Afb. 1** Een angorakonijn, gefokt op de eigenschap 'vacht met lange haren'.



Bij een kruising geef je de ouders aan met de letter P (Latijn: *parentes* = ouders). De eerste generatie nakomelingen geef je aan met  $F_1$  (Latijn: *fili* = kinderen). Een **generatie** zijn alle organismen in één laag van een reeks voortplantingen. Bij veel kruisingen planten de organismen in de  $F_1$  zich ook weer voort. Hieruit ontstaat een tweede generatie nakomelingen: de  $F_2$ .

Generatie P zijn de ouders.  
 $F_1$  zijn de kinderen van deze ouders (P).  
 $F_2$  zijn de kinderen van deze kinderen ( $F_1$ ).

### EEN KRUISINGSSHEMA MAKEN

Door een **kruisingsschema** te maken, kun je voorspellen welk fenotype de nakomelingen van een kruising krijgen. Een kruisingsschema is een tabel waarin je alle mogelijke combinaties van allelen bij één kruising noteert.

Bij labradors (zie afbeelding 2) is het allel voor een zwarte vacht (A) dominant over het allel voor een gele vacht (a). Een zwartharig vrouwtje dat homozygoot is voor de vachtkleur, paart met een geelharig mannetje. De nakomelingen ( $F_1$ ) paren ook weer met elkaar. Je wilt weten welke vachtkleur de labradors in generatie  $F_2$  kunnen hebben. Ook wil je weten hoe groot de kans is op elke vachtkleur in de  $F_2$ .

Hoe je het kruisingsschema van deze kruising maakt, zie je in het volgende stappenplan.

**Afb. 2** Zwartharige labrador × geelharige labrador.



#### STAP 1 (P): BEDENK WAT DE FENOTYPEN EN GENOTYPEN VAN DE OUDERS ZIJN.

Het vrouwtje is homozygoot zwartharig. Het allel voor zwarte vachtkleur is dominant, dus het genotype van het vrouwtje is AA.

Het mannetje is geelharig. Het allel voor gele vachtkleur is recessief. Het genotype van het mannetje is dus aa. De kruising is dan:

$$P = AA \times aa$$

#### STAP 2 (GESLACHTSCELLEN): BEDENK WELKE ALLELEN IN DE GESLACHTSCELLEN VAN BEIDE OUDERS KUNNEN VOORKOMEN.

Geslachtscellen ontstaan door reductiedeling (meiose). In geslachtscellen komt van elk gen één allel voor.

Het genotype van het vrouwtje is AA. Elke eicel die het vrouwtje maakt, bevat het allel A.

Het genotype van het mannetje is aa. Elke zaadcel die het mannetje maakt, bevat het allel a.

#### STAP 3 ( $F_1$ ): STEL VAST WELK GENOTYPE EN FENOTYPE DE NAKOMELINGEN KUNNEN HEBBEN.

Bij bevruchting versmelt de kern van een eicel (met allel A) met de kern van een zaadcel (met allel a). Het genotype van de bevruchte eicel is in dit geval altijd Aa. De nakomeling die zich uit deze bevruchte eicel ontwikkelt, heeft altijd een zwarte vacht.

Andere mogelijkheden zijn er bij deze kruising niet.

$$F_1 = Aa$$

#### STAP 4: STEL VAST WELK GENOTYPE EN FENOTYPE DE DIEREN IN DE $F_2$ KUNNEN HEBBEN.

De dieren in de  $F_1$  planten zich onderling voort. Bij bevruchting weet je niet welke eicel door welke zaadcel wordt bevrucht. Er zijn vier mogelijkheden:

- Een eicel met het allel A wordt bevrucht door een zaadcel met het allel A.
- Een eicel met het allel A wordt bevrucht door een zaadcel met het allel a.
- Een eicel met het allel a wordt bevrucht door een zaadcel met het allel A.
- Een eicel met het allel a wordt bevrucht door een zaadcel met het allel a.

Om dit overzichtelijk op te schrijven, zet je de stappen in regels onder elkaar:

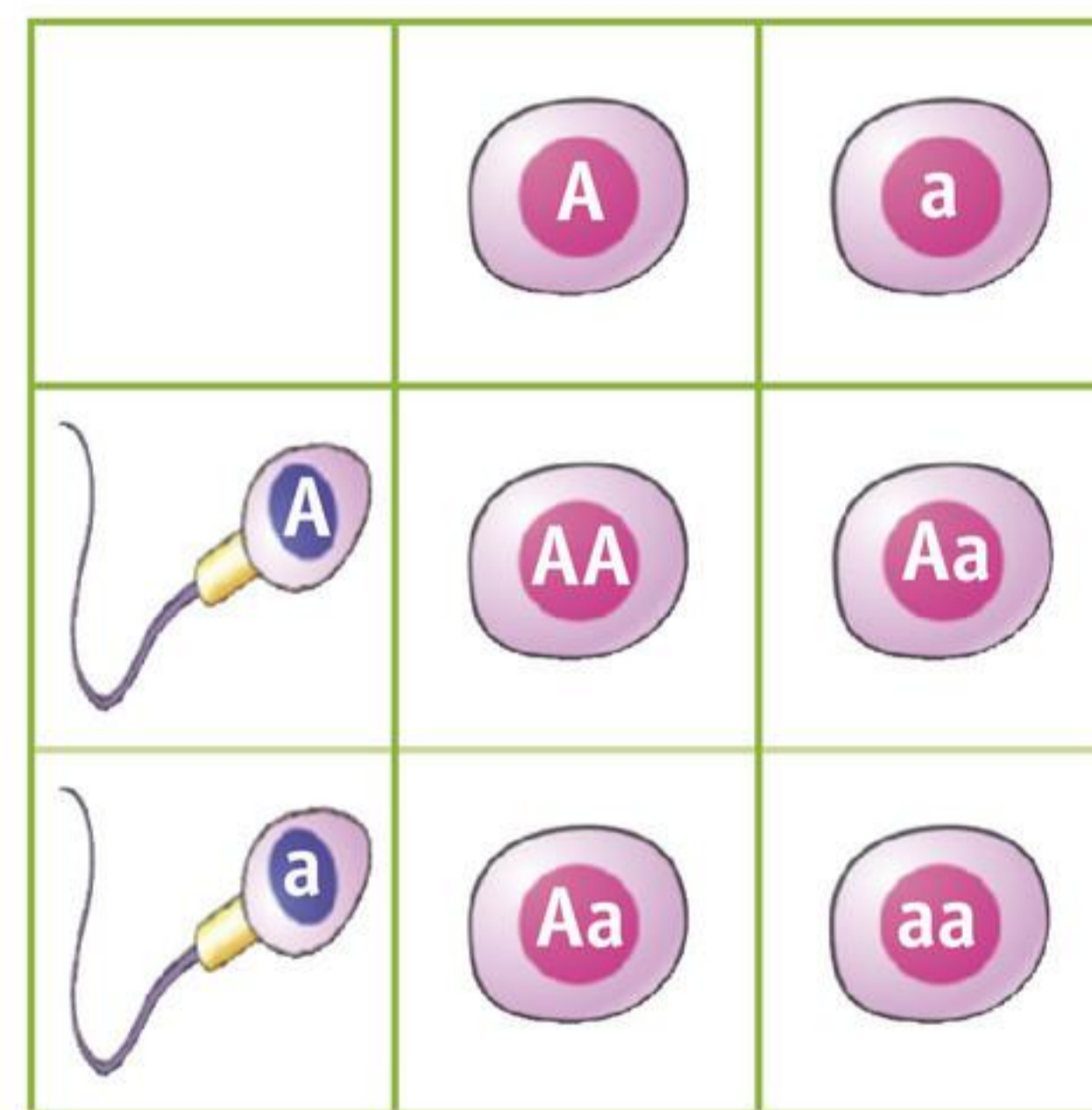
P	AA	×	aa
geslachtscellen	A		a
F <sub>1</sub>	Aa		
geslachtscellen	Aa	×	Aa
	A of a		A of a

Voor de F<sub>2</sub> maak je een kruisingsschema. De allelen in de eicellen zet je boven in het schema. De allelen in de zaadcellen komen links in het schema (zie afbeelding 3).

Het kruisingsschema ziet er dan zo uit:

F <sub>2</sub>		A	a
	A	AA	Aa
	a	Aa	aa

**Afb. 3** Mogelijkheden van bevruchting F<sub>2</sub>.



Je ziet dat er vier mogelijkheden zijn voor het genotype van de nakomelingen in de F<sub>2</sub>:

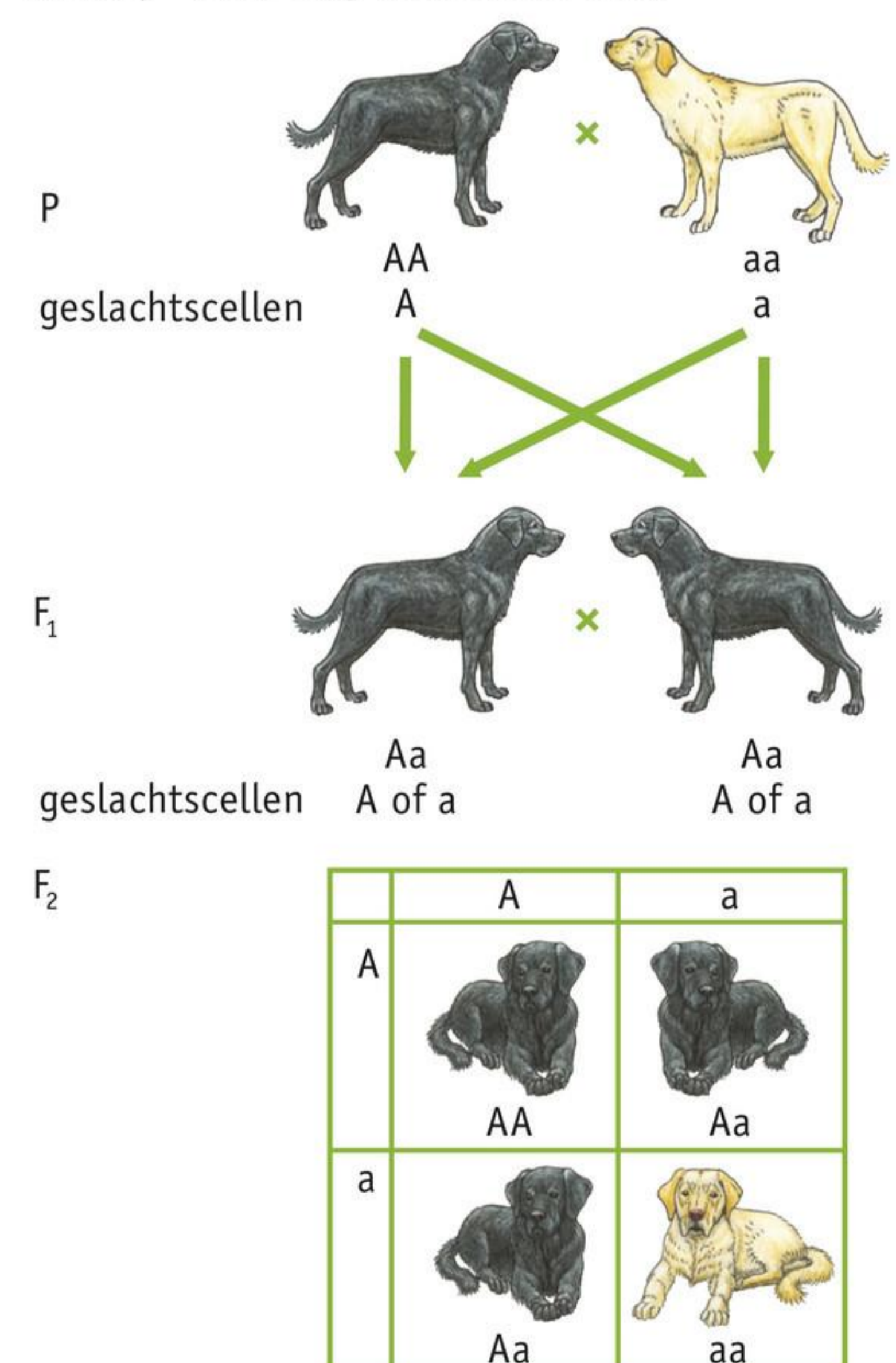
- De kans dat een dier uit de F<sub>2</sub> het genotype Aa heeft, is de helft of 50%.
- De kans op genotype AA is 25%.
- De kans op genotype aa is 25%.

Er zijn twee mogelijke fenotypen:

- De kans op een zwarte labrador in de F<sub>2</sub> is 75%. Dit zijn de genotypen AA en Aa.
- De kans op een gele labrador is 25%. Dit is het genotype aa.

In afbeelding 4 is deze kruising schematisch weergegeven met tekeningen.

**Afb. 4** Kruising (schematisch).



**VERHOUDINGEN**

Bij twee of drie nakomelingen zijn de genotypen van de  $F_1$  afhankelijk van het toeval. Maar bij een groot aantal nakomelingen zie je steeds dezelfde verhouding van genotypen en fenotypen in de volgende generatie (zie afbeelding 5).

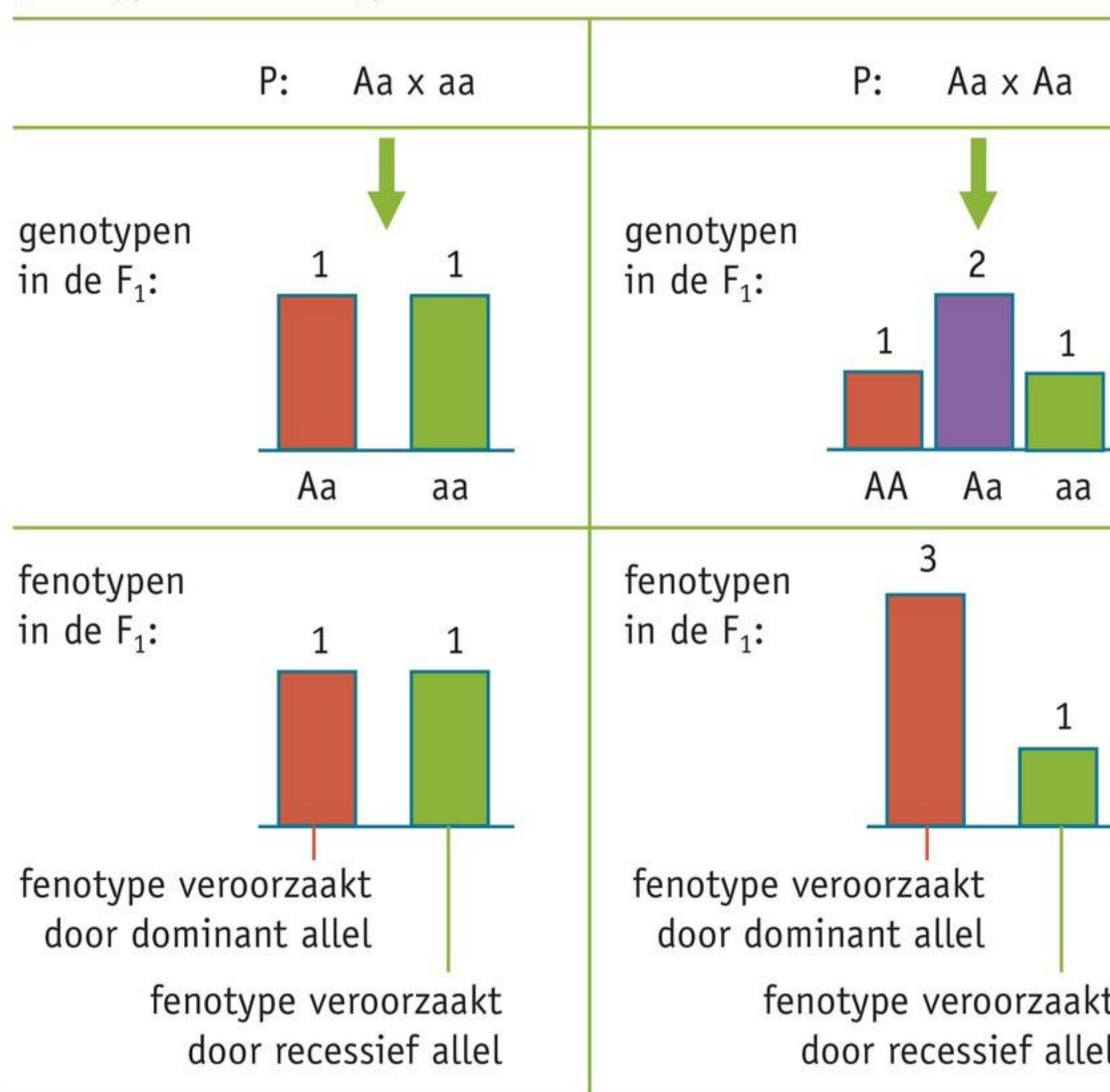
Is één ouder heterozygoot (Aa) en de andere ouder homozygoot recessief (aa), dan krijg je de volgende genotypen, fenotypen en verhoudingen:

- genotypen  $Aa = 50\%$ ,  $aa = 50\%$
- verhouding genotypen  $Aa : aa = 1 : 1$
- verhouding fenotypen  $1 : 1$

Zijn beide ouders heterozygoot (Aa), dan krijg je de volgende genotypen, fenotypen en verhoudingen:

- genotypen  $AA = 25\%$ ,  $Aa = 50\%$ ,  $aa = 25\%$
- verhouding genotypen  $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$
- verhouding fenotypen  $3 : 1$

**Afb. 5** Bij grote aantallen nakomelingen komt bij de nakomelingen steeds dezelfde verdeling van genotypen en fenotypen voor.

**KENNIS****1**

- a** Hoe geef je bij een kruising de ouders aan?
- A met  $F_1$
  - B met  $F_2$
  - C met P
- b** De ouders van de  $F_2$  zijn de  $P / F_1$ .
- c** Hoeveel generaties zijn P,  $F_1$  en  $F_2$  samen? 1 / 2 / 3 / 4 generaties

**2**

In afbeelding 6 zie je muizen met een verschillende vachtkleur. Bij muizen is het allel voor een zwarte vacht (H) dominant over het allel voor een witte vacht (h). Een zwarte vrouwtjesmuis die homozygoot is voor de vachtkleur, wordt gekruist met een wit mannetje. De nakomelingen van deze muizen worden gekruist waardoor een  $F_2$  ontstaat.

- a Wat zijn de genotypen van de ouders?  
vrouwtje: ..... mannetje: .....
- b Welke allelen bevatten de geslachtscellen van de ouders?  
De eicellen bevatten het allel  $H / h$ .  
De zaadcellen bevatten het allel  $H / h$ .
- c Welk genotype heeft de bevruchte eicel? .....
- d Welke haarkleur hebben de muizen in de  $F_1$ ? .....
- e Hier zie je de volledige kruising met P,  $F_1$  en  $F_2$ .  
Vul de genotypen en allelen in. Kies uit:  $H - h - HH - Hh - hh$ .

P ..... × .....  $F_2$   
 geslachtscellen .....  
 $F_1$  .....  
 ..... × .....  
 geslachtscellen H of h H of h

	H	h
H		
h		

- f Hoe groot is de kans dat een nakomeling in de  $F_2$  homozygoot recessief is voor de haarkleur? .....%
- g Hoe groot is de kans dat een muis in de  $F_2$  een zwarte vacht heeft? .....%

**Afb. 6** Zwarte muis en witte muis.



3



**Samenvatting**

- Noteer in eigen woorden de vier stappen om de verhouding in fenotypen van de  $F_2$  te bepalen.
- Werk het stappenplan uit met het voorbeeld  $P = BB \times bb$ . Maak daarbij een kruisingsschema voor de  $F_2$ .

Stap 1 (P): .....  
 Stap 2: .....  
 Stap 3 ( $F_1$ ): .....  
 Stap 4 ( $F_2$ ): .....

Voorbeeld:

P BB × bb  $F_2$   
 geslachtscellen .....  
 $F_1$  .....  
 .....  
 geslachtscellen .....  
 .....


## INZICHT

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

4

In afbeelding 7 zie je een peulvrucht met erwten erin. De erwten zijn de zaden van de plant. De kleur van erwten is een erfelijke eigenschap. Er is een allel voor gele erwten en een allel voor groene erwten.

Een erwtenplant is gegroeid uit een gele erwt. Hij wordt gekruist met een andere erwtenplant die ook is gegroeid uit een gele erwt. Onder de nakomelingen uit deze kruising komen zowel gele als groene erwten voor.

- Zijn de beide ouderplanten heterozygoot of homozygoot voor de kleur van de erwten? Leg je antwoord uit.
- Welke eigenschap is dominant: gele of groene erwten? Leg je antwoord uit.

**Afb. 7** Peulvrucht met erwten.



5

Bij leeuwenbekjes is een roze bloemkleur een intermediair fenotype.

- Twee leeuwenbekjes met roze bloemen planten zich onderling voort. Welk genotype hebben de planten met roze bloemen?
- Twee leeuwenbekjes met roze bloemen worden gekruist. Hoeveel procent kans is er op nakomelingen met rode bloemen? Laat met een kruisingsschema zien hoe je aan je antwoord komt.
- Uit de kruising van twee leeuwenbekjes met roze bloemen worden 56 zaden (nakomelingen) gevormd. Hoeveel nakomelingen in de  $F_1$  zullen roze bloemen krijgen?
- De verhoudingen in genotype en fenotype bij de nakomelingen zie je alleen bij grote aantallen nakomelingen. Als je bijvoorbeeld maar vier nakomelingen hebt, dan zie je niet altijd de precieze verhouding terugkomen. Leg dit uit.

+ 6

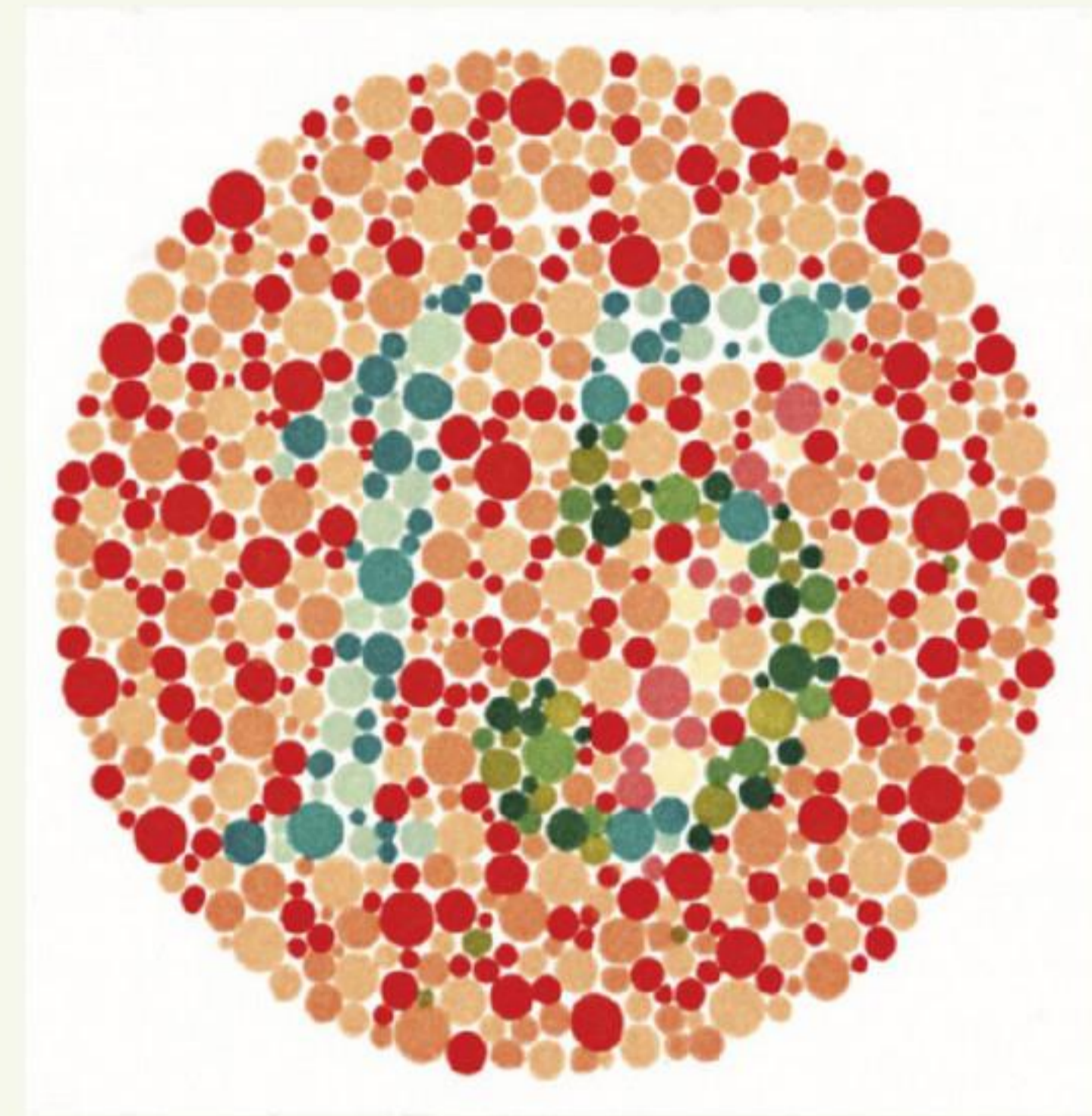
Lees de tekst 'Doe de kleurentest!'.

- In afbeelding 9 zie je de geslachtschromosomen van het gezin Alaoui. De moeder is kleurenblind (wat dus erg zeldzaam is). Welk kind is kleurenblind? Leg je antwoord uit.
- Het gezin Alaoui verwacht een vierde kindje. Ze weten al dat dit kind een meisje wordt. Hoe groot is de kans dat dit meisje kleurenblind is? Leg je antwoord uit.
- Charlotte, een meisje uit een ander gezin, is kleurenblind voor rood en groen. Wat is het genotype van Charlotte: homozygoot, heterozygoot, dominant en/of recessief? Leg je antwoord uit.
- Is de vader van Charlotte kleurenblind? Leg je antwoord uit.

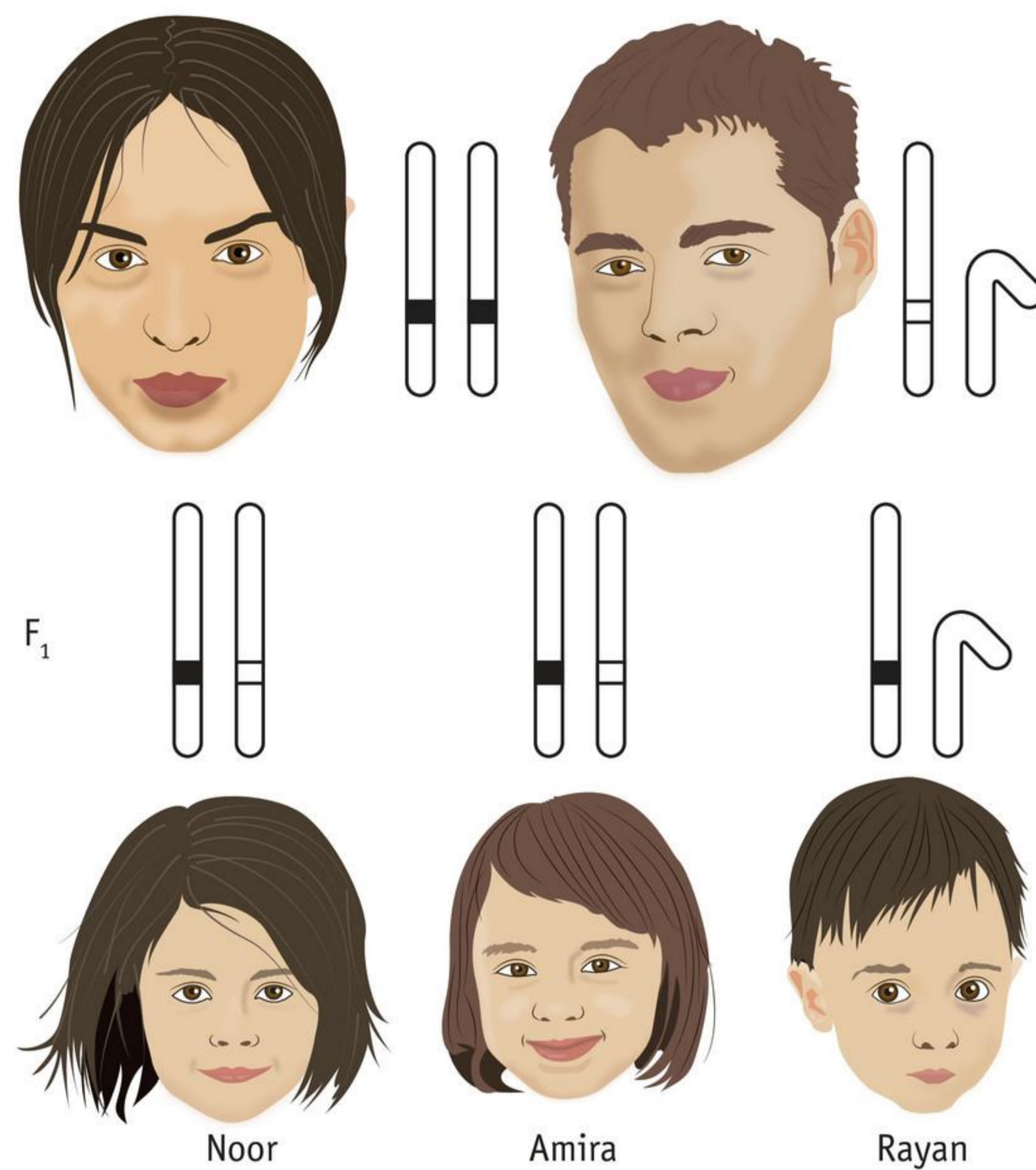
Afb. 8

**Doe de kleurentest!**

Zie jij in de foto geen cijfer 15 staan? Dan kun je rood en groen moeilijk onderscheiden. Waarschijnlijk ben je een jongen. De kans dat je een meisje bent én rood-groen-kleurenblind, is heel klein. Het allel dat bepaalt of je rood-groen-kleurenblind bent, ligt namelijk op het X-chromosoom. Als je een dominant allel hebt, kun je rood en groen goed onderscheiden. Als je alleen recessieve allelen hebt, kun je dat niet. Meisjes hebben twee X-chromosomen. Als het recessieve allel op één chromosoom voorkomt, zorgt het dominante allel op het andere chromosoom ervoor dat er niets aan de hand is. Jongens hebben maar één X-chromosoom. Als daar een recessief allel op voorkomt, zien zij het cijfer 15 niet staan.



Afb. 9 Geslachtschromosomen van het gezin Alaoui.



 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 4 Stambomen

## LEERDOEL

- 3.4.1 Je kunt uit een gegeven stamboom afleiden welke genotypen de ouders en/of nakomelingen hebben, welk allel dominant is en welk allel recessief. ► Leren onderzoeken 1

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	3.4.1
Onthouden	1
Begrijpen	2, 3
Toepassen	4abc, 5
Analyseren	4d, 6

**De kans is groot dat je eigenschappen hebt die je niet bij je ouders terugziet. Misschien heb jij bijvoorbeeld blond haar en jouw ouders allebei donker haar.**

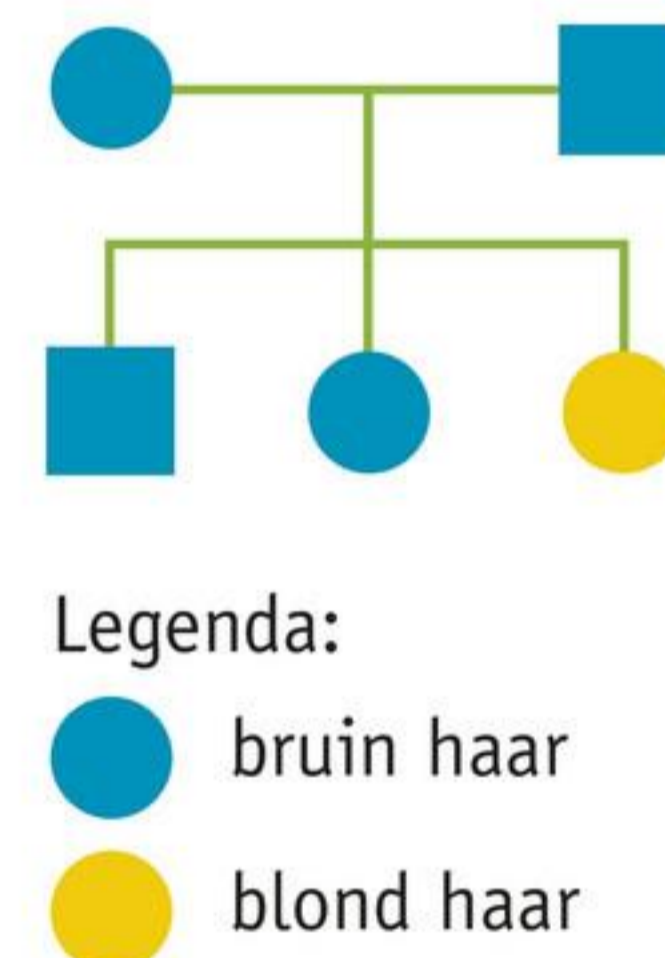
## STAMBOOM VAN EEN GEZIN

In afbeelding 1 zie je een **stamboom** van een man en vrouw en hun drie kinderen, een zoon en twee dochters. Afbeelding 2 laat hun stamboom in symbolen zien. Daarbij is een rondje een vrouw en een vierkantje een man. Met een stamboom kun je zien hoe een eigenschap als haarkleur in je familie is doorgegeven.

**Afb. 1** Stamboom van een gezin.



**Afb. 2** Stamboom van het gezin in symbolen.



In de stamboom van afbeelding 1 zie je dat beide ouders en twee van de drie kinderen bruin haar hebben. Eén kind heeft blond haar. Met deze stamboom kun je de genotypen voor de haarkleur van iedereen in het gezin bepalen. In de volgende stappen zie je hoe dit gaat.

### STAP 1: KIJK WELK FENOTYPE IEDEREEN UIT DE STAMBOOM HEEFT.

In afbeelding 1 zie je welke haarkleur iedereen heeft. Vader, moeder en twee kinderen hebben bruin haar. Eén kind heeft blond haar.

### STAP 2: WAT IS HET GENOTYPE VAN HET KIND MET EEN ANDER FENOTYPE DAN VADER ÉN MOEDER?

Beide ouders hebben bruin haar. Eén kind heeft blond haar. Een fenotype dat afwijkt van dat van beide ouders, kan alleen ontstaan als beide ouders heterozygoot zijn. Het kind heeft dan van beide ouders een recessief allel gekregen. Daardoor weet je zeker dat dit kind homozygoot is voor het recessieve allel. Het genotype van dit kind is 'aa' (zie afbeelding 3).

### STAP 3: SCHRIJF BIJ DE STAMBOOM WAT JE NU WEET OVER HET GENOTYPE VAN DE ANDERE GEZINSLEDEN.

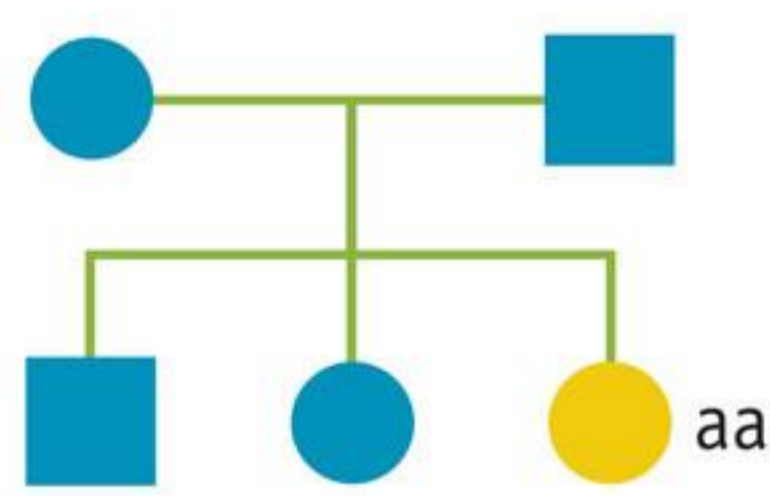
De gezinsleden met bruin haar hebben in elk geval één dominant allel. Bij deze personen geef je het dominante allel aan met de letter 'A' (zie afbeelding 4).

### STAP 4: VUL DE GENOTYPEN ZO VEEL MOGELIJK AAN.

Beide ouders hebben bruin haar. Ze kunnen alleen een kind krijgen met blond haar als ze allebei heterozygoot zijn (Aa, zie afbeelding 5).

De kinderen met bruin haar kunnen homozygoot dominant zijn (AA) of heterozygoot (Aa).

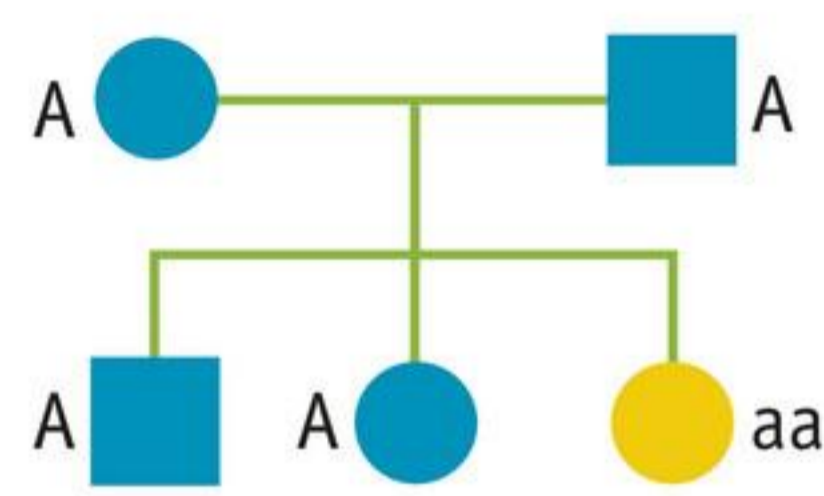
**Afb. 3** Het genotype van de blonde dochter is 'aa'.



Legenda:

- bruin haar
- blond haar

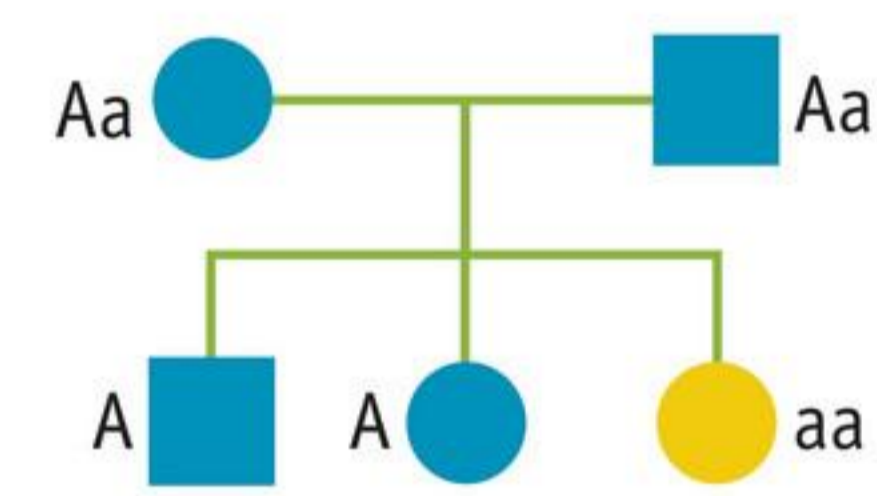
**Afb. 4** De personen met bruin haar hebben minstens één dominant allel (A).



Legenda:

- bruin haar
- blond haar

**Afb. 5** Het genotype van vader en moeder is 'Aa'. Het genotype van de kinderen met bruin haar kan AA of Aa zijn.



Legenda:

- bruin haar
- blond haar

## KENNIS

1

- a In een stamboom is een rondje een *man* / *vrouw*.
- b Een homozygoot dominant genotype voor eigenschap G noteer je als  $gg$  /  $Gg$  /  $GG$ .

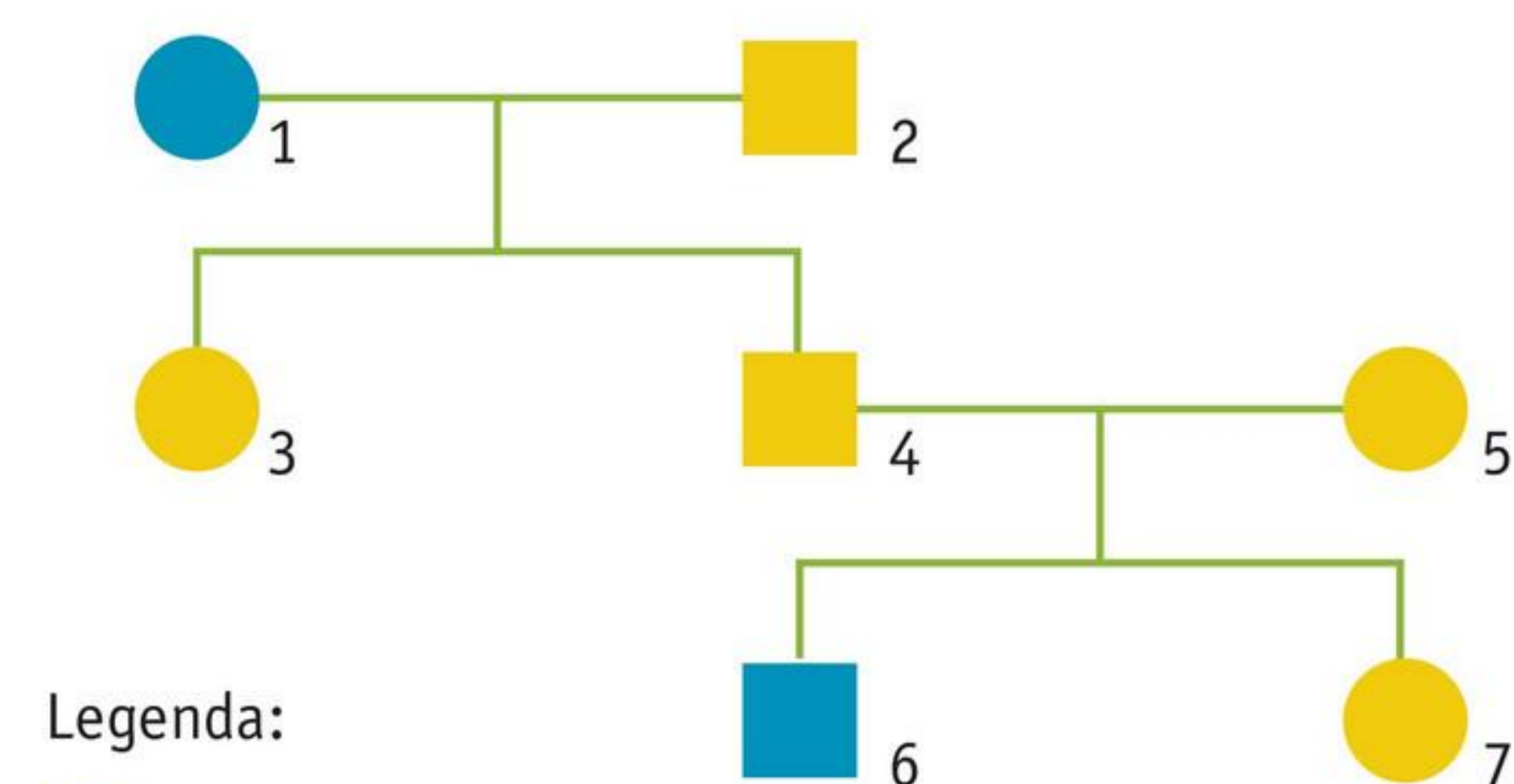
2

Bij mensen komen verschillende huidtypen voor. Sommige mensen hebben een huidtype met sproeten, andere mensen niet.

In afbeelding 6 is een stamboom van een familie weergegeven.

- a Welke personen hebben een huidtype zonder sproeten? 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7
- b Welk allel is dominant?  
Het allel voor het huidtype *met* / *zonder* sproeten is dominant.
- c Wat is het genotype van personen 1 en 6?
- d Persoon 3 heeft genotype  $aa$  /  $Aa$  /  $AA$ .  
Persoon 4 heeft genotype  $aa$  /  $Aa$  /  $AA$ .  
Persoon 5 heeft genotype  $aa$  /  $Aa$  /  $AA$ .

**Afb. 6**



Legenda:

- huidtype met sproeten
- huidtype zonder sproeten

1 stamboom



2 huidtype met sproeten

3

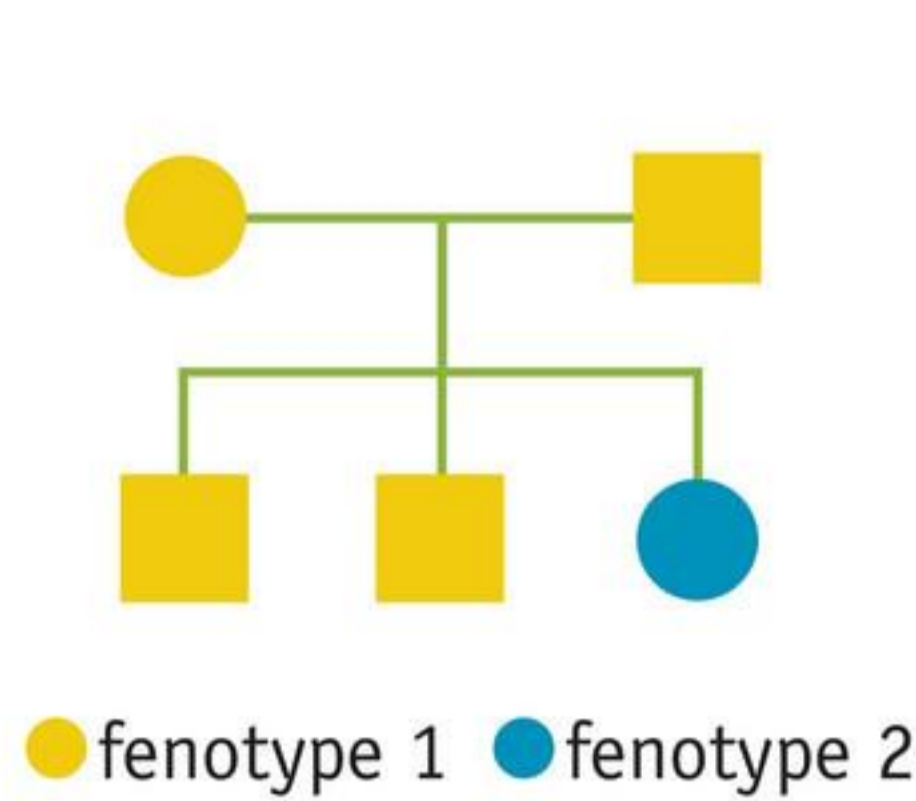
**Samenvatting**



In afbeelding 7 zie je een stamboom.

- Zet achter de stappen wat je moet doen om de genotypen af te kunnen leiden.
- Vul ook de legenda in door te noteren wat het rondje en wat het vierkantje voorstelt.

**Afb. 7** Een stamboom.



stap 1: .....

stap 2: .....

stap 3: .....

stap 4: .....

○ .....

□ .....

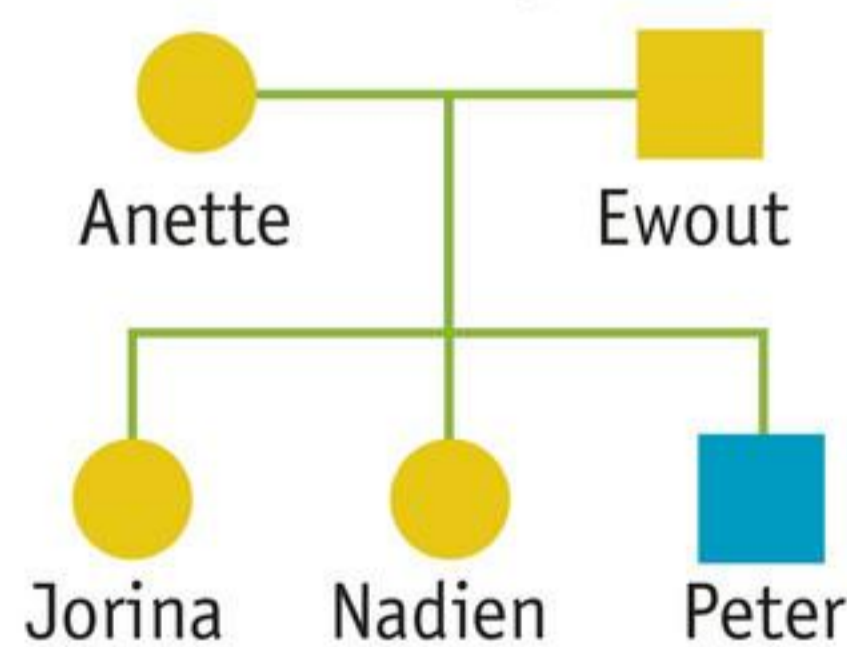
**INZICHT**

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

4

Anette en Ewout Biegel willen graag kinderen. In de familie komt een erfelijke ziekte voor: SMA. Bij SMA sterven cellen in het ruggenmerg af, waardoor spieren minder goed werken. Je hebt SMA als je twee recessieve allelen hebt. Anette en Ewout willen weten hoe groot de kans is dat hun kinderen deze ziekte krijgen. Daarom hebben ze een stamboomonderzoek laten doen. Na een aantal jaren hebben ze drie kinderen. In afbeelding 8 zie je de stamboom van de familie Biegel.

**Afb. 8** Stamboom van de familie Biegel.



Legenda:

● ■ = geen SMA

● ■ = wel SMA

- Wie is homozygoot recessief voor de eigenschap SMA?
- Bepaal het genotype van alle personen in de stamboom van afbeelding 8. Gebruik de letters A en a. Bij sommige personen zijn meerdere genotypen mogelijk. Geef dan beide mogelijkheden.

- c Zoon Peter krijgt een relatie met Esmee. Uit onderzoek blijkt dat Esmee homozygoot dominant is.  
Peter en Esmee willen graag een kind.  
Hoe groot is de kans dat hun kind een allel voor SMA heeft? Leg je antwoord uit.
- d Dochter Jorina krijgt een relatie met een man, Govert. Govert heeft geen SMA, maar in zijn familie komt deze ziekte wel voor. Jorina en Govert krijgen het advies om een stamboomonderzoek te doen.  
Geef een argument om dit onderzoek te laten doen.

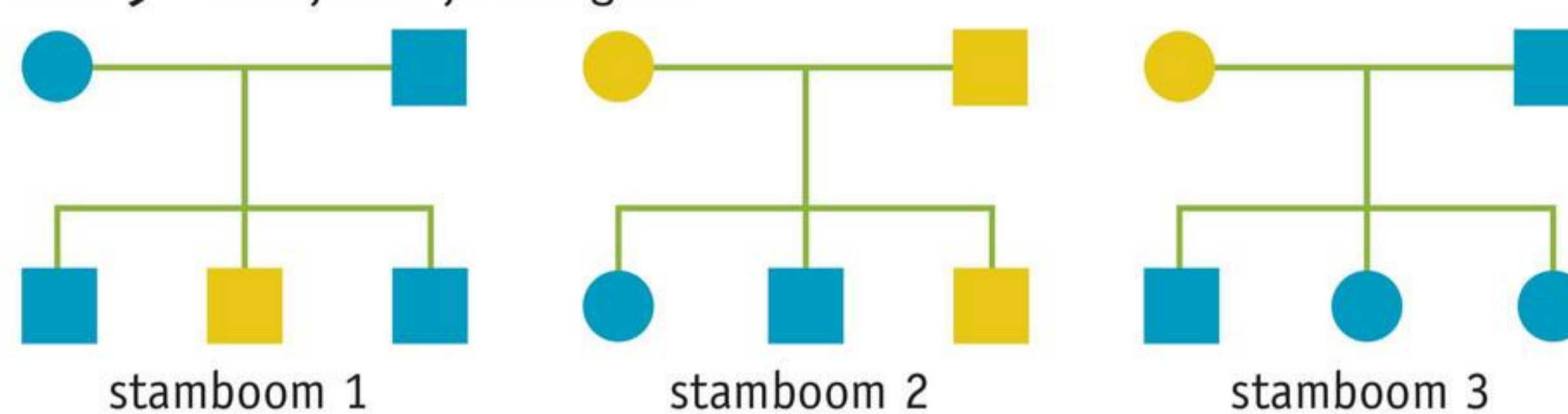
5

Sommige mensen hebben kuiltjes in de wangen als ze lachen. Het allel voor kuiltjes in de wangen is dominant.

In afbeelding 9 zijn drie stambomen getekend.

Welke stamboom is onjuist? Leg je antwoord uit.

**Afb. 9** Kuiltjes in je wangen?



Legenda: ● geen kuiltjes in de wangen ● kuiltjes in de wangen



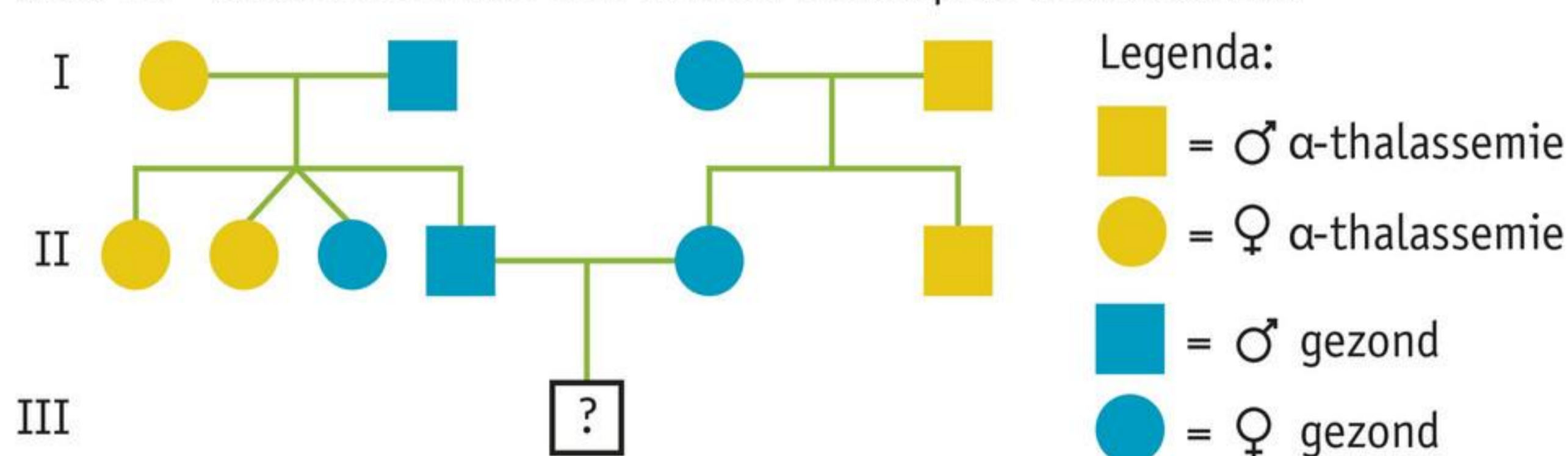
+ 6

Alpha-thalassemie is een ziekte door afwijkende rode bloedcellen. Patiënten met deze ziekte voelen zich lusteloos en vermoeid. Het is een erfelijke ziekte die alleen voorkomt bij mensen die homozygoot zijn voor het allel van deze erfelijke eigenschap.

In afbeelding 10 zie je een stamboom van een familie waarin deze ziekte voorkomt. Van het jonge kind in de derde generatie (III) is nog niet bekend of het deze ziekte heeft.

- a Hoe groot is de kans dat dit kind alpha-thalassemie heeft? Leg je antwoord uit en gebruik daarbij een kruisingsschema.
- b In de stamboom is bij generatie II een tweeling weergegeven.  
Is dit een eeneiige tweeling of een twee-eiige tweeling? Leg je antwoord uit.

**Afb. 10** Stamboom van een familie met alpha-thalassemie.



 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 5 Variatie in genotypen

## LEERDOELEN

3.5.1 Je kunt beschrijven hoe door geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen ontstaat.

3.5.2 Je kunt omschrijven wat een mutatie is en je kunt omschrijven hoe kanker ontstaat.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	3.5.1	3.5.2
Onthouden		2a, 3
Begrijpen	1, 4	2b, 4
Toepassen	6b	8abd, 9ab
Analyseren	5, 6acd	7, 8c, 9c

**Variatie zie je bij mensen, maar ook bij dieren en planten. En dat maakt de wereld een stuk kleurrijker.**

## ONGESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

Een deel van een plant kan uitgroeien tot een nieuwe plant. Dit is een vorm van ongeslachtelijke voortplanting. Het genotype van de nieuwe plant is precies hetzelfde als dat van de ouderplant. Het fenotype kan wel verschillend zijn, als de milieuomstandigheden anders zijn.

Een voorbeeld van ongeslachtelijke voortplanting is stekken (zie afbeelding 1).

Bij aardappelplanten vindt ongeslachtelijke voortplanting plaats met knollen (zie afbeelding 2). Uit elke knol groeit een nieuwe aardappelplant.

**Afb. 1** Een kamerplant stekken: ongeslachtelijke voortplanting bij een plant.



1 Snijd met een scherp mes een stukje stengel af.

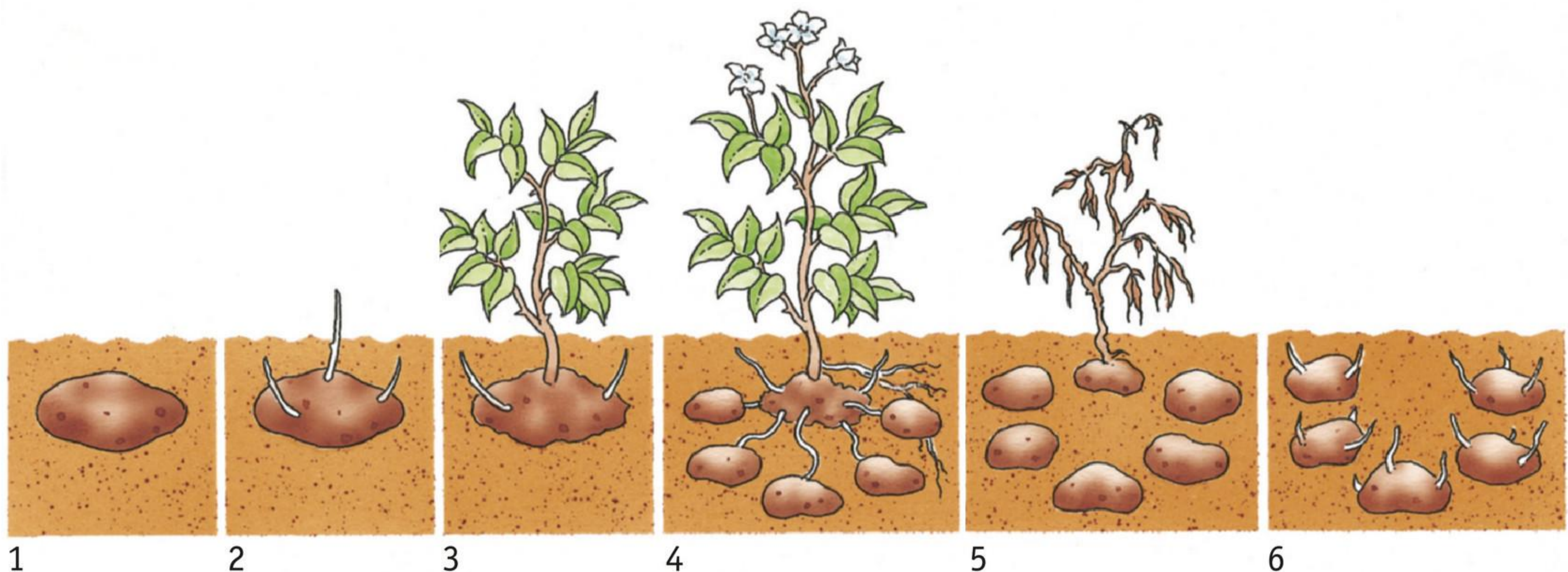


2 Zet dit stukje stengel in een potje met water. Het stengeltje gaat dan wortels vormen.



3 Als de wortels groot genoeg zijn, zet je het stengeltje in een bloempot met potgrond.

**Afb. 2** Ongeslachtelijke voortplanting door knollen (bij een aardappel).



### GESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

Bij geslachtelijke voortplanting versmelten twee geslachtscellen met elkaar. Omdat de geslachtscellen verschillende genotypen hebben, zijn er voor het genotype van de bevruchte eicel veel verschillende mogelijkheden. Zo ontstaan er organismen met steeds andere genotypen en fenotypen (zie afbeelding 3). Biologen noemen dit **variatie in genotypen**.

**Afb. 3** Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen en daardoor ook in fenotypen.



1 parende lieveheersbeestjes



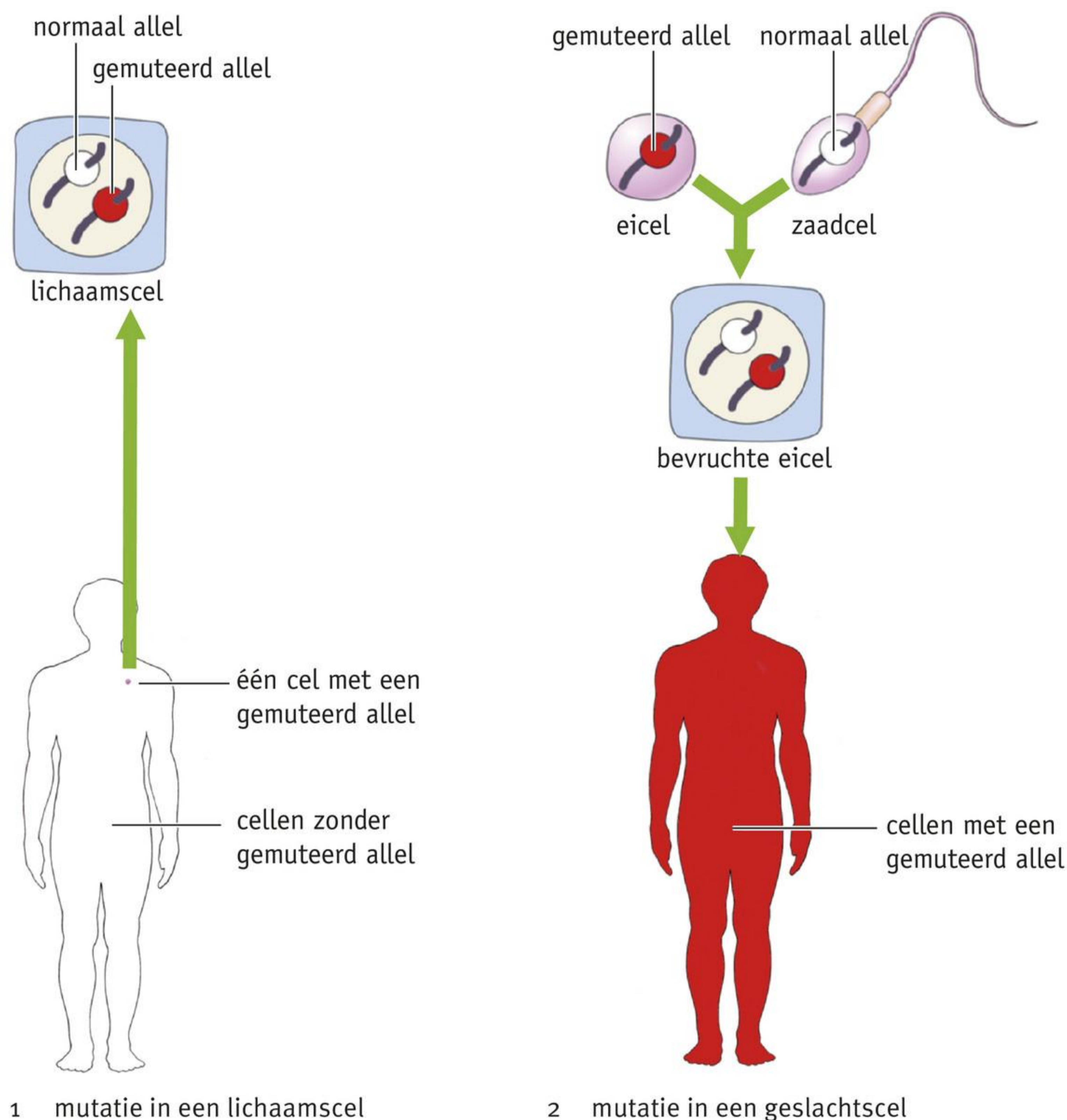
2 verschillende fenotypen bij lieveheersbeestjes

### MUTATIE

Een nieuw genotype ontstaat bij geslachtelijke voortplanting, maar een genotype kan ook veranderen door een mutatie. Een **mutatie** is een plotselinge verandering in het DNA. Het veranderde gen is gemuteerd.

Mutaties kunnen in elke cel plaatsvinden. Als in een lichaamscel een mutatie plaatsvindt, verandert het genotype in de andere lichaamscellen niet (zie afbeelding 4.1). Maar als een gemuteerd allel in een geslachtscel voorkomt, kan de mutatie worden doorgegeven aan de nakomelingen. Als deze geslachtscel bij bevruchting met een andere geslachtscel versmelt, zit het gemuteerde allel in de bevruchte eicel. Uit de bevruchte eicel ontwikkelt zich, door mitose, een nakomeling. In elke cel zit dan de mutatie (zie afbeelding 4.2).

**Afb. 4** De invloed van een mutatie (schematisch).



Een organisme waarbij een gemuteerd allel in het fenotype tot uitdrukking komt, heet een **mutant**. Een voorbeeld hiervan is een albino (zie afbeelding 5). De oorzaak van albinisme is een mutatie in het gen voor de aanmaak van pigment (de kleurstof voor huid en haar). Albinisme komt voor bij mensen, dieren en planten.

Een mutatie kan heel af en toe spontaan ontstaan, bijvoorbeeld tijdens een celdeling. Een mutatie kan ook ontstaan door invloeden buiten het lichaam. Dit noem je **mutagene invloeden**. Voorbeelden van mutagene invloeden zijn uv-straling, röntgenstraling, sigarettenrook en asbestdeeltjes.

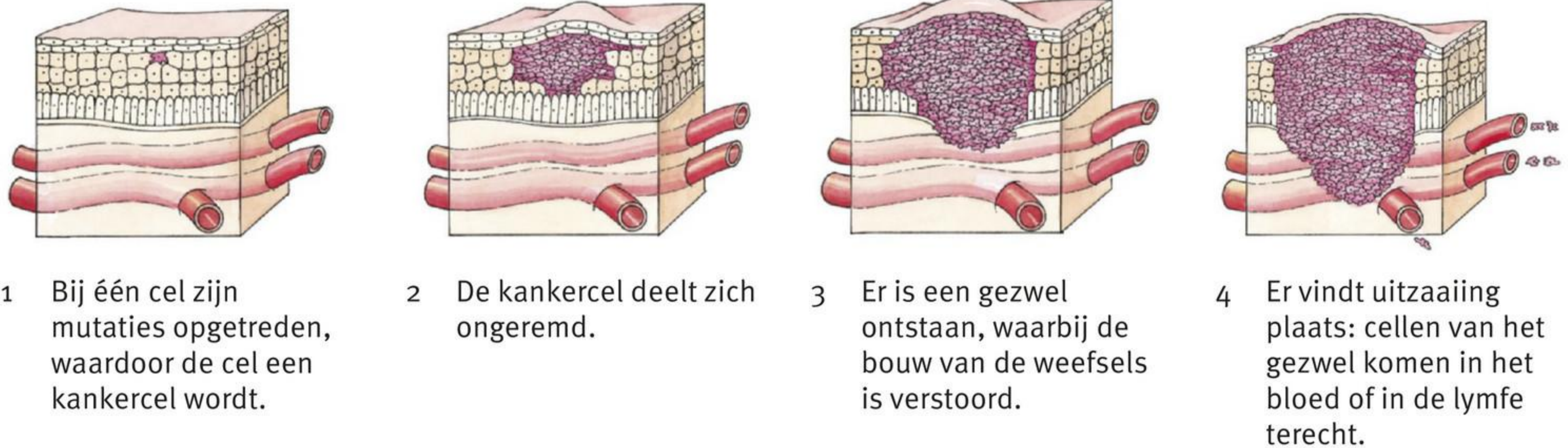
**Afb. 5** Albinisme.



**KANKER**

Sommige mutaties zorgen ervoor dat cellen te snel en zonder te stoppen gaan delen. Op deze manier ontstaat een tumor (gezwel). Een goedaardige tumor groeit langzaam en tast de omringende weefsels niet aan. Maar er zijn ook kwaadaardige tumoren. Deze groeien snel en dringen de omringende weefsels binnen. Dit noem je kanker (zie afbeelding 6). Als de cellen van een kwaadaardige tumor in het bloed komen, kunnen ze zich door het hele lichaam verplaatsen. In andere lichaamsdelen kunnen de cellen dan uitgroeien tot nieuwe tumoren. Op die manier ontstaan uitzaaiingen (metastasen).

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



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

2 De kankercel deelt zich ongeremd.

3 Er is een gezwel ontstaan, waarbij de bouw van de weefsels is verstoord.

4 Er vindt uitzaaiing plaats: cellen van het gezwel komen in het bloed of in de lymfe terecht.

**KENNIS**

1

Hoe ontstaat variatie in genotypen?

- 1 Twee geslachtscellen versmelten bij *geslachtelijke / ongeslachtelijke* voortplanting.
- 2 De eicellen van één vrouw hebben *hetzelfde genotype / verschillende genotypen*.
- 3 Nakomelingen van dezelfde ouders hebben daardoor *hetzelfde genotype / verschillende genotypen*.
- 4 Nakomelingen van ongeslachtelijke voortplanting hebben *hetzelfde genotype / verschillende genotypen*.

2

**a** Wat is een mutatie?

Een mutatie is een .....

**b** Wat gebeurt er met een mutatie bij mitose?

- A De mutatie komt in een van de dochtercellen.
- B De mutatie komt in beide dochtercellen.
- C De mutatie verdwijnt weer.

3

**a** Een goedaardige tumor groeit *langzaam / snel*.

**b** Een kwaadaardige tumor verplaatst zich in het lichaam via *bloed / weefsel*.

4



### Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Ongeslachtelijke en geslachtelijke voortplanting:

.....

.....

.....

.....

.....

- Variatie in genotypen:

.....

.....

- Mutaties en kanker:

.....

.....

.....

.....

.....

## INZICHT

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

5

Je hebt een appelboom met stevige appels en een appelboom met zoete appels. Je wilt een ras maken van stevige, zoete appels. Om die appel te kweken, heb je een combinatie nodig van geslachtelijke voortplanting en ongeslachtelijke voortplanting.

Leg uit hoe je voor het kweken van deze nieuwe appel geslachtelijke én ongeslachtelijke voortplanting gebruikt.

6

Bij tulpen komt de bloemkleur tot stand onder invloed van een gen.

Een kweker heeft twee rode tulpen. Hij weet niet of het allel voor rode bloemkleur dominant of recessief is. Hij wil meer tulpen kweken met rode bloemen. Hij kan dat op verschillende manieren doen.

- De kweker laat de twee tulpen elkaar bestuiven.  
Hebben alle nakomelingen dan rode bloemen? Leg je antwoord uit.
- De kweker kweekt nieuwe tulpen door ongeslachtelijke voortplanting.  
Is hij er dan zeker van dat alle nakomelingen rode bloemen hebben? Leg je antwoord uit.
- De kweker hoort van zijn collega's dat de rode bloemkleur bij tulpen recessief is. Hij kruist de twee rode tulpen door bestuiving.  
Hebben alle nakomelingen dan rode bloemen? Leg je antwoord uit.
- De kweker plant de tulpen, met een rode bloem, ongeslachtelijk voort. Toch ziet hij tot zijn verbazing in het veld van honderden nakomelingen één tulp met een witte bloem.  
Op welke manier kan deze witte tulp zijn ontstaan?

7

Bij kanker kunnen uitzaaiingen ontstaan. Dan is een operatie om de tumor(en) te verwijderen meestal niet voldoende om een patiënt te genezen. Vaak wordt er dan een chemokuur gegeven. Een chemokuur vernietigt snel delende cellen, dus ook kankercellen.

Leg uit dat bij uitzaaiingen alleen het verwijderen van een tumor vaak niet voldoende is.

8

Lees de tekst 'Een prik en uitstrijkje tegen baarmoederhalskanker'.

- Welke mutagene factor veroorzaakt baarmoederhalskanker?
- Sinds 2009 kunnen meisjes vanaf 9 jaar drie prikken halen tegen baarmoederhalskanker.  
Waarom is er gekozen om de prikken te geven vanaf 9 jaar?
- Leg uit op welke manier bevolkingsonderzoek ervoor zorgt dat zo veel mogelijk baarmoederhalskanker wordt voorkomen.
- Leg uit dat de vaccinatie en het bevolkingsonderzoek extra belangrijk zijn voor meisjes en vrouwen die later kinderen willen.

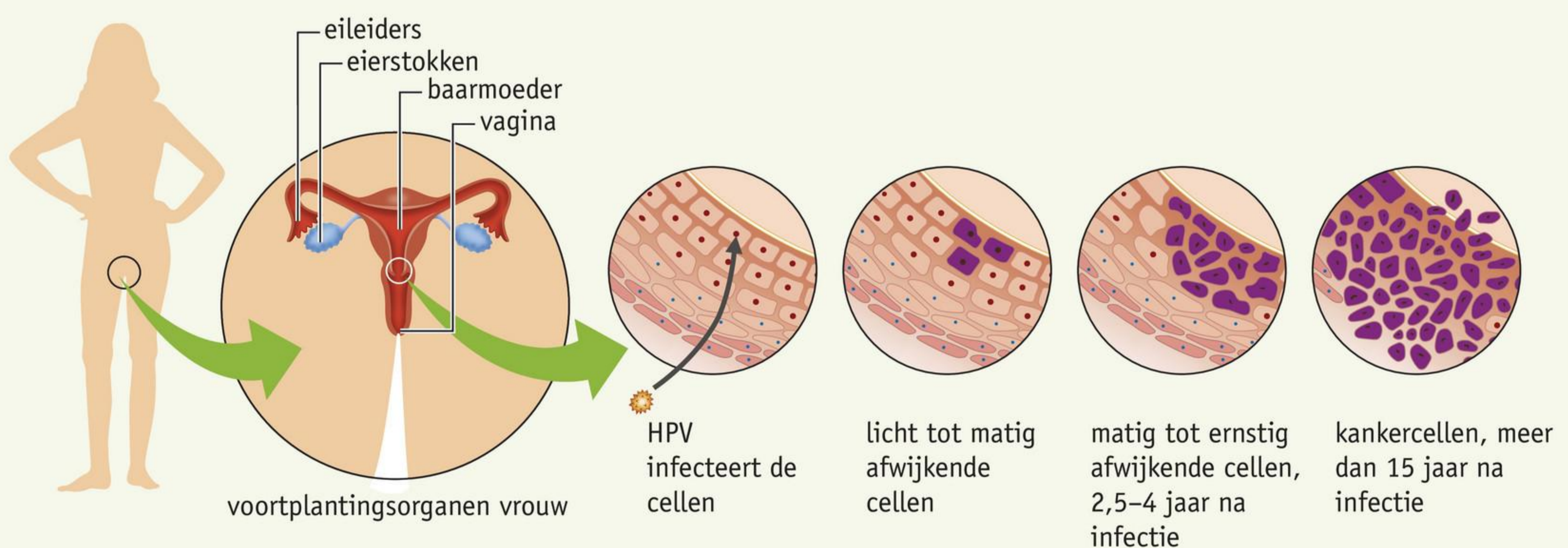
### Afb. 7

#### Een prik en uitstrijkje tegen baarmoederhalskanker

Jongens en meisjes vanaf 9 jaar kunnen een vaccinatie krijgen tegen HPV (humaan papillomavirus). Dit virus wordt vooral overgedragen via seksuele contacten. Op latere leeftijd kan het virus baarmoederhalskanker veroorzaken.

In Nederland krijgen elk jaar zo'n 830 vrouwen te horen dat ze baarmoederhalskanker hebben. De meesten zijn dan tussen de 30 en 35 jaar oud. In ernstige gevallen moet de baarmoeder worden verwijderd. Jaarlijks sterven ongeveer 200 vrouwen aan baarmoederhalskanker.

Alle vrouwen tussen de 30 en 60 jaar krijgen één keer in de vijf jaar een oproep voor het bevolkingsonderzoek baarmoederhalskanker. Ze kunnen dan bij de huisarts een uitstrijkje laten maken. Bij een uitstrijkje worden cellen uit het slijmvlies van de baarmoederhals weggehaald en onderzocht. Zo kunnen afwijkende cellen vroegtijdig worden ontdekt. Als er afwijkende cellen zijn, begint de behandeling zo snel mogelijk. Zo kunnen baarmoederhalskanker en uitzaaiingen daarvan worden voorkomen.



+ 9

Lood is een metaal dat röntgenstraling kan tegenhouden. Lood wordt onder andere gebruikt om loodschorten te maken (zie afbeelding 8).

- a** In ziekenhuizen draagt het personeel dat röntgenfoto's maakt een loodschort of ze staan achter een scherm met lood erin.  
Leg uit waarom.
- b** Een loodschort beschermt ook de voortplantingsorganen.  
Leg uit waarom dat belangrijk is.
- c** Het gebruik van radioactieve stoffen en röntgenstraling in ziekenhuizen neemt toe. Soms draagt het personeel in een ziekenhuis een dosimeter. Dit is een plaatje dat verkleurt als er straling op komt. Hoe meer straling, hoe meer verkleuring.  
Wat is de functie van het dragen van een dosimeter voor het personeel in een ziekenhuis?

**Afb. 8** Een loodschort.



 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 6 Evolutie

## LEERDOELEN

- 3.6.1 Je kunt omschrijven wanneer organismen tot één soort behoren.  
 3.6.2 Je kunt beschrijven wat de evolutietheorie inhoudt en hoe geslachtelijke voortplanting, mutatie en natuurlijke selectie bijdragen aan het ontstaan van nieuwe rassen en soorten.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	3.6.1	3.6.2
Onthouden		2ad
Begrijpen	1, 2a, 3, 6a	2bce, 3
Toepassen	6b	4, 5, 7a
Analyseren	6c	7bc, 8

**Dankzij hun witte vacht vallen ijsberen niet op als ze hun prooi besluipen. Doordat ze geen bladeren hebben, verliezen cactussen minder water in de droge woestijn. Organismen hebben een grotere kans om te overleven als ze zijn aangepast aan hun omgeving.**

## SOORTEN EN RASSEN

Een Afrikaanse olifant en een Indische olifant lijken veel op elkaar, maar ze behoren tot verschillende soorten (zie afbeelding 1). Organismen die veel op elkaar lijken, hoeven dus niet tot dezelfde soort te behoren. Organismen behoren pas tot één **soort** als ze samen vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen. De nakomelingen die ze krijgen, moeten zich dus ook weer kunnen voortplanten.

**Afb. 1** Twee soorten olifanten.



1 Afrikaanse olifant



2 Indische olifant

Sommige soorten kun je verder verdelen in rassen, bijvoorbeeld appels. Alle appelbomen kunnen elkaar bestuiven, dus alle appels behoren tot dezelfde soort. Maar er zijn wel verschillende appels (zie afbeelding 2). Van zure groene tot zoete rode, en van harde tot zachte appels. Dit zijn appels van verschillende rassen. Een **ras** is een groep organismen binnen één soort die door bepaalde erfelijke eigenschappen verschilt van de rest van de soort. Rassen zijn kunstmatig ontstaan, bijvoorbeeld door fokken of kweken.

**Afb. 2** Twee appelrassen.



1 Braeburn



2 Granny smith

## EVOLUTIE

Er zijn miljoenen verschillende soorten organismen op de wereld. Al deze soorten zijn in de loop van een zeer lange tijd ontstaan en veranderd. Dit wordt evolutie genoemd. Charles Darwin was de belangrijkste bedenker van de **evolutietheorie**. Deze theorie gaat uit van drie dingen:

- variatie in genotypen
- natuurlijke selectie
- ontstaan van nieuwe soorten

### Variatie in genotypen

Een populatie is een groep organismen van dezelfde soort die zich onderling kunnen voortplanten. Voorbeelden van populaties zijn: alle merels in een bos, alle konijnen op Ameland of alle paardenbloemen in een bergwei.

Binnen een populatie komen verschillen voor. Deze verschillen zijn ontstaan door geslachtelijke voortplanting en mutatie. Hierdoor komen in een populatie ook steeds andere fenotypen voor. Slakken van dezelfde soort kunnen bijvoorbeeld verschillend gekleurde huisjes hebben (zie afbeelding 3). De kleur van het huisje wordt bepaald door het genotype van de slak.

**Afb. 3** Vershillen in fenotype binnen een populatie slakken.



### Natuurlijke selectie

Een slak kan veel nakomelingen in zijn leven krijgen. Niet alle nakomelingen blijven leven. Ze kunnen bijvoorbeeld worden opgegeten of worden overreden. Slakken met een geel huisje worden in het groene gras sneller gezien door vogels (zie afbeelding 4). Deze opvallende slakken hebben een grotere kans om opgegeten te worden dan slakken met een schutkleur.

De slakken met een schutkleur zullen langer in leven blijven en zelf ook weer nakomelingen krijgen. Zo kunnen er steeds meer slakken met een schutkleur komen. Deze slakken zijn beter aangepast aan het milieu waarin ze leven. Het **milieu** zijn alle omstandigheden die invloed kunnen hebben op een organisme. Voorbeelden zijn roofdieren, ziekten, voedsel, regen en kou.

**Afb. 4** Slakken met een opvallend gekleurd huisje hebben een grotere kans om opgegeten te worden.



Dieren of planten met een fenotype dat goed is aangepast aan het milieu, hebben een grotere overlevingskans. Zij krijgen meer nakomelingen die overleven en die zelf ook weer nakomelingen krijgen. Dit noem je **natuurlijke selectie**. De organismen die het best zijn aangepast aan het milieu, krijgen de meeste nakomelingen.

Vooraf het genotype bepaalt of een individu goed of slecht is aangepast aan het milieu. Een populatie met veel verschillende genotypen en fenotypen heeft een grote overlevingskans. Als het milieu verandert, zijn sommige nakomelingen aangepast aan de nieuwe omstandigheden. Bijvoorbeeld: als het milieu van de slakken steeds droger wordt, zal er minder groen gras zijn. Dan hebben misschien juist de gele slakken een voordeel (een gunstig genotype). Door natuurlijke selectie zullen de gele slakken dan in leven blijven en meer nakomelingen krijgen. Hierdoor verandert de soort.

#### Het ontstaan van nieuwe soorten

Zolang de slakken met verschillende kleuren met elkaar blijven voortplanten, behoren ze tot dezelfde soort. Er zijn dan alleen verschillende vormen van één soort ontstaan (zie afbeelding 5).

Als de verschillende vormen van een soort zich niet meer met elkaar voortplanten, kunnen na lange tijd twee soorten ontstaan. De vormen gaan dan zoveel van elkaar verschillen, dat ze niet meer met elkaar kunnen voortplanten.

**Afb. 5** Verschillende vormen van een soort.



1 vormen van cichliden in het Malawimeer



2 vormen van maïs op de markt

Een nieuwe soort kan bijvoorbeeld ontstaan als een populatie wordt gescheiden in twee groepen. Bijvoorbeeld een populatie egels in een woonwijk aan de rand van een bos. Op een dag wordt er een snelweg aangelegd tussen de woonwijk en het bos. Hierdoor worden de egels in twee groepen verdeeld. Aan de ene kant van de snelweg woont een groep egels in tuinen. Aan de andere kant van de snelweg zijn de egels het bos in gegaan (zie afbeelding 6). Door de snelweg ontmoeten de egels van de twee groepen elkaar niet meer.

In beide groepen egels zijn er verschillende genotypen en fenotypen. Het milieu in het bos is anders dan het milieu in de tuinen. De egels in het bos hebben daardoor voordeel van andere eigenschappen dan de egels in de tuinen. Door natuurlijke selectie kunnen de verschillen tussen de twee groepen egels steeds groter worden. Misschien worden de verschillen zo groot dat de egels zich niet meer met elkaar kunnen voortplanten. Dan zijn twee soorten ontstaan. Dit kan wel honderden tot duizenden jaren duren.

**Afb. 6** Een egel.



## KENNIS

1

- a** Kunnen een Afrikaanse olifant en een Indische olifant samen nakomelingen krijgen?  
*ja / nee*
- b** Een paard en een ezel kunnen zich samen voortplanten. Hun nakomelingen heten muilezels. Muilezels kunnen zich niet voortplanten, ze zijn onvruchtbaar. Behoren paarden en ezels tot dezelfde soort? *ja / nee*
- c** Behoren alle planten van een populatie brandnetels tot dezelfde soort? *ja / nee*
- d** Twee Waddeneilanden zijn Texel en Vlieland. Op deze eilanden leven egels die allemaal met elkaar vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen. De egels behoren *wel / niet* tot dezelfde soort. Deze egels leven in *hetzelfde / een ander* gebied. Deze egels behoren *wel / niet* tot dezelfde populatie.

2

- a** Variatie binnen een populatie kan ontstaan door *geslachtelijke / ongeslachtelijke* voortplanting en door *mitose / mutatie*.
- b** Een schutkleur is een erfelijke eigenschap. Een egel met een schutkleur krijgt waarschijnlijk *meer / minder* nakomelingen dan een egel zonder schutkleur.
- c** Veel zaadplanten zijn afhankelijk van insecten voor de bestuiving. Welke zaadplant heeft een grotere overlevingskans?  
*een plant met bloemen met een schutkleur / een plant met felgekleurde bloemen*
- d** De evolutietheorie gaat onder andere uit van natuurlijke selectie. Wat zijn de andere twee uitgangspunten van de evolutietheorie?

1 .....

2 .....

e In een bepaalde populatie is veel variatie in genotypen aanwezig.  
Zet de volgende gebeurtenissen in de juiste volgorde. Stap 1 en 6 zijn gegeven.

- 1..... De populatie is aangepast aan het milieu.
- ..... Andere eigenschappen zijn nu voordelig.
- ..... De organismen met deze eigenschappen krijgen de meeste nakomelingen.
- ..... De soort verandert.
- ..... Het milieu verandert.
- 6..... De populatie is aangepast aan het milieu.

3

**Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof.



**Soorten en rassen**

Soort = .....

Ras = .....

Evolutie = .....

Uitgangspunten van de evolutietheorie:

- .....
- .....
- .....

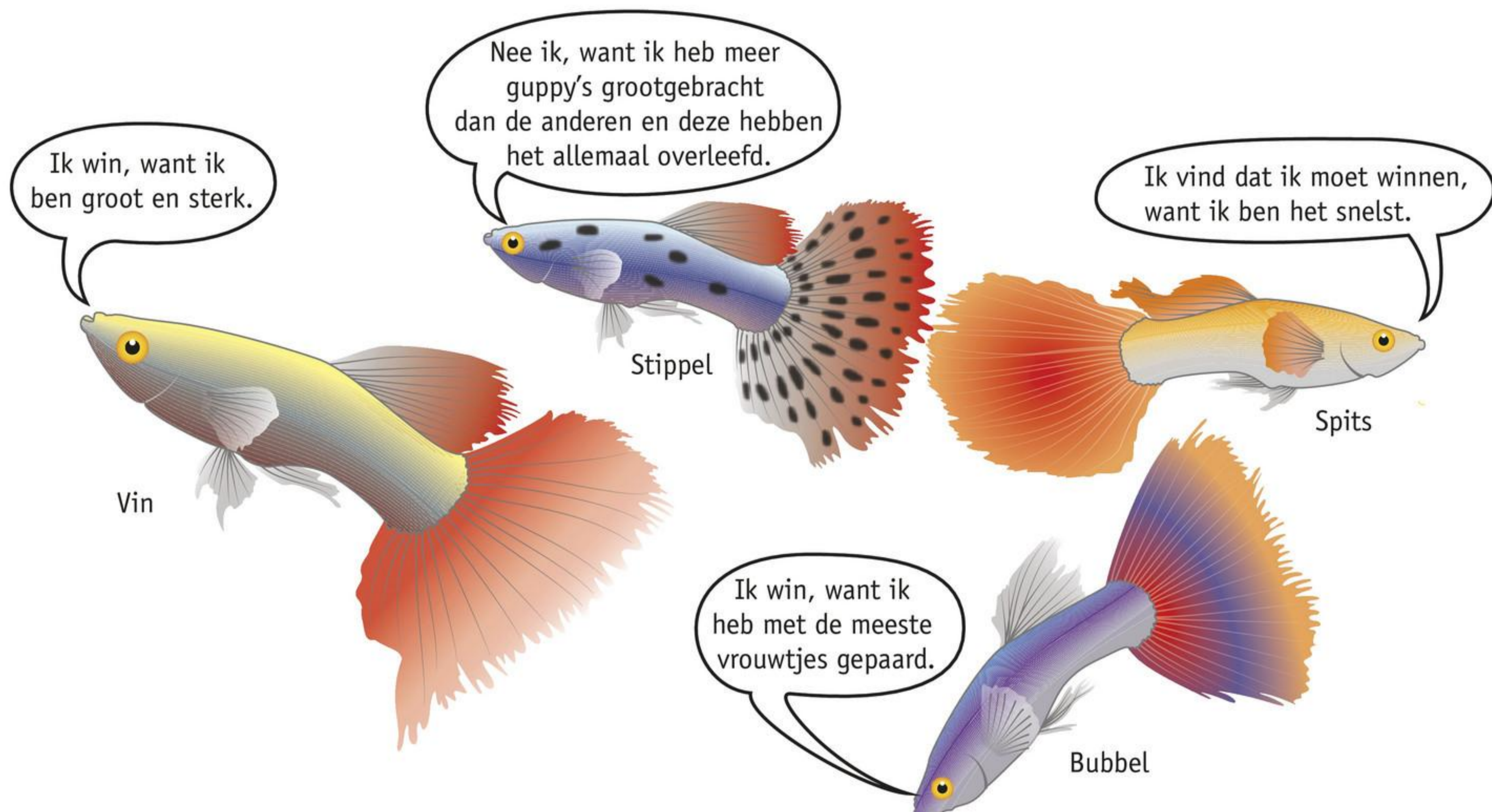
## INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

4

In afbeelding 7 zijn vier vissen schematisch weergegeven. Alle vissen behoren tot dezelfde soort. Elke vis beweert dat hij het best is aangepast aan zijn milieu. Welke vis is volgens jou het best aangepast? Leg je antwoord uit.

Afb. 7 Vier vissen.



5

Lees de tekst 'Een nieuwe slakkensoort'.

Zijn de beweringen juist of onjuist?

- 1 Het rechtsomdraaiend huisje is ontstaan door een toevallige verandering in het DNA van de slak.
- 2 De slakken met een linksomdraaiend huisje kunnen paren met de slakken met een rechtsomdraaiend huisje.
- 3 Er kan alleen een nieuwe soort ontstaan als dezelfde mutatie bij deze slakken zich vaker voordoet binnen deze populatie.
- 4 De kans op nakomelingen is voor beide vormen even groot.

Afb. 8

### Een nieuwe slakkensoort

Japane onderzoekers hebben ontdekt dat één gen bepaalt in welke richting het huisje van een Japanse landslak draait. Bij deze slakkensoort draait het huisje normaal gesproken linksom. De onderzoekers hebben ontdekt dat een mutatie in het gen ervoor kan zorgen dat het huisje rechtsom draait. Hierdoor zijn er twee vormen van deze slakkensoort.

Twee slakken waarbij het huisje in tegenovergestelde richting draait, kunnen niet met hun geslachtsorganen bij elkaar komen. De huisjes zitten elkaar in de weg. Hierdoor kunnen slakken van de twee vormen zich niet met elkaar voortplanten. Een mutant waarvan het huisje rechtsom draait, kan zich alleen voortplanten als hij een andere mutant tegenkomt die ook een rechtsomdraaiend huisje heeft. Omdat die kans heel klein is, is ook nog niet bekend of er ook echt een nieuwe soort ontstaat.



6

In afbeelding 9 zie je een labradoodle. Een labradoodle is een kruising tussen een labrador retriever en een poedel. Een labradoodle teef (vrouwtje) kan pups krijgen met een labradoodle reu (mannetje).

- a Behoren de labrador retriever en de poedel tot dezelfde soort? Leg je antwoord uit.
- b Wat zou een reden kunnen zijn voor het kruisen van twee hondenrassen?
- c Alle hondenrassen horen tot dezelfde soort.  
Bedenk minstens één reden waarom je niet zomaar alle rassen met elkaar moet proberen te kruisen.

**Afb. 9** Drie honden.



1 labrador retriever



2 poedel



3 labradoodle

7

Puerto Rico is een eiland in de Cariben. Op dit eiland komt een bepaalde hagedissensoort voor: de anolis (zie afbeelding 10). Anolissen leefden in het bos. Toen de steden op het eiland steeds groter werden, trokken sommige anolissen naar de stad. Het milieu in de stad is anders dan in het bos. In de stad zijn daardoor andere eigenschappen voordelig dan in het bos.

- a De anolissen in de steden hebben langere poten dan de anolissen die in het bos leven.  
Zijn alle poten van de anolissen in de stad even lang? Leg je antwoord uit.
- b De poten van anolissen in de steden zijn gemiddeld langer.  
Is een anolis in de stad in het voordeel met lange poten of met korte poten? Leg je antwoord uit.
- c Bedenk waarom een anolis in de steden voordeel heeft bij lange poten.



**Afb. 10** Een anolis met lange poten op een muur in de stad.

+ 8

Lees de tekst 'Sikkelcelanemie'.

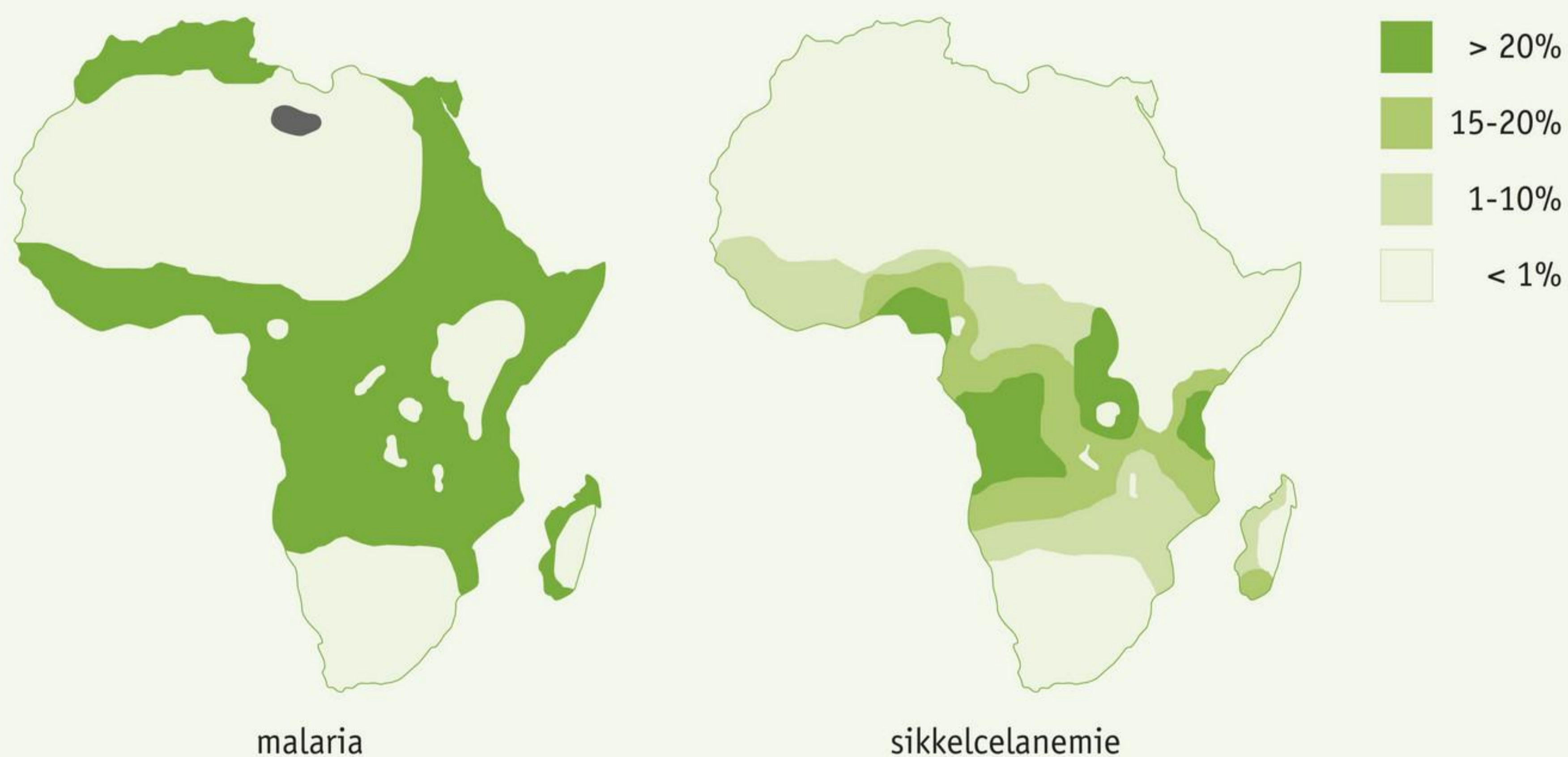
- Een individu kan homozygoot zijn voor het gezonde allel, homozygoot voor het gemuteerde allel of heterozygoot.  
Van welk individu is de overlevingskans het grootst in een gebied zonder malaria? En in een gebied met malaria?
- Leg uit dat sikkelcelanemie vaker voorkomt in Afrika dan in Europa.
- In Nederland komt geen malaria voor. Er zijn wel Nederlanders met sikkelcelanemie. Leg uit hoe dat kan.
- Omschrijf hoe het is gekomen dat populaties op plaatsen met malaria veel vaker sikkelcelanemie hebben.

Afb. 11

### Sikkelcelanemie

Mensen met sikkelcelanemie hebben rode bloedcellen die zijn misvormd en hierdoor kunnen deze cellen minder goed zuurstof vervoeren dan normale rode bloedcellen. In afbeelding 12 zie je een misvormde bloedcel (sikkelcel) tussen normale rode bloedcellen liggen.

Sikkelcelanemie is ontstaan door een mutatie in het gen voor hemoglobine. Personen met sikkelcelanemie zijn homozygoot voor deze eigenschap. Dat betekent dat beide allelen gemuteerd zijn. Wanneer een persoon heterozygoot is, is slechts een van de twee allelen gemuteerd. In dat geval is sprake van een milde vorm van sikkelcelanemie. Mensen met sikkelcelanemie blijken een hogere weerstand te hebben tegen malaria.



**Afb. 12** Een sikkelcel tussen gewone rode bloedcellen.



 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 7 Verwantschap

## LEERDOELEN

- 3.7.1 Je kunt toelichten wat fossielen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie.
- 3.7.2 Je kunt toelichten dat overeenkomsten in de bouw van organen, de bouw van cellen en de samenstelling van stoffen in cellen duiden op verwantschap.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	3.7.1	3.7.2
Onthouden	1a	2ab
Begrijpen	1b, 4, 5ab	2cde, 3, 4, 6d, 7a
Toepassen	5cd	5e, 6abc, 7b, 8abc, 9
Analyseren		6e, 7c, 8d

**Dinosaurussen konden enorm groot zijn. Je kunt je bijna niet voorstellen dat ze echt geleefd hebben. Alle vogels die nu op aarde leven, zijn verwant aan de dino's. Dat blijkt uit hun DNA.**

## FOSSIELEN

Fossielen zijn versteende overblijfselen van organismen of afdrukken van organismen in gesteenten (zie afbeelding 1). Van de meeste soorten organismen komen fossielen alleen voor in gesteentelagen van een bepaalde ouderdom. Voorbeelden hiervan zijn fossielen van dinosauriërs. Dit betekent dat die soorten organismen alleen in die periode geleefd hebben. Uit fossielen blijkt dat in de geschiedenis van de aarde soorten zijn ontstaan, zijn veranderd en/of weer zijn verdwenen.

**Afb. 1** Fossielen.



1 versteende afdruk van een organisme



2 versteend organisme

## VERWANTSCHAP

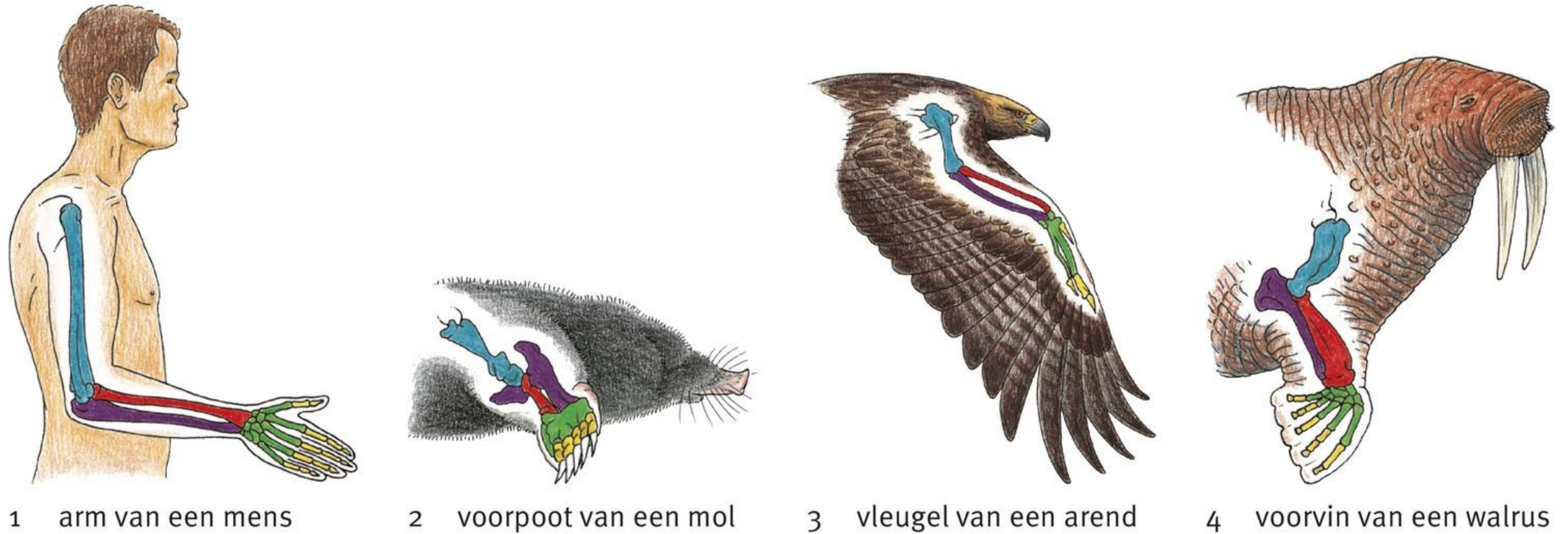
Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan. Soorten die een gemeenschappelijke voorouder hebben, vertonen **verwantschap**. Biologen zoeken naar verwantschap door te kijken naar overeenkomsten in:

- de bouw van organen
- de processen in cellen
- de samenstelling van stoffen in cellen

### De bouw van organen

De vleugel van een arend, de voorpoot van een mol, de voorvin van een walrus en de arm van een mens hebben een verschillende functie, zoals zwemmen of graven. In afbeelding 2 zie je de skeletten van deze ledematen. Overeenkomstige botten hebben dezelfde kleur. Je ziet dat de bouw erg veel op elkaar lijkt. Deze verschillende diersoorten hebben waarschijnlijk een gemeenschappelijke voorouder gehad. Door aanpassing aan verschillende milieus hebben de ledematen een verschillende functie gekregen met een daarbij passende vorm. Je kunt immers veel beter graven met grote 'handen' en beter zwemmen met 'armen' in de vorm van een vin.

**Afb. 2** Armskeletten.



1 arm van een mens

2 voorpoot van een mol

3 vleugel van een arend

4 voorvin van een walrus

Bij verschillende soorten die in hetzelfde milieu leven, kunnen organen met dezelfde functie ontstaan. Een vlinder en een vleermuis hebben allebei vleugels waarmee ze kunnen vliegen (zie afbeelding 3). De vleugels zijn niet hetzelfde gebouwd. De vleugel van een vlinder bevat geen beenderen, de vleugel van een vleermuis wel. Een vlinder en een vleermuis zijn dus niet verwant aan elkaar.

**Afb. 3** Organen met een overeenkomst in functie.

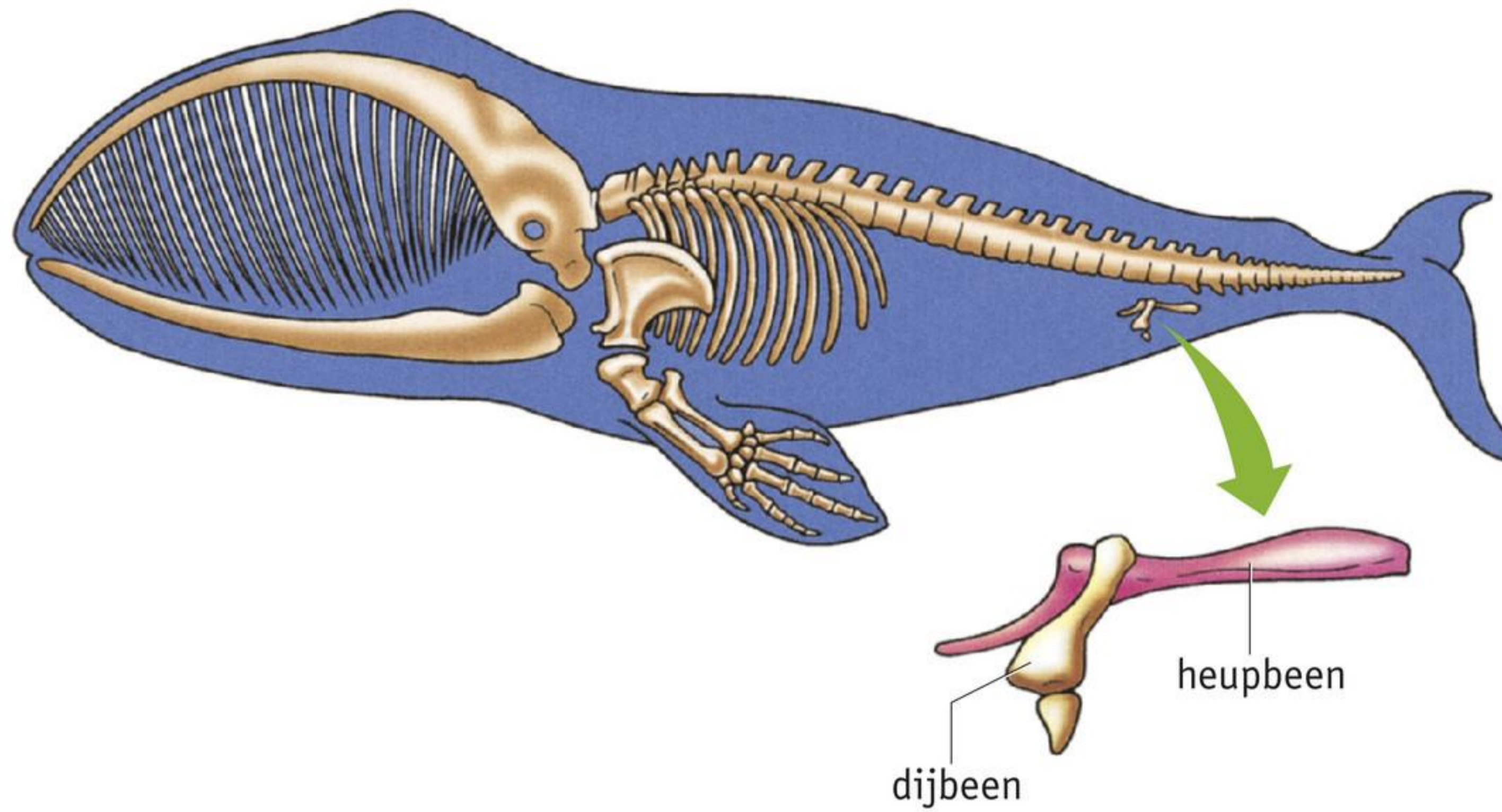


1 vlinder met vleugels

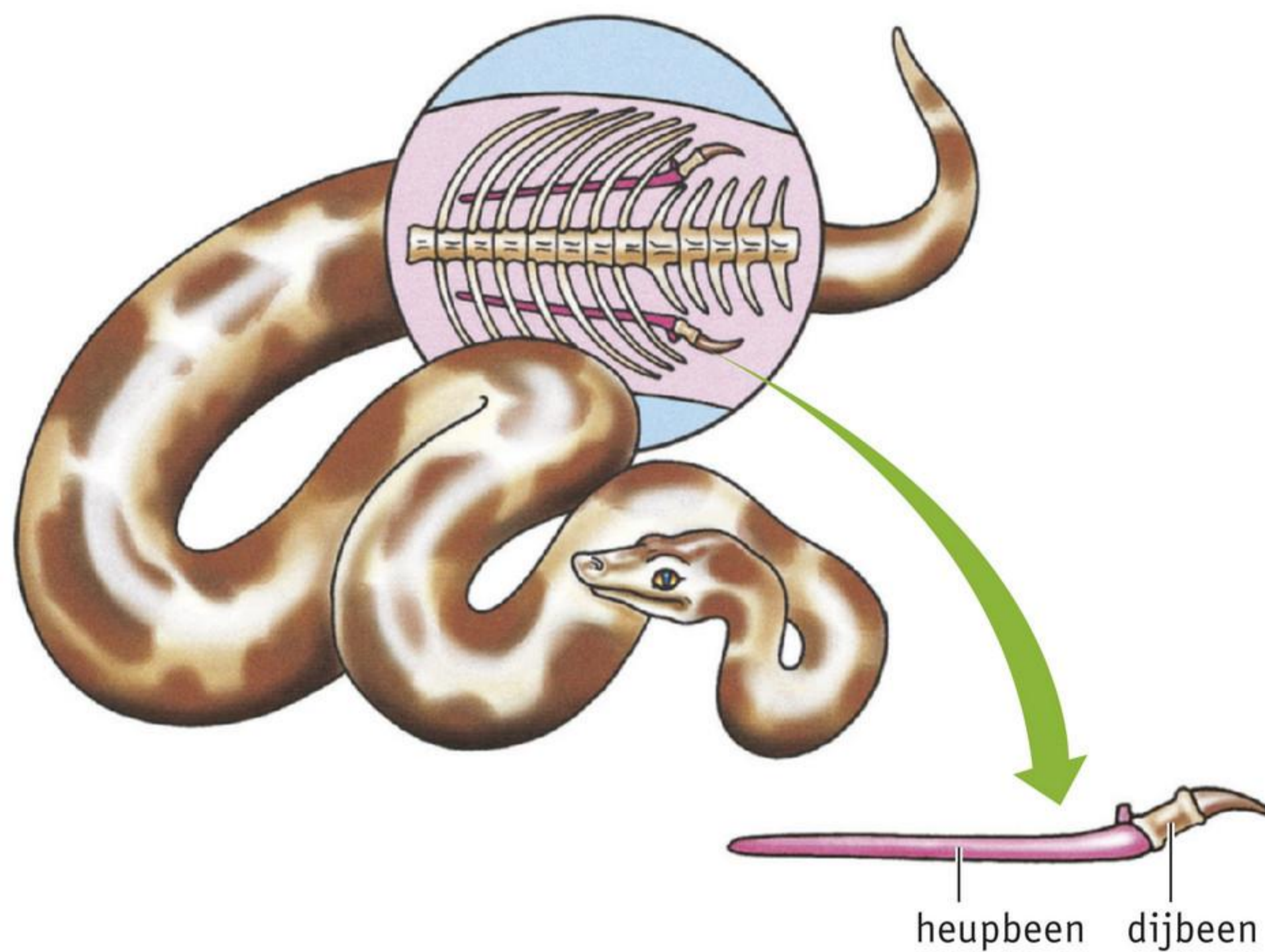
2 vleermuis met vleugels

### Bouw: rudimentaire organen

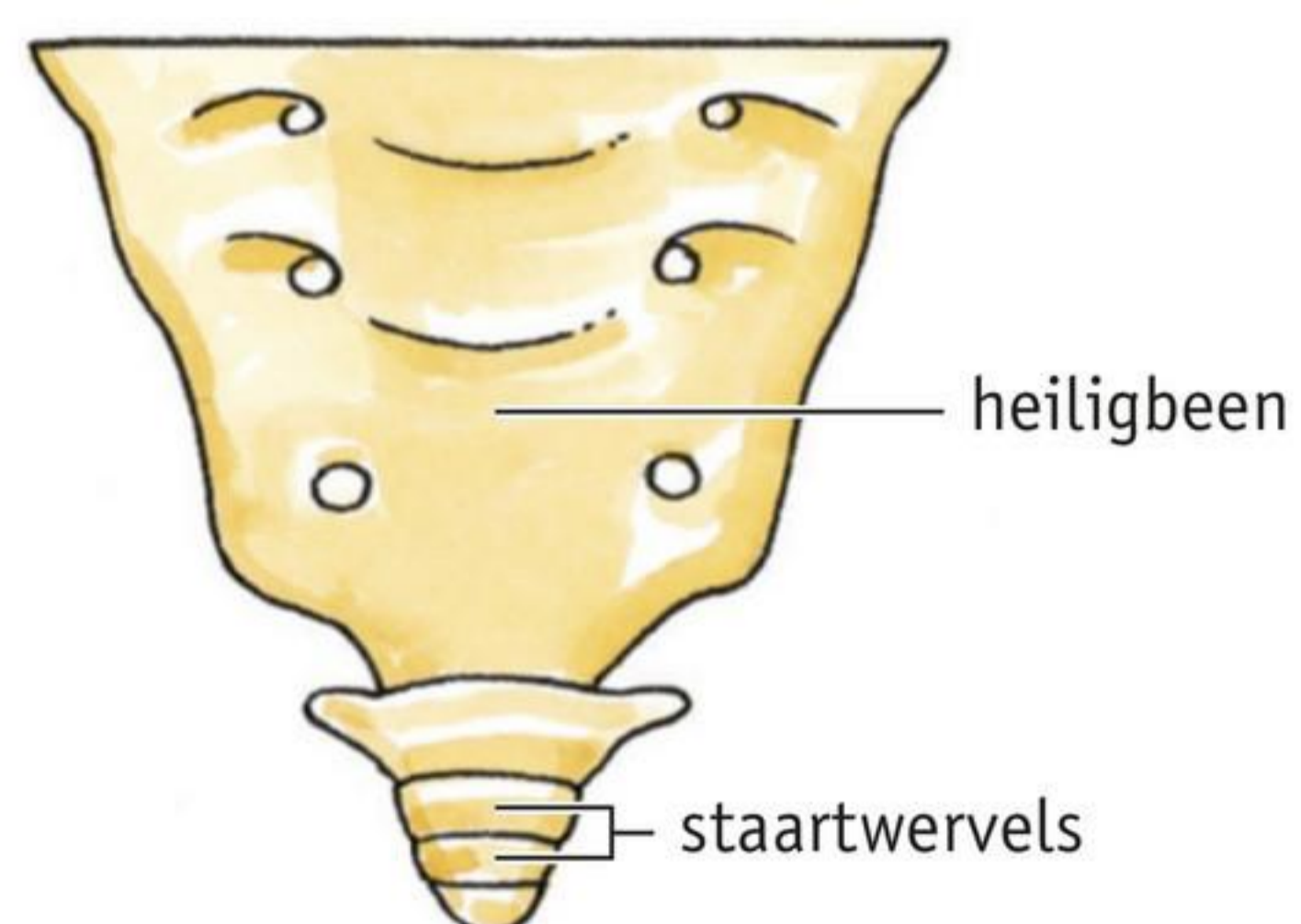
Een slang en een walvis hebben geen poten. Toch hebben sommige reuzenslangen en walvissen nog 'resten' van poten in hun skelet (zie afbeelding 4). Door aanpassing aan het milieu kunnen bepaalde organen niet meer nodig zijn. Deze organen kunnen na een hele lange tijd verdwijnen. De resten of overblijfselen ervan noem je rudimentaire organen. Bij de mens zijn de staartwervels rudimentair (zie afbeelding 5). Rudimentaire organen zijn een bewijs dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.

**Afb. 4** Rudimentaire organen.

1 walvis met rudimentaire poten



2 python met rudimentaire poten

**Afb. 5** Rudimentair orgaan bij de mens: staartwervels.**Processen in cellen**

In cellen vinden processen plaats zoals celdeling en verbranding. Bij bijna alle organismen verlopen deze processen op dezelfde manier. Ook deze overeenkomst is een bewijs voor verwantschap.

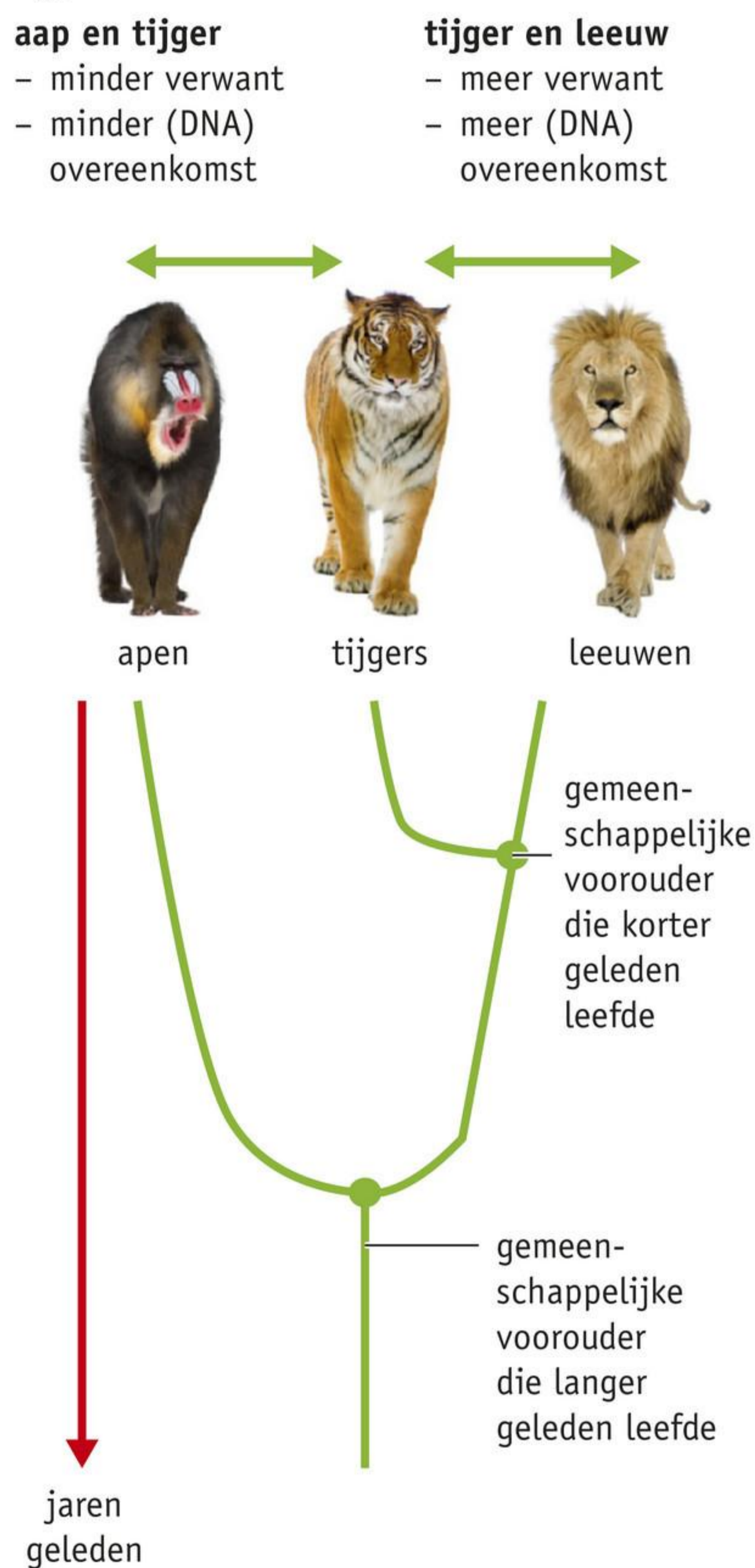
### Stoffen in cellen

De samenstelling van stoffen bij organismen kan steeds nauwkeuriger worden bepaald. Onderzoekers hebben bijvoorbeeld de samenstelling van het DNA en van sommige eiwitten onderzocht bij verschillende soorten organismen. Hoe meer deze stoffen bij twee soorten organismen overeenkomen, des te korter is het geleden dat hun gemeenschappelijke voorouder leefde.

### STAMBOMEN

Door al het DNA van organismen te vergelijken, kan een stamboom van de verwantschap worden opgesteld. Dat noem je een **evolutionaire stamboom**. In afbeelding 6 zie je een evolutionaire stamboom van apen, leeuwen en tijgers. In de afbeelding staat hoe je deze stamboom kunt aflezen.

**Afb. 6** Evolutionaire stamboom met afstamming van apen, tijgers en leeuwen.



### KENNIS

1

- Hoe heten versteende overblijfselen van organismen, of afdrukken van organismen in gesteenten? .....
- Overblijfselen van dinosauriërs worden gevonden in gesteentelagen die gevormd zijn voor / in / na de tijd dat de dino's leefden.

2

- a** Verwantschap betekent dat soorten een ..... hebben.
- b** Hoe heet een overblijfsel van een orgaan dat geen functie meer heeft? een ..... orgaan
- c** In afbeelding 6 zie je dat de tijger en de leeuw dichter bij elkaar staan dan de aap en de leeuw. De tijger is dus het meest verwant aan de *aap / leeuw*.
- d** Het DNA van de leeuw verschilt het meest van het DNA van de *aap / tijger*.
- e** Je kent nu twee verschillende stambomen: een stamboom van een familie en een evolutionaire stamboom.  
Wat is het verschil tussen deze twee stambomen?  
Uit een stamboom van een familie is af te lezen  
*hoe eigenschappen overerven / welke soorten het meest aan elkaar verwant zijn.*  
Uit een evolutionaire stamboom is af te lezen  
*hoe eigenschappen overerven / welke soorten het meest aan elkaar verwant zijn.*

3

- In de basisstof worden verschillende bewijzen gegeven voor verwantschap. De voorbeelden hierna gaan over deze bewijzen.  
Zet achter elk voorbeeld het bewijs dat erbij hoort. Gebruik daarbij: *celprocessen – de bouw van cellen – de bouw van organen – de samenstelling van stoffen – fossielen – rudimentaire organen.*
- 1 De voorvin van een walrus en de arm van een mens zijn uit dezelfde beenderen opgebouwd. ....
  - 2 Het DNA van de mens lijkt veel op dat van chimpansees. ....
  - 3 Van verschillende soorten haaien kun je versteende tanden vinden. ....
  - 4 Alle cellen bezitten een celmembraan. ....
  - 5 Een koala heeft een relatief grote blindedarm om plantaardig voedsel te verteren. Bij de mens is dit orgaan veel kleiner. ....
  - 6 Een celdeling verloopt in een bacterie hetzelfde als in de gewone lichaamcellen van mensen. ....

4



#### Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Fossielen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie, doordat .....
- Bewijzen voor verwantschap tussen soorten:
  - .....
  - .....
  - .....
- In een evolutionaire stamboom .....

## INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5

- a Ook van voorouders en verwanten van mensen worden fossielen gevonden. Van de aapmens 'Lucy' werden delen van het skelet gevonden (zie afbeelding 7). Aan de hand van deze delen werd een voorstelling gemaakt van hoe 'Lucy' eruitzag. Hoelang geleden leefde 'Lucy'?
- b Zijn de fossielen van 'Lucy' versteende overblijfselen van een organisme of afdrukken van een organisme in gesteenten?
- c Leg uit waardoor alleen de botten van 'Lucy' zijn gefossiliseerd.
- d Leg uit waardoor er weinig fossielen van wormen worden gevonden.
- e Aan welk(e) kenmerk(en) van 'Lucy' zie je dat ze verwant is aan de mens van nu?

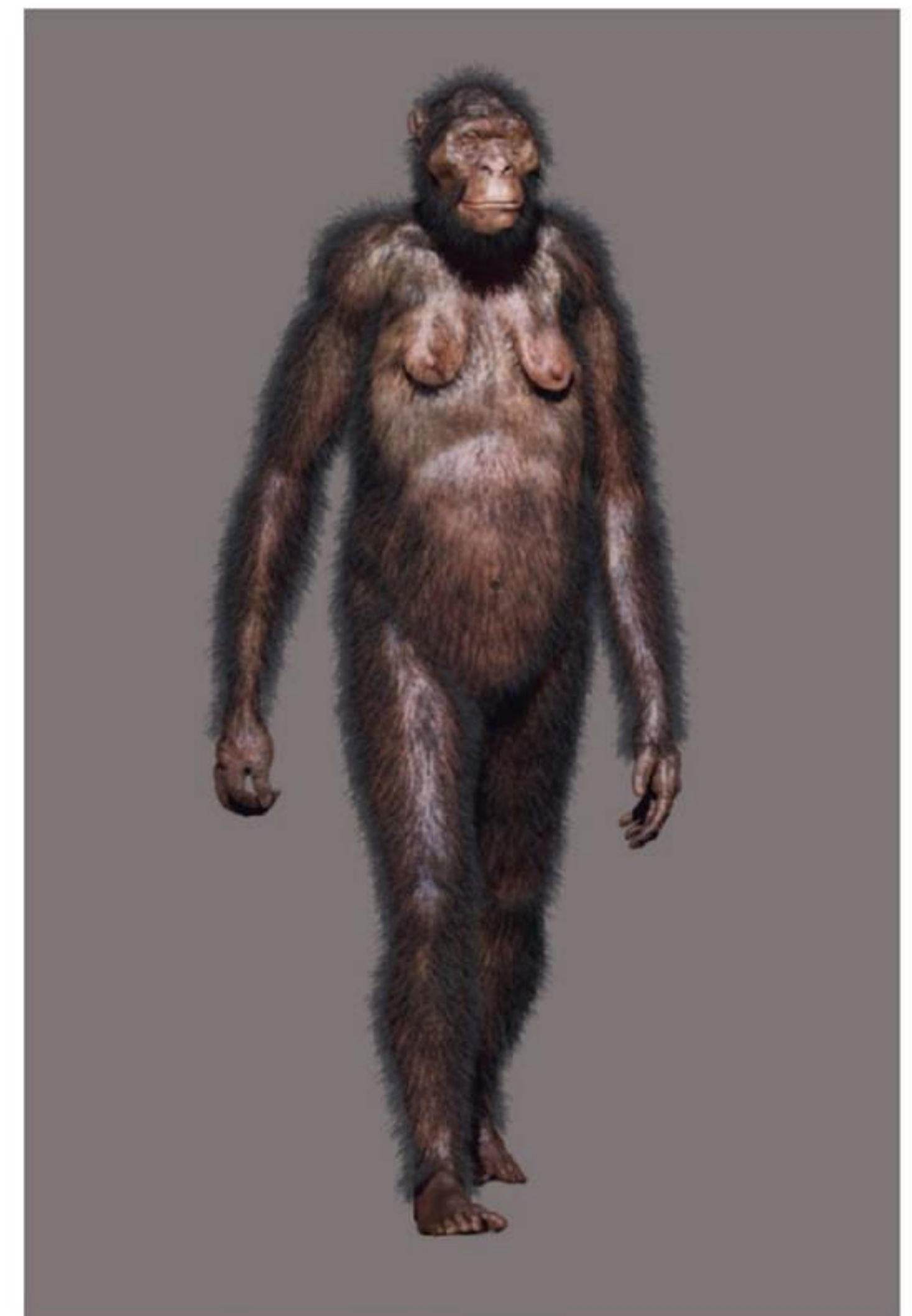
**Afb. 7** Met fossielen kan een reconstructie worden gemaakt van een organisme.



1 fossielen (3,2 miljoen jaar oud) van de aapmens 'Lucy'



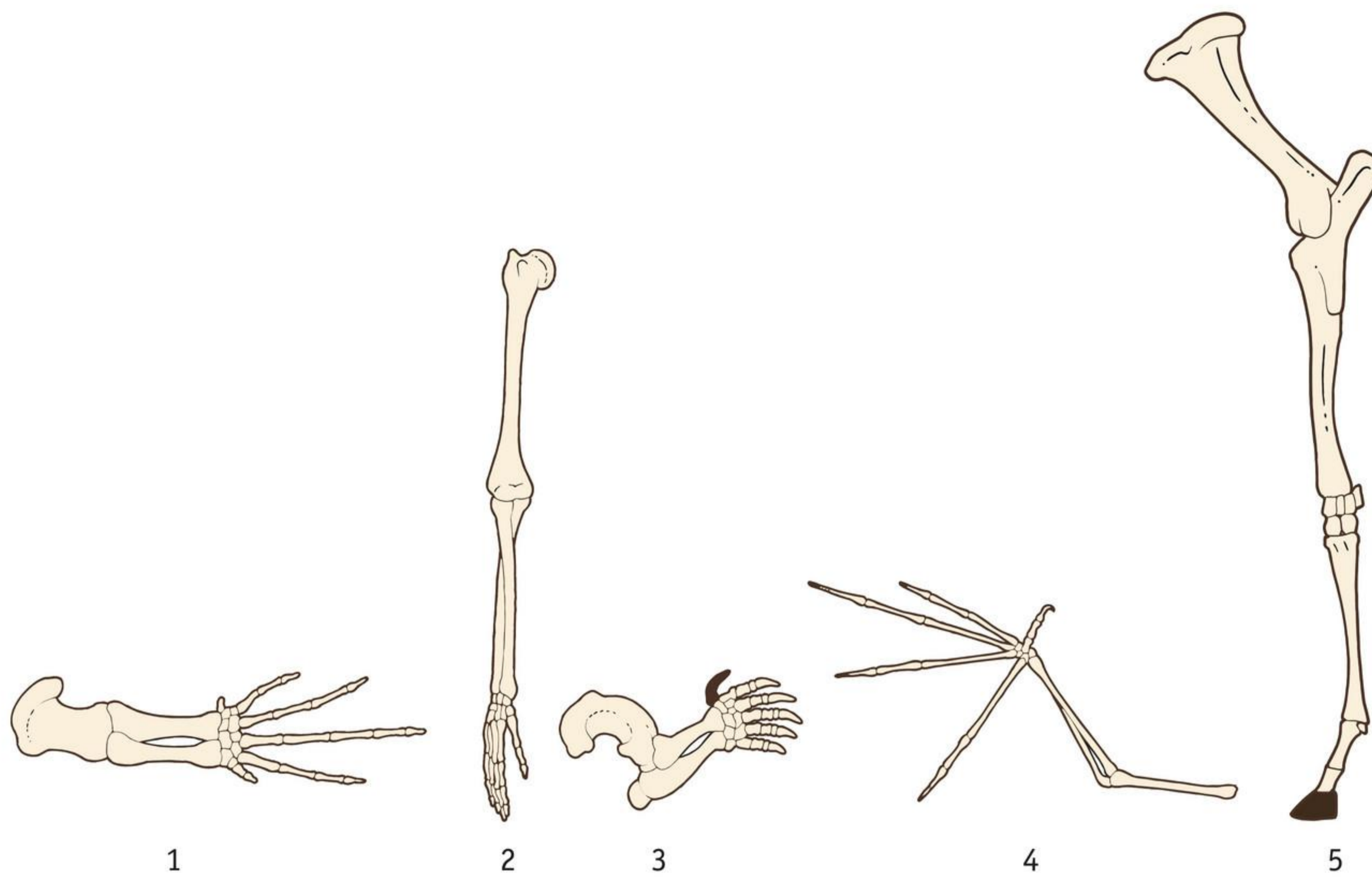
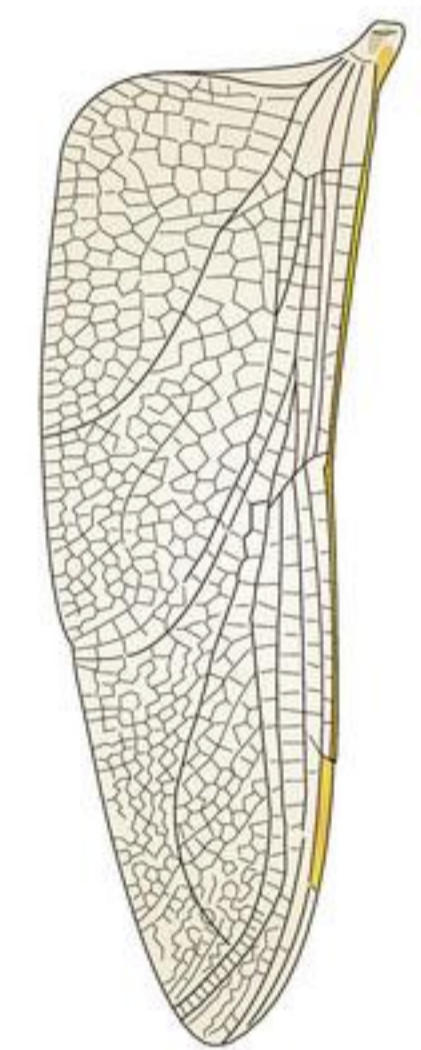
2 reconstructie van het skelet van 'Lucy'



3 voorstelling van hoe 'Lucy' eruitzag

6

- a In afbeelding 8 zie je de armskeletten van een mens, een mol, een paard, een vleermuis en een walvis.
  - 1 Noteer de nummers met de naam van het organisme.
  - 2 Noteer daarachter de functie van de arm. Gebruik daarbij: *graaforgaan* – *grijporgaan* – *looporgaan* – *stuurorgaan* – *vliegorgaan*.
- b Welk deel van het armskelet is bij de vleermuis sterk ontwikkeld?
- c Welk bot is bij de walvis in verhouding tot de andere armskeletten kort en breed?
- d In afbeelding 9 zie je de vleugel van een libel. Hebben de vleugel van een libel en de vleugel van een vleermuis dezelfde bouw? En hebben ze dezelfde functie?
- e Vier organismen zijn: *libel* – *vleermuis* – *vlinder* – *walvis*. Verdeel de organismen in tweetallen op basis van verwantschap en leg je antwoord uit.

**Afb. 8** Armskeletten.**Afb. 9** Vleugel van een libel.

7

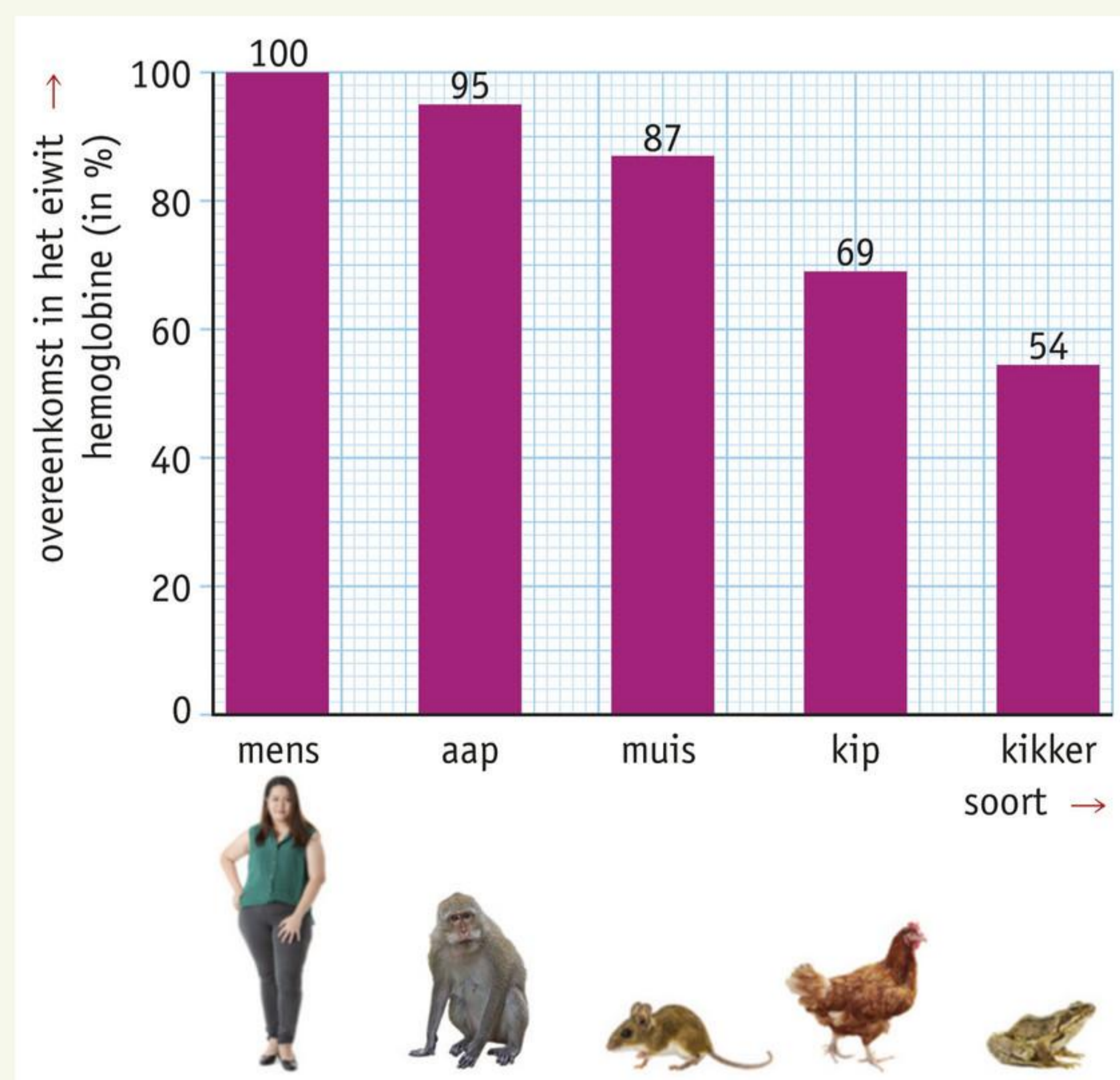
Lees de tekst 'Hemoglobine'.

- Hoeveel procent overeenkomst bestaat er tussen het eiwit hemoglobine van de mens en dat van de aap?
- Welk organisme is meer verwant aan de mens: de kikker of de muis? Leg je antwoord uit.
- Insecten hebben geen rode bloedcellen. Kun je de verwantschap tussen mensen en insecten afleiden uit het onderzoek naar hemoglobine? Leg je antwoord uit.

**Afb. 10**

### Hemoglobine

Je lijkt voor maar liefst 95% op een resusaap en voor 87% op een muis. Zelfs met een kip en een kikker heb je meer dan 50% overeenkomst. Tenminste, als je kijkt naar het eiwit hemoglobine. Hemoglobine zorgt voor de rode kleur van rode bloedcellen. In het diagram zie je hoeveel procent hemoglobine van verschillende soorten overeenkomt met hemoglobine van de mens. De overeenkomst tussen de mens en de aap is het grootst. Het is dus aannemelijk dat de mens korter geleden een gemeenschappelijke voorouder had met de aap dan met de muis.



8

Lees de tekst 'Mammoet-DNA' en bekijk afbeelding 12. Links in deze afbeelding staan de namen van tijdperken, bijvoorbeeld holoceen en mioceen. Ook zie je hoeveel miljoen jaar geleden deze tijdperken begonnen en eindigden.

- a** Naar aanleiding van de evolutionaire stamboom in afbeelding 12 worden twee beweringen gedaan:
- 1 Zowel de Aziatische als de Afrikaanse olifant heeft zich ontwikkeld uit de Moeritherium.
  - 2 De wolharige mammoet is uitgestorven in het pleistoceen.
- Geef van elke bewering aan of deze juist is of onjuist en leg uit waarom.
- b** Een mutatie leidt tot een veranderde samenstelling van het DNA. Betekent een verschil in het DNA tussen twee organismen dat het twee verschillende soorten zijn? Leg je antwoord uit.
- c** Uit welk weefsel is het gevonden mammoet-DNA afkomstig? Leg je antwoord uit.
- d** Nieuwe fossielen van mammoeten worden telkens weer op hun DNA onderzocht. Wetenschappers hopen zo de volledige samenstelling van het DNA te ontrafelen. Sommige wetenschappers beweren dat het hierdoor mogelijk wordt om de mammoet weer 'tot leven te wekken'. Leg uit dat je de mammoet volgens deze wetenschappers weer tot leven kunt wekken met het complete DNA.

#### Afb. 11

##### Mammoet-DNA

In de bevroren grond van Siberië hebben wetenschappers botten van een wolharige mammoet ontdekt. De botten zijn 27 000 jaar oud. De vondst levert waardevolle informatie op. De botten bevatten namelijk DNA van de mammoet.

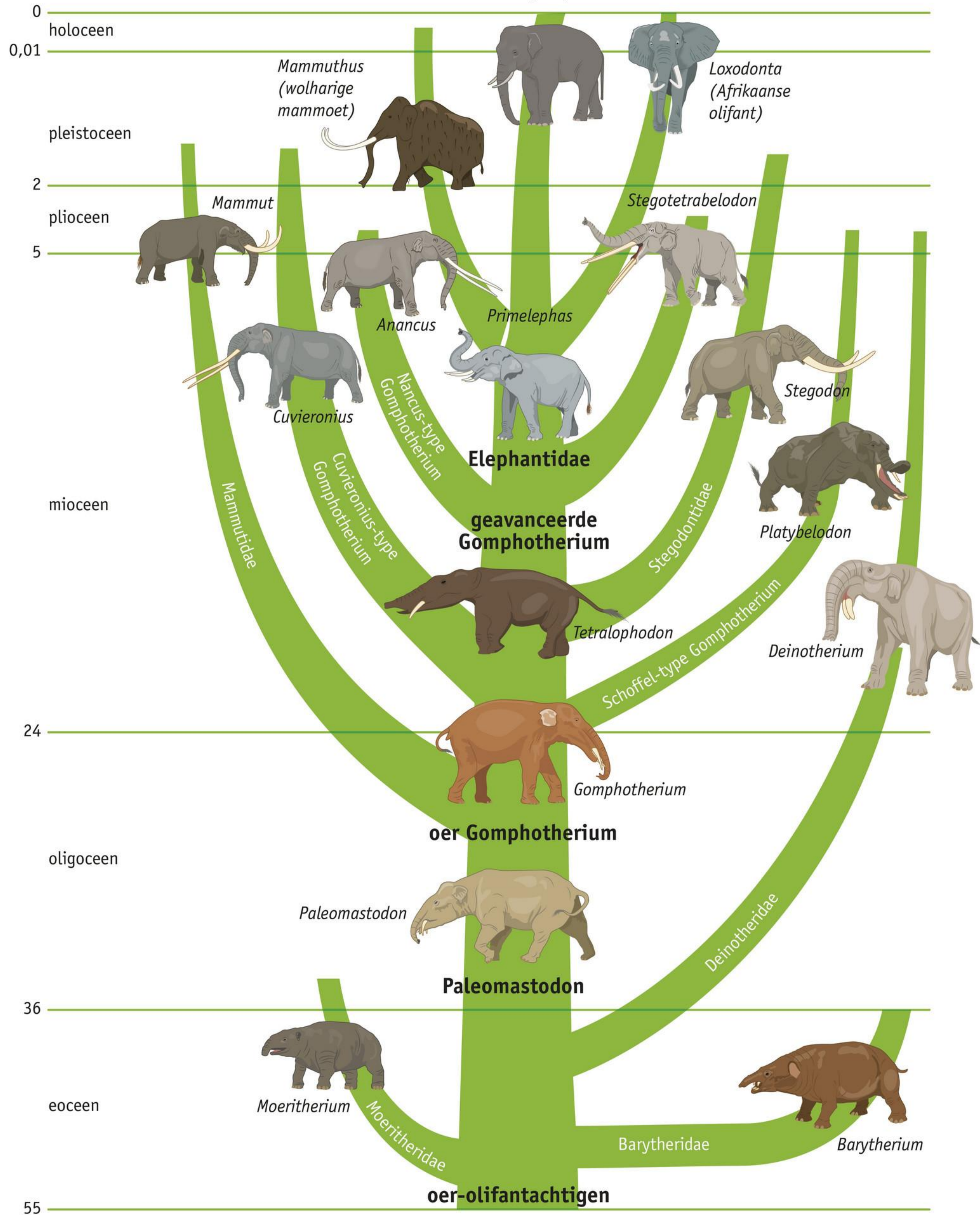
Met behulp van een speciale techniek bepaalden wetenschappers de samenstelling van het DNA. Vervolgens is gekeken naar de overeenkomsten en verschillen in de samenstelling van het DNA tussen de mammoet (*Mammuthus*), de Afrikaanse olifant (*Loxodonta*) en de Aziatische olifant (*Elephas*). De overeenkomst in hun DNA is minstens 98,5%.

Deze drie onderzochte olifantgroepen blijken zich te hebben ontwikkeld uit 'oer-olifantachtigen'. Deze leefden ruim vijftig miljoen jaar geleden op aarde.



**Afb. 12** Stamboom van olifantachtigen.

Absolute ouderdom  
in miljoenen jaren

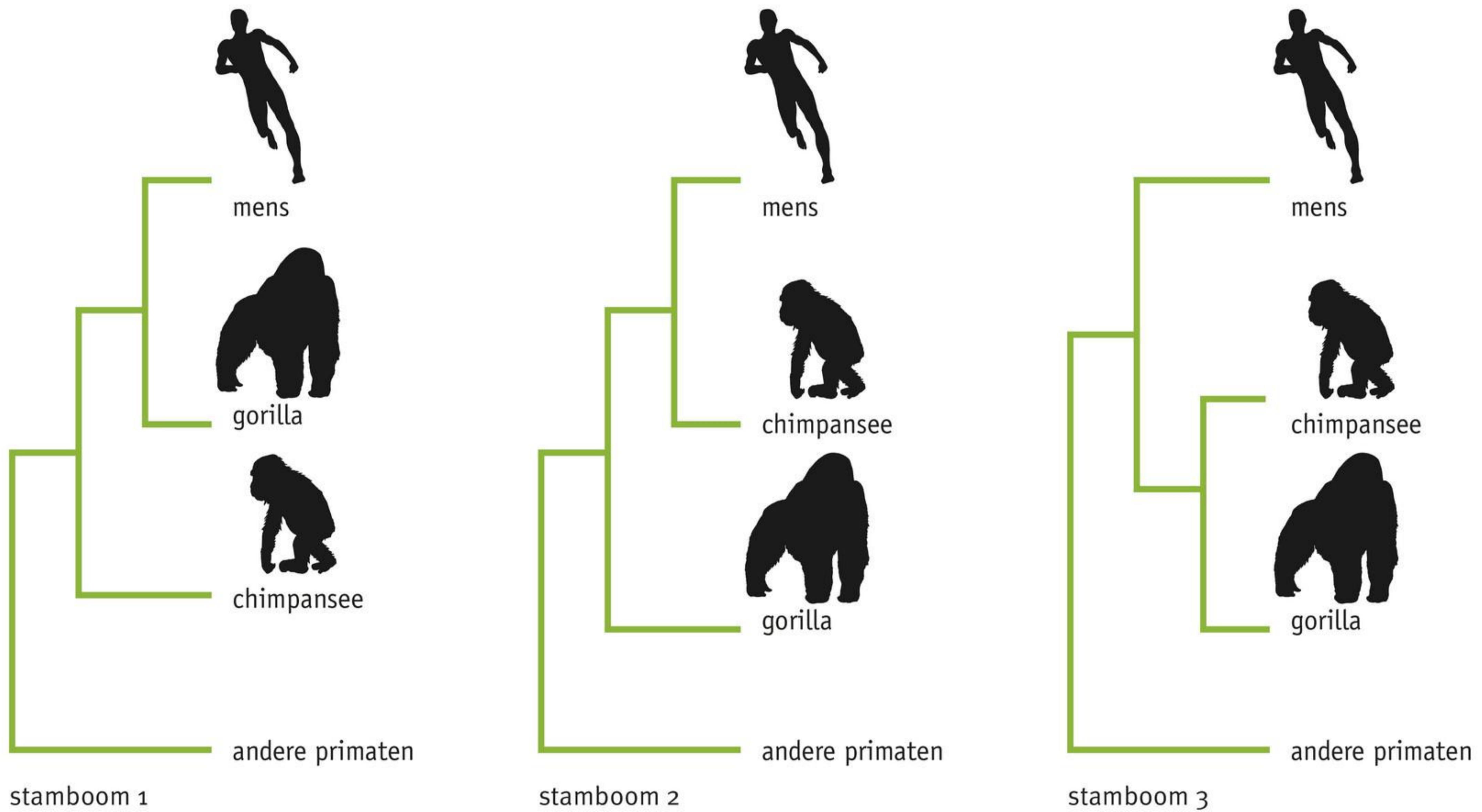


+ 9

Het DNA van de mens komt voor 98,63% overeen met dat van de chimpansee en voor 98,25% met dat van de gorilla. De overeenkomst met andere primaten, zoals de orang-oetan, is niet groter dan 96,6%. Ook blijkt dat de chimpansee en de mens meer verwant zijn aan elkaar dan aan de gorilla.

Welke stamboom in afbeelding 13 geeft de mate van verwantschap op basis van deze gegevens het best weer? Leg je antwoord uit.

Afb. 13 Drie stambomen.



 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 8 DNA-technieken (SE)

## LEERDOEL

3.8.1 Je kunt enkele DNA-technieken in de biotechnologie beschrijven. (SE)

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	3.8.1
Onthouden	1, 2
Begrijpen	3, 4b, 7a
Toepassen	4a, 5, 6, 7bc, 8bc
Analyseren	7d, 8a

**Dankzij de kennis over DNA kunnen organismen worden ingezet om ons te helpen. Bijvoorbeeld door bacteriën medicijnen voor ons te laten maken.**

## BIOTECHNOLOGIE

Bij allerlei technieken worden organismen gebruikt om producten voor mensen te maken. De verzamelnaam voor deze technieken is **biotechnologie**. Sommige vormen van biotechnologie zijn al heel oud, bijvoorbeeld gist gebruiken om brood te bakken of schimmels gebruiken om kaas te maken. Hierbij gebruiken mensen de organismen zoals ze zijn, zonder ze te veranderen.

Bij andere technieken worden de erfelijke eigenschappen van organismen wel veranderd. Met recombinant-DNA-technieken kun je DNA van de ene soort overbrengen naar het DNA van een andere soort. Zo kun je een eigenschap van één soort overbrengen naar een andere soort. Een voorbeeld zijn bacteriën die het hormoon insuline maken. Gezonde mensen maken insuline in hun eigen lichaam. Mensen die diabetes hebben, spuiten insuline in hun bloed om het suikergehalte te regelen. Die insuline wordt gemaakt door bacteriën waarin een menselijk gen is ingebracht.

Sinds 2015 wordt de crispr-cas-techniek gebruikt. Met crispr-cas kun je heel nauwkeurig in het DNA 'knippen en plakken'. Dit is een vorm van *gene editing* (gen-aanpassing). Er zijn ook andere technieken voor gene editing, maar die zijn minder precies dan crispr-cas. Ook zijn ze minder gemakkelijk toe te passen.

Gene editing wordt gebruikt om genen te repareren, te verwijderen of juist toe te voegen in het DNA van een organisme. In de gezondheidszorg wordt crispr-cas ingezet voor gentherapie. Gentherapie is het gebruik van gene editing om kapotte genen te repareren. De techniek kan bijvoorbeeld gebruikt worden om erfelijke bloedziekten te genezen.

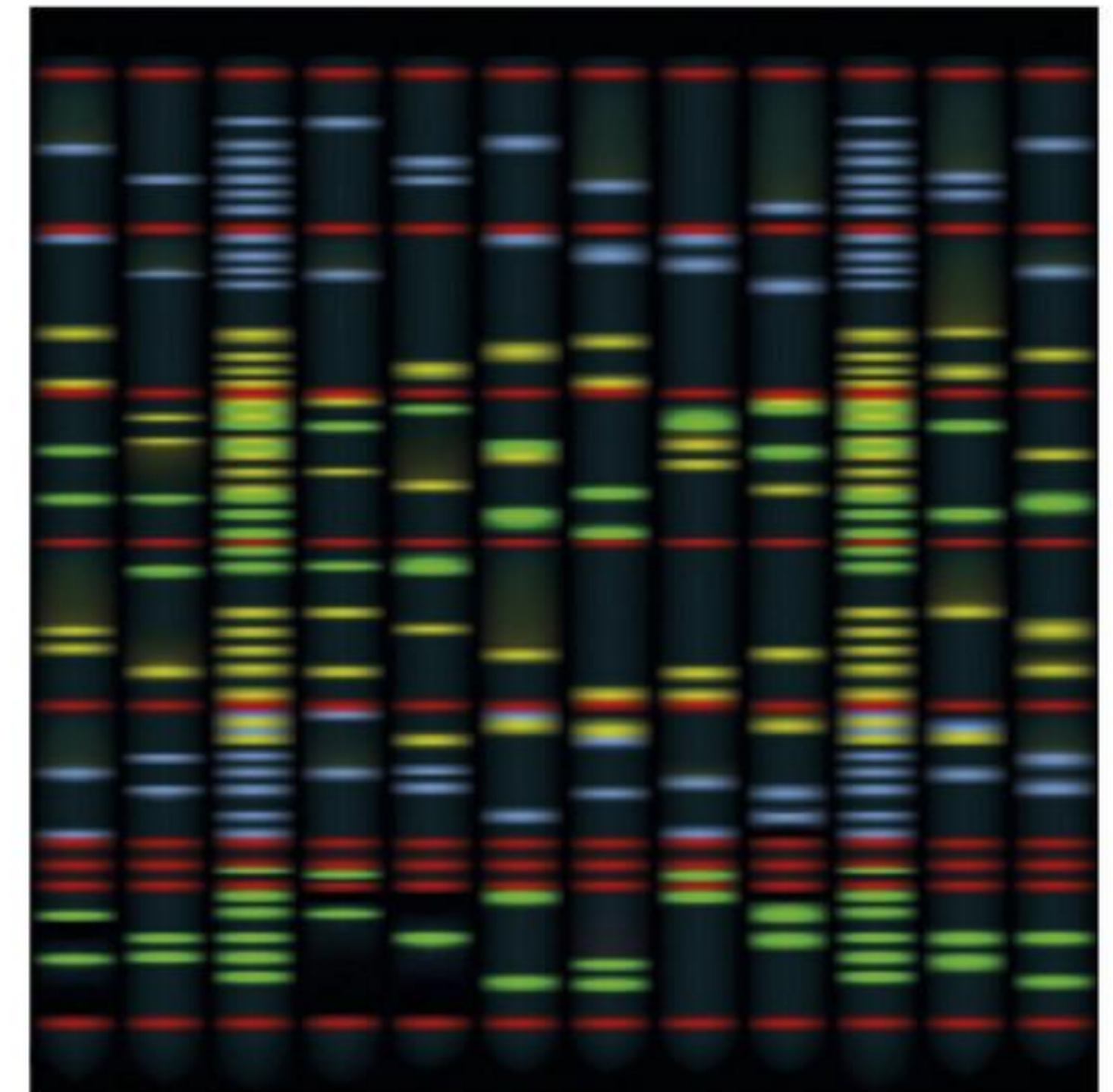
Het aanpassen van erfelijke eigenschappen bij organismen door de mens wordt **genetische modificatie** genoemd. Een genetisch gemodificeerd organisme noem je transgeen. Meestal zijn het bacteriën en schimmels die genetisch worden gemodificeerd, maar soms ook planten en dieren.

**ANDERE DNA-TECHNIEKEN**

Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA (behalve eeneiige tweelingen). Je kunt dat vergelijken met een vingerafdruk die ook voor ieder mens uniek is. Hierdoor kun je DNA gebruiken om misdaden op te lossen. Als op de plaats van een misdrijf huidschilfers, sperma of bloed worden gevonden, kan het DNA hiervan worden onderzocht. Vervolgens kan het DNA worden vergeleken met dat van een verdachte (zie afbeelding 1). Ook kunnen met het DNA uiterlijke kenmerken worden bepaald.

Met een DNA-test kan ook worden onderzocht of je familie van elkaar bent, doordat DNA altijd afkomstig is van je biologische vader en moeder. Dat heet DNA-verwantschapsonderzoek.

**Afb. 1** DNA-patroon van meerdere personen. Elke verticale lijn geeft het DNA-profiel weer van één persoon.



**KENNIS**

1

- a De verzamelnaam voor technieken, waarbij organismen worden gebruikt om producten voor mensen te maken, is .....
- b Het aanpassen van de erfelijke eigenschappen van een organisme heet .....
- c Technieken waarmee DNA van een soort wordt toegevoegd aan het DNA van een andere soort, zijn .....-technieken.
- d Organismen waarvan de erfelijke eigenschappen door de mens zijn veranderd, heten .....

2

Gentherapie is het gebruik van gene editing om:

- A kapotte genen te repareren.
- B nieuwe genen toe te voegen.
- C oude genen te verwijderen.
- D zieke genen te genezen.

3

**Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof.

Beschrijf in eigen woorden wat de begrippen betekenen.

- Biotechnologie: .....
- Genetische modificatie: .....
- Recombinant-DNA-technieken: .....
- Crispr-cas: .....
- Gene editing: .....



- Gentherapie: .....
- Transgeen: .....
- DNA-verwantschapsonderzoek: .....

**INZICHT**

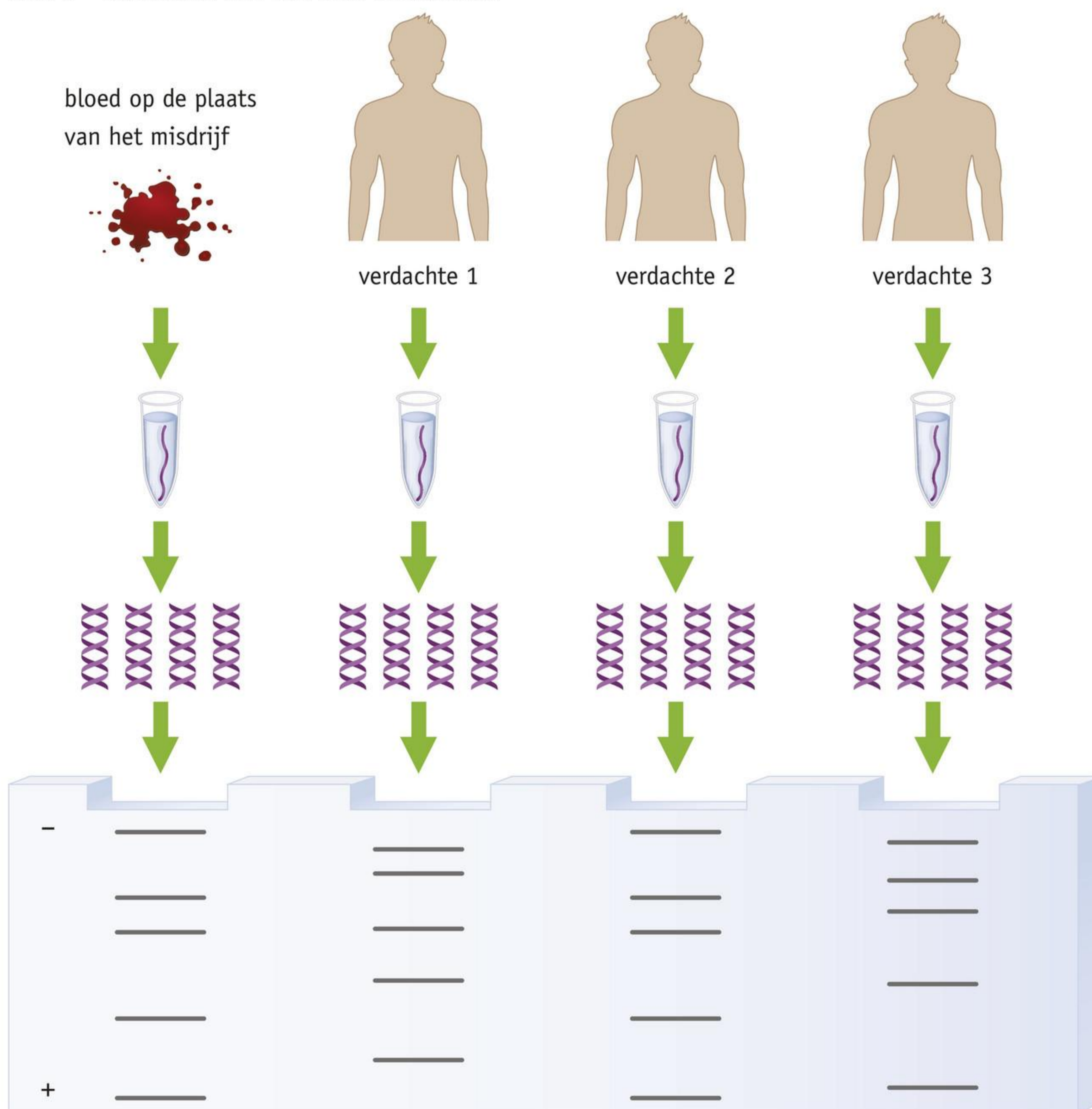
**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

4

De politie vindt bloed op de plaats van een misdaad. Na onderzoek worden drie mensen ervan verdacht de misdaad te hebben gepleegd. Om de dader te vinden, wordt DNA-onderzoek gedaan. In afbeelding 2 zie je de resultaten van het onderzoek.

- a Welke verdachte moet de politie arresteren? Leg je antwoord uit.
- b Is de verdachte opgespoord aan de hand van zijn genotype of van zijn fenotype?

**Afb. 2** Resultaten van een DNA-onderzoek.



5

Er zijn voor- en tegenstanders van genetische modificatie.

Hierna staan argumenten die voor- en tegenstanders kunnen gebruiken.

Geef bij elk argument aan of dit past bij voorstanders of bij tegenstanders van genetische modificatie.

- 1 De mens heeft niet het recht de erfelijke eigenschappen van andere organismen te veranderen.
- 2 Door genetische modificatie kunnen erfelijke ziekten worden genezen.
- 3 Door genetische modificatie kan een onderzoeker alle organismen 'maken' die hij maar wil.
- 4 Genetisch gemodificeerde organismen kunnen in de natuur terechtkomen en daar schade veroorzaken.
- 5 Medicijnen kunnen goedkoper en beter worden geproduceerd.

6

Lees de tekst 'De gloeivis'.

- a De gloeivis krijgt in de natuur minder jongen dan andere zebravissen. Geef hiervoor een verklaring.
- b Heeft de gloeivis hetzelfde fenotype als een normale zebravis? En hetzelfde genotype?
- c Welke DNA-techniek(en) kun je gebruiken om bij vissen een gen van een andere soort in te brengen?
- d Voor het genetisch modificeren van de groene visjes wordt een gen uit een kwal gebruikt. Is de kwal een transgeen organisme? Leg je antwoord uit.

### Afb. 3

#### De gloeivis

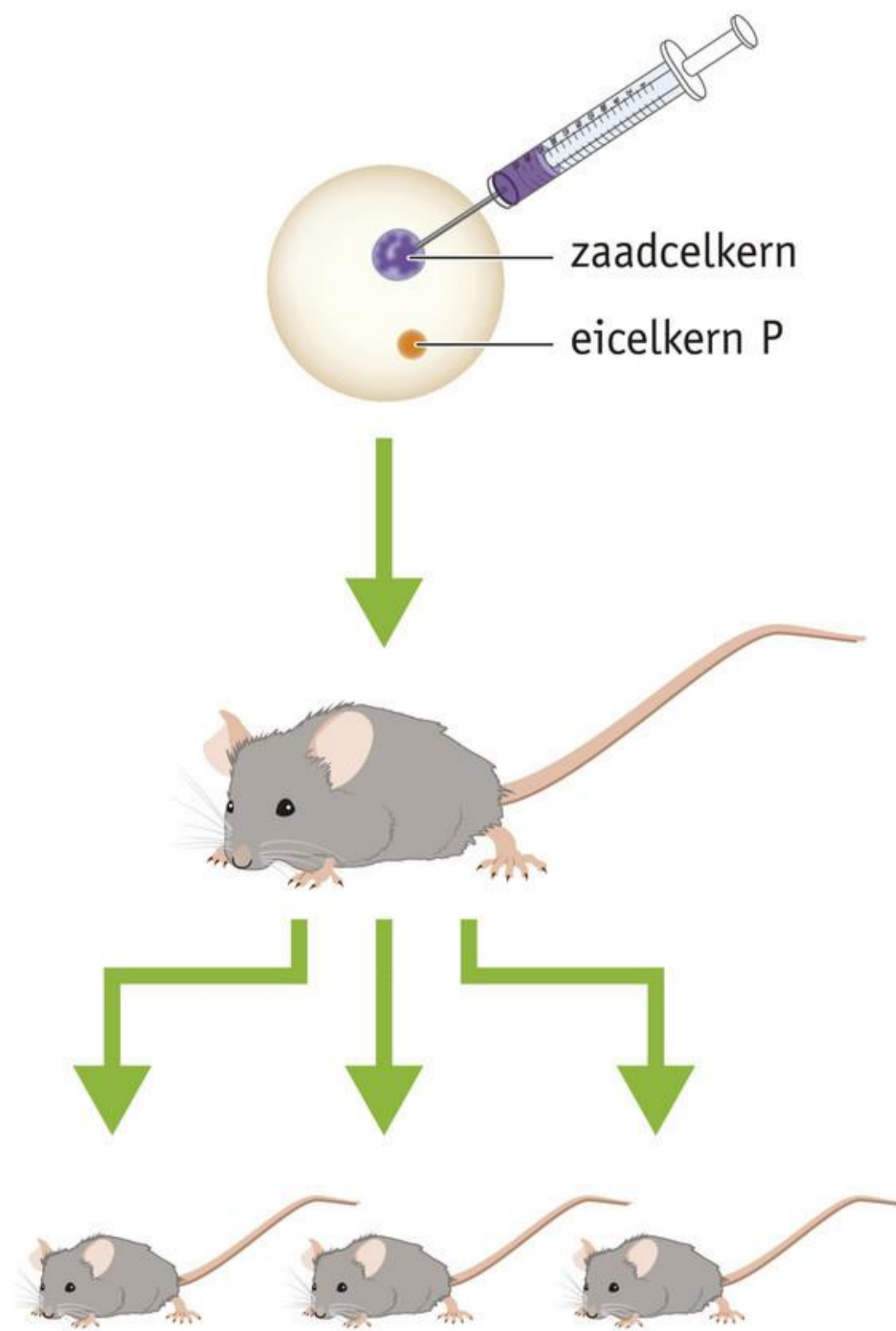
In de Verenigde Staten kun je in dierenwinkels gloeivissen kopen van het bedrijf Glofish. Gloeivissen zijn genetisch gemodificeerde zebravisjes. Onderzoekers uit Singapore hebben deze visjes een gen gegeven uit een zeeanemoon. Dankzij dit gen worden de vissen felrood als je ze verlicht met een uv-lamp. Er zijn ook varianten in andere kleuren. De groene hebben een gen dat afkomstig is uit een kwal. In Europa is het verboden om genetisch gemodificeerde dieren in te voeren. Om toch te kunnen invoeren, is speciale toestemming nodig. De gloeivissen mogen hier dus niet worden verkocht. In het wild kom je gloeivisjes vrijwel niet tegen. Daar overleven ze minder goed dan andere zebravisjes, doordat ze te weinig jongen krijgen.



7

In afbeelding 4 zie je hoe een gen van een mens wordt overgebracht in een muis. Het gen wordt ingebracht in een chromosoom van een bevruchte eicel van de muis. Hierdoor kan de functie van een menselijk gen worden onderzocht.

- a Is dit een voorbeeld van genetische modificatie? Leg je antwoord uit.
- b In de kern van cel P komen 20 chromosomen voor. Hoeveel chromosomen komen er voor in de spiercellen uit de rechtersvoorpot van de muis? Leg je antwoord uit.
- c Bezitten alle jonge muizen een gen dat afkomstig is van de mens? Leg je antwoord uit.
- d Leg uit hoe onderzoekers de functie van het menselijk gen kunnen ontdekken.

**Afb. 4** Een gen wordt overgebracht in een muis.

1 Het te onderzoeken gen wordt in de kern van de zaadcel geïnjecteerd vlak voor samensmelting met de kern van de eicel.

2 De behandelde eicellen worden in een eileider van een vrouwtjesmuis gebracht en groeien na innesteling uit tot jonge muisjes.

**+ 8**

De crispr-cas-techniek werkt bij bacteriën, planten, dieren en mensen. Ook kun je DNA van bijvoorbeeld bacteriën plaatsen in dieren.

- Leg uit hoe het kan dat de techniek bij alle verschillende organismen werkt.
- In Amerika zijn appels te koop die niet meer bruin verkleuren na het snijden. Dit is gelukt door bepaalde genen kapot te knippen met crispr-cas.  
Leg in eigen woorden uit hoe crispr-cas ervoor kan zorgen dat een appel niet meer bruin wordt.
- Bedenk zelf een voorbeeld waarbij jij crispr-cas graag zou willen inzetten.

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# Samenhang

## DETOXDUIVEN OP DE DAM

**Wie aan de natuur denkt, denkt meestal niet aan de stad. Maar in de stad leven ook wilde planten en dieren. Veel van die soorten zijn perfect aan het stadse leven aangepast.**

### STADSDUIVEN

De stadsduif is een soort die goed is aangepast aan zijn milieu. Duiven komen oorspronkelijk niet in Nederland voor, maar in rotsachtige gebieden. De stadsduif stamt af van de rotsduif en voelt zich daardoor prima thuis op de smalle richels en kozijnen van hoge gebouwen. Ook zijn er in de stad veel schuilplaatsen voor de duiven en is er genoeg voor ze te eten. In de steden zijn ook weinig natuurlijke vijanden voor de duif.

De stadsduif is veel brutaler dan de duiven op het platteland, en zijn veren zijn een stuk donkerder.

**Afb. 1** Duiven op de Dam in Amsterdam.



### ZWARE METALEN

Een nadeel van het leven in de stad is de grote hoeveelheid gif in het milieu, zoals zware metalen. Je moet dan niet denken aan spijkers en schroeven, maar aan heel kleine deeltjes. Die deeltjes zijn zo klein dat ze kunnen oplossen in het bloed van de duiven. De duiven krijgen de zware metalen binnen via hun voedsel. Vrouwtjesduiven leggen minder eieren als ze veel van die metalen in hun bloed hebben. Ook de mannetjes zijn minder vruchtbaar.

Het blijkt dat duiven met donkergekleurde veren minder last hebben van de zware metalen. De donkere kleurstof in de veren bindt zich aan de metalen in het bloed. De metalen worden daardoor opgeslagen in de veren. De gezondheid van de duiven gaat dan veel minder achteruit. De donkere kleurstof haalt de zware metalen uit het bloed: de duiven detoxen zichzelf. Detoxen betekent 'gif eruit halen'.

### STADSEVOLUTIE

Vaak gaat evolutie onmerkbaar langzaam, maar niet altijd. Kijk maar naar de duiven. Vanwege zware metalen in het milieu is het genotype van de stadsduiven veranderd. Ze hebben een donkerder verenkleed gekregen. Om evolutie in werkelijkheid te zien, hoef je dus niet ver te reizen of fossielen in een museum te bestuderen. Evolutie gebeurt ook heel dichtbij, gewoon in de stad.

## OPDRACHTEN

1

- a** Leg uit dat stadsduiven met donkergekleurde veren goed zijn aangepast aan het milieu waarin ze leven.
- b** Leg uit dat er steeds meer donkergekleurde duiven komen in de populatie stadsduiven.
- c** In de tekst staat dat de veren van de duiven donkerder zijn geworden door zware metalen in het milieu.  
Inez denkt dat het ook zou kunnen komen doordat gebouwen in steden donkerder zijn. Donkere duiven hebben dan een betere schutkleur en vallen minder op voor hun natuurlijke vijanden.  
Heeft Inez gelijk? Leg je antwoord uit.

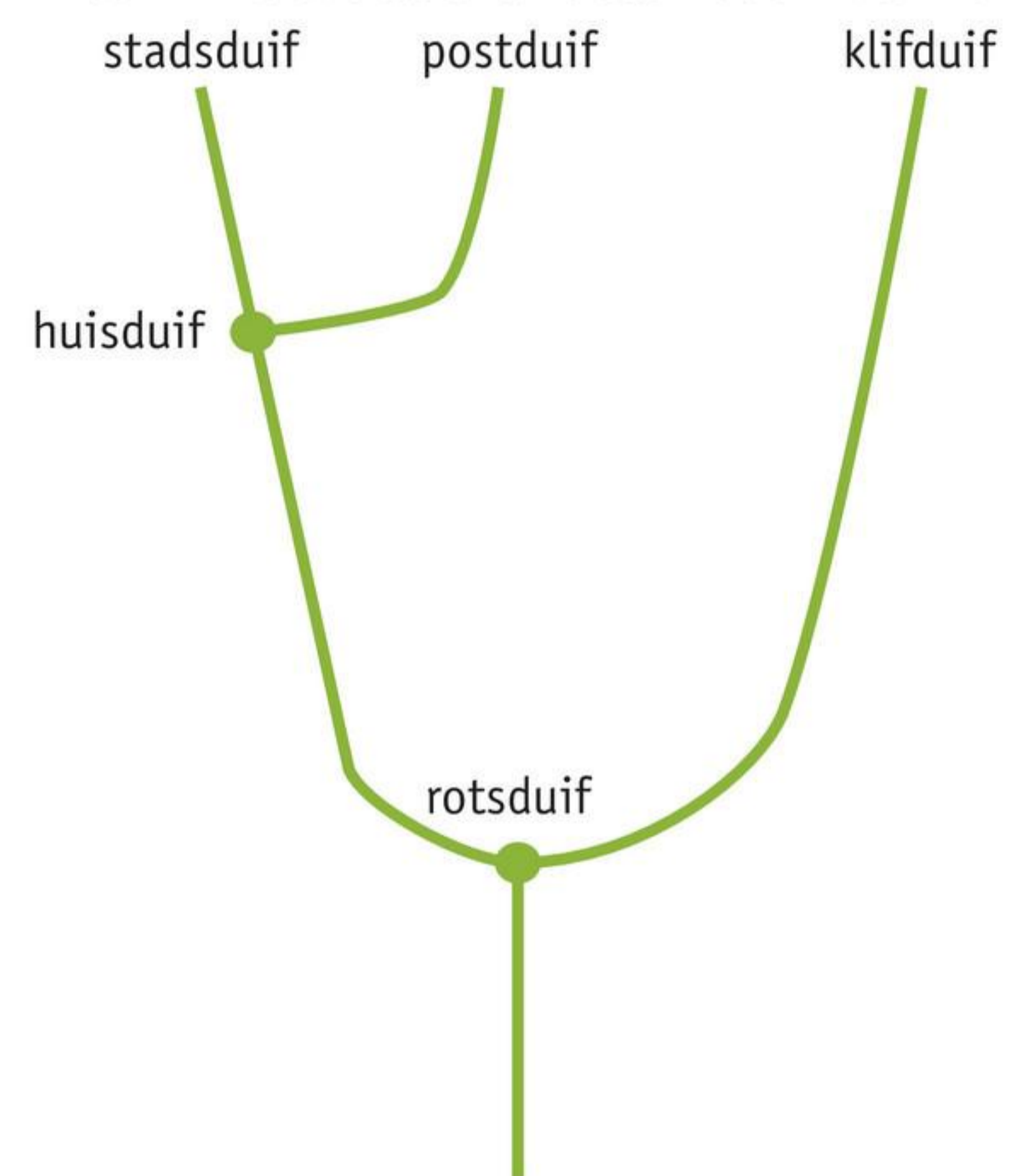
2

De stadsduif is nauw verwant aan de postduif. Samen hebben ze een gezamenlijke voorouder met de huisduif. De huisduif heeft een gezamenlijke voorouder met de rotsduif. De klifduif staat het verst van deze soorten af en is het nauwst verwant met de rotsduif.

Lenka tekent een evolutionaire stamboom met deze duivensoorten (zie afbeelding 2).

- a** Wat klopt er niet aan de evolutionaire stamboom van Lenka?
- b** Teken een juiste evolutionaire stamboom van de huisduif, de klifduif, de postduif, de rotsduif en de stadsduif.

**Afb. 2** De evolutionaire stamboom van Lenka.



3

In de tekst staat dat het genotype van de stadsduif zo veranderd is dat hun veren donkerder zijn. Een onderzoeker wil controleren of dit klopt. Ze denkt dat de kleurverandering ook kan komen door invloeden uit het milieu.

- a** Hoe zouden invloeden uit het milieu voor de kleurverandering kunnen zorgen?
- b** Is volgens de onderzoeker het genotype of het fenotype van de duiven veranderd? Of allebei? Leg je antwoord uit.
- c** Voor haar onderzoek vangt de onderzoeker een aantal donkergekleurde duiven in de stad en een aantal lichtgekleurde duiven van het platteland. Ze wil door middel van kruisingen eerst controleren of de duiven tot dezelfde soort behoren.  
Wat moet ze daarvoor doen?
- d** De onderzoeker geeft de lichtgekleurde duiven een jaar lang voer en water met zware metalen. Na een jaar laat ze de duiven paren. Ook de jongen krijgen voer en water met zware metalen.  
Als invloeden uit het milieu de oorzaak zijn, zijn de veren van de jongen dan na een jaar licht of donker? En als genetische veranderingen de oorzaak zijn?
- e** De onderzoeker geeft de donkergekleurde duiven een jaar lang voer en water waar geen zware metalen in zitten. Na een jaar laat ze de duiven paren. Ook de jongen krijgen voer en water zonder zware metalen.  
Als invloeden uit het milieu de oorzaak zijn, zijn de veren van de jongen dan na een jaar licht- of donkergekleurd? En als genetische veranderingen de oorzaak zijn?

4

Er is een gen dat bepaalt of een duif een kuif heeft. Het allel K voor 'geen kuif' is dominant. Het allel k voor 'kuif' is recessief.

- a** Welke genotypen kunnen duiven zonder kuif hebben?
- b** In het wild komen duiven met een kuif bijna niet voor.  
Welk genotype hebben bijna alle wilde duiven voor de kuif? Leg je antwoord uit.
- c** Een duivenfokker kruist twee duiven. Het mannetje heeft een kuif en het vrouwtje is homozygoot voor 'geen kuif'. De twee nakomelingen kruist hij weer met elkaar.
  - Werk de kruising uit volgens het stappenplan voor P en  $F_1$ .
  - Maak een kruisingsschema voor de  $F_2$ .
- d** Bij duiven die net uit het ei zijn gekropen, is moeilijk te zien of het mannetjes of vrouwtjes zijn. Daarom laat de fokker DNA-testen uitvoeren.  
Waardoor is het mogelijk om met een DNA-test het geslacht van een duivenjong te bepalen?
- e** Het valt de duivenfokker op dat het vrouwtje in generatie P poten heeft die helemaal bedekt zijn met veren, en dat het mannetje kale poten heeft. De beide nakomelingen in  $F_1$  hebben poten die half met veren bedekt zijn.  
Hoe heet het fenotype voor veren op de poten van de duiven in  $F_1$ ?
- f** De fokker kruist de twee nakomelingen in  $F_1$  nog een keer met elkaar. Daaruit worden vier jongen geboren in  $F_2$ . Alle mogelijke fenotypen komen voor in  $F_2$  in de te verwachten verhouding.  
Teken een mogelijke stamboom van deze twee kruisingen voor de eigenschap pootveren. Duiven waarbij de poten volledig met veren bedekt zijn, kleur je in; duiven met kale poten laat je open. Duiven waarvan de poten half bedekt zijn, arceer je. Zet telkens het genotype met betrekking tot de pootveren erbij. Bedenk zelf een logische naam voor de allelen.

5

Evolutie kan snel gaan. Hoe sneller een genetische aanpassing kan worden doorgegeven, hoe sneller de evolutie gaat. Die snelheid hangt af van:

- de generatietijd
  - de sterkte van natuurlijke selectie
  - de populatiegrootte
- a** Wordt een aanpassing sneller of langzamer doorgegeven bij een grotere generatietijd (de tijd vanaf de geboorte totdat er nieuwe nakomelingen zijn)?
  - b** Wordt een aanpassing sneller of langzamer doorgegeven bij een sterkere natuurlijke selectie?
  - c** Wordt een aanpassing sneller of langzamer doorgegeven bij een grotere populatiegrootte?

 Ga naar de *Extra stof*.

# Leren onderzoeken

1

## JE ONDERZOEK SCHRIFTELIJK PRESENTEREN

### LEERDOEL

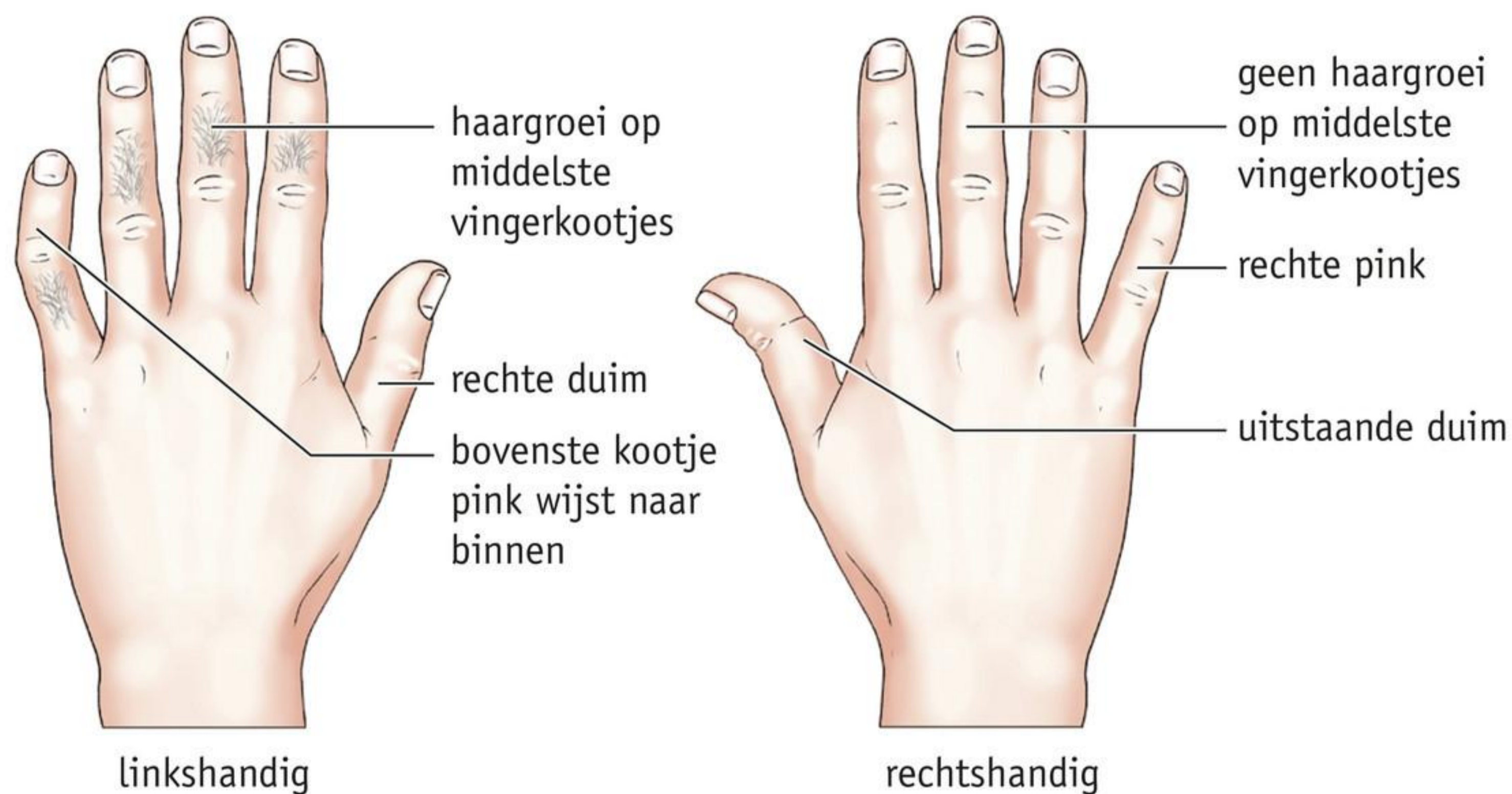
3.O.1 Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en presenteren. ▶ Basisstof 4

### ERFELIJKHEID IN JE FAMILIE

Je hebt allerlei eigenschappen die bepalen hoe je eruitziet, zoals je haarkleur, de kleur van je ogen en de vorm van je handen. Die eigenschappen zijn erfelijk en daarom zie je ze ook terug bij sommige familieleden. Je kunt ontdekken hoe eigenschappen binnen jouw familie overerven door een stamboomonderzoek uit te voeren.

Je gaat zo'n onderzoek doen. Je kiest één bepaald kenmerk van het gezicht of de handen (zie afbeelding 1). Je onderzoekt hoe dit kenmerk overerft bij zo veel mogelijk familieleden (broers, zussen, ouders, grootouders, ooms, tantes, neven, nichten). De resultaten geef je weer in een stamboom en je maakt een verslag van je onderzoek.

**Afb. 1** Erfelijke kenmerken.



### BIOLOGISCH ONDERZOEK

Je gaat bij een biologisch onderzoek altijd op dezelfde manier te werk. Een biologisch onderzoek start met een probleemstelling. In dit geval zou de probleemstelling kunnen zijn: *Hoe erven kenmerken van het gezicht of de handen over bij mensen?*

Omdat deze probleemstelling te vaag is om te kunnen onderzoeken, moet je je probleemstelling nauwkeuriger omschrijven. Je kiest één kenmerk uit waarmee je je onderzoek goed kunt uitvoeren. Dat moet dan een kenmerk zijn waarvan in je familie verschillende fenotypen voorkomen. Als namelijk al je familieleden voor een bepaalde eigenschap hetzelfde fenotype hebben, kun je geen conclusies trekken over de overerving van deze eigenschap.

Je ziet in afbeelding 1 verschillende kenmerken die geschikt zijn om de overerving ervan te onderzoeken. Je formuleert een onderzoeksvraag die precies omschrijft wat je wilt onderzoeken. Bijvoorbeeld:

*Hoe erft het kenmerk ... over in mijn familie?*

Je probeert voordat je met je onderzoek begint een antwoord te geven op je onderzoeksvraag: je formuleert een hypothese. Je hypothese is bijvoorbeeld dat het allel voor een bepaalde eigenschap dominant is of recessief. Bij de verwachting ga je je resultaten voorspellen. Je verwachting kan bijvoorbeeld zijn:

... *dat een bepaalde eigenschap bij meer dan 50% van je familie voorkomt* (bij de hypothese dat het allel voor deze eigenschap dominant is).

Daarna bedenk je een onderzoeksopzet om te onderzoeken of je hypothese klopt. Je maakt hierbij een werkplan. In je werkplan beschrijf je bijvoorbeeld welke familieleden je kiest voor je onderzoek. Je vermeldt op welke dag(en) je het onderzoek wilt uitvoeren. Ook beschrijf je hoe je de resultaten wilt weergeven. Maak hierbij in elk geval een stamboom.

Als je je onderzoek hebt uitgevoerd, maak je er een verslag van. Je verslag bestaat uit zes onderdelen:

- 1 probleemstelling
- 2 onderzoeksvraag
- 3 hypothese en verwachting
- 4 experiment
- 5 resultaten
- 6 conclusie

## OPDRACHT

1

- a** Voor welk kenmerk van het gezicht of de handen ga je je onderzoek uitvoeren?
  - b** Wat is jouw onderzoeksvraag?
  - c** Welk antwoord verwacht je te vinden bij jouw onderzoeksvraag?
  - d** Welke familieleden vraag je om mee te doen aan je onderzoek?
  - e** Wanneer ga je het onderzoek uitvoeren?
  - f** Welke spullen heb je nodig om je onderzoek uit te voeren?
  - g** Hoe ga je de resultaten weergeven? Maak je bijvoorbeeld een tabel?
- Laat de antwoorden controleren door je docent. Die beoordeelt of de opzet voor jouw onderzoek goed is. Daarna kun je het onderzoek gaan uitvoeren.
  - Als je klaar bent met het onderzoek, schrijf je een verslag. Het verslag bestaat uit de volgende onderdelen:
    - Wat wil ik onderzoeken? Beschrijf de probleemstelling en de onderzoeksvraag. Gebruik hiervoor de onderzoeksvraag die je bij vraag b hebt opgeschreven.
    - Wat is mijn hypothese? Gebruik hiervoor de verwachting die je bij vraag c hebt opgeschreven.
    - Wat ga ik doen? Beschrijf hier je experiment.
    - Wat neem ik waar? Geef je resultaten weer.
    - Trek een conclusie uit de resultaten van je onderzoek. Bij dit onderdeel geef je antwoord op de onderzoeksvraag. Maak hierbij in elk geval een stamboom.

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

# Practica

1

## MAISKORRELS

### LEERDOELEN

- 3.2.1 Je kunt omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant, recessief en intermediair fenotype betekenen. ▶ Basisstof 2 en 3
- 3.3.1 Je kunt een kruisingsschema opstellen.
- 3.3.2 Je kunt bij een gegeven kruising genotypen en fenotypen van ouders en/of nakomelingen afleiden.

 45 minuten

### WAT GA JE DOEN?

Je gaat achterhalen of het allel voor ruwe maiskorrels recessief of dominant is. Daarvoor onderzoek je deze eigenschap bij maiskolven.

### WAT HEB JE NODIG?

- een maiskolf

### WAT MOET JE DOEN?

- Van je docent krijg je een maiskolf met verschillende zaden.

Elke maiskorrel (zaad) is een nakomeling van een bevruchte maisplant. De zaden met rimpels noem je ruwe zaden. De zaden zonder rimpels noem je gladde zaden.

- Tel het aantal nakomelingen met rimpels (de ruwe zaden).
- Tel het aantal nakomelingen zonder rimpels (de gladde zaden).
- Maak een tabel met de aantallen ruwe en gladde zaden.
- Maak een staafdiagram met de gegevens uit je tabel.

### OPDRACHT

1

- a** Maak twee kruisingsschema's. Neem voor het allel van de ruwe zaden de letter R en van de gladde zaden de letter r.
- b** De hypothese is: 'Het allel voor ruwe maiskorrels is dominant over het allel voor gladde maiskorrels.'  
Klopt deze hypothese met jouw resultaten volgens jouw kruisingstabellen?
- c** Wat is de conclusie die je bij jouw resultaten kunt trekken?

# Samenvatting

## BASIS 1

## GENOTYPE EN FENOTYPE

### 3.1.1 Je kunt omschrijven wat een genotype, wat een fenotype en wat een gen is.

- Genotype: de informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme.
  - Deze informatie ligt in de chromosomen in de kern van elke lichaamscel.
  - Het genotype bestaat uit alle genen in een celkern.
- Fenotype: alle eigenschappen van een organisme.
  - Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.
- Gen: de stukjes DNA die samen de informatie bevatten voor één eigenschap.
  - Een chromosoom bestaat uit veel genen.
  - In lichaamscellen komen chromosomen in paren voor.
  - In lichaamscellen bestaat een gen uit twee allelen (varianten van een gen).
  - De allelen van een gen kunnen gelijk of ongelijk zijn.

### 3.1.2 Je kunt beschrijven hoe organismen informatie over erfelijke eigenschappen overdragen aan hun nakomelingen via chromosomen.

- Het genotype van een organisme wordt bepaald op het moment van bevruchting.
  - In geslachtscellen komen chromosomen enkelvoudig voor.
  - In geslachtscellen komen allelen enkelvoudig voor.
  - Bij de bevruchting vormen de chromosomen uit de zaadcel en de chromosomen uit de eicel weer chromosomenparen.
  - In een bevruchte eicel bestaat een gen weer uit twee allelen.

## BEGRIPPEN

### allel

Variant van een gen; elk gen bestaat uit twee allelen.

### fenotype

Alle eigenschappen van een organisme.

### gen

De stukjes DNA die samen de informatie voor een erfelijke eigenschap bevatten.

### genotype

De informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme; alle genen in een celkern samen.

## BASIS 2

## GENEN

### 3.2.1 Je kunt omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant, recessief en intermediair fenotype betekenen.

- Homozygoot: het gen voor een eigenschap bestaat uit twee gelijke allelen (AA of aa).
- Heterozygoot: het gen voor een eigenschap bestaat uit twee ongelijke allelen (Aa).
- Dominant allel: een allel dat altijd tot uiting komt in het uiterlijk.
  - Een dominant allel wordt aangegeven met een hoofdletter.
  - Organismen waarbij een dominant allel in het uiterlijk tot uiting komt, kunnen homozygoot of heterozygoot voor deze eigenschap zijn.
- Recessief allel: een allel dat alleen tot uiting komt in het uiterlijk als er geen dominant allel aanwezig is.
  - Een recessief allel wordt aangegeven met een kleine letter.
  - Organismen waarbij een recessief allel in het fenotype tot uiting komt, zijn homozygoot voor deze eigenschap.

- Wanneer geen van beide allelen van een gen dominant is, heeft het organisme een intermediair fenotype voor deze eigenschap.
  - Beide allelen van het genenpaar komen even sterk tot uiting in het fenotype.
  - Een intermediair fenotype noteer je met vier letters, bijv.:  $A_rA_r$  = rood,  $A_wA_w$  = wit,  $A_rA_w$  = roze.

**BEGRIPPEN**

**dominant allel**

Allel dat altijd tot uiting komt in het uiterlijk.

**heterozygoot**

Twee verschillende allelen voor een bepaalde eigenschap.

**homozygoot**

Twee gelijke allelen voor een bepaalde eigenschap.

**intermediair fenotype**

Fenotype waarin beide allelen even sterk tot uiting komen.

**recessief allel**

Allel dat alleen tot uiting komt als er geen dominant allel is.

BASIS 3

**KRUISINGEN**

**3.3.1 Je kunt een kruisingsschema opstellen.**

- In een kruisingsschema worden de generaties aangegeven met letters.
  - P: de ouders
  - $F_1$ : de eerste generatie nakomelingen
  - $F_2$ : de generatie nakomelingen die ontstaat door onderling voortplanten van  $F_1$ -individuen
- Het opstellen van een kruisingsschema.
  - Bedenk wat de fenotypen en genotypen van de ouders zijn.
  - Bedenk welke allelen in de geslachtscellen van de ouders kunnen voorkomen.
  - Stel vast welke genotypen en fenotypen de nakomelingen kunnen hebben.
  - Stel vast welke genotypen en fenotypen de organismen in de  $F_2$  kunnen hebben.

- Stappenplan en kruisingsschema bij een kruising van homozygoot dominant met homozygoot recessief:

P	AA	x	aa	$F_2$	<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;">A</td><td style="width: 20px; height: 20px;">a</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">A</td><td style="width: 20px; height: 20px;">AA</td><td style="width: 20px; height: 20px;">Aa</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">a</td><td style="width: 20px; height: 20px;">Aa</td><td style="width: 20px; height: 20px;">aa</td></tr> </table>		A	a	A	AA	Aa	a	Aa	aa
	A	a												
A	AA	Aa												
a	Aa	aa												
geslachtscellen	A		a											
$F_1$			Aa											
	Aa	x	Aa											
geslachtscellen	A of a		A of a											

- Verhouding van genotypen in de  $F_2$ :  $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$ .
- Verhouding van fenotypen in de  $F_2$ : fenotype waarbij het dominante allel tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve allel tot uiting komt =  $3 : 1$ .

- Stappenplan en kruisingsschema bij een intermediair fenotype:

P	$A_rA_r$	x	$A_wA_w$	$F_2$	<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"><math>A_r</math></td><td style="width: 20px; height: 20px;"><math>A_w</math></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"><math>A_r</math></td><td style="width: 20px; height: 20px;"><math>A_rA_r</math></td><td style="width: 20px; height: 20px;"><math>A_rA_w</math></td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"><math>A_w</math></td><td style="width: 20px; height: 20px;"><math>A_rA_w</math></td><td style="width: 20px; height: 20px;"><math>A_wA_w</math></td></tr> </table>		$A_r$	$A_w$	$A_r$	$A_rA_r$	$A_rA_w$	$A_w$	$A_rA_w$	$A_wA_w$
	$A_r$	$A_w$												
$A_r$	$A_rA_r$	$A_rA_w$												
$A_w$	$A_rA_w$	$A_wA_w$												
geslachtscellen	$A_r$		$A_w$											
$F_1$			$A_rA_w$											
	$A_rA_w$	x	$A_rA_w$											
geslachtscellen	$A_r$ of $A_w$		$A_r$ of $A_w$											

- Verhouding van genotypen in de  $F_2$ :  $A_rA_r : A_rA_w : A_wA_w = 1 : 2 : 1$ .
- Verhouding van fenotypen in de  $F_2$ , bijv.  $A_rA_r$  = rood,  $A_rA_w$  = roze,  $A_wA_w$  = wit: rood : roze : wit =  $1 : 2 : 1$ .

### 3.3.2 Je kunt bij een gegeven kruising genotypen en fenotypen van ouders en/of nakomelingen afleiden.

- P: Aa × aa
  - Verhouding van genotypen in de F<sub>1</sub>: Aa : aa = 1 : 1.
  - Verhouding van fenotypen in de F<sub>1</sub>: fenotype waarbij het dominante allel tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve allel tot uiting komt = 1 : 1.
- P: Aa × Aa
  - Verhouding van genotypen in de F<sub>1</sub>: AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1.
  - Verhouding van fenotypen in de F<sub>1</sub>: fenotype waarbij het dominante allel tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve allel tot uiting komt = 3 : 1.
- P: A<sub>r</sub>A<sub>w</sub> × A<sub>w</sub>A<sub>w</sub>
  - Verhouding van genotypen in de F<sub>1</sub>: A<sub>r</sub>A<sub>w</sub> : A<sub>w</sub>A<sub>w</sub> = 1 : 1.
  - Verhouding van fenotypen in de F<sub>1</sub>: fenotype waarbij beide allelen tot uiting komen : fenotype waarbij een van de allelen tot uiting komt = 1 : 1.
- P: A<sub>r</sub>A<sub>w</sub> × A<sub>r</sub>A<sub>r</sub>
  - Verhouding van genotypen in de F<sub>1</sub>: A<sub>r</sub>A<sub>r</sub> : A<sub>r</sub>A<sub>w</sub> : A<sub>w</sub>A<sub>w</sub> = 1 : 2 : 1.
  - Verhouding van fenotypen in de F<sub>1</sub>: fenotype waarbij beide allelen tot uiting komen : fenotype waarbij een van de allelen tot uiting komt = 1 : 1.

#### BEGRIPPEN

##### generatie

De nakomelingen van hetzelfde ouderpaar.

##### kruisen

Twee organismen die met elkaar nakomelingen krijgen.

##### kruisingsschema

Tabel met alle mogelijke combinaties van allelen bij een kruising.

#### BASIS 4

#### STAMBOMEN

##### 3.4.1 Je kunt uit een gegeven stamboom afleiden welke genotypen de ouders en/of nakomelingen hebben, welk allel dominant is en welk allel recessief.

- In een stamboom geef je een vrouw weer met een rondje en een man met een vierkantje.
- Als twee ouders met gelijk fenotype een nakomeling krijgen met een afwijkend fenotype, zijn beide ouders heterozygoot voor deze eigenschap (Aa).
  - De nakomeling is dan homozygoot recessief voor deze eigenschap (aa).

#### BEGRIJ

##### stamboom

Schematisch overzicht van een erfelijke eigenschap binnen een familie.

#### BASIS 5

#### VARIATIE IN GENOTYPEN

##### 3.5.1 Je kunt beschrijven hoe door geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen ontstaat.

- Bij geslachtelijke voortplanting versmelten twee geslachtscellen.
  - Door reductiedeling (meiose) ontstaan geslachtscellen met veel verschillende genotypen.
  - Welke geslachtscellen bij bevruchting versmelten, is afhankelijk van het toeval. Hierdoor ontstaan telkens nieuwe genotypen.
  - Bij geslachtelijke voortplanting verschilt het genotype van de nakomeling(en) van dat van de ouder(s).

- Bij ongeslachtelijke voortplanting groeit een deel van een individu uit tot een nieuw individu.
  - Deze groei vindt plaats door gewone celdeling (mitose). Hierbij hebben de dochtercellen hetzelfde genotype als de moedercel.
  - Bij ongeslachtelijke voortplanting is het genotype van de nakomeling(en) gelijk aan dat van de ouder(s).

### 3.5.2 Je kunt omschrijven wat een mutatie is en je kunt omschrijven hoe kanker ontstaat.

- Mutatie: een plotselinge verandering van het DNA.
  - Mutant: een individu waarbij een gemuteerd allel tot uiting komt in het fenotype.
- Als een mutatie in een lichaamscel optreedt, heeft dit meestal geen gevolgen. Het genotype van de andere lichaamscellen blijft ongewijzigd.
- Als een mutatie in een geslachtscel optreedt, kan dit wel een grote uitwerking hebben.
  - Deze geslachtscel moet dan betrokken zijn bij de bevruchting. Elke lichaamscel van de nakomeling bevat dan het gemuteerde allel.
- Mutagene invloeden verhogen het aantal mutaties:
  - straling (bijv. radioactieve straling, röntgenstraling of ultraviolette straling in zonlicht)
  - bepaalde chemische stoffen (bijv. stoffen in sigarettenrook, asbest)
- Ontstaan van kanker: ergens in het lichaam gaat een cel zich ongeremd delen.
- Uitzaaïing: cellen van het eerste gezwel komen elders in het lichaam terecht en kunnen op andere plaatsen in het lichaam nieuwe gezwellen vormen.

## BEGRIPPEN

### mutagene invloeden

Invloed uit de omgeving die de kans op een mutatie vergroot.

### mutant

Individueel met een gemuteerd allel in het fenotype.

### mutatie

Plotselinge verandering van het DNA.

### variatie in genotypen

Verschillen in de erfelijke informatie van organismen binnen een soort.

## BASIS 6

## EVOLUTIE

### 3.6.1 Je kunt omschrijven wanneer organismen tot één soort behoren.

- Organismen behoren tot één soort als ze samen vruchtbare nakomelingen kunnen voortbrengen.
- Individuen van één soort kunnen tot verschillende rassen behoren.
  - De rassen kunnen sterk in uiterlijk verschillen.
  - Organismen die tot verschillende rassen van dezelfde soort behoren, kunnen zich samen voortplanten.

### 3.6.2 Je kunt beschrijven wat de evolutietheorie inhoudt en hoe geslachtelijke voortplanting, mutatie en natuurlijke selectie bijdragen aan het ontstaan van nieuwe rassen en soorten.

- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
- De evolutietheorie is een verklaring voor het ontstaan, veranderen en/of verdwijnen van soorten.
- In een populatie komen voortdurend andere genotypen (en fenotypen) voor.
  - Door mutaties en geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen (en fenotypen).

- Natuurlijke selectie: individuen met bepaalde gunstige erfelijke eigenschappen zijn goed aangepast aan hun milieu. Daardoor krijgen ze meer nakomelingen dan individuen zonder deze erfelijke eigenschappen.
  - Individuen met een betere aanpassing aan het milieu hebben een grotere overlevingskans. Bijv.: dieren met een goede schutkleur worden minder snel opgemerkt door roofdieren dan dieren met een opvallende kleur.
  - Van individuen met een gunstig genotype zullen veel nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten.
- Een soort evolueert (verandert) als door natuurlijke selectie een groep blijft voortbestaan en de oorspronkelijke vorm uitsterft.
  - Bijv.: als het milieu verandert, kan een andere vachtkleur de beste schutkleur blijken te zijn.
- Een nieuwe soort kan ontstaan als individuen die oorspronkelijk tot dezelfde populatie behoorden, zich niet meer met elkaar voortplanten.
  - Bijv.: een deel van een populatie kan langdurig geïsoleerd (gescheiden) raken van de rest van de populatie. Dit deel vormt een nieuwe populatie.
  - Beide populaties ontwikkelen zich langdurig gescheiden in verschillende milieus.
  - Na verloop van lange tijd zijn er zoveel verschillen ontstaan, dat individuen van de twee populaties zich niet meer met elkaar kunnen voortplanten. Er zijn twee soorten ontstaan.

## BEGRIPPEN

### evolutietheorie

Verklaring voor het ontstaan, veranderen en verdwijnen van levensvormen op aarde.

### milieu

Alle omstandigheden die invloed kunnen hebben op een organisme.

### natuurlijke selectie

Individuen met gunstige erfelijke eigenschappen krijgen meer nakomelingen.

### ras

Groep organismen binnen een soort die verschilt van de rest van de soort.

### soort

Organismen die samen vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen.

## BASIS 7

### VERWANTSCHAP

#### 3.7.1 Je kunt toelichten wat fossielen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie.

- Fossielen: versteende overblijfselen van organismen of afdrukken van organismen in gesteenten.
  - Uit gevonden fossielen blijkt dat in de loop van de evolutie soorten zijn ontstaan, veranderd en/of verdwenen.

#### 3.7.2 Je kunt toelichten dat overeenkomsten in de bouw van organen, de bouw van cellen en de samenstelling van stoffen in cellen duiden op verwantschap.

- Overeenkomst in de bouw van organen.
  - Organen met een verschillende functie kunnen veel overeenkomst in bouw vertonen. Bijv.: de vleugel van een vogel, de voorvin van een walrus, de voorpoot van een mol en de arm van een mens.
  - Deze organen zijn waarschijnlijk uit dezelfde grondvorm ontstaan. De organismen hebben een gemeenschappelijke voorouder gehad. De verschillen zijn ontstaan door aanpassing aan het milieu.
- Overeenkomst in de functie van organen.
  - Organen met eenzelfde functie kunnen weinig overeenkomst in bouw vertonen. Bijv.: de vleugel van een vogel en de vleugel van een vlinder.
  - Deze organen zijn waarschijnlijk niet uit dezelfde grondvorm ontstaan. De organismen zijn dus niet nauw verwant aan elkaar.

- Rudimentaire organen: organen die geen functie meer hebben en nauwelijks tot ontwikkeling komen.
  - Bijv.: het bekken bij een walvis, de pootresten bij reuzenslangen, de staartwervels bij de mens. Bij verwante soorten komen deze organen wel volledig tot ontwikkeling.
  - Door rudimentaire organen wordt het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.
- Overeenkomst in de bouw van cellen en de samenstelling van stoffen in de cellen.
  - Elk organisme bestaat uit een of meer cellen. De cellen vertonen overeenkomsten in bouw.
  - Cellen van verschillende organismen vertonen overeenkomsten in processen. Bijv.: celdeling en verbranding verlopen bij vrijwel alle organismen op dezelfde manier.
  - Cellen van verschillende organismen tonen overeenkomsten in de samenstelling van stoffen. Bijv.: DNA en eiwitten.

**BEGRIPPEN****evolutionaire stamboom**

Schematisch overzicht van de verwantschap tussen soorten.

**verwant(schap)**

Soorten met een gemeenschappelijke voorouder.

**BASIS 8****DNA-TECHNIEKEN****3.8.1 Je kunt enkele DNA-technieken in de biotechnologie beschrijven. (SE)**

- Biotechnologie is een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens.
  - De veranderde organismen kunnen bijv. geneesmiddelen of hormonen produceren.
- Genetische modificatie: de mens verandert de erfelijke eigenschappen van andere soorten organismen.
  - Een genetisch gemodificeerd organisme noem je transgeen.
- Met recombinant-DNA-technieken wordt DNA van de ene soort overgebracht naar het DNA van een andere soort.
  - Bijv. crispr-cas: een techniek om nauwkeurig in het DNA te 'knippen en plakken'.
- Gene editing (gen-aanpassing): genen repareren, verwijderen of toevoegen in het DNA van een organisme.
  - Gentherapie is het gebruik van gene editing om kapotte genen te repareren.
- Andere DNA-technieken:
  - Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA. Met een DNA-test maak je een beeld van het DNA.
  - Als op de plaats van een misdrijf DNA wordt aangetroffen, wordt dit DNA vergeleken met het DNA van verdachte personen.
  - Met een DNA-test kun je verwantschapsonderzoek doen. Daaruit blijkt of mensen familie zijn van elkaar.

**BEGRIPPEN****biotechnologie**

Alle technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten voor mensen te maken.

**genetische modificatie**

Aanpassen van erfelijke eigenschappen van organismen door de mens.

## EXTRA 9

**KLEUR BIJ KATTEN (VERDIEPING)****3.9.1 Je kunt beschrijven dat katten informatie over de vachtkleur doorgeven via de geslachtschromosomen.**

- Een kat kent drie basiskleuren: zwart, rood of zwartrood.
- Het gen voor de kleur ligt op het X-chromosoom.
- Er zijn vijf verschillende genotypen en fenotypen mogelijk.
  - Genotype  $X^bX^b$  heeft als fenotype een zwarte poes.
  - Genotype  $X^BX^B$  heeft als fenotype een rode poes.
  - Genotype  $X^BX^b$  heeft als fenotype een zwartrode poes (schildpadpoes).
  - Genotype  $X^bY$  heeft als fenotype een zwarte kater.
  - Genotype  $X^BY$  heeft als fenotype een rode kater.
- Een zwartrode kater bestaat niet.
- De andere vachtkleuren van een kat worden bepaald door andere genen.

## EXTRA 10

**KLONEN (VERBREDING)****3.10.1 Je kunt methoden beschrijven om organismen te klonen en uitleggen wat de functie van klonen is.**

- Bij stekken neem je een deel van een plant en dit deel laat je uitgroeien tot een nieuwe plant. Deze nieuwe plant is een kloon van de ouderplant.
- Een kloon is genetisch identiek aan de ouderplant.
- Dieren kun je ook klonen, bijv. door embryosplitsing en celkerntransplantatie.
  - Embryosplitsing: een klompje cellen, ontstaan uit een bevruchte eicel, wordt uit elkaar gehaald en teruggeplaatst. Elk gesplitst klompje cellen wordt een nakomeling.
  - Celkerntransplantatie: een celkern wordt in een lege eicel geplaatst.
- Klonen van cellen kunnen worden gebruikt als geneesmiddel.

## ONDERZOEK

**LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA****3.0.1 Je kunt een biologisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en presenteren.**

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

# Examenopgaven

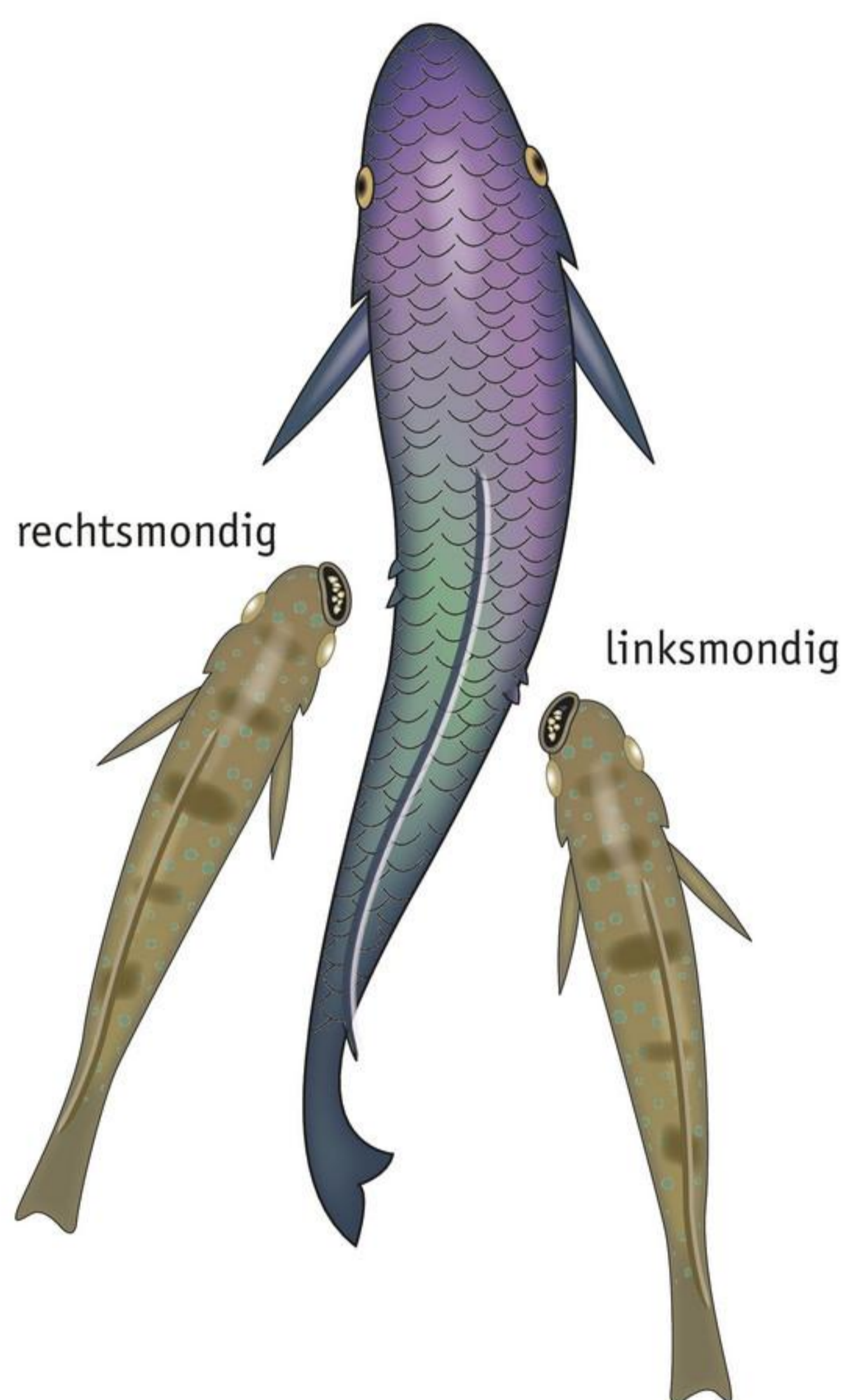
## SCHUBBENETERS

Bron: examen vmbo-gt 2019-1, vraag 40 tot en met 43.

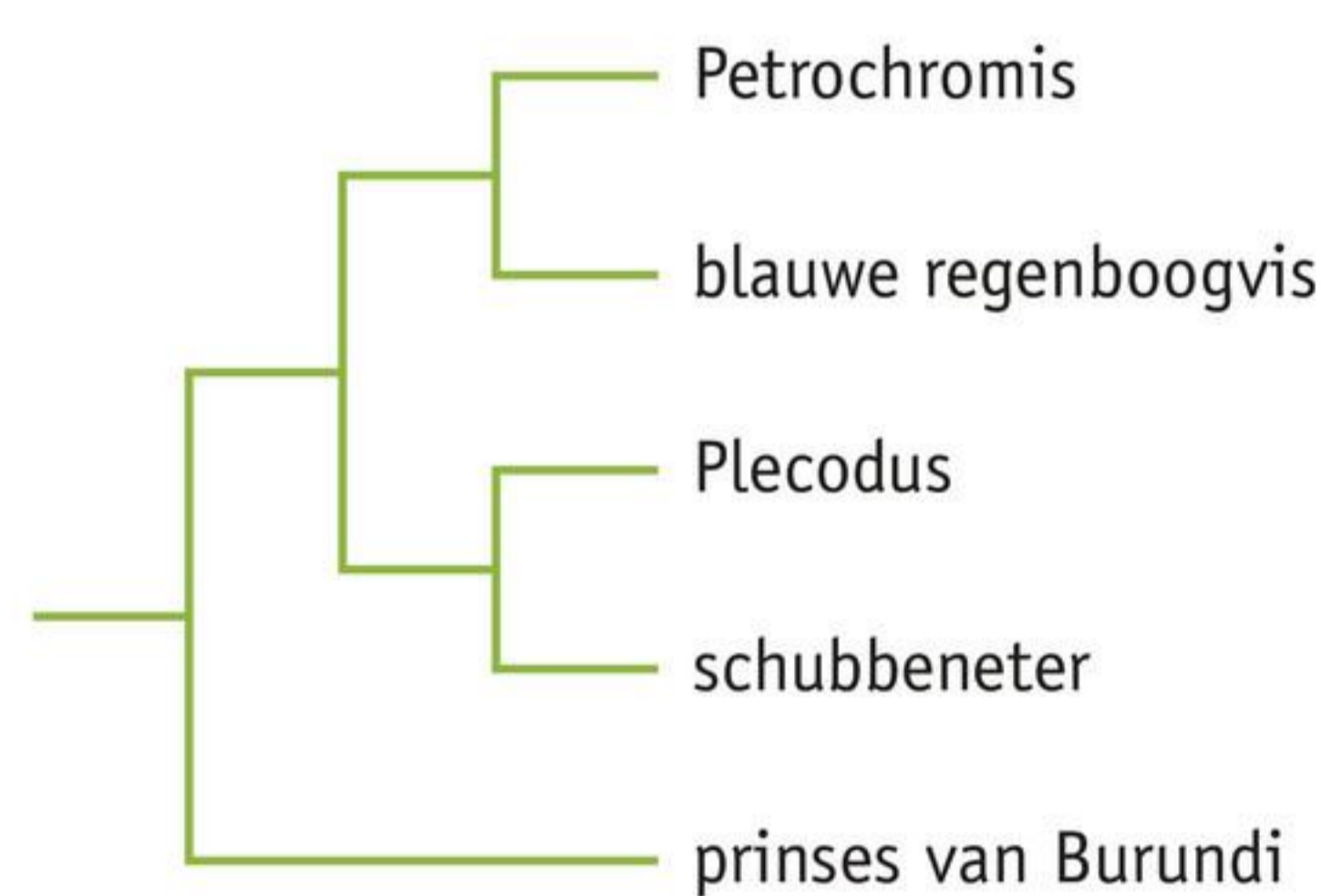
Schubbeneters leven in een meer in Afrika. Het zijn vissen die zich voeden met schubben van andere vissen.

Schubbeneters worden geboren met een scheve bek. De scheve bek zit links of rechts aan de voorkant van de vis (zie afbeelding 1). Jonge schubbeneters ontdekken dat ze met hun scheve bek het makkelijkst schubben van één zijkant van een vis kunnen afhappen. Een wetenschapper vermoedt dat het meer waarin de schubbeneters leven, al twintig miljoen jaar bestaat. Ze gaat ervan uit dat veel vissen in het meer een gemeenschappelijke voorouder hebben en maakt een stamboom (zie afbeelding 2).

Afb. 1



Afb. 2



- 1p **1** Hoe heet de theorie die verklaart hoe in de loop van de tijd door mutatie en selectie nieuwe soorten ontstaan uit een gemeenschappelijke voorouder?
- 1p **2** Welke groep vissen is volgens de stamboom het langst geleden als aparte groep ontstaan?
- A Petrochromis
  - B blauwe regenboogvis
  - C Plecodus
  - D schubbeneter
  - E prinses van Burundi

- 1p **3** Aan welke groep vissen is een schubbeneter het meest verwant volgens de stamboom?  
 A Aan de Petrochromis.  
 B Aan de blauwe regenboogvis.  
 C Aan de Plecodus.  
 D Aan de prinses van Burundi.
- 1p **4** Uit kruisingsproeven blijkt dat de eigenschappen linksmondig en rechtsmondig erfelijk zijn.  
 In tabel 1 staan de resultaten van enkele kruisingen met schubbeneters.  
 Het allel voor rechtsmondig is recessief. Uit welke kruising kun je dat met zekerheid afleiden?  
 A Kruising 1.  
 B Kruising 2.  
 C Kruising 3.

Tabel 1

Kruising	Ouders	Nakomelingen	
		Linksmondig	Rechtsmondig
1	linksmondig × linksmondig	769	225
2	linksmondig × rechtsmondig	506	536
3	rechtsmondig × rechtsmondig	0	479

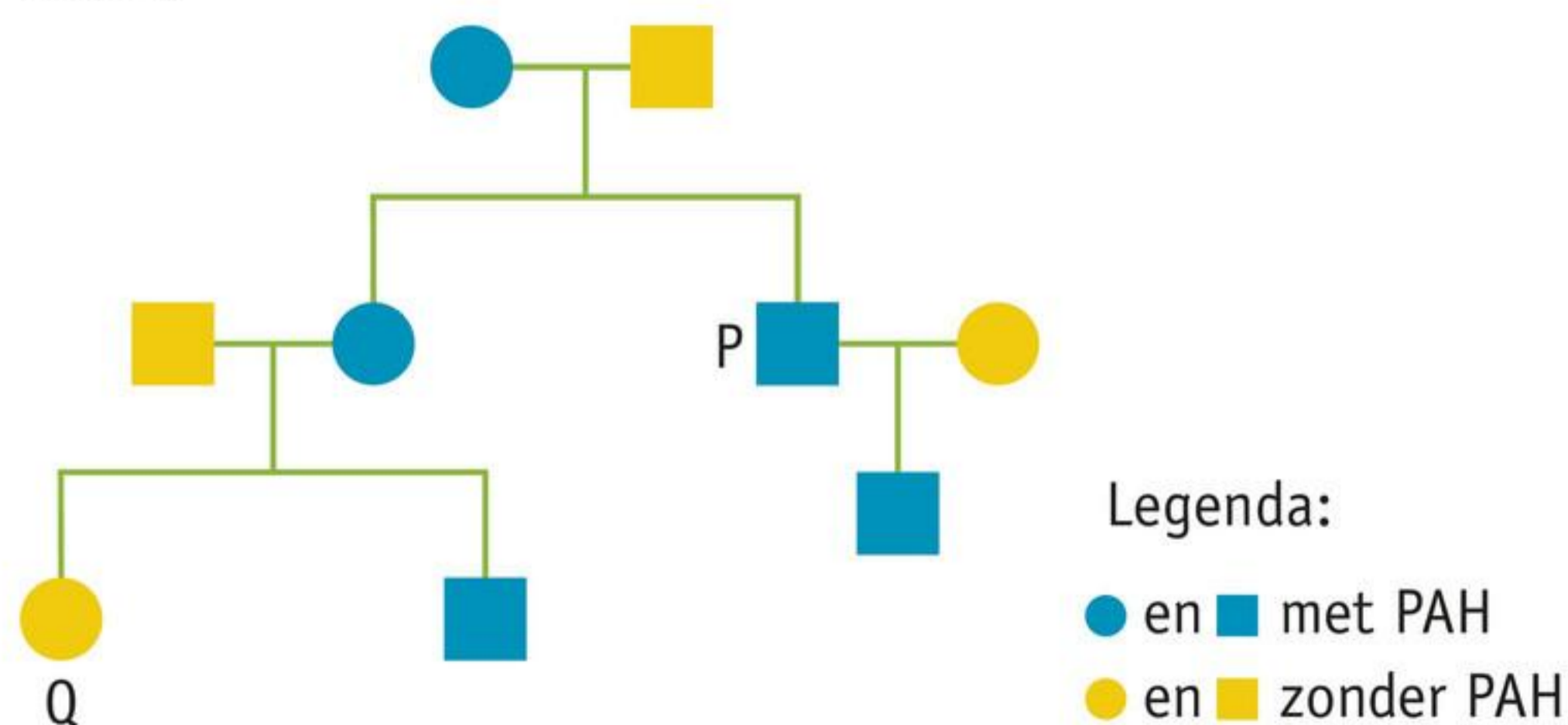
## PAH

Naar: examen vmbo-gt 2019-1, vraag 5.

PAH is een aandoening waarbij de bloedvaten in de longen vernauwd zijn. Hierdoor moet het hart krachtiger samentrekken dan normaal om het bloed de longslagaders in te pompen. Bij PAH is daardoor de bloeddruk in de longslagaders heel hoog.

- 2p **5** PAH kan verschillende oorzaken hebben. Eén daarvan is een erfelijke afwijking, veroorzaakt door een dominant allel (A).  
 In afbeelding 3 zie je een stamboom van een familie waarin de erfelijke vorm van PAH voorkomt.  
 Wat is het genotype van persoon P? En wat is het genotype van persoon Q?

Afb. 3



## SIKKELCELANEMIE

Naar: examen vmbo-gt 2019-1, vraag 15.

Bij iemand met sikkelcelanemie bevatten de rode bloedcellen een afwijkende vorm van hemoglobine. Daardoor kunnen deze cellen niet goed functioneren. Sikkelcelanemie wordt veroorzaakt door een recessief allel (a).

- 1p **6** Hoe heet iemand met één allel voor sikkelcelanemie?
- 1p **7** Twee personen zijn beiden heterozygoot voor het gen dat sikkelcelanemie veroorzaakt. Ze verwachten samen een kind.  
Hoe groot is de kans dat dit kind sikkelcelanemie krijgt?
- A 0%.  
B 25%.  
C 50%.  
D 75%.  
E 100%.

## TUINSLAKKEN

Bron: examen vmbo-gt 2018-1, vraag 36 en 37.

In afbeelding 4 zie je een tuinslak. Het huisje van deze tuinslak kan geel of bruin zijn. De kleur is een erfelijke eigenschap. Het allel voor de bruine kleur is dominant (A).

Afb. 4



- 2p **8** Een tuinslak die heterozygoot is voor de kleur van het huisje, paart met een homozygote tuinslak. Ze krijgen nakomelingen met een bruin huisje en nakomelingen met een geel huisje.  
Wat is het genotype van de homozygote ouder? En wat is het fenotype?
- 1p **9** In een tuin is de bodem bedekt met bruin strooisel. Het strooisel bestaat uit dode resten van organismen. In deze tuin leeft een populatie slakken. Er zijn slakken met gele huisjes en slakken met bruine huisjes. De slakken eten van de dode resten op de bodem van de tuin. Zelf worden de slakken gegeten door vogels.  
In de loop van enkele jaren neemt het deel van de populatie dat bestaat uit slakken met gele huisjes af. Het deel met bruine huisjes neemt juist toe. Dit is het gevolg van natuurlijke selectie.  
Leg uit hoe door natuurlijke selectie het aantal slakken met bruine huisjes in deze populatie toeneemt.

 Ga naar de *extra Examenopgaven* en de *Examentraining*.


# 4

## Ordening

In Nederland leven meer dan 45 000 soorten schimmels, planten, dieren en andere organismen. Er is ordening nodig om al die soorten uit elkaar te houden. Biologen ordenen organismen in groepen door te kijken naar gemeenschappelijke kenmerken.

### INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennis 244

Voorkennistoets 

Filmpjes voorkennis 

### BASISSTOF

1 Ontwikkeling van het leven op aarde 246

2 Organismen ordenen 252

3 Bacteriën en schimmels 260

4 Planten en dieren 270

5 Geleedpotigen en gewervelden 280

6 Organismen determineren 288

Samenhang 294

*Plantaardig, maar niet diervriendelijk*

**EXTRA STOF** 

7 Bedektzadigen en naaktzadigen

8 Bijzondere dieren

### ONDERZOEK

Practica 297

### AFSLUITING

Samenvatting 306

Flitskaarten 

Diagnostische toets 

**EXAMENOPGAVEN** 312



HORTENSIA  
BLAUW  
PER TAK: 2,50

PIELEN ROZEN  
10 Voor: 9,50

ORANJE LELIE  
6,50

10 RED NAOMI  
7,50



# Wat weet je al over ordening?

## LEERDOELEN

- 1 Je kunt de kenmerken noemen van dieren, planten, schimmels en bacteriën.
- 2 Je kunt bij dieren verschillende vormen van symmetrie beschrijven en hiervan voorbeelden geven.
- 3 Je kunt kenmerken en voorbeelden noemen van sporenplanten en zaadplanten.
- 4 Je kunt de functie van wortels, stengels en bladeren beschrijven.
- 5 Je kunt beschrijven op welke manier verschillende groepen gewervelde dieren ademen.

**In de onderbouw heb je al geleerd over onderwerpen die te maken hebben met ordening. Je hebt deze kennis nodig voor dit thema. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.**

## OPDRACHTEN VOORKENNIS

1

- a** Bij welke organismen hebben de cellen een celkern en een celwand, maar geen bladgroenkorrels?
- A bij bacteriën
  - B bij schimmels
  - C bij planten
  - D bij dieren
- b** Welke organismen bestaan uit cellen zonder celkern?
- A bacteriën
  - B schimmels
  - C planten
  - D dieren
- c** Bij welk organisme kunnen de cellen bladgroenkorrels bevatten?
- A bij een berkenboom
  - B bij een groene specht
  - C bij een paddenstoel
  - D bij een yoghurtbacterie
- d** Welke kenmerken hebben alle cellen?
- A bladgroenkorrels
  - B celkern
  - C celmembraan
  - D cytoplasma
  - E celwand
- e** Welke celkenmerken kunnen biologen gebruiken om organismen in te delen?
- A bladgroenkorrels
  - B celkern
  - C celmembraan
  - D cytoplasma
  - E celwand

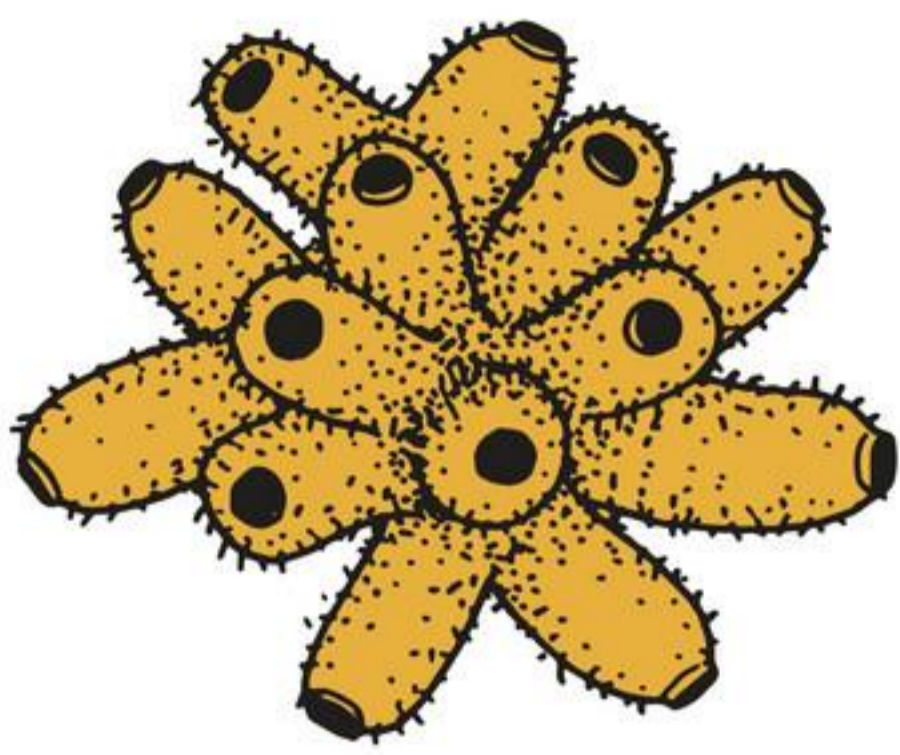
2

- a** In afbeelding 1 zie je een spons, een zee-egel en een krokodil. Op hoeveel manieren kun je het dier verdelen in twee gelijke helften?
- 1 spons      *o / 1 / 2 / veel*
  - 2 zee-egel    *o / 1 / 2 / veel*
  - 3 krokodil    *o / 1 / 2 / veel*

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

- |                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| 1 niet symmetrisch       | <i>spons / zee-egel / krokodil</i> |
| 2 tweezijdig symmetrisch | <i>spons / zee-egel / krokodil</i> |
| 3 veelzijdig symmetrisch | <i>spons / zee-egel / krokodil</i> |

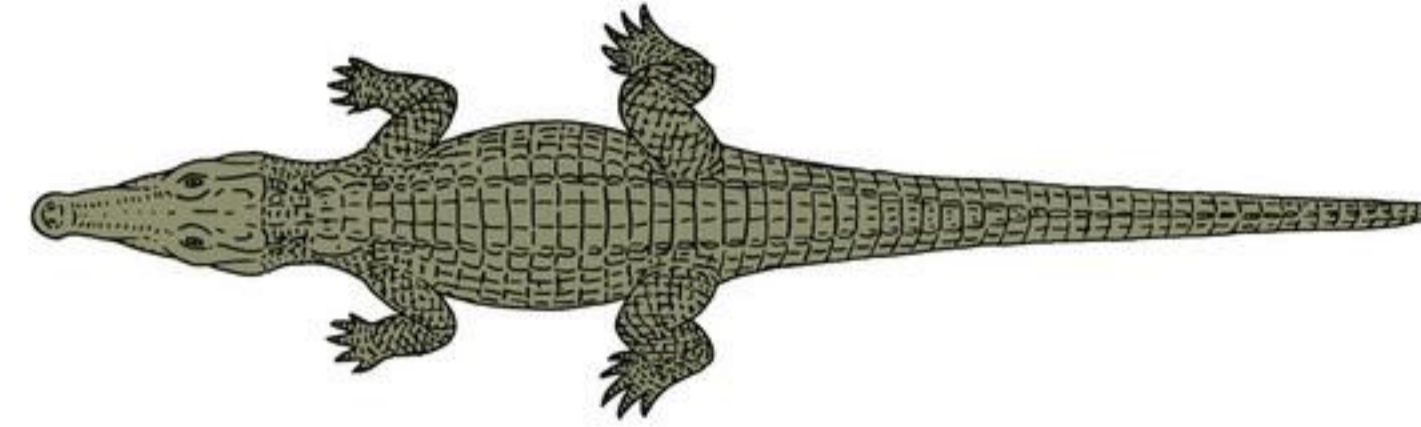
**Afb. 1**



1 spons



2 zee-egel



3 krokodil

**3**

Planten kun je indelen in sporenplanten en zaadplanten.

- 1 Een paardenbloem maakt *sporen / zaden*.
- 2 Zaden ontstaan in *bloemen / sporendoosjes*.
- 3 Mossen maken *sporen / zaden*.
- 4 Een sporenplant heeft géén *bladeren / bloemen / stengels*.
- 5 Mossen kun je herkennen aan *bloemen / sporendoosjes / sporenhoopjes / zaden*.
- 6 Varens kun je herkennen aan *bloemen / sporendoosjes / sporenhoopjes / zaden*.

**4**

**a** Welk orgaan van een plant past het best bij de functie?

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 1 Stevigheid geven aan de plant.                 | <i>bladeren / stengels / wortels</i> |
| 2 Voedsel maken door fotosynthese.               | <i>bladeren / stengels / wortels</i> |
| 3 De plant stevig vastzetten in de grond.        | <i>bladeren / stengels / wortels</i> |
| 4 Water en voedingsstoffen opnemen uit de bodem. | <i>bladeren / stengels / wortels</i> |
| 5 Transport van water en stoffen.                | <i>bladeren / stengels / wortels</i> |
| 6 Reservestoffen opslaan.                        | <i>bladeren / stengels / wortels</i> |

**b** Veel planten hebben vaten voor het transport van stoffen.

In welk deel of in welke delen van een plant liggen vaten?

*bladeren / stengels / wortels*

**5**

In afbeelding 2 zie je vijf gewervelde dieren die in Nederland voorkomen.

Welke ademhalingsorganen gebruiken deze dieren?

- |             |                                |
|-------------|--------------------------------|
| 1 ekster    | <i>huid / longen / kieuwen</i> |
| 2 voorn     | <i>huid / longen / kieuwen</i> |
| 3 pad       | <i>huid / longen / kieuwen</i> |
| 4 ringslang | <i>huid / longen / kieuwen</i> |
| 5 spitsmuis | <i>huid / longen / kieuwen</i> |

**Afb. 2**



1 ekster



2 voorn



3 pad



4 ringslang



5 spitsmuis

# 1 Ontwikkeling van het leven op aarde

## LEERDOEL

4.1.1 Je kunt een tijdbalk van het leven op aarde en een stamboom van organismen aflezen.

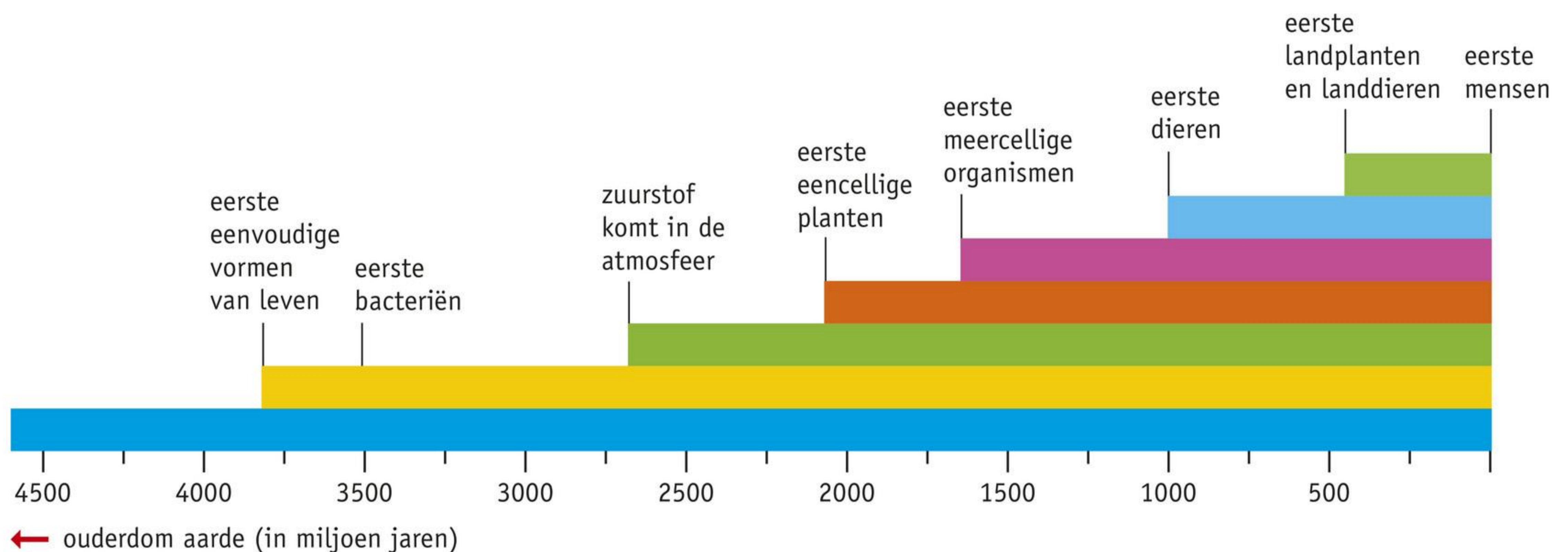
TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	4.1.1
Onthouden	1, 2ab
Begrijpen	2c, 3, 4
Toepassen	6, 7ab, 8ab
Analyseren	5, 7cd, 8c

**Sinds het ontstaan van de aarde zijn er allerlei soorten organismen ontstaan. Eerst ontstonden eencellige organismen. Hieruit hebben zich langzaam alle soorten ontwikkeld die wij nu kennen.**

## DE EERSTE LEVENSVORMEN

De aarde bestaat ongeveer 4600 miljoen jaar (4,6 miljard jaar). Kort na het ontstaan van de aarde was de temperatuur op aarde heel hoog. Hierdoor was er geen leven mogelijk. Ongeveer 3800 miljoen jaar geleden was de aarde voldoende afgekoeld en ontstonden de eerste levensvormen. Deze waren eencellig en hadden geen celkern. Ze leefden in water. Uit deze organismen ontwikkelden zich de eerste bacteriën. Daarna ontstonden eencellige organismen die aan fotosynthese deden. Deze organismen produceerden dus zuurstof. Daardoor kwam er langzaam steeds meer zuurstof in het water en in de lucht. Later ontstonden de eerste meercellige organismen (zie afbeelding 1).

**Afb. 1** Tijdbalk van de geschiedenis van de aarde.

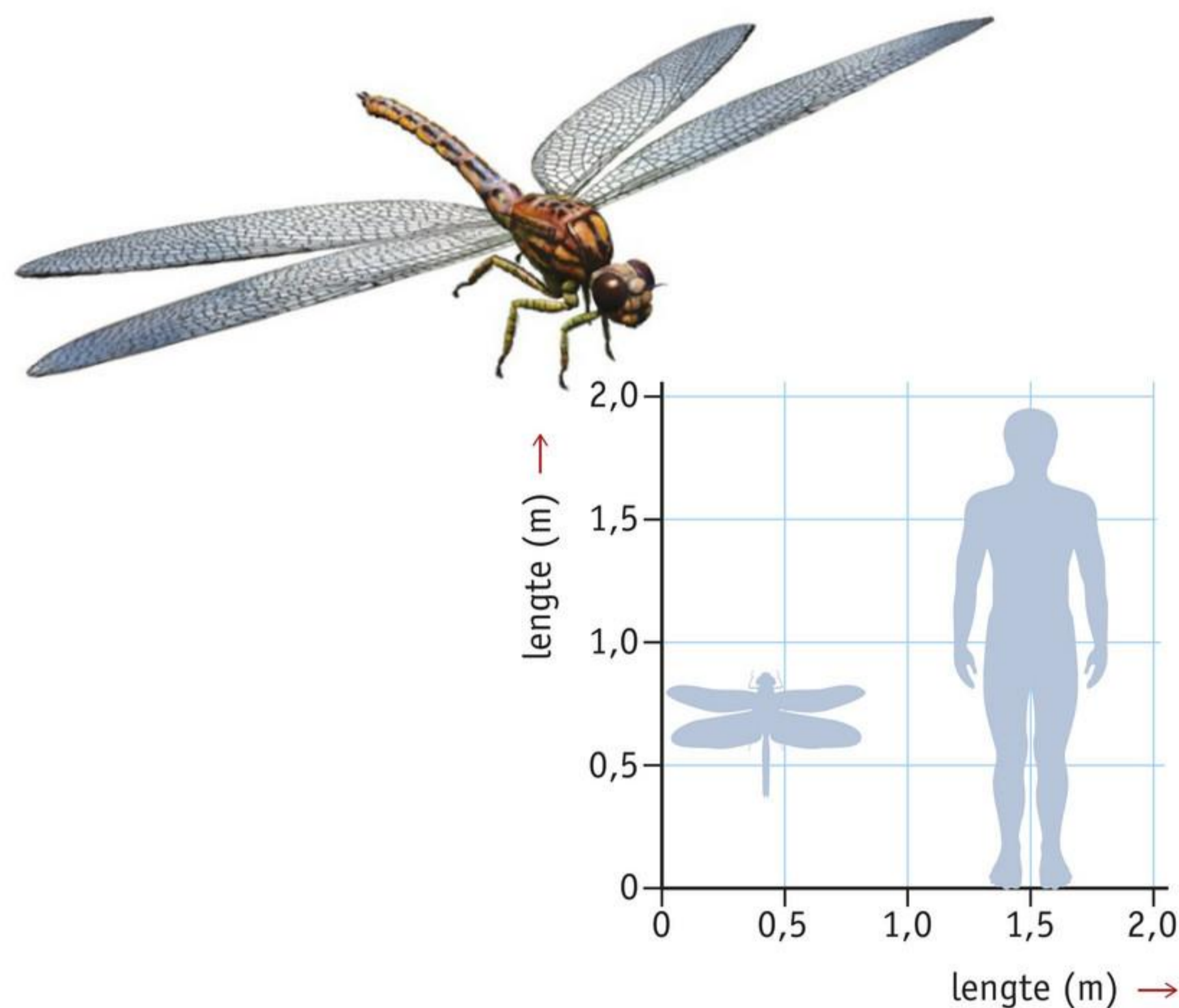


## VAN WATER NAAR LAND

Ongeveer 1000 miljoen jaar geleden zijn de eerste waterdieren ontstaan. Ze leken op de sponsdieren en kwallen die wij nu kennen. Ongeveer 500 miljoen jaar geleden ontstonden in korte tijd heel veel nieuwe soorten. Met oogachtige organen konden deze soorten voedsel zoeken. Dit kon plantaardig voedsel zijn, maar ook dierlijk. Voor het eerst gingen dieren jagen op andere dieren. Gepantserde krabben aten bijvoorbeeld kwallen. Ook de eerste dieren met een wervelkolom ontstonden in deze periode. Dit waren de voorouders van de eerste vissen.

Zo'n 450 miljoen jaar geleden kwamen de eerste planten aan land, gevolgd door de insecten en de gewervelde dieren. Er ontstonden kikkers, salamanders, hagedissen en reuzeninsecten, zoals een reuzenlibel met een vleugelwijdte van 70 centimeter (zie afbeelding 2). Vanaf 240 miljoen jaar geleden bevolkten de dinosauriërs de aarde. Deze dieren leefden in zee, op het land en in de lucht en waren soms wel 25 meter lang.

**Afb. 2** De reuzenlibel.



65 miljoen jaar geleden is 75% van alle toen bestaande soorten plots uitgestorven door de inslag van een enorme meteoriet. Deze meteoriet heeft een klimaatverandering veroorzaakt die zorgde voor een sterke daling van de temperatuur op aarde. Ook de dinosauriërs hebben dit niet overleefd.

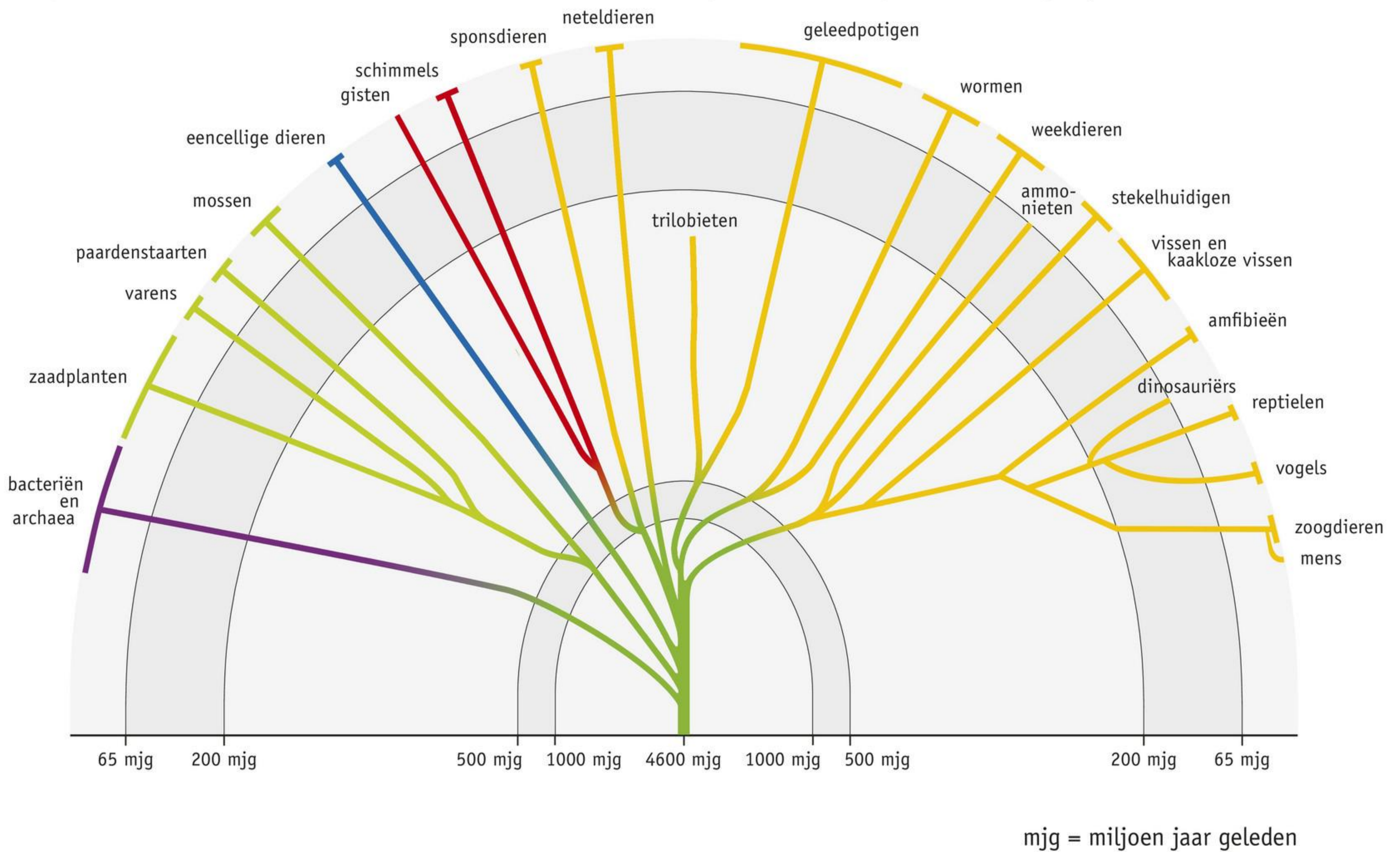
Nadat de dinosauriërs waren uitgestorven, kregen vogels en zoogdieren de ruimte om zich te ontwikkelen. Ze namen enorm toe in aantal en in grootte. Pas 3 miljoen jaar geleden ontstonden in Afrika de eerste mensachtigen. Alle mensen die nu leven, hebben een gemeenschappelijke voorouder die 150 000 jaar geleden in Afrika leefde.

### STAMBOOM VAN HET LEVEN

Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan en ook weer uitgestorven. Soorten die een gemeenschappelijke voorouder hebben, zijn verwant. Hoe korter geleden twee soorten organismen zijn ontstaan uit een gemeenschappelijke voorouder, hoe meer verwantschap ze hebben.

In afbeelding 3 is de vermoedelijke afstamming van organismen weergegeven in een evolutionaire stamboom (stamboom van verwantschap). Uit deze afbeelding kun je aflezen wanneer soorten zijn ontstaan en welke groepen organismen verwant zijn.

**Afb. 3** De stamboom van het leven (de breedte van de eindstreep staat voor de grootte van de groep).



**KENNIS**

1

Bekijk de tijdbalk van de geschiedenis van het leven op aarde in afbeelding 1. Zet de organismen in de volgorde waarin ze zijn ontstaan. Gebruik daarbij: *bacteriën – dieren – mensen – planten*. Begin met de vroegste levensvorm.

1 ..... 2 ..... 3 ..... 4 .....

2

- a Hoelang bestaat de aarde ongeveer? ..... miljoen jaar
- b Welke organismen zijn in de loop van de evolutie het eerst ontstaan?  
*eencelligen / meercelligen*
- c Het leven is ongeveer 3800 miljoen jaar geleden ontstaan in water. Hoelang duurde het daarna tot de eerste organismen op land gingen leven?  
..... miljoen jaar

3

Bekijk de stamboom van het leven in afbeelding 3.

a Welke twee groepen dieren zijn 65 miljoen jaar geleden uitgestorven?

1 ..... 2 .....

b Varens, paardenstaarten en bladmosses zijn sporenplanten. In welke volgorde zijn deze sporenplanten ontstaan? Begin met de oudste groep.

1 ..... 2 ..... 3 .....

c Welke groep organismen is het meest verwant aan de mens?

- A amfibieën
- B reptielen
- C vissen



## INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5

- a** Ongeveer 3500 m.j. zijn de eerste planten ontstaan. Pas veel later ontstonden er dieren. Waarom moesten er eerst planten ontstaan voordat er dieren konden ontstaan?
- b** De eerste dieren konden zich niet snel bewegen. Ze hadden ook geen stevige, beschermende delen.  
Leg uit waarom ze deze kenmerken niet nodig hadden.

6

Lees de tekst 'Dinosauriërs'.

- a** Met welke groep organismen zijn dieren het meest verwant: met de planten of met de schimmels? Leg je antwoord uit.
- b** Met welke groepen dieren zijn gewervelden het meest verwant? Leg je antwoord uit.
- c** Welke twee groepen dieren zijn ontstaan uit de reptielen?
- d** Welke diergroep is eerder ontstaan: de vogels of de zoogdieren? Leg je antwoord uit.

**Afb. 4**

### Dinosauriërs

80 miljoen jaar lang hebben de dinosauriërs over de aarde geheerst. De hoge temperatuur op aarde was ideaal voor de dinosauriërs en er was voldoende voedsel beschikbaar.

Een meteorietinslag maakte hier een einde aan. Hoe precies, dat proberen wetenschappers nog steeds te ontdekken. Eén mogelijkheid is dat deze inslag heeft gezorgd voor een enorme explosie gevolgd door uitgestrekte bosbranden. Jarenlang hebben dikke zwarte rookwolken van roet boven het aardoppervlak gehangen. Ook waren er rond deze tijd grote vulkaanuitbarstingen in Azië. Zonlicht kon door de rookwolken het aardoppervlak niet meer goed bereiken.

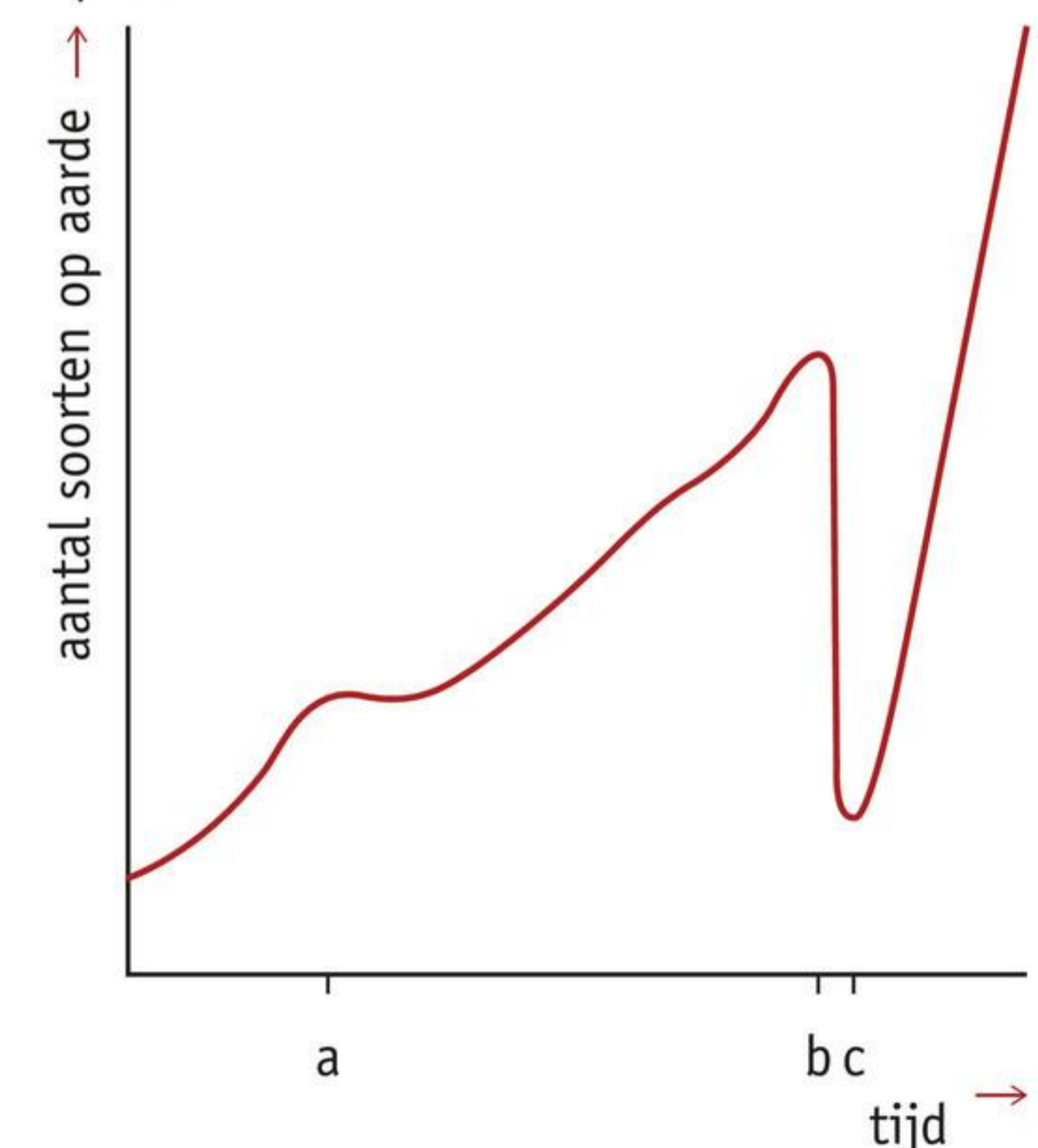


7

Lees de tekst 'Dinosauriërs' en bekijk de grafiek in afbeelding 5.

- a** In afbeelding 5 zie je de hoeveelheid soorten op aarde over een lange periode.  
Op welk moment (a, b of c) was de meteorietinslag die 65 miljoen jaar geleden plaatsvond? Leg je antwoord uit.
- b** De dinosauriërs zijn volledig uitgestorven in de periode na de meteorietinslag.  
Leg uit waardoor de dinosauriërs uitstierven.
- c** Planten hebben zonlicht nodig om te overleven. Toch zijn niet alle planten uitgestorven na de meteorietinslag.  
Geef hiervoor een verklaring.
- d** Na de meteorietinslag zijn er veel nieuwe soorten op aarde ontstaan. Vooral de vogels en zoogdieren hebben zich toen snel kunnen ontwikkelen.  
Leg uit hoe dit komt.

**Afb. 5** Grafiek van het aantal soorten op aarde.

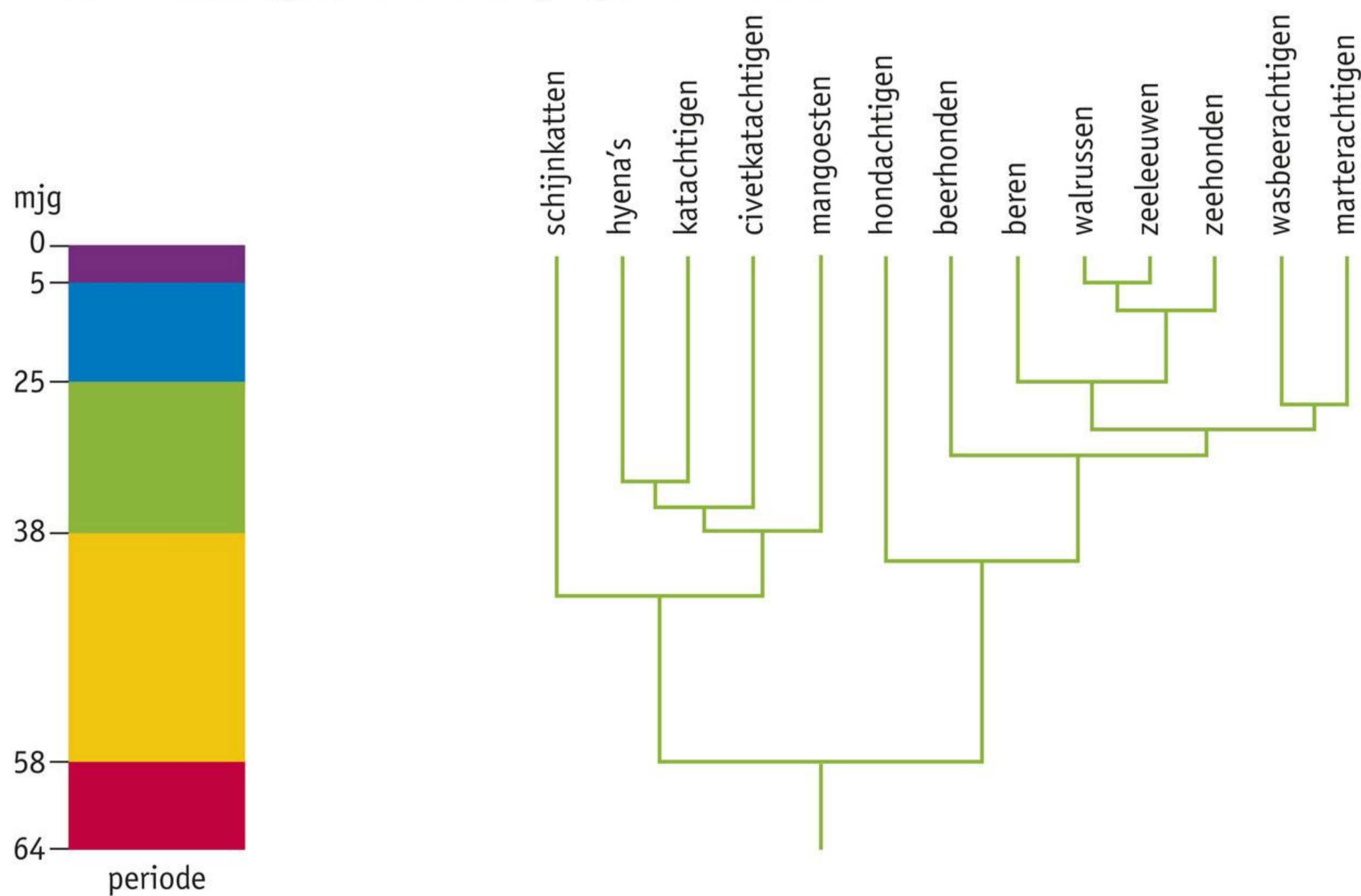


+ 8

In afbeelding 6 is in een evolutionaire stamboom weergegeven hoe verschillende groepen roofdieren zich volgens de evolutietheorie hebben ontwikkeld.

- Volgens de gegevens in de stamboom hebben de hondachtigen en de katachtigen een gemeenschappelijke voorouder. Uit deze voorouder hebben zij zich ontwikkeld als aparte groepen.  
Hoeveel miljoen jaar geleden is deze ontwikkeling begonnen?
- Drie groepen roofdieren zijn: de hondachtigen, de wasbeerachtigen en de zeehonden. Aan welke van deze groepen zijn de beren volgens de afbeelding het meest verwant?
- Welke twee diergroepen hebben de meeste overeenkomsten in hun DNA? Leg je antwoord uit.

**Afb. 6** Ontstaansgeschiedenis van groepen roofdieren.



m.jg = miljoen jaar geleden

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

## 2 Organismen ordenen

### LEERDOELEN

- 4.2.1 Je kunt organismen indelen door te kijken naar gemeenschappelijke kenmerken. ► Practicum 1
- 4.2.2 Je kunt de kenmerken noemen van de cellen van bacteriën, schimmels, planten en dieren.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN	
	4.2.1	4.2.2
Onthouden	1bc, 2, 3	1a, 7a
Begrijpen	4, 5	5
Toepassen	8a	6ab, 7c
Analyseren	7b	6c, 8b

**Door te ordenen krijg je overzicht. Boeken in de bibliotheek staan op alfabet en verf in de bouwmarkt staat op kleur. Ook organismen kun je op basis van gemeenschappelijke kenmerken indelen in groepen.**

### TWEE HOOFDGROEPEN

Alle organismen op aarde kun je indelen in twee hoofdgroepen: de prokaryoten en de eukaryoten.

Prokaryoten hebben geen celkern en zijn altijd eencellig. Bacteriën zijn prokaryoten. Eukaryoten hebben wel een celkern en kunnen eencellig of meercellig zijn. Tot de eukaryoten behoren de schimmels, de planten en de dieren (zie afbeelding 1).

**Afb. 1** Indeling van het leven op aarde in twee hoofdgroepen.



### KENMERKEN

Alle organismen bestaan uit een of meer cellen. Deze cellen hebben allemaal een celmembraan, cytoplasma en chromosomen. Naast deze overeenkomsten zijn er ook veel verschillen. Bij de indeling van organismen kijken biologen naar de kenmerken die verschillen:

- aantal cellen
- aanwezigheid van celkernen
- aanwezigheid van celwanden
- aanwezigheid van bladgroenkorrels
- relatieve grootte

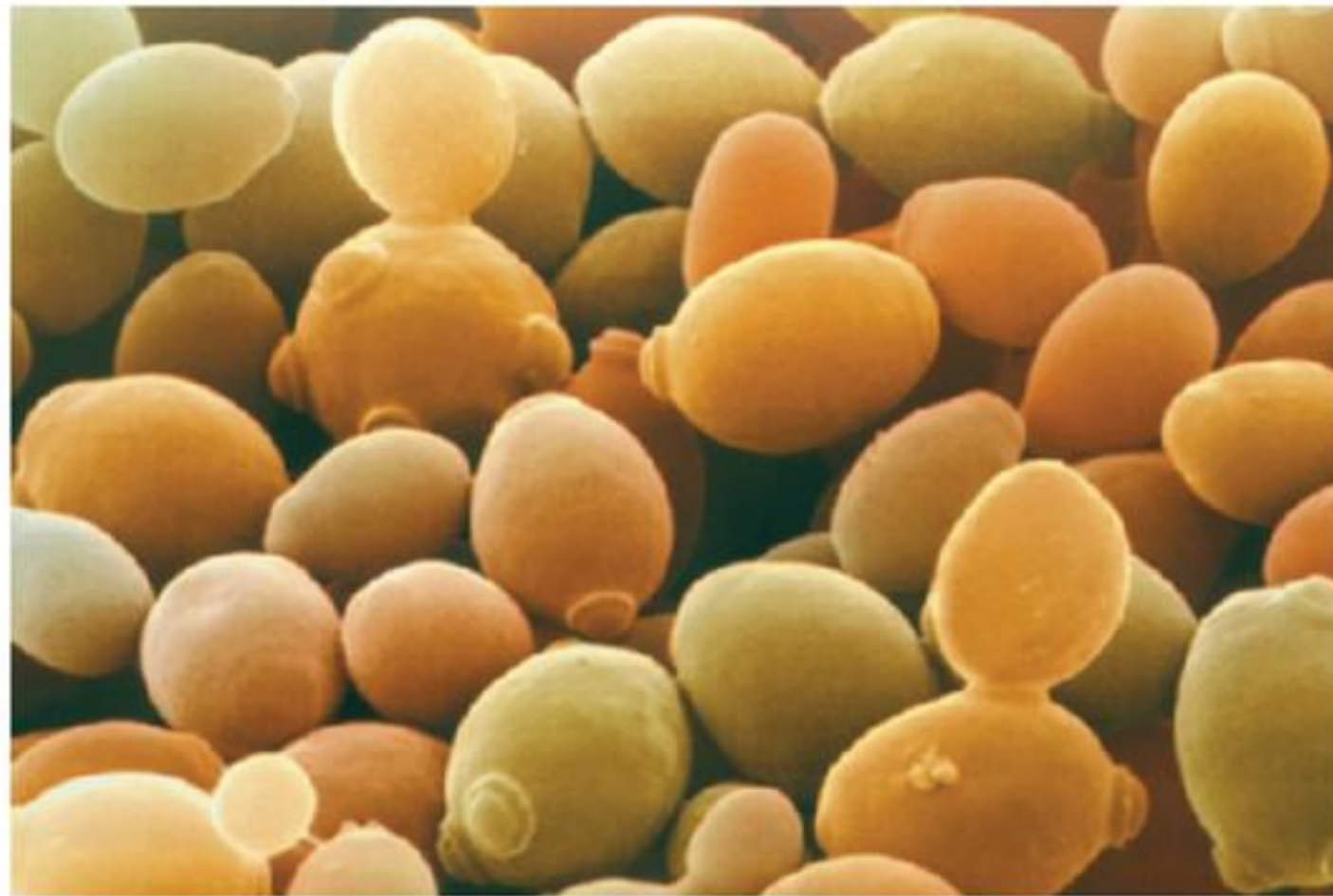
### Aantal cellen

Er zijn eencellige organismen en meercellige organismen.

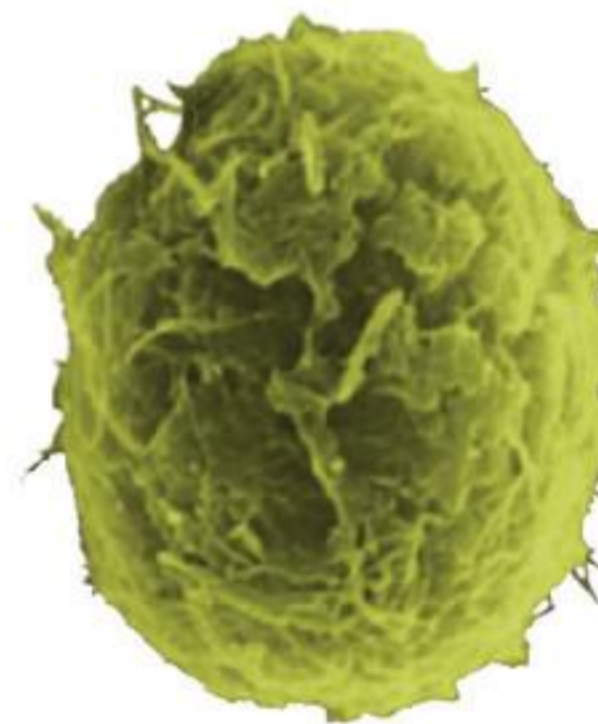
Bacteriën zijn **eencellig**. Ze bestaan uit maar één cel. Ook schimmels, planten en dieren kunnen eencellig zijn. Voorbeelden van eencellige eukaryoten zijn gist, boomalg en het pantoffeldiertje (zie afbeelding 2).

Bij de meeste **meercellige** organismen zien niet alle cellen er hetzelfde uit. De cellen verschillen in bouw en functie. Bij meercellige organismen komen weefsels en organen voor.

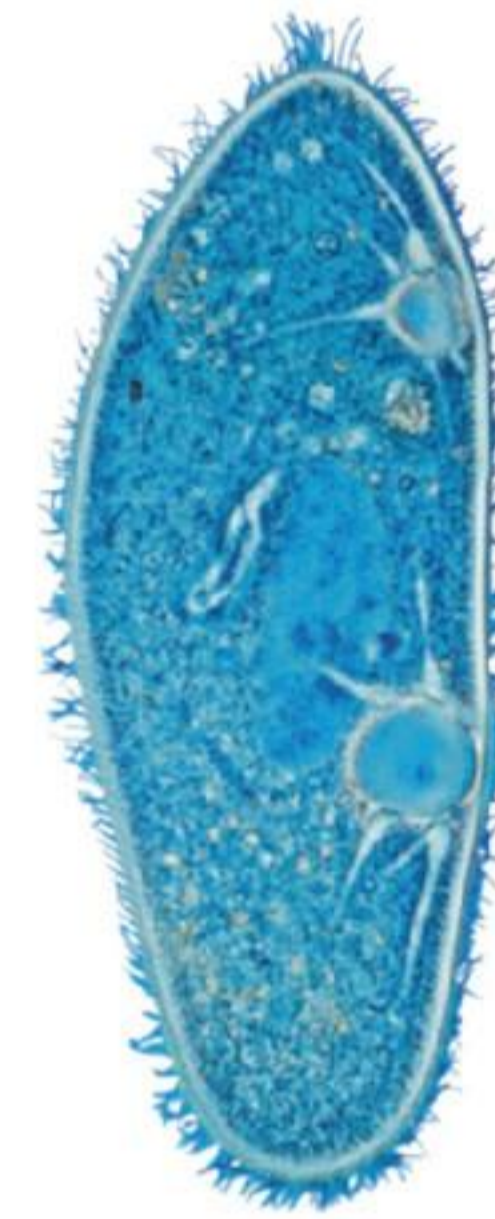
**Afb. 2** Voorbeelden van eencellige eukaryoten (niet in verhouding).



1 eencellige schimmel: gist



2 eencellige plant:  
boomalg



3 eencellig dier:  
pantoffeldiertje

### Aanwezigheid van celkernen

Cellen van schimmels, planten en dieren hebben een celkern. Bacteriën hebben geen celkern. Doordat bacteriën geen kernmembraan hebben, liggen de chromosomen los in het cytoplasma.

### Aanwezigheid van celwanden

Dieren onderscheiden zich van alle andere organismen doordat ze om hun cellen geen celwanden hebben. Bacteriën, schimmels en planten hebben wel celwanden om hun cellen.

### Aanwezigheid van bladgroenkorrels

Alleen bij planten komen in het cytoplasma bladgroenkorrels voor. In bladgroenkorrels vindt fotosynthese plaats. Bacteriën, schimmels en dieren hebben geen bladgroenkorrels.

### Relatieve grootte

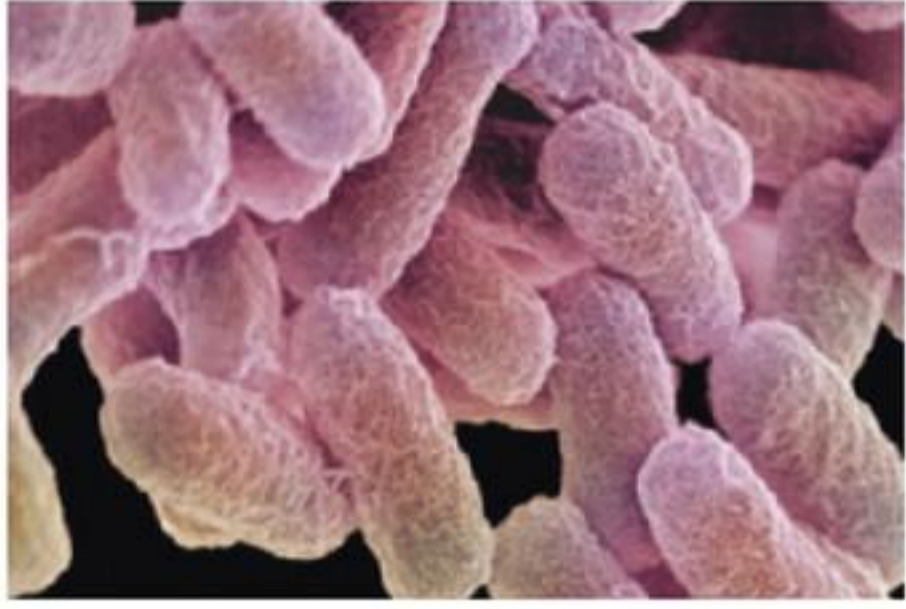
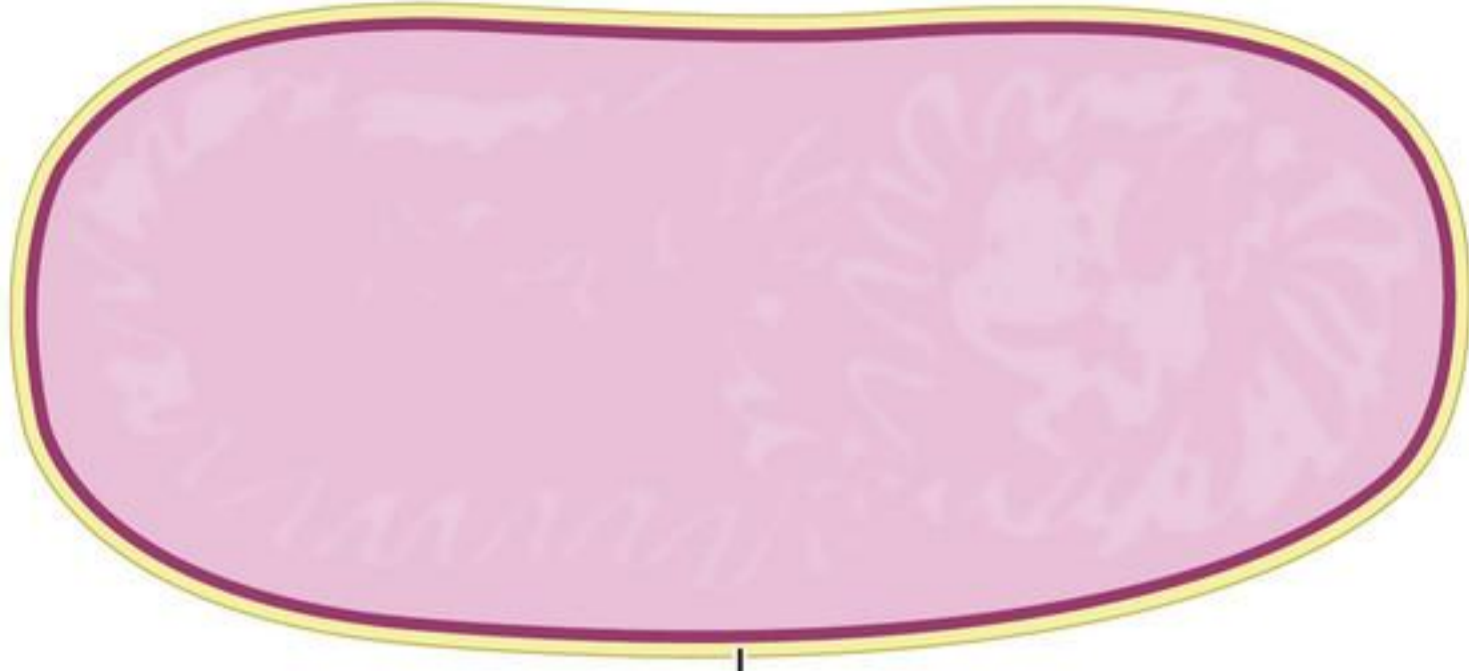

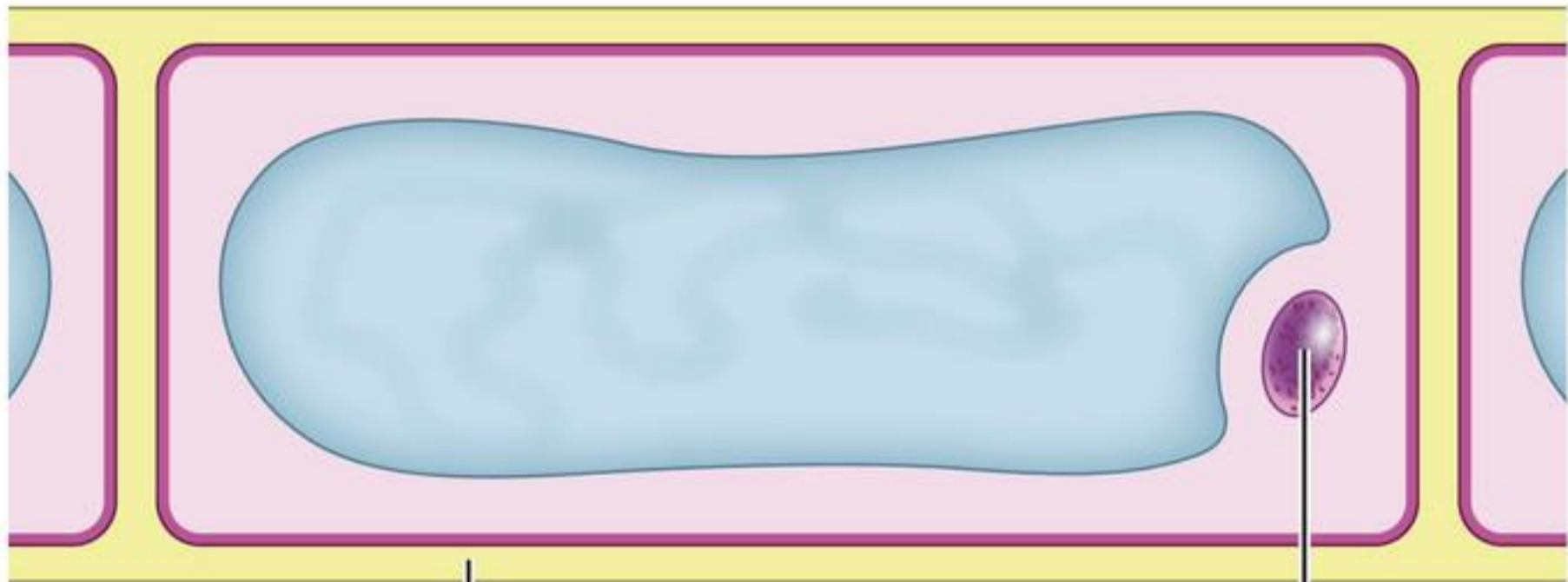

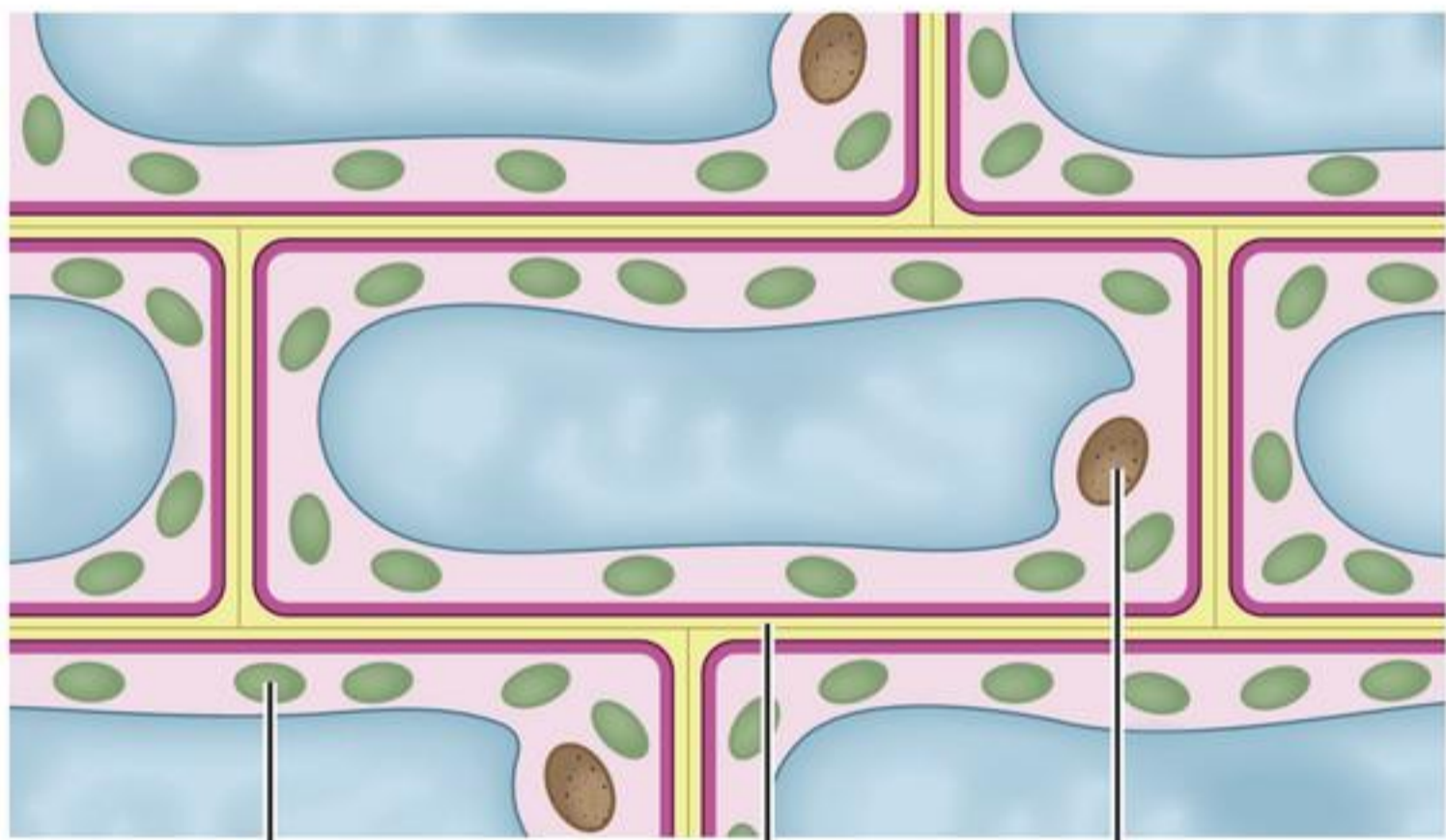

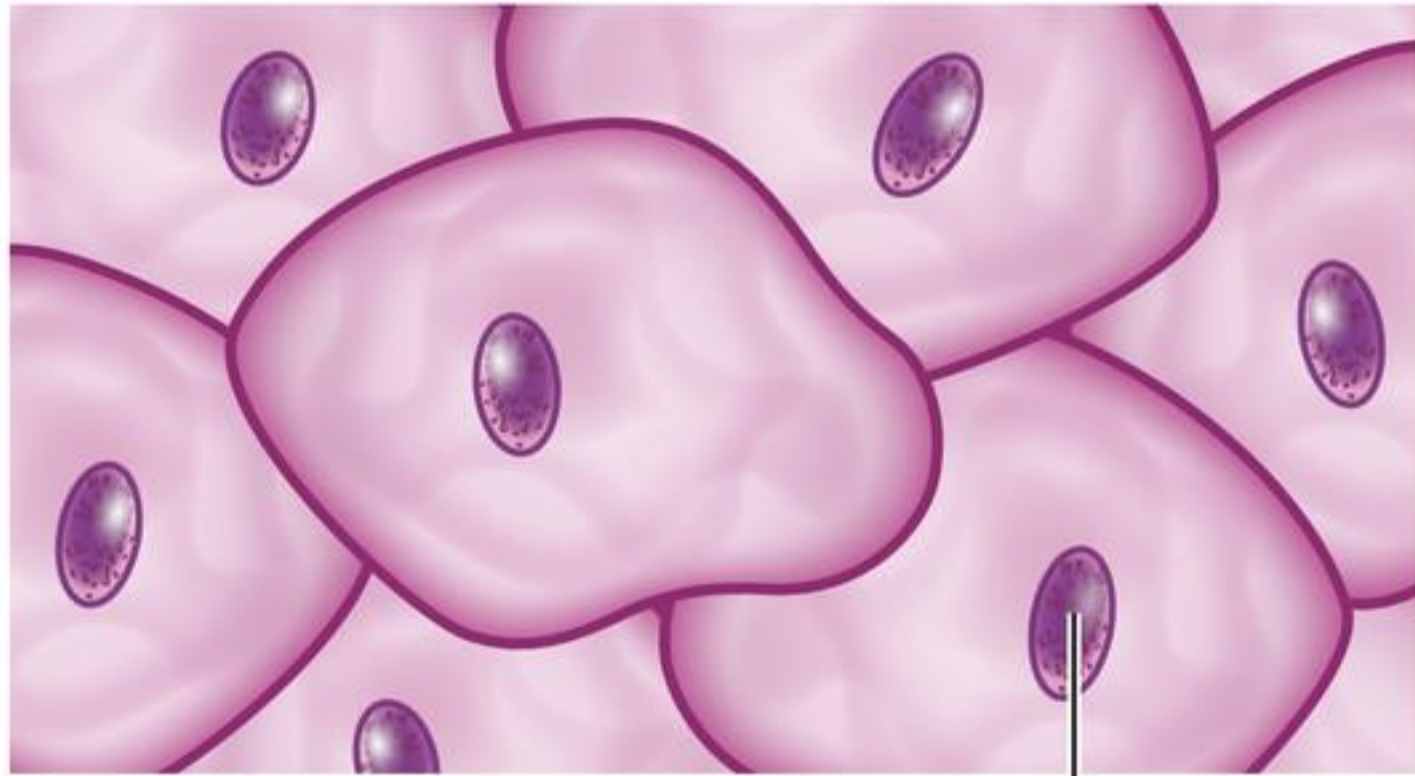
De cellen van organismen verschillen in grootte. Een bacteriecel is veel kleiner dan de meeste cellen van schimmels, planten en dieren. Om bacteriën goed te zien heb je een elektronenmicroscop nodig. De grootte in verhouding tot de cellen van andere organismen noem je de relatieve grootte.

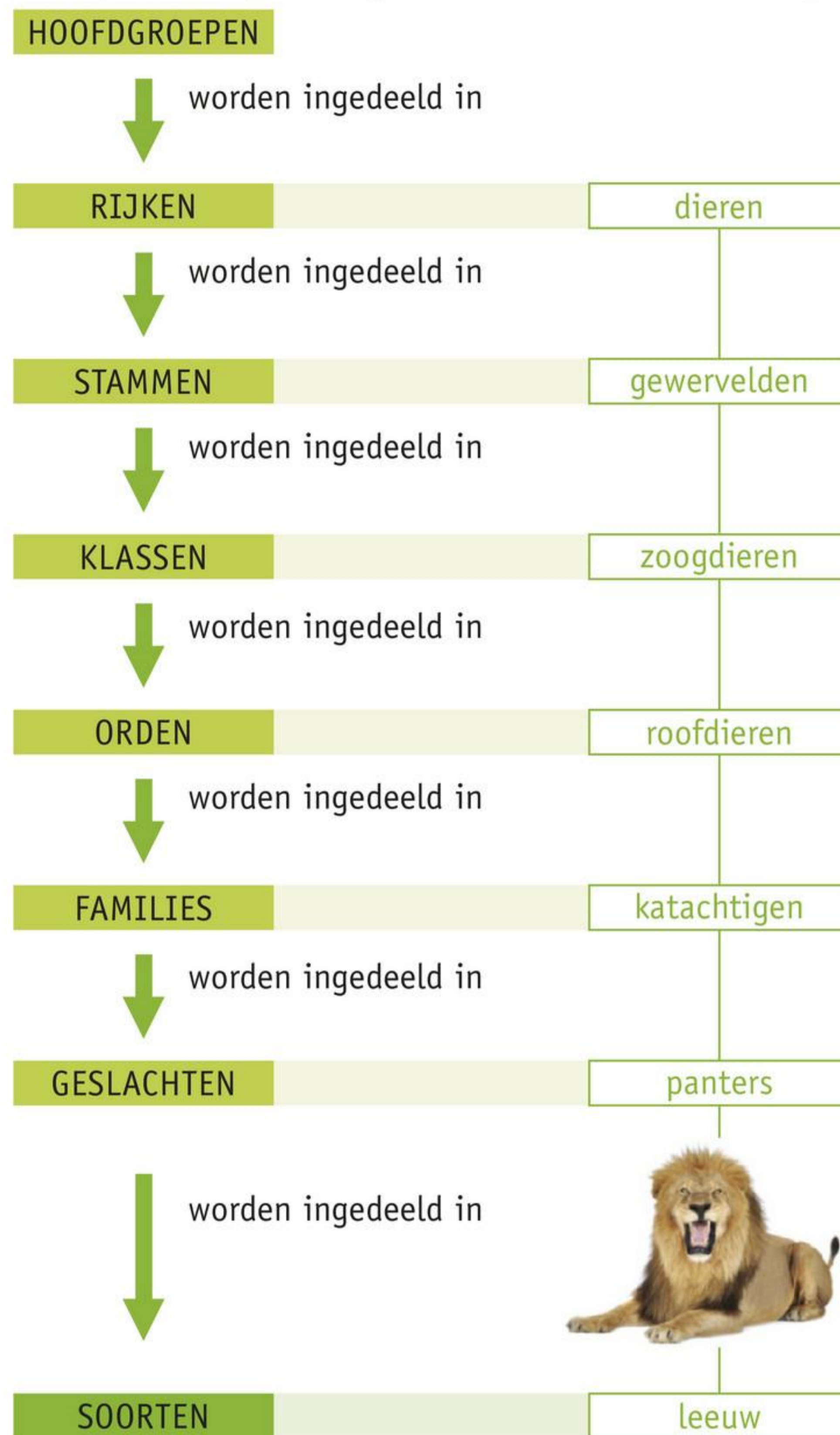
### INDELING IN GROEPEN

In afbeelding 2 zie je voorbeelden van eencellige eukaryoten. In afbeelding 3 zie je de cellen van een bacterie, een schimmel, een plant en een dier. Daarbij zijn de kenmerken gegeven van de cellen van deze organismen. Met behulp van de vergrotingsfactor kun je de grootte van de cellen berekenen.

Door te kijken naar gemeenschappelijke kenmerken kun je organismen verder indelen in steeds kleinere groepen (zie afbeelding 4). De vier rijken zijn bacteriën, schimmels, planten en dieren. Elk rijk kun je verder indelen in stammen, enzovoort.

**Afb. 3** Celkenmerken van bacteriën, schimmels, planten en dieren.

RIJK	CELKENMERKEN	ORGANISME
<p><b>BACTERIËN</b></p> 	 <p>celwand</p> <p>vergroting 20 000x</p>	eencellig
<p><b>SCHIMMELS</b></p> 	 <p>celwand</p> <p>celkern</p> <p>vergroting 1100x</p>	eencellig of meercellig
<p><b>PLANTEN</b></p> 	 <p>bladgroenkorrel</p> <p>celwand</p> <p>celkern</p> <p>vergroting 900x</p>	eencellig of meercellig
<p><b>DIEREN</b></p> 	 <p>celkern</p> <p>vergroting 600x</p>	eencellig of meercellig

**Afb. 4** Indeling van organismen in steeds kleinere groepen.**KENNIS****1**

Organismen worden ingedeeld in groepen op basis van gemeenschappelijke kenmerken. Biologen kijken naar de cellen waaruit organismen bestaan.

**a** Welke drie kenmerken hebben de cellen van *alle* organismen?

1 .....

2 .....

3 .....

**b** Deze drie kenmerken worden *wel / niet* gebruikt bij het indelen van organismen.

**c** Een kenmerk bij het indelen van organismen is het aantal cellen waaruit een organisme bestaat.

Welke vier andere kenmerken van cellen gebruiken biologen bij het indelen van organismen?

1 aanwezigheid van .....

2 aanwezigheid van .....

3 aanwezigheid van .....

4 .....

2

**a** In welke twee hoofdgroepen kunnen alle organismen op aarde worden onderverdeeld?

1 geen celkern: .....

2 wel een celkern: .....

**b** Een hoofdgroep wordt ingedeeld in rijken. Een rijk wordt verder ingedeeld in steeds kleinere groepen.

Zet de namen van die groepen in de juiste volgorde, van groot naar klein.

1 *hoofdgroep*

2 .....

3 .....

4 .....

5 .....

6 .....

7 .....

8 .....

**c** Vier groepen zijn bacteriën, schimmels, planten en dieren.

Welk woord kun je hier gebruiken in plaats van 'groepen'?

- A hoofdgroepen
- B klassen
- C rijken
- D soorten

3

**a** Bij welke hoofdgroep kunnen de organismen weefsels en organen bezitten?  
bij de hoofdgroep *eukaryoten / prokaryoten*

**b** Bij welke hoofdgroep komen in de cellen kernmembranen voor?  
bij de hoofdgroep *eukaryoten / prokaryoten*

4

In afbeelding 5 zie je twee typen cellen.

**a** Welke organismen hebben cellen zoals in afbeelding 5.1?

- A bacteriën
- B schimmels
- C planten
- D dieren

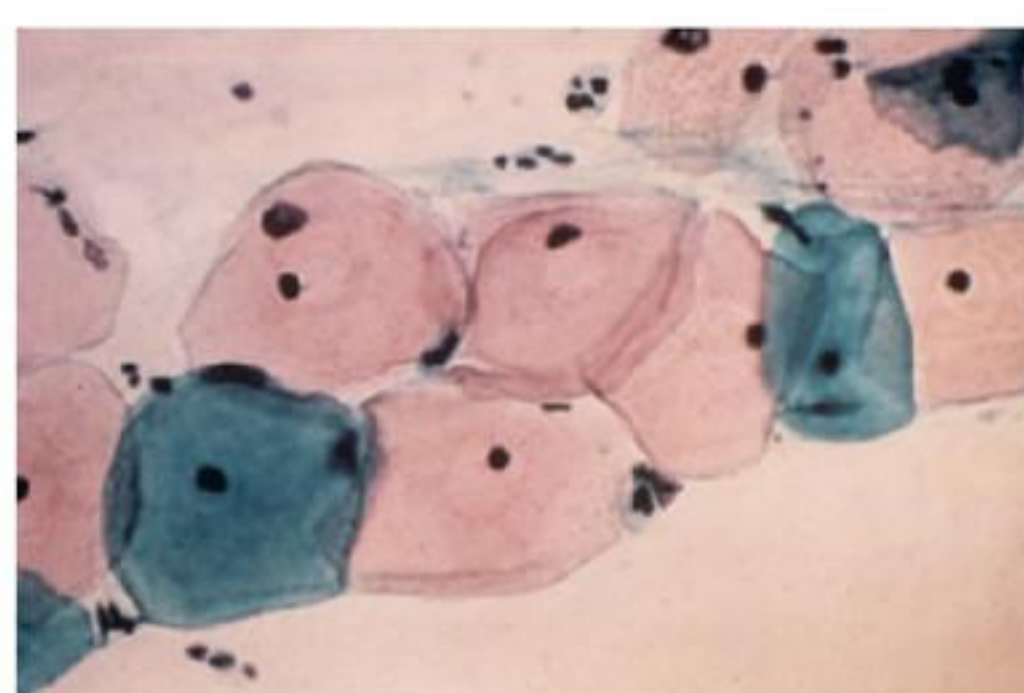
**b** Welke organismen hebben cellen zoals in afbeelding 5.2?

- A bacteriën
- B schimmels
- C planten
- D dieren

**Afb. 5** Twee typen cellen.



1



2

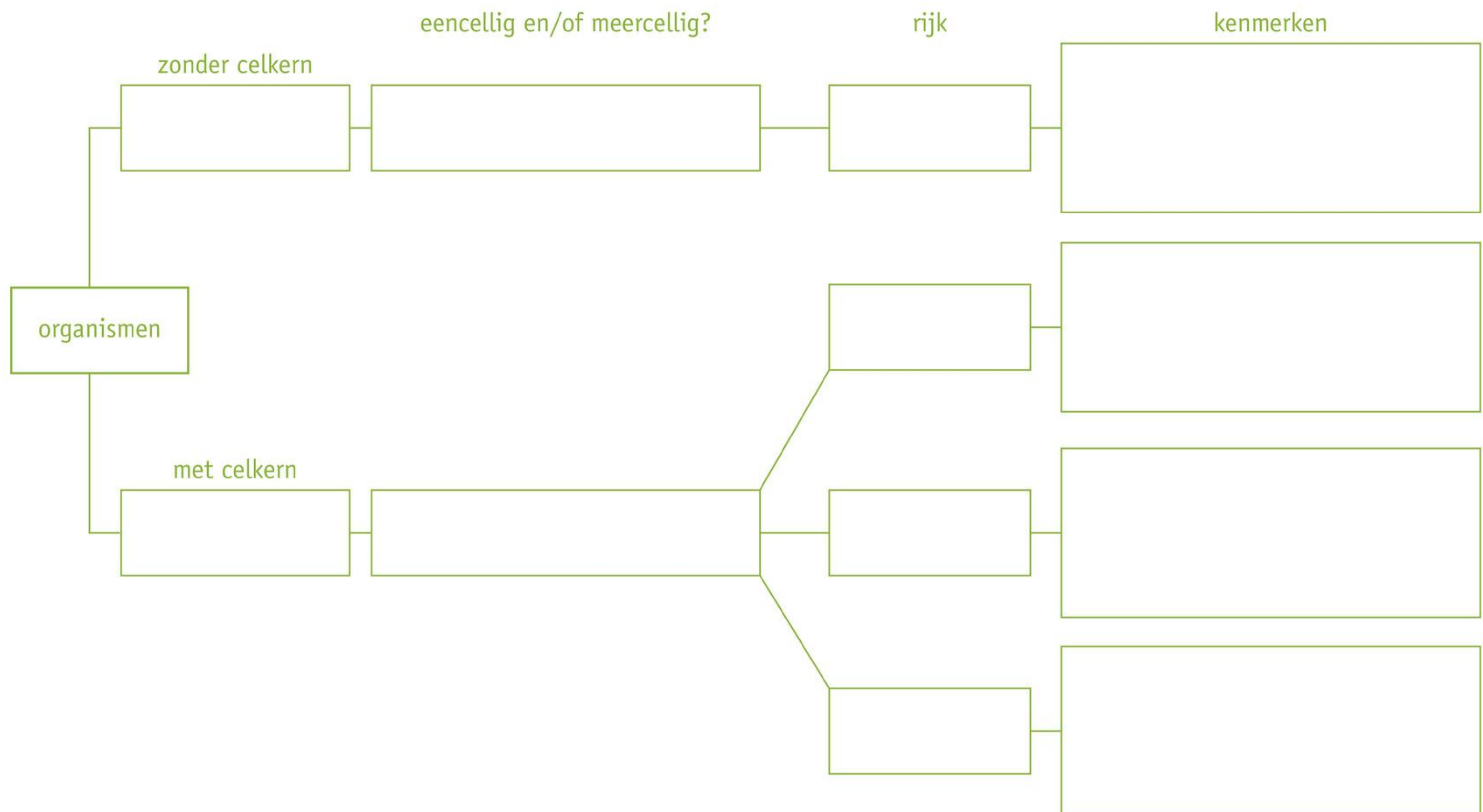
5

**Samenvatting**

Maak aan de hand van het schema een samenvatting van de basisstof.



Afb. 6

**INZICHT****Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

6

Lees de tekst 'De bremraap'.

- Wat is het verschil tussen de cellen van de bremraap en die van de meeste andere planten?
- Tot welk rijk behoort de bremraap, als je kijkt naar de celkenmerken?
- De bremraap heeft slechts enkele bladeren en die zijn bruin en klein. Geef hier een verklaring voor.

Afb. 7

**De bremraap**

De bremraap is een parasitaire plant uit de bremraapfamilie. Het worteltje van een kiemend bremraapzaadje gaat op zoek naar de wortel van een andere plant. Uit de wortels van deze gastheerplant steelt het vervolgens voedingsstoffen en water. De gastheer is vaak een brem, waar de bremraap zijn naam dus aan te danken heeft. Dankzij de gestolen voedingsstoffen kan de bremraap uitgroeien tot een ondergrondse knol. Soms is de parasitaire bremraap te zien: in de bloeiperiode komen er lange stengels vol bloemen uit de knol de grond uit. Deze stengels hebben kleine bruine schubachtige bladeren en de bloemen zijn vaak paars tot roestachtig van kleur.



7

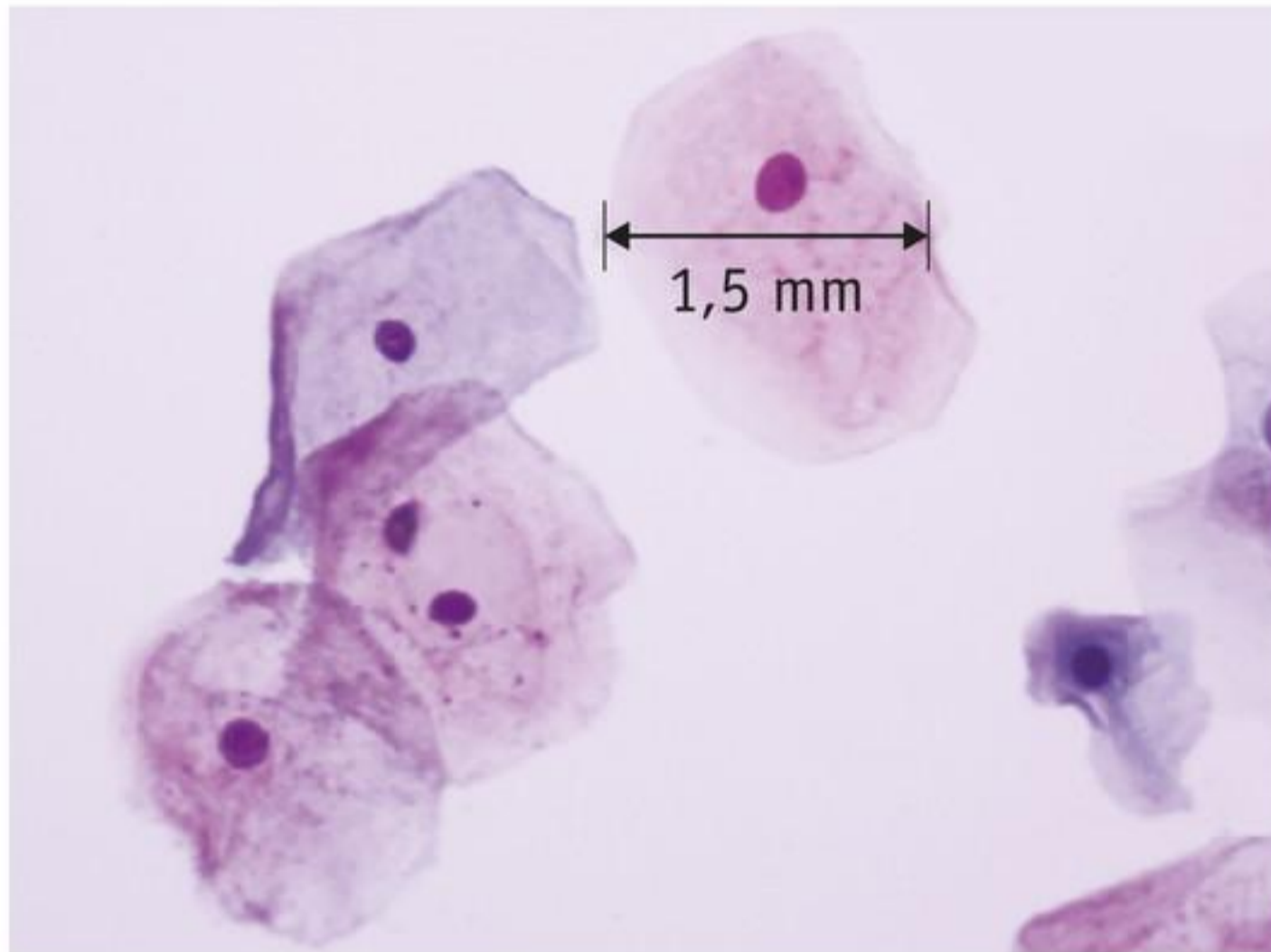
Elise gaat tijdens een les biologie voor het eerst werken met een microscoop. Ze leert de verschillende onderdelen kennen en leert hoe ze de microscoop kan scherpstellen. De (licht)microscoop die op haar school wordt gebruikt, heeft verschillende objectieven waarmee een object 40×, 100× of 400× kan worden vergroot.

- a** Hoe heet de grootte van een cel vergeleken met die van andere cellen?
- b** Elise bekijkt een preparaat door de microscoop. Bij een vergroting van 100× ziet ze cellen. Elise weet niet van welk organisme deze cellen zijn. Uit welk rijk komen de cellen die Elise bekijkt zeker *niet*? Leg je antwoord uit.
- c** De vergrotingsfactor geeft aan hoeveel de afmeting van een afbeelding van een object verschilt met de afmeting van het echte object. Met behulp van de vergrotingsfactor en een afbeelding van een cel kun je berekenen hoe groot de cel in het echt is. Dit doe je met de volgende formule:

$$\text{afmeting cel} = \frac{\text{afmeting afbeelding}}{\text{vergrotingsfactor}}$$

Met een vergroting van 100× is de cel die Elise bekijkt 1,5 mm groot (zie afbeelding 8). Hoe groot is deze cel in werkelijkheid?

**Afb. 8** Cellen.



+ 8

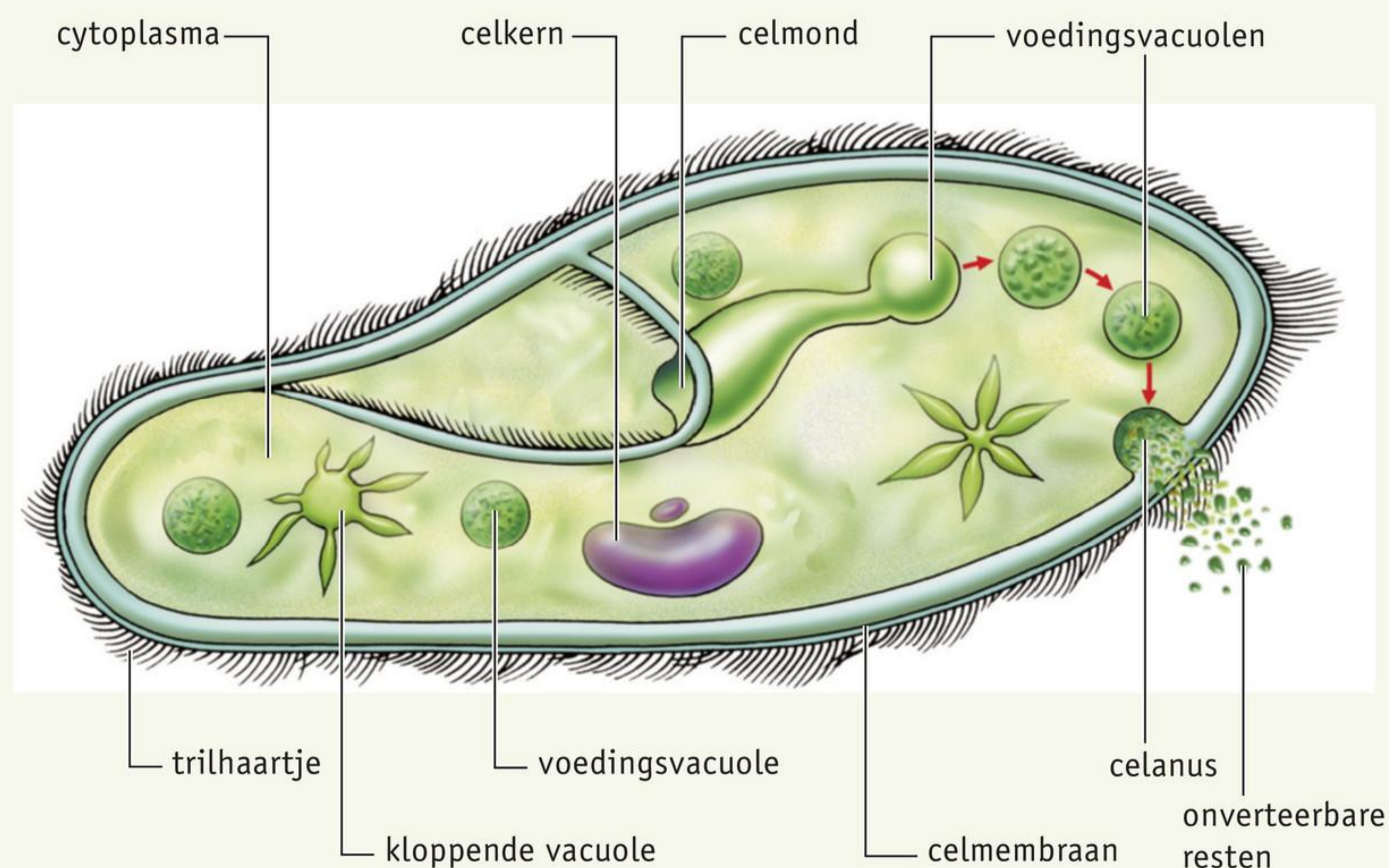
Lees de tekst 'Het pantoffeldiertje'.

- a** Bij welk rijk horen de pantoffeldiertjes? Leg je antwoord uit.
- b** Bacteriën hebben geen celkern, eencellige eukaryoten zoals het pantoffeldiertje wel. Leg uit dat eukaryoten een celkern nodig hebben. Kijk daarvoor naar de celkenmerken.

Afb. 9

### Het pantoffeldiertje

Het pantoffeldiertje is een eukaryoot. Dit organisme bestaat uit één cel en is ongeveer 0,3 mm lang. Voor een eencellige is dit reusachtig. Het pantoffeldiertje heeft een lichaam dat helemaal bedekt is met trilhaartjes. Hiermee kan het zich voortbewegen en voedsel naar zich toe brengen. Via de celmond kan het voedsel het lichaam van het pantoffeldiertje in en verteerd worden. Via de celanus worden onverteerde resten uitgescheiden.



📺 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 3 Bacteriën en schimmels

## LEERDOELEN

- 4.3.1 Je kunt de kenmerken van bacteriën noemen. ► Practica 2, 3 en 4
- 4.3.2 Je kunt de kenmerken van schimmels noemen.
- 4.3.3 Je kunt beschrijven hoe bacteriën en schimmels nuttig zijn voor de mens en de natuur. (SE)
- 4.3.4 Je kunt beschrijven hoe bacteriën en schimmels schadelijk kunnen zijn voor mensen. (SE)

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	4.3.1	4.3.2	4.3.3	4.3.4	3.5.2**
Onthouden	1c	2a	3abc	3d, 5b	
Begrijpen	1a, 4	1b, 2b, 4	4	4, 9a	
Toepassen	7b, 8a, 9bcd	7d	6b	5a, 6ac, 7c	8c
Analyseren			7a, 8b	6d, 7e	

\*\* Dit leerdoel vind je in een ander thema.

**Je ziet ze niet, maar ze zijn overal: bacteriën en schimmels. Deze micro-organismen kunnen schadelijk zijn, maar vaak zijn ze ook erg nuttig. Jouw lichaam bevat zo'n 1,5 kg van deze micro-organismen.**

## BACTERIËN

Bacteriën en schimmels zijn micro-organismen (micro betekent 'heel klein'). Bacteriën kun je alleen zien met een elektronenmicroscop (zie afbeelding 1). Om een bacterie goed te kunnen bestuderen, moet je de bacterie minimaal 1000× vergroten.

De chromosomen van een bacterie liggen los in het cytoplasma. Vaak liggen deze in de vorm van een ring. Bacteriën kunnen een of meer zweefharen hebben. Hiermee kunnen zij zich voortbewegen (zie afbeelding 2).

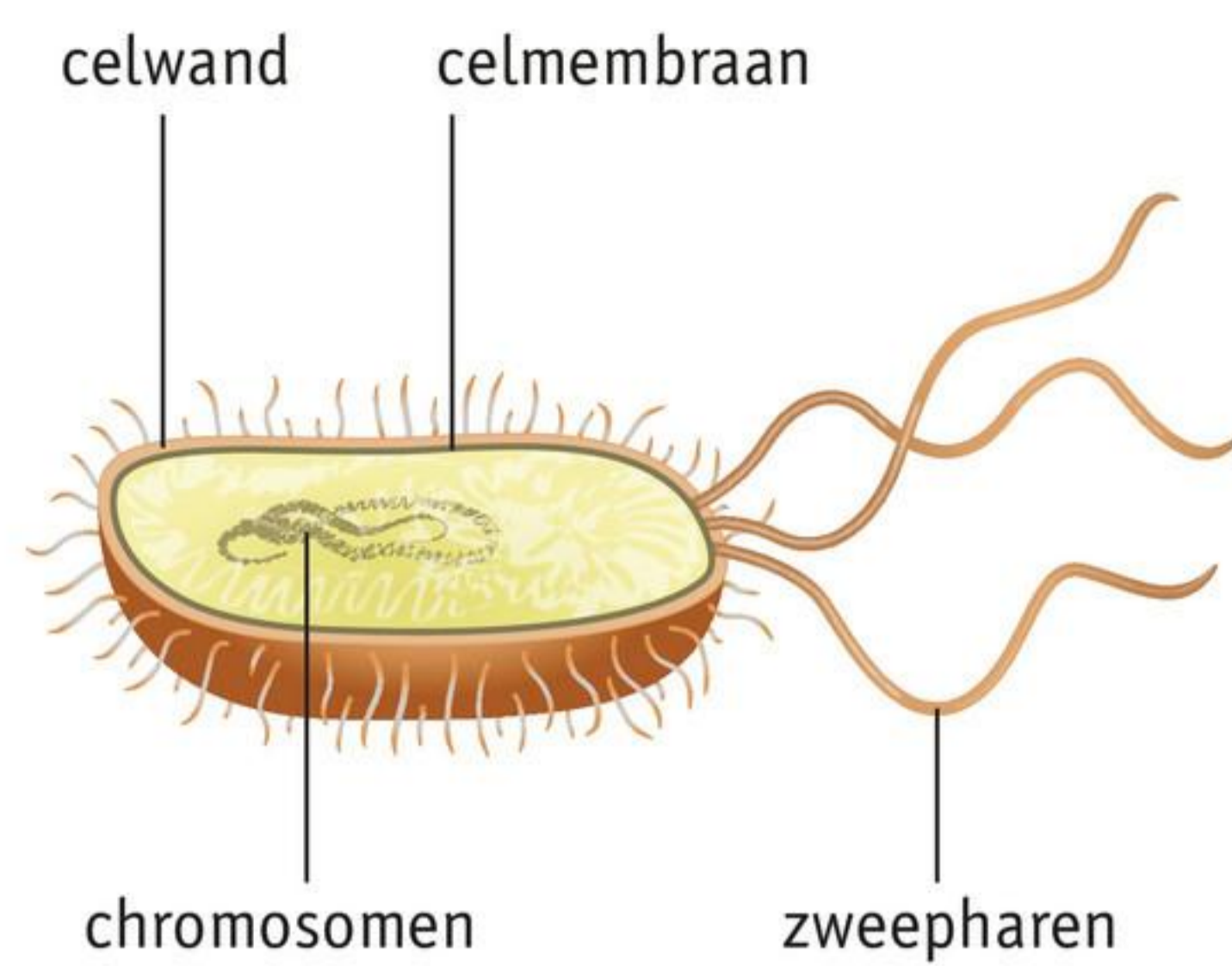
**Afb. 1** Bacteriën zichtbaar maken.



1 bacteriën bekeken door een lichtmicroscop (vergroting 600×)



2 bacteriën bekeken door een elektronenmicroscop (vergroting 15 000×)

**Afb. 2** Een bacterie (schematisch).

Bacteriën planten zich voort door celdeling. Een bacterie deelt zich in twee kleine bacteriën (zie afbeelding 3.1). Deze kleine bacteriën groeien tot ze even groot zijn als de oorspronkelijke bacterie. Vervolgens gaan zij zich ook weer delen. Een bacterie kan zich elk halfuur delen. Zo ontstaat er snel een hele kolonie. Een bacteriekolonie is wel met het blote oog te zien (zie afbeelding 3.2).

**Afb. 3** Door celdeling ontstaat een bacteriekolonie.

1 een delende bacterie  
(elektronenmicroscopische foto,  
vergroting 26 850x)



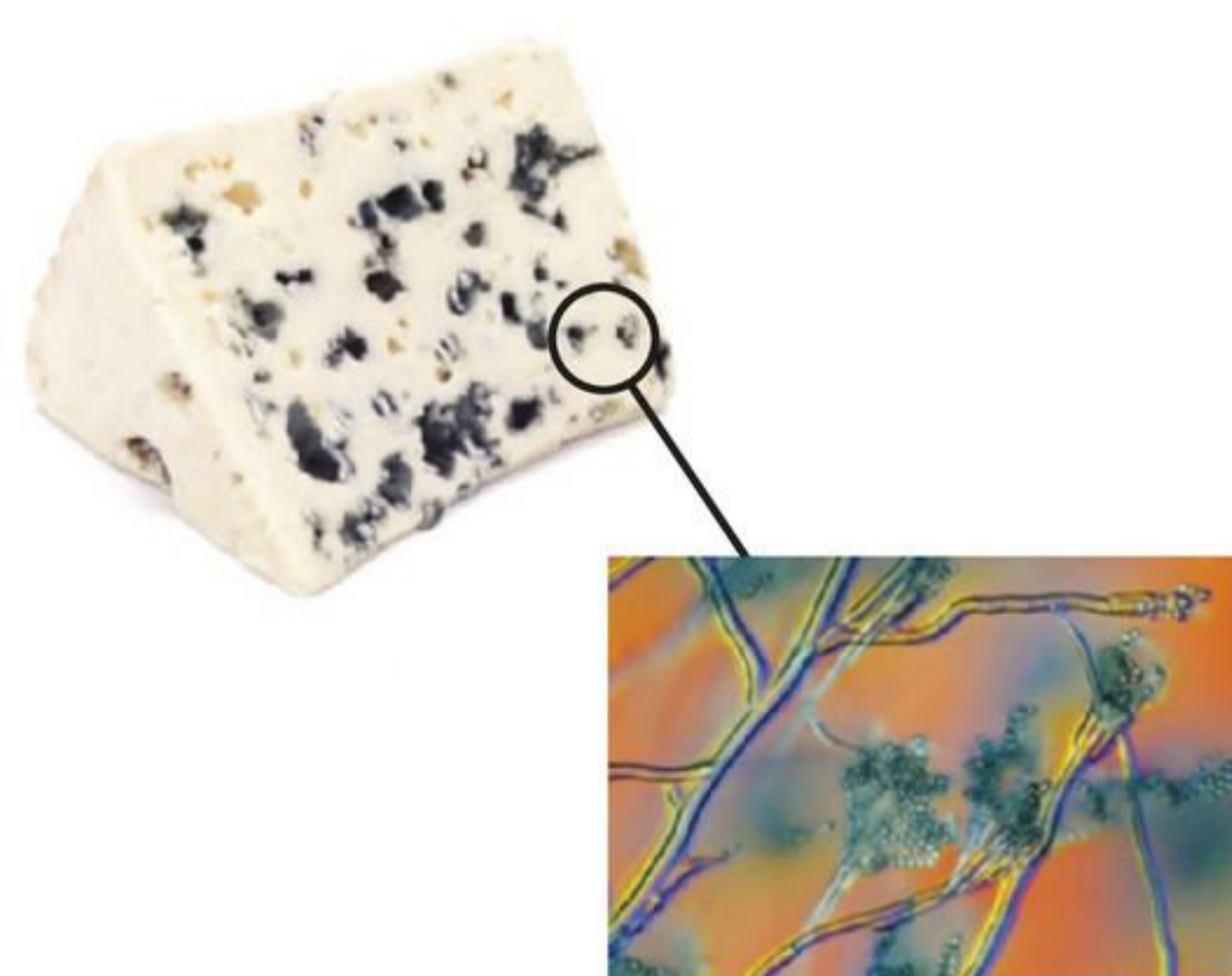
2 bacteriekolonies

## SCHIMMELS

Gisten zijn eencellige schimmels. Ze zijn meestal eivormig of rond (zie afbeelding 4.1). De meeste schimmels zijn meercellig. Ze bestaan uit lange, dunne draden: de **schimmeldraden**. Deze draden bestaan uit meerdere cellen. Schimmel op brood of op schimmelkaas zijn voorbeelden van meercellige schimmels (zie afbeelding 4.2).

**Afb. 4** Eencellige en meercellige schimmels.

1 gist



2 roquefort (schimmelkaas)

Eencellige schimmels planten zich voort door celdeling. De celdeling bij gistcellen vindt plaats door knopvorming. De gistcel vormt een knop die zich afsplitst (zie afbeelding 5). De knop bevat een kopie van alle chromosomen van de schimmelcel.

Meercellige schimmels planten zich meestal voort door middel van **sporen**. Dit zijn cellen waaruit een nieuwe schimmel kan ontstaan. Bij veel soorten schimmels ontstaan de sporen aan de uiteinden van de schimmeldraden die omhoog groeien, zoals bij de penseelschimmel (zie afbeelding 6).

**Paddenstoelen** zijn de vruchtlichamen van een meercellige schimmel. In de paddenstoelen vormen zich de sporen (zie afbeelding 7).

**Afb. 5** Knopvorming.



knop

**Afb. 6** Penseelschimmel.



hier ontstaan sporen schimmeldraad

**Afb. 7** Een paddenstoel.



hier ontstaan sporen

### NUTTIG EN SCHADELIJK

Bacteriën en schimmels komen overal voor. De meeste soorten bacteriën en schimmels voeden zich met resten van dode organismen. In de natuur ruimen ze dode resten op. Bij de afbraak van die resten ontstaan weer voedingsstoffen voor planten. Organismen die dode resten afbreken, noem je **reducenten**.

Ook in onze darmen leven miljarden bacteriën. Zij breken bepaalde voedingsstoffen in onze darmen af en helpen zo met de vertering van ons voedsel.

Ons voedsel bestaat vaak uit resten van organismen, zoals fruit, groenten en vlees. Hierop kunnen bacteriën en schimmels goed leven. Daardoor kan het voedsel bederven. Bedorven voedsel kun je niet meer eten. Als je dat toch doet, kun je ziek worden.

**Voedselbederf** kun je op verschillende manieren tegengaan, bijvoorbeeld door het voedsel te bewaren op een koele plek.

Sommige soorten bacteriën en schimmels zijn **ziekteverwekkers** bij planten, mensen en/of dieren. Als een ziekteverwekker je lichaam binnendringt en zich vermenigvuldigt, heb je een infectie.

- Bepaalde soorten bacteriën kunnen ziekten veroorzaken. Dit noem je een bacteriële infectie. Voorbeelden van bacteriële infecties zijn longontsteking, blaasontsteking en krentenbaard (zie afbeelding 8). Een bacteriële infectie kun je bestrijden met **antibiotica** (zie afbeelding 9).
- Zwemmerseczeem is een voorbeeld van een schimmelinfectie. Bij deze infectie raakt de huid tussen de tenen ontstoken. Schimmelinfecties kun je behandelen met antimycotica. Dat zijn geneesmiddelen die schimmels doden.

**Afb. 8** Krentenbaard bij de mond.**Afb. 9** Antibiotica.

Met een goede hygiëne kun je veel infectieziekten voorkomen. Dit doe je bijvoorbeeld door je handen regelmatig te wassen en eten goed gaar te koken (zie afbeelding 10). Door zeep en hitte gaan veel micro-organismen dood.

**Afb. 10**

### Adviezen voor een goede hygiëne

- 1 Was je handen na het gebruik van het toilet en voordat je gaat eten.
- 2 Gebruik bij (het bereiden van) eten schone pannen, borden, bekens en bestek.
- 3 Was of schil groenten en fruit, voordat je ze eet.
- 4 Zorg ervoor dat vlees, kip en vis goed gaar zijn voordat je ze eet.
- 5 Bewaar klaargemaakt voedsel niet te lang.

### BIOTECHNOLOGIE

Bacteriën worden gebruikt om yoghurt en zuurkool te maken (zie afbeelding 11). Daarnaast worden bacteriën gebruikt voor de productie van geneesmiddelen, voedingsstoffen, hormonen en wasmiddel:

- Het hormoon insuline wordt gemaakt met behulp van bacteriën. Mensen die diabetes hebben, gebruiken insuline als geneesmiddel om het suikergehalte in hun bloed te regelen.
- Aspartaam is een zoetstof die door bacteriën wordt gemaakt. Deze stof zit bijvoorbeeld in frisdrank en kauwgom.
- In wasmiddel zitten bepaalde eiwitten (enzymen) die gemaakt zijn door bacteriën. Deze eiwitten zorgen ervoor dat vlekken uit je kleren gaan.

Schimmels worden gebruikt om medicijnen te maken. Een bekend antibioticum is penicilline. Penicilline wordt gemaakt door de penseelschimmel. De penseelschimmel is een voorbeeld van een nuttige schimmel.

**Afb. 11** Bij de productie van deze voedingsmiddelen worden bacteriën gebruikt.

Schimmels worden ook gebruikt bij de bereiding van voedingsmiddelen. Bij de bereiding van brood, bier en wijn wordt gist gebruikt. Gist produceert koolstofdioxide en alcohol. Het gas koolstofdioxide zorgt voor het rijzen van brood. Hierdoor wordt brood luchtiger (zie afbeelding 12). De alcohol verdwijnt uit het brood bij het bakken. In wijn en bier blijft de alcohol wel aanwezig.

**Afb. 12** Brooddeeg.



1 voordat de gisten hun werk hebben gedaan



2 nadat de gisten hun werk hebben gedaan

## KENNIS

1

**a** In afbeelding 13 zie je een bacterie.

Met welke microscoop is dit plaatje gemaakt?

Het plaatje is gemaakt met een *elektronenmicroscoop* / *lichtmicroscoop*.

**b** Bekijk afbeelding 14.

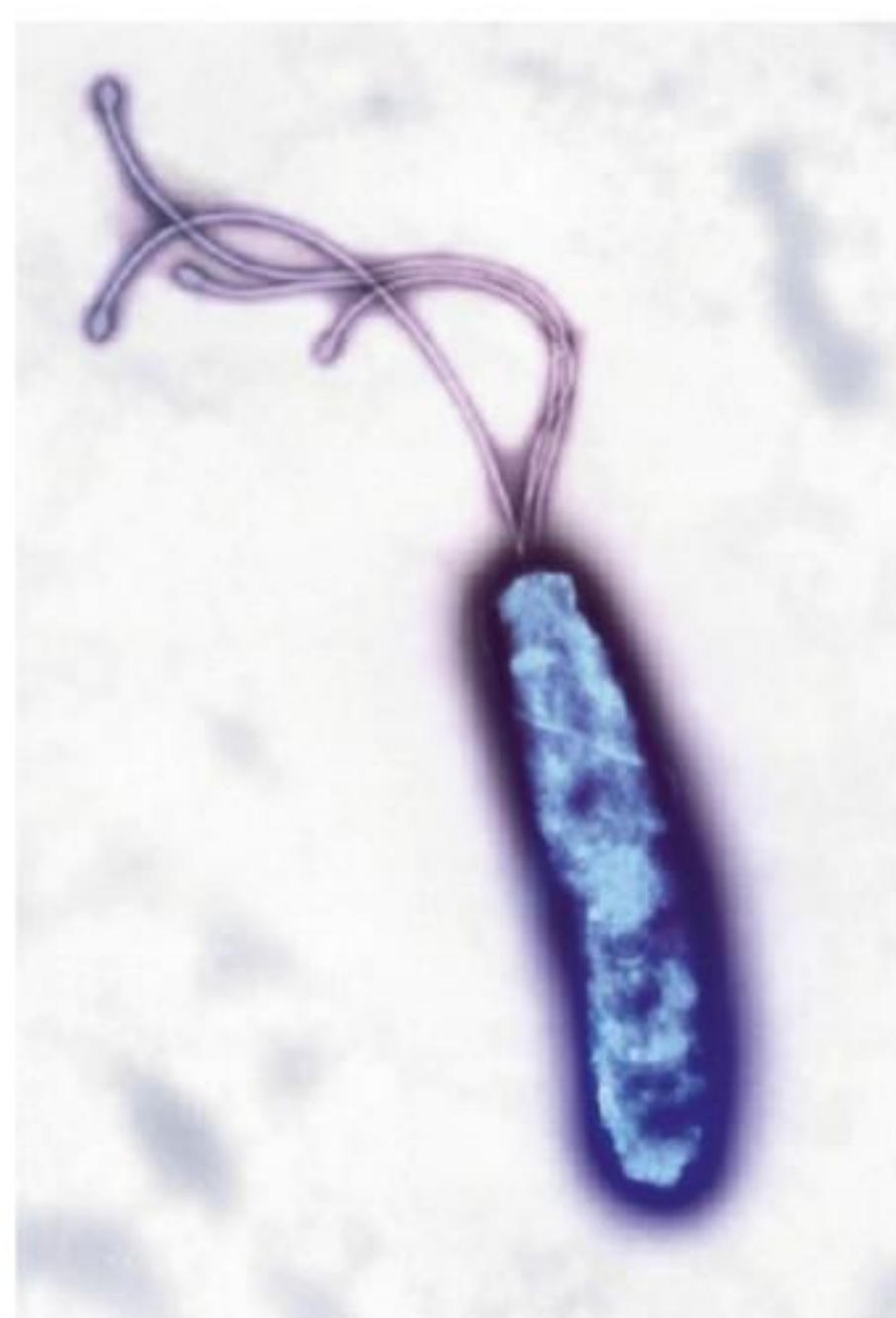
Het micro-organisme in de afbeelding is *eencellig* / *meercellig*.

Het is een *schimmel* / *bacterie*.

**c** Vul de juiste woorden in. Gebruik daarbij: *celkern* – *celmembraan* – *celwand* – *cytoplasma* – *zweepharen*.

- 1 Schimmels en bacteriën hebben beide een .....,  
en .....
- 2 Een schimmel heeft ook een .....
- 3 Een bacterie kan een of meer ..... hebben.

**Afb. 13** Een bacterie.



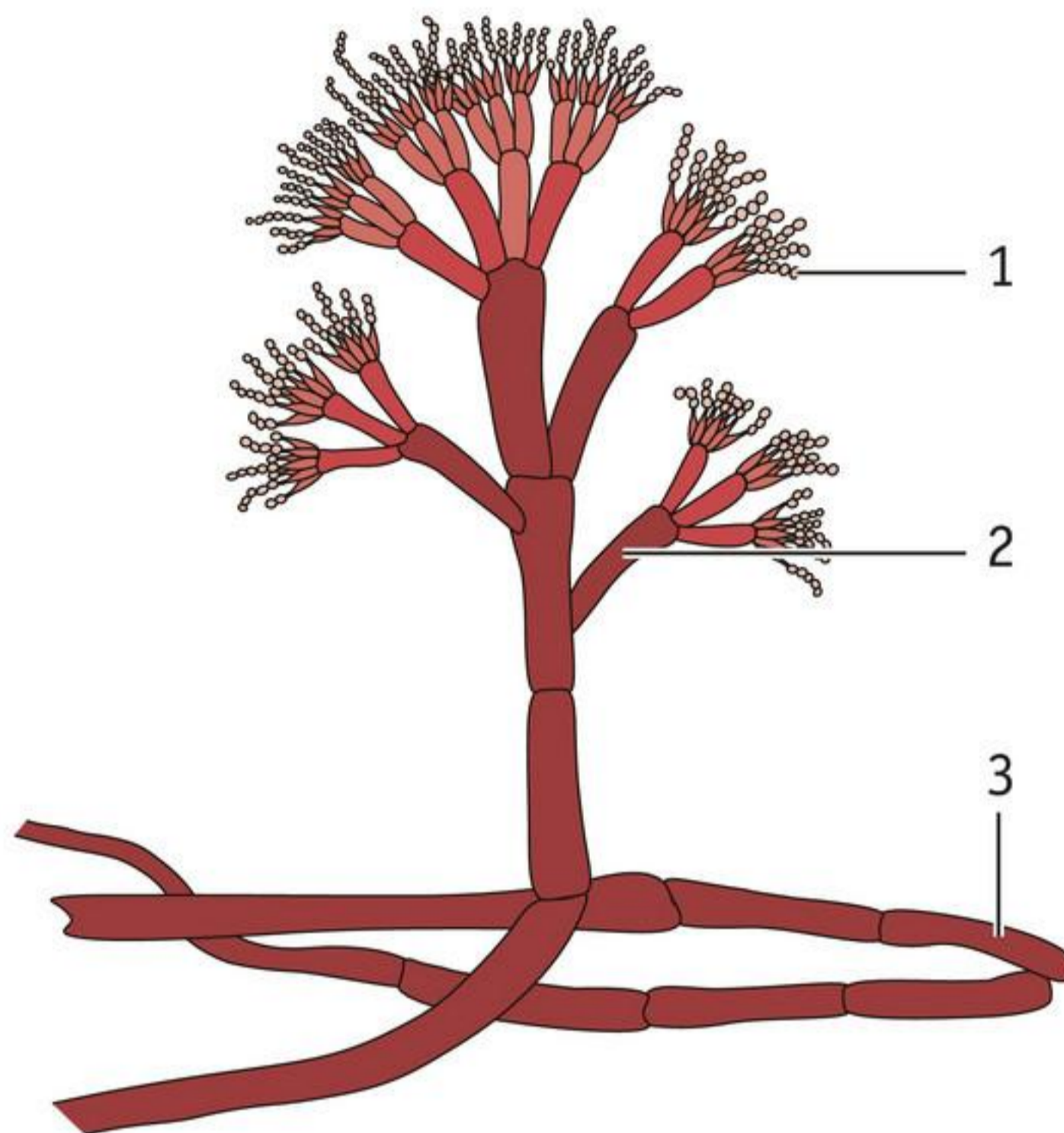
**Afb. 14** Een micro-organisme.



2

- a** Gist is een eencellige schimmel.  
Op welke manier plant deze schimmel zich voort?
- A door deling
  - B door knopvorming
  - C door spoorvorming
  - D met een paddenstoel
- b** In afbeelding 15 zie je een schematische tekening van de penseelschimmel.  
In welk deel ontstaan de sporen? in deel 1 / 2 / 3

**Afb. 15** Penseelschimmel.



3

- a** Wordt een bacterie of een schimmel gebruikt bij de bereiding van het voedingsmiddel?
- |             |                            |
|-------------|----------------------------|
| 1 brood     | <i>bacterie / schimmel</i> |
| 2 frisdrank | <i>bacterie / schimmel</i> |
| 3 wijn      | <i>bacterie / schimmel</i> |
| 4 yoghurt   | <i>bacterie / schimmel</i> |
| 5 zuurkool  | <i>bacterie / schimmel</i> |
- b** Welke schimmel wordt gebruikt om een antibioticum te maken? .....
- c** Welk organisme kan worden bestreden met penicilline? *bacterie / schimmel*
- d** Op welke twee manieren kunnen micro-organismen schadelijk zijn?

.....

.....

.....

.....

4

**Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Geef in de tabel aan welke eigenschappen bij bacteriën en/of schimmels horen.

	Bacterie	Schimmel
Celmembraan		
Cytoplasma		
Celkern		
Celwand		
Bladgroenkorrels		
Zweepharen		
Eencellig		
Meercellig		

- Zet in de tabel hoe bacteriën en schimmels nuttig of gevaarlijk kunnen zijn.

	Nut	Gevaar
Bacterie		
Schimmel		

**INZICHT**

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

5

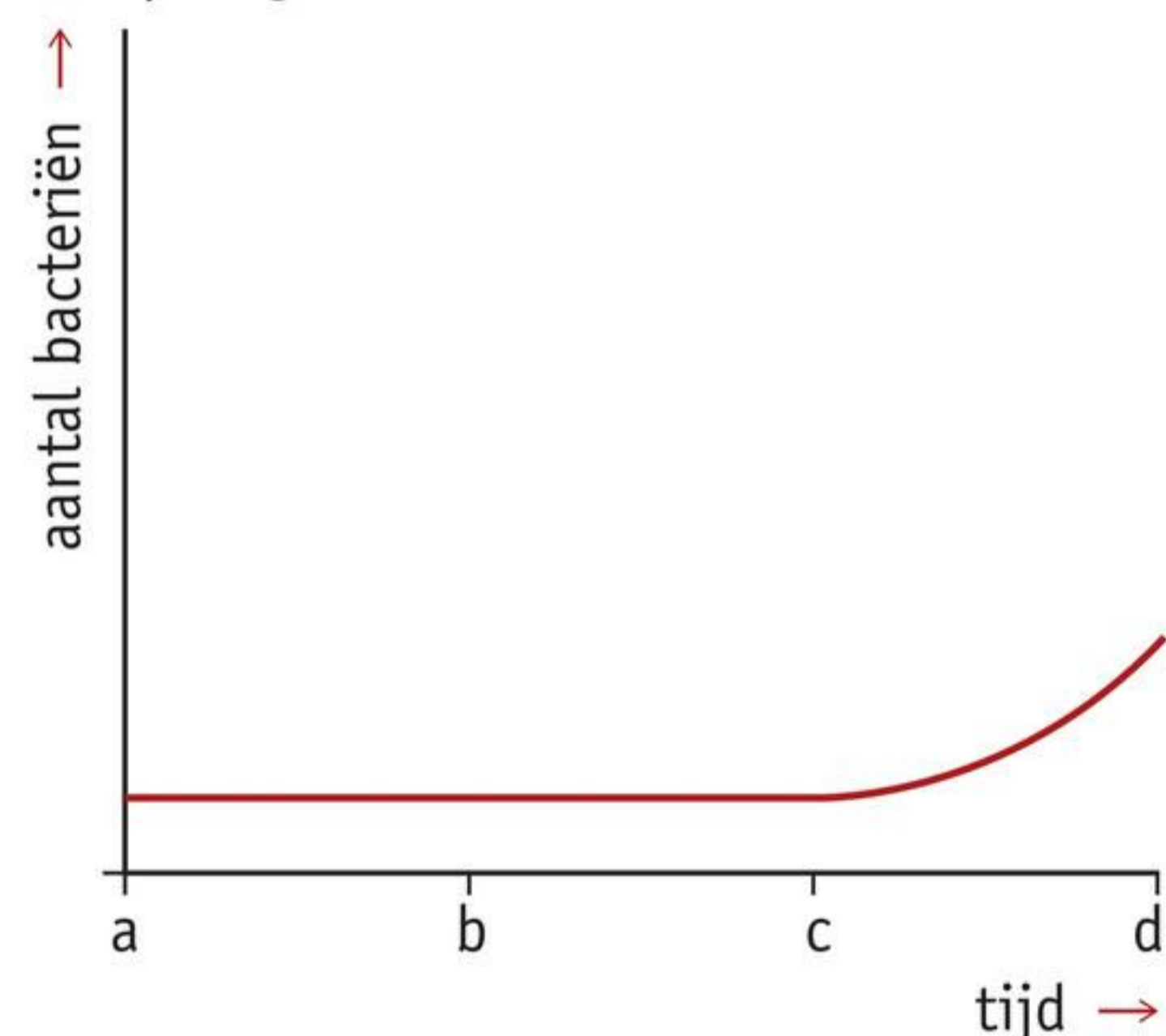
- Om besmetting met een ziekteverwekker te voorkomen, is hygiëne erg belangrijk. Leg uit hoe het verwarmen van voedsel helpt bij het voorkomen van besmetting met een ziekteverwekker.
- Geef nog drie maatregelen die je kunt nemen om infectieziekten door voedsel te voorkomen.

6

Bacteriën en schimmels kunnen zich goed voortplanten in een vochtige en warme omgeving. Verschillende manieren van conserveren maken gebruik van die eigenschap. Conserveren betekent voedsel langer houdbaar maken door voedselbederf tegen te gaan. Micro-organismen worden gedood of kunnen niet groeien.

- Chips wordt geconserveerd door het toevoegen van zout. Zout haalt vocht uit voedsel. Leg uit waarom dit zorgt voor een langere houdbaarheid van de chips.
- Veel bacteriën en schimmels houden niet van een zure omgeving. De melkzuurbacterie houdt hier wel van. Door deze bacterie aan melk toe te voegen, krijg je yoghurt. Yoghurt is veel langer houdbaar dan melk. Leg uit hoe dit komt.
- Na vangst moet vis zo snel mogelijk worden schoongemaakt en gekoeld. Op de visafslag wordt de vis gesorteerd en daarna verkocht aan groothandels, supermarkten en restaurants. Per vrachtwagen of schip wordt de vis hier zo snel mogelijk naartoe gebracht. Waarom moet vis na de vangst zo snel mogelijk in de winkel liggen?
- Bekijk de grafiek (zie afbeelding 16). Bij de visopslag wordt de vis normaal gesproken gekoeld met ijs en bewaard in ruimten met een goede luchtafzuiging, maar de afzuiging is kapotgegaan. Op welk moment is de luchtafzuiging kapotgegaan? Leg je antwoord uit.

**Afb. 16** Aantal bacteriën op vis in de visopslag.



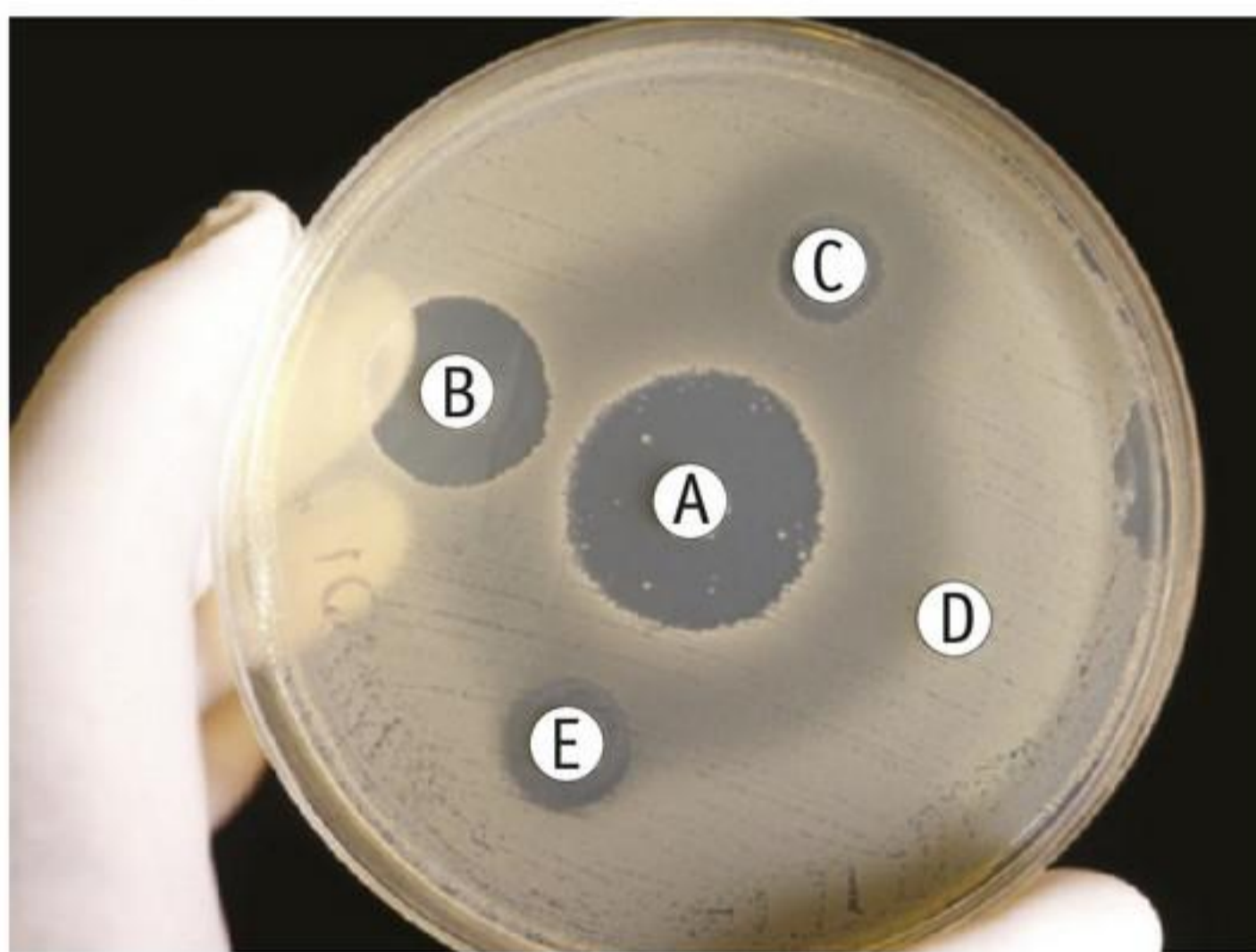
7

- Darmen zijn een perfecte plek voor bacteriën. In de darmen is het vochtig, warm en is er genoeg voedsel aanwezig. In onze darmen leven veel bacteriën. Je noemt deze bacteriën samen de darmflora. Onze darmwand is aan de binnenkant helemaal bedekt met nuttige bacteriën. Zij helpen bij de vertering van ons voedsel, zodat onze darmwand meer voedingsstoffen kan opnemen. Waarom kunnen schadelijke bacteriën zich binnen een gezonde darmflora niet voortplanten?
- Het antibioticum penicilline zorgt ervoor dat bacteriën geen celwand meer kunnen bouwen en zich dus niet kunnen voortplanten. Waarom hebben antibiotica geen effect op de cellen van het menselijk lichaam?
- Schimmels kunnen bij de mens voor infecties zorgen. Deze infecties komen bijvoorbeeld voor tussen de tenen (zwemmerseczeem) en in de vagina. Ook een schimmelinfectie in het mondje van een baby (spruw) komt regelmatig voor. Waarom komen infecties juist op deze plekken in het lichaam voor?
- Candida albicans* is een gist die van nature in kleine hoeveelheden in de darm voorkomt. Na een antibioticumkuur komt het regelmatig voor dat iemand een schimmelinfectie met *Candida albicans* krijgt. Leg uit waarom zo'n infectie na de antibioticumkuur ontstaat.

8

- a** Marra komt bij de huisarts. Ze heeft buikpijn en diarree. De huisarts denkt aan een darminfectie. Om erachter te komen welke antibiotica zullen helpen, neemt de huisarts een beetje ontlasting af. Op een speciale voedingsbodem vermenigvuldigen de bacteriën uit de ontlasting zich. Dat duurt enkele dagen.  
Wordt de voedingsbodem op deze dagen bewaard bij 18 °C of bij 37 °C? Leg je antwoord uit.
- b** De voedingsbodem is zo bewerkt dat alleen de schadelijke bacteriën erop kunnen groeien.  
Op de voedingsbodem worden schijfjes gelegd met daarin verschillende soorten antibiotica (A tot en met E). Na enige tijd kun je zien welk antibioticum de bacterie doodt (zie afbeelding 17).  
Welk antibioticum werkt het best tegen deze bacterie? Leg je antwoord uit.
- c** Bacteriën kunnen resistent worden voor een antibioticum. Het antibioticum doodt deze bacteriën dan niet meer.  
Resistente bacteriën ontstaan door evolutie. Je noemt dit micro-evolutie.  
Leg uit hoe een bacteriekolonie resistent kan worden voor een bepaald antibioticum.  
Gebruik in je antwoord in elk geval de woorden: *aangepast* – *mutatie* – *selectie*.

Afb. 17 Bacteriën op kweek.



+ 9

- a** Een bacterie deelt zich elk halfuur.  
Hoeveel bacteriën zijn er na een uur (60 minuten) ontstaan? Tip: maak een tekening.
- b** Je kunt het aantal bacteriën dat in een bepaalde tijd ontstaat, ook uitrekenen.  
Daarvoor gebruik je de formule:  $2^t$ . Dit betekent: 2 tot de macht  $t$ . De macht  $t$  geeft aan hoe vaak je het getal met zichzelf moet vermenigvuldigen. Voor  $t$  vul je in hoeveel keer de tijd tussen twee delingen voorbij is gegaan.  
Voorbeeld: Een bacterie deelt zich elke 30 minuten (halfuur). Na 90 minuten is er 3× een deling geweest (want  $3 \times 30$  minuten = 90 minuten). Dan is  $t = 3$ . Dit vul je in de formule in:  $2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$ . Na 90 minuten zijn dus 8 bacteriën ontstaan.  
Bereken hoeveel bacteriën er zijn ontstaan na 180 minuten.
- c** Lees de tekst 'De ziekte van Lyme'.  
Waarmee kan de *Borrelia burgdorferi* worden behandeld? Leg je antwoord uit.
- d** Symptomen van de ziekte van Lyme ontstaan vaak niet direct na de tekenbeet. Soms duurt het maanden of jaren voordat iemand klachten krijgt.  
Wat kun je hieruit afleiden over de voortplanting van de *Borrelia burgdorferi*?

**Afb. 18****De ziekte van Lyme**

De ziekte van Lyme wordt veroorzaakt door de bacterie *Borrelia burgdorferi*. De ziekte van Lyme kun je via de beet van een besmette teek oplopen (zie foto 1). De teek wordt besmet als hij bloed zuigt bij kleine (knaag)dieren of vogels die de bacterie bij zich dragen. Wanneer een teek later bloed van mensen zuigt, kan de bacterie op de mens worden overgedragen. Ongeveer een op de vijf teken draagt de bacterie bij zich. Tekenen leven in bossen en tuinen.

Bij de ziekte van Lyme kun je de volgende klachten krijgen:

- een verkleuring van de huid op de plek van de tekenbeet, die groter wordt (zie foto 2)
- koorts en eventueel spier- en gewrichtspijn, in de eerste weken na de tekenbeet
- soms gewrichtsklachten, huidklachten, zenuwklachten of hartklachten

De verspreiding van de *Borrelia burgdorferi* door het lichaam kan langzaam verlopen. Om deze verspreiding te voorkomen, is een snelle behandeling na de beet belangrijk. Je lichaam goed controleren op teken na een bezoek aan het groen is daarom erg belangrijk.



1



2

Bron: [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 4 Planten en dieren

## LEERDOELEN

- 4.4.1 Je kunt planten indelen door te kijken naar de bouw en de manier van voortplanten.
- 4.4.2 Je kunt dieren indelen door te kijken naar de symmetrie en het skelet.

► Practica 5 en 6

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	4.4.1	4.4.2	4.2.2*
Onthouden		3a	
Begrijpen	1, 2, 4	3b, 4	
Toepassen	5, 6acd	7, 9abc	
Analyseren	8, 9de		6b

\* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Overal op aarde leven planten en dieren. Er zijn bijna 400 000 soorten planten en 1,3 miljoen soorten dieren bekend. Planten en dieren kun je indelen in groepen door te kijken naar de kenmerken.**

## PLANTEN ORDENEN

Er zijn heel veel verschillende planten. Bij het ordenen kijken biologen naar de bouw van planten, bijvoorbeeld of de plant wortels heeft. Ze kijken ook naar de manier van voortplanten. Het rijk van de planten kun je indelen in drie groepen:

- zaadplanten
- sporenplanten
- wieren (algen)

## ZAADPLANTEN EN SPORENPLANTEN

Meercellige planten hebben organen, zoals wortels, stengels en bladeren. **Zaadplanten** planten zich voort met zaden. Bedektzadige planten hebben bloemen. De zaden zitten in vruchten. Naaktzadige planten hebben kegels. De zaden liggen tussen schubben in de kegels.

**Sporenplanten** planten zich voort met sporen. Dit zijn cellen waaruit een nieuwe plant kan ontstaan. In afbeelding 1 zie je de kenmerken van zaadplanten en sporenplanten.

## WIENEN (ALGEN)

Wieren kunnen eencellig of meercellig zijn. Wieren worden ook wel algen genoemd. Wieren hebben geen wortels, stengels en bladeren. Eencellige wieren planten zich voort door deling. Meercellige wieren planten zich voort met sporen. Boomalg en zeesla zijn voorbeelden van wieren (zie afbeelding 2).

**Afb. 2** Wieren (algen).



1 boomalg (eencellig)



2 zeesla (meercellig)

## Afb. 1 Indeling van meercellige planten.

ZAADPLANTEN	Kenmerken: <ul style="list-style-type: none"> <li>• wortels, stengels, en bladeren</li> <li>• voortplanting door zaden</li> </ul>	 <p>gewoon speenkruid</p>	 <p>beuk</p>
	<b>PAARDENSTAARTEN</b>		
SPORENPLANTEN	Kenmerken: <ul style="list-style-type: none"> <li>• wortels, stengels en bladeren</li> <li>• stengels zijn hol en geled</li> <li>• voortplanting door sporen</li> </ul>	 <p>paardenstaart</p>	 <p>sporevormende orgaantjes</p>
	<b>VARENS</b>		
	Kenmerken: <ul style="list-style-type: none"> <li>• wortels, stengels en bladeren</li> <li>• grote, ingesneden bladeren</li> <li>• sporen in sporenhoopjes</li> </ul>	 <p>varen met ingesneden bladeren</p>	 <p>sporenhoopjes op de onderkant van een varenblad</p>
	<b>MOSSEN</b>		
	Kenmerken: <ul style="list-style-type: none"> <li>• stengels en bladeren</li> <li>• geen echte wortels</li> <li>• sporen in sporendoosjes</li> </ul>	 <p>haarmos</p>	 <p>sporendoosjes van haarmos</p>

### DIEREN ORDENEN

Bij het ordenen van dieren zijn de belangrijkste kenmerken de symmetrie en het skelet.

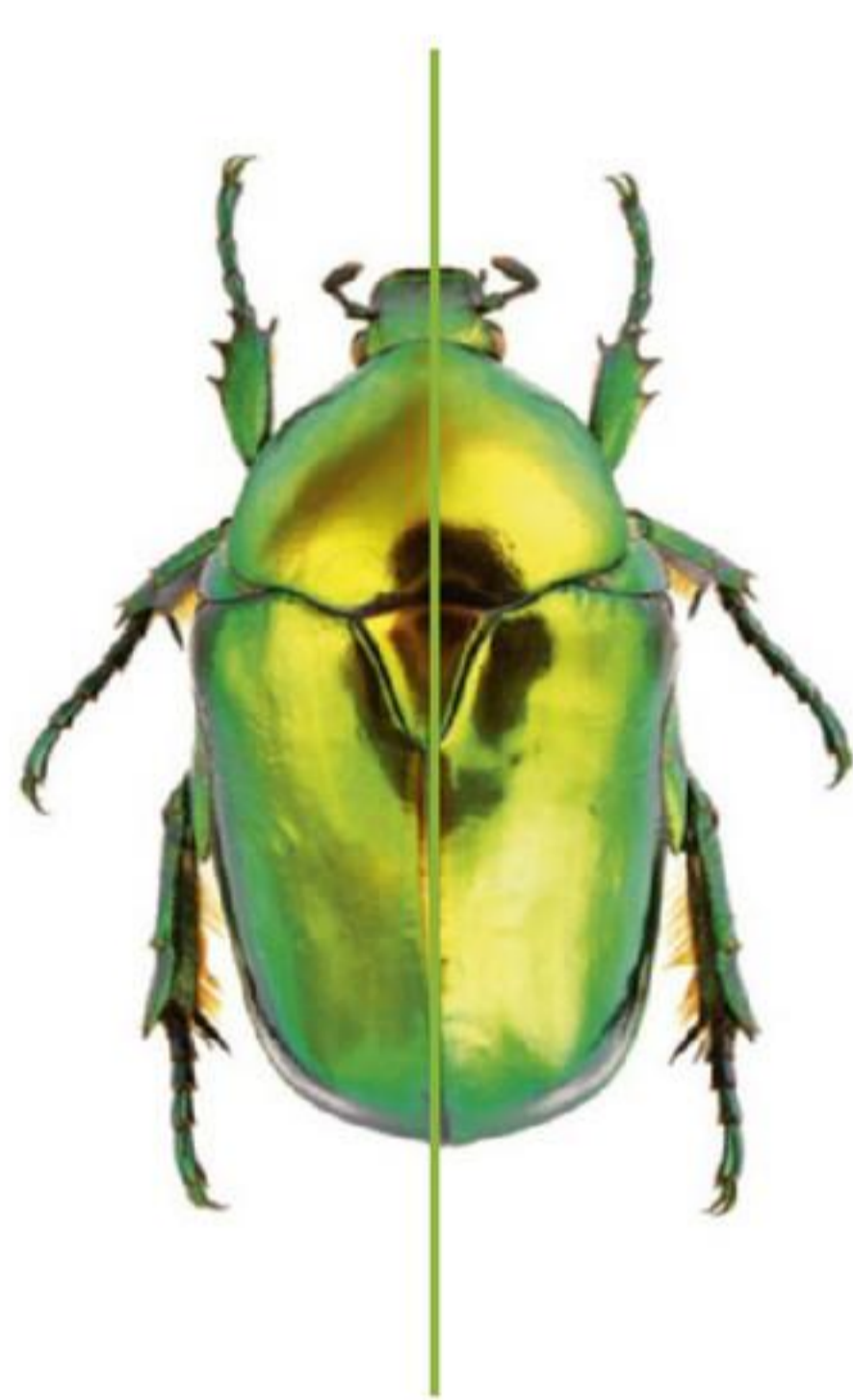
**Symmetrie** betekent dat je iets in twee gelijke helften kunt verdelen.

Veel soorten dieren zijn tweezijdig symmetrisch. Deze dieren zijn maar op één manier in twee gelijke helften te verdelen. Voorbeelden hiervan zijn de mens en de kever (zie afbeelding 3.1).

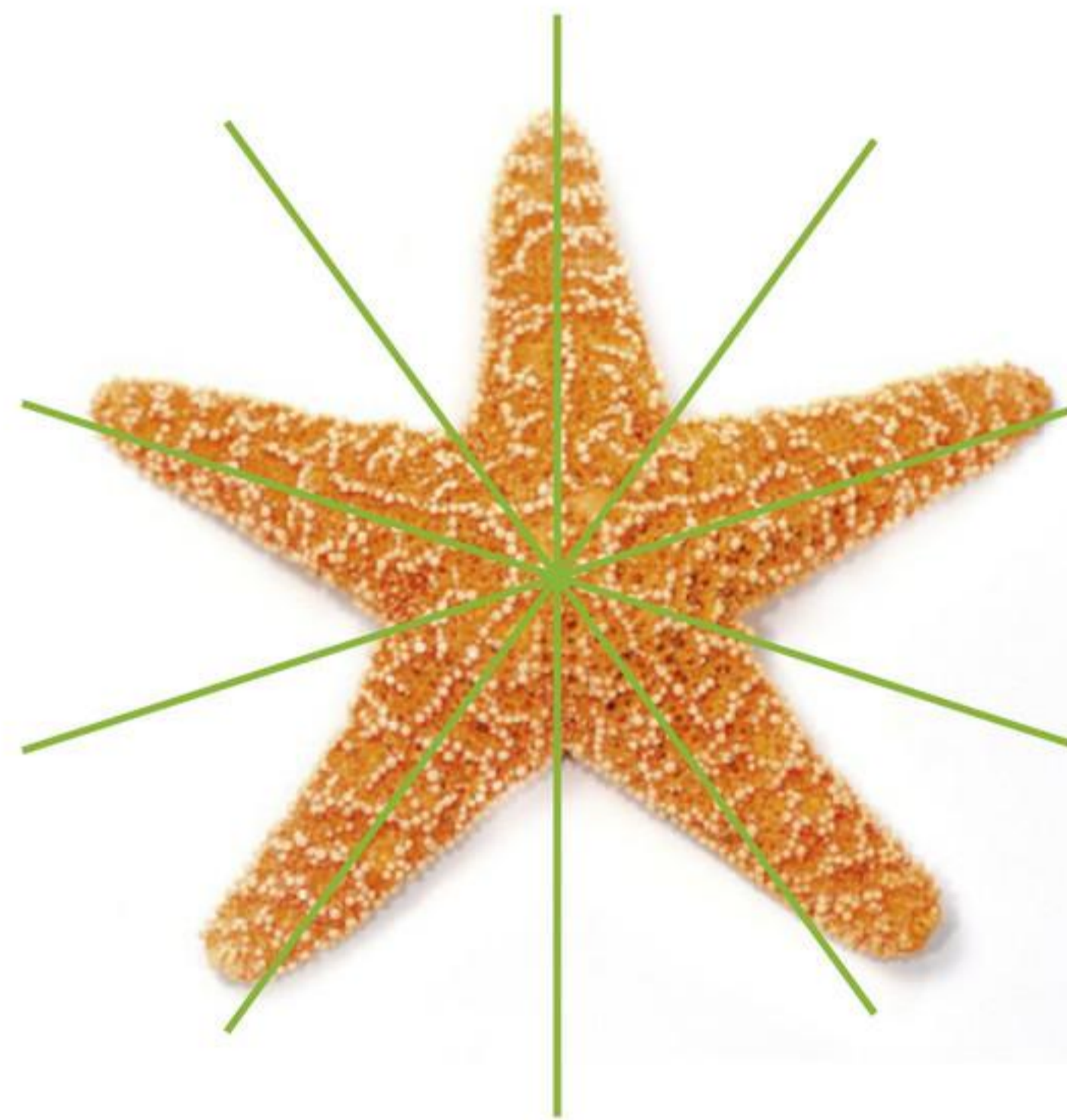
Andere soorten dieren zijn veelzijdig symmetrisch. Deze dieren kun je op meerdere manieren in twee gelijke helften verdelen (zie afbeelding 3.2).

Dieren die je op geen enkele manier in twee gelijke helften kunt verdelen, noem je niet-symmetrisch. Een voorbeeld hiervan is een sponsdier (zie afbeelding 3.3).

**Afb. 3** Symmetrie bij dieren.



1 kever: tweezijdig symmetrisch



2 zeester: veelzijdig symmetrisch



3 sponsdier: niet-symmetrisch

Veel dieren hebben stevige delen in of om hun lichaam: het skelet. Dit geeft stevigheid en bescherming.

In afbeelding 4 zie je verschillende soorten skeletten:

- Een mossel, een slak en een lieveheersbeestje hebben een skelet aan de buitenkant van het lichaam. Dit is een **uitwendig skelet**.
- Bij een sponsdier, een zeekat en een mens zit het skelet binnen in het lichaam. Dit is een **inwendig skelet**.

**Afb. 4** Skeletten bij dieren.

1 uitwendig skelet bij een lieveheersbeestje: een pantser



2 uitwendig skelet bij een mossel: een schelp



3 uitwendig skelet bij een slak: een huisje



4 inwendig skelet bij een sponsdier: een skelet van stevige vezels van hoornstof tussen de cellen



5 inwendig skelet bij een zeekat: een inwendige schelp (zeeschuim)



6 inwendig skelet bij een mens: een skelet van beenderen

Er zijn ook dieren die geen skelet hebben (zie afbeelding 5).

**Afb. 5** Dieren zonder skelet.

1 kwal

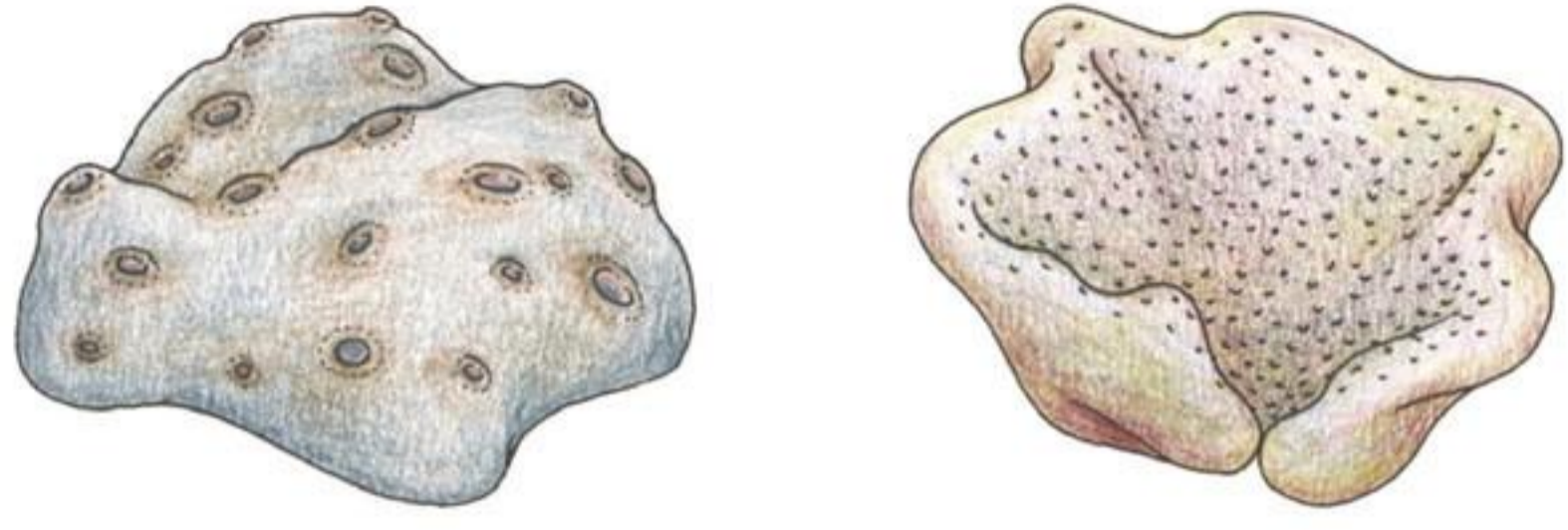
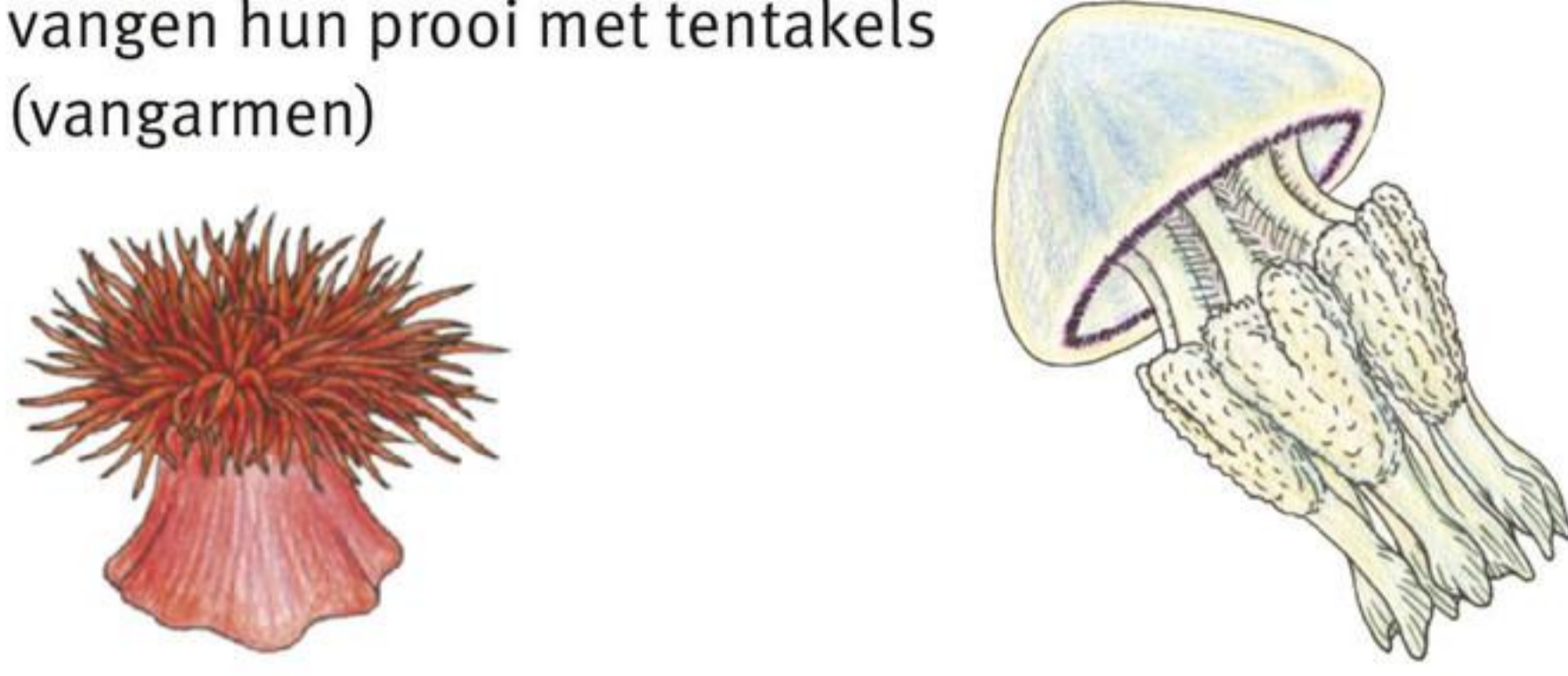

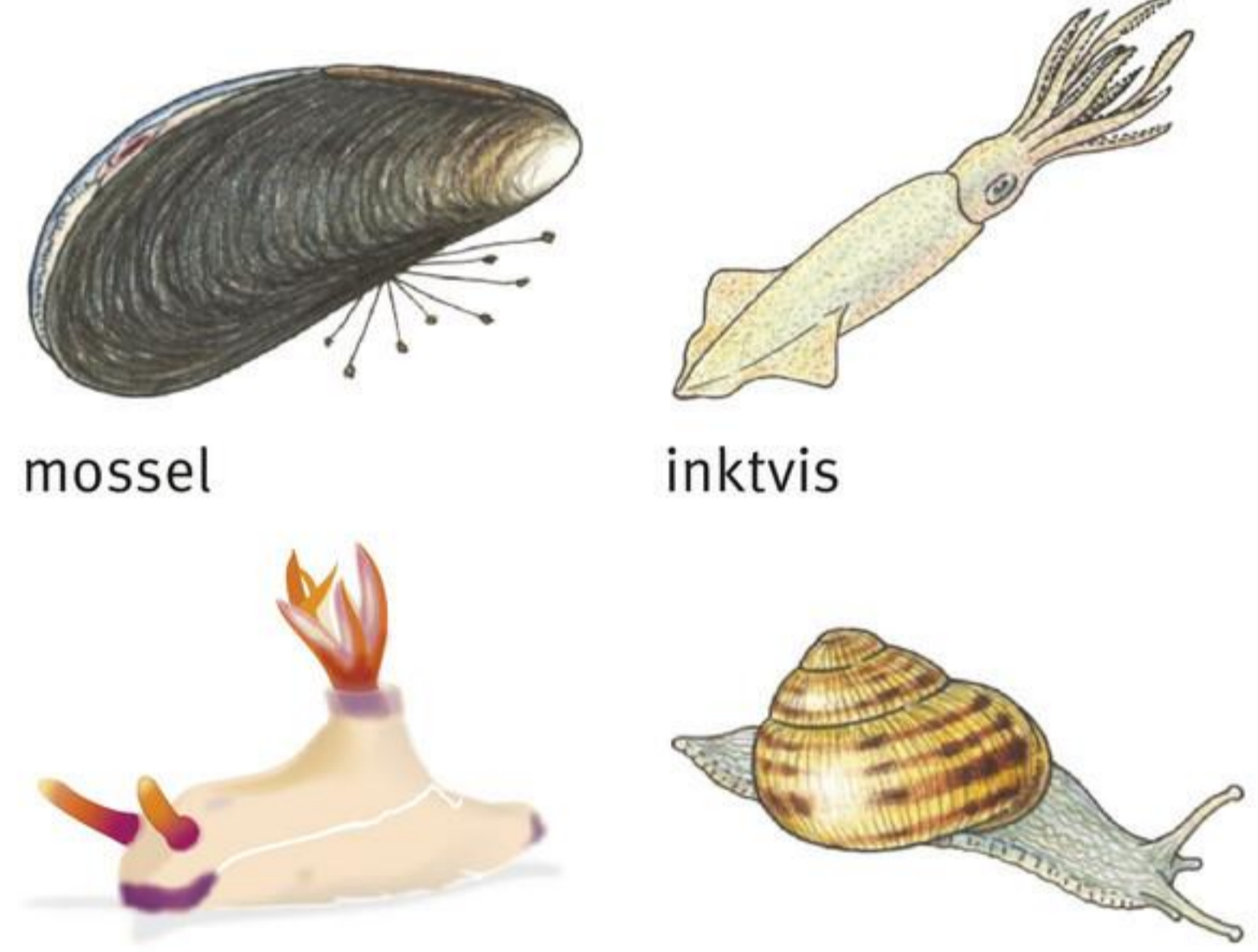
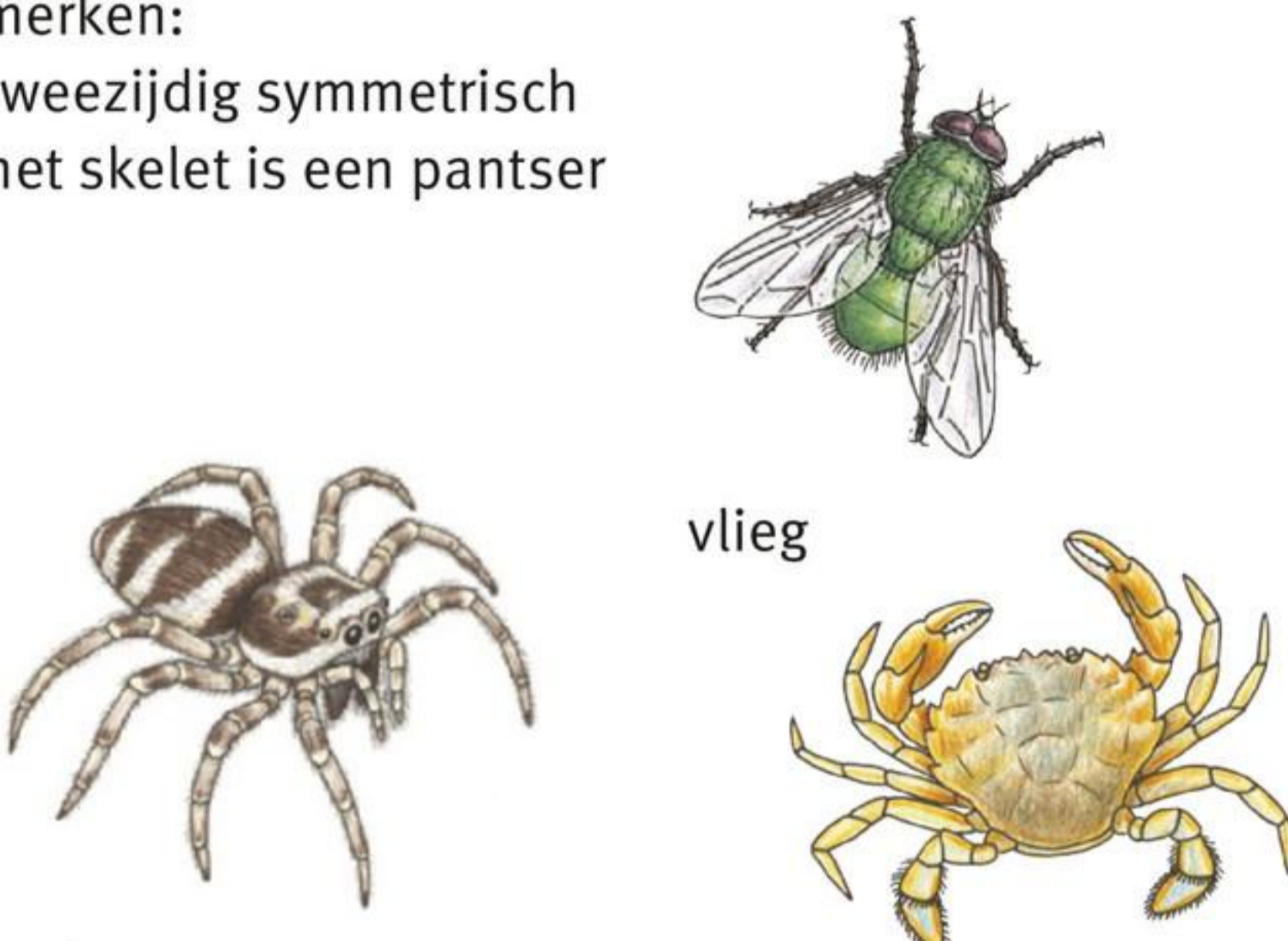
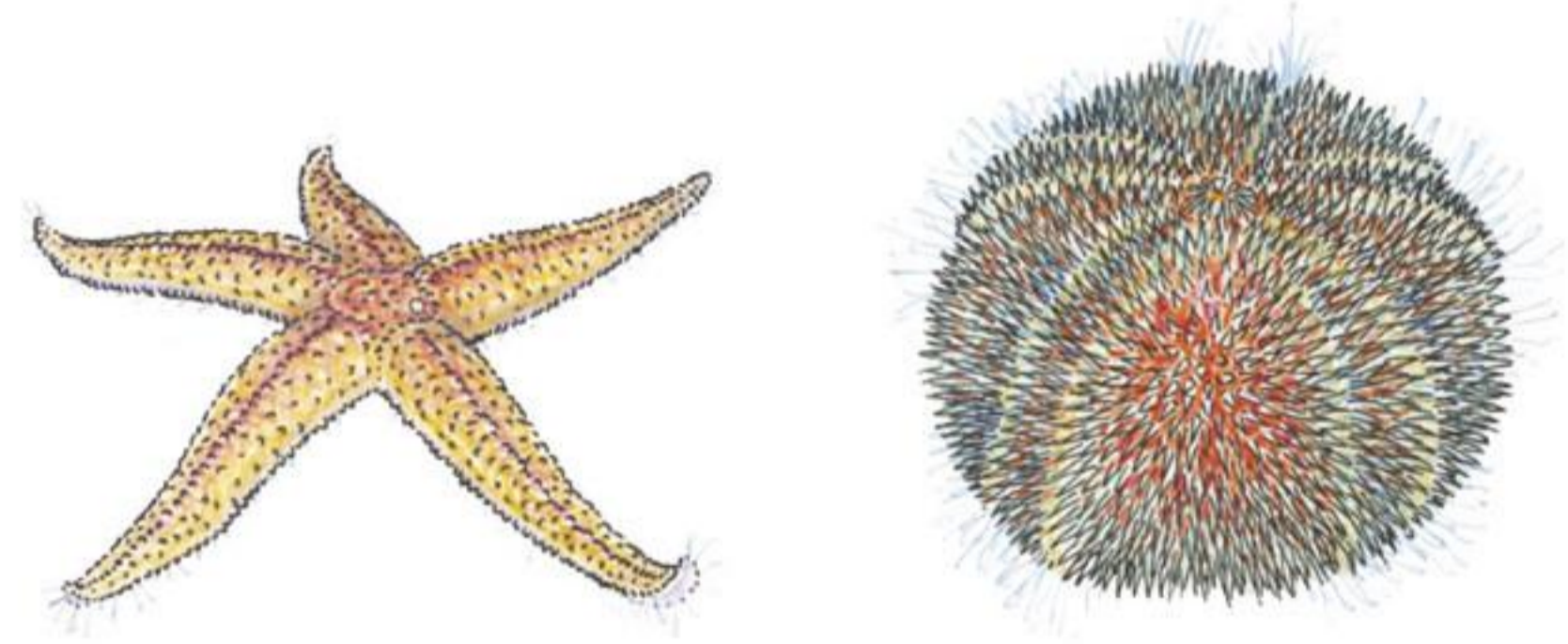
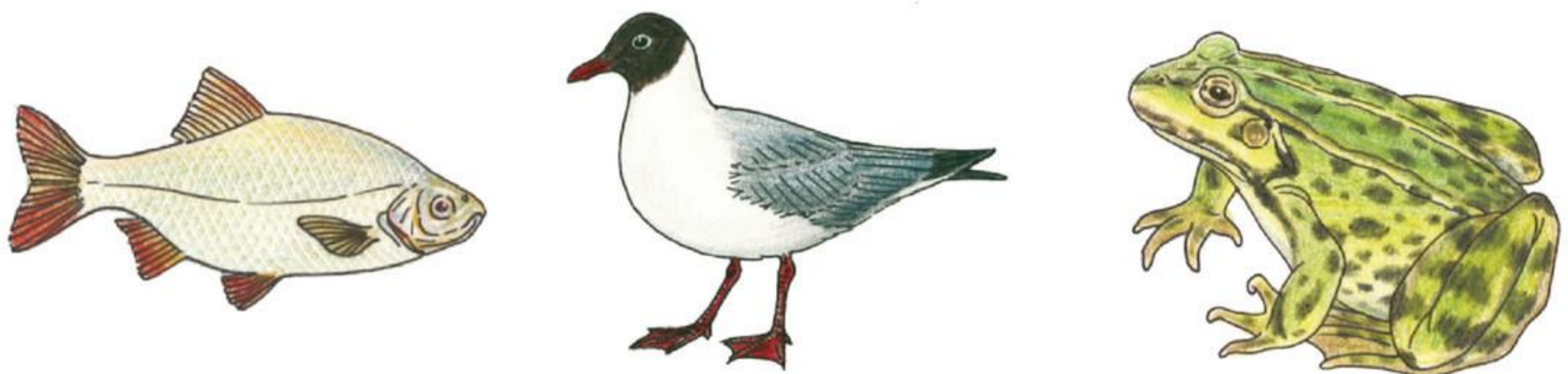


2 naaktslak

### ZEVEN GROEPEN

Op basis van de symmetrie en het skelet kun je het dierenrijk ordenen in groepen met dezelfde kenmerken. Zeven groepen zijn de sponsdieren, neteldieren, wormen, weekdieren, geleedpotigen, stekelhuidigen en gewervelden (zie afbeelding 6).

Afb. 6 Indeling van het dierenrijk.

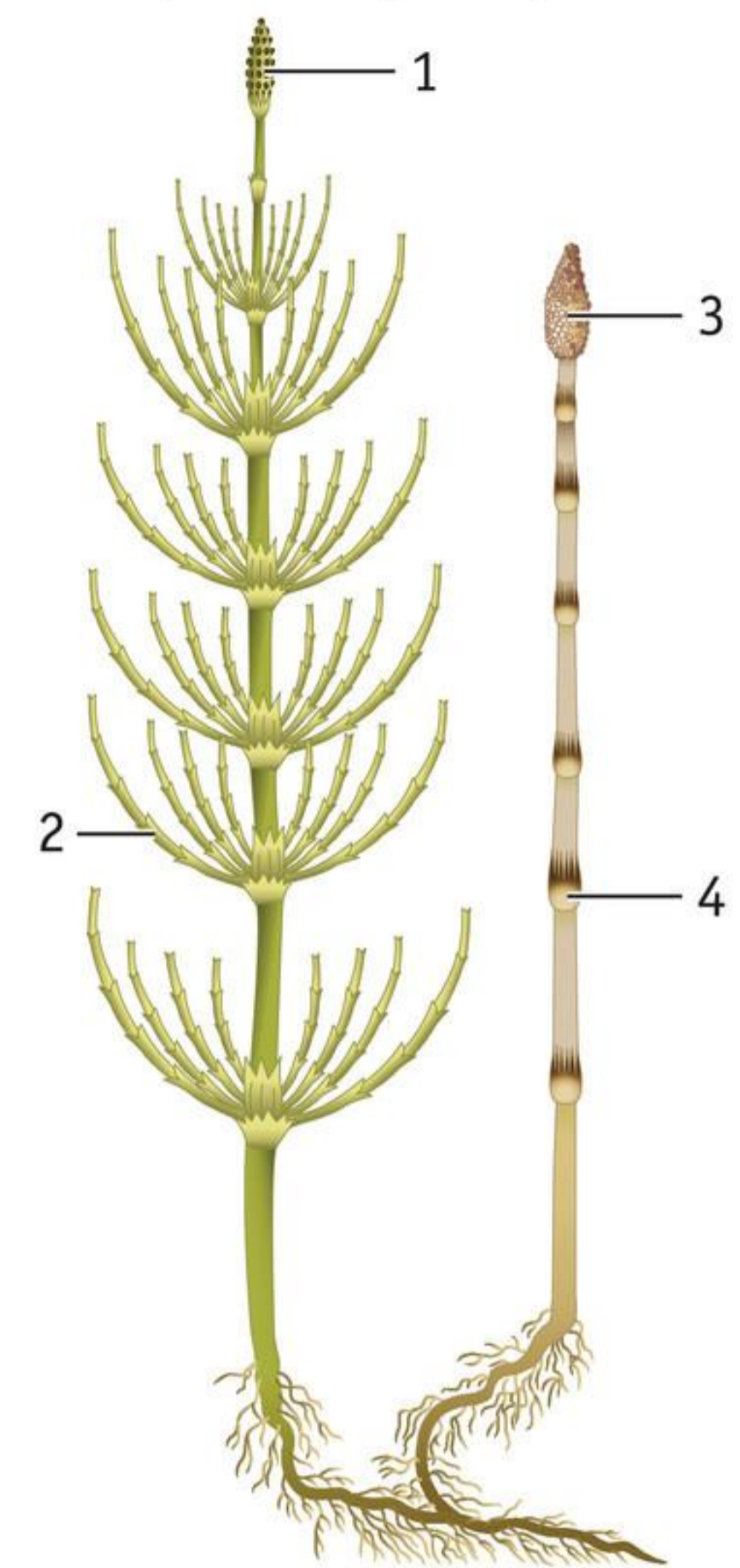
<p><b>1 SPONSDIEREN</b></p> <p>Kenmerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• niet-symmetrisch</li> <li>• stevige hoornvezels tussen de cellen</li> <li>• zitten meestal vast op de bodem van de zee</li> </ul>  <p>badspons                      olifantorspons</p>	<p><b>2 NETELDIEREN</b></p> <p>Kenmerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• veelzijdig symmetrisch</li> <li>• meestal geen skelet</li> <li>• leven in het water</li> <li>• vangen hun prooi met tentakels (vangarmen)</li> </ul>  <p>zeanemoon                      kwal</p>
<p><b>3 WORMEN</b></p> <p>Kenmerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tweezijdig symmetrisch</li> <li>• geen skelet</li> <li>• het lichaam is lang en dun</li> </ul>  <p>spoelworm                      regenworm                      lintworm</p>	<p><b>4 WEEKDIEREN</b></p> <p>Kenmerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tweezijdig symmetrisch</li> <li>• meestal een schelp of huisje als skelet</li> </ul>  <p>mossel                      inktvis</p> <p>zeenaaktslak                      slak</p>
<p><b>5 GELEEDPOTIGEN</b></p> <p>Kenmerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tweezijdig symmetrisch</li> <li>• het skelet is een pantser</li> </ul>  <p>spin                      vlieg                      krab</p>	<p><b>6 STEKELHUIDIGEN</b></p> <p>Kenmerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• veelzijdig symmetrisch</li> <li>• inwendig skelet van kalk</li> <li>• de huid is bedekt met stekels of knobbels</li> <li>• leven op de bodem van de zee</li> </ul>  <p>zeester                      zee-egel</p>
<p><b>7 GEWERVELDEN</b></p> <p>Kenmerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tweezijdig symmetrisch</li> <li>• een inwendig skelet</li> </ul>  <p>rietvoorn                      meeuw                      kikker</p>	

## KENNIS

1

- a** Is de zin juist of onjuist?
- 1 Mossen hebben bladeren. *juist / onjuist*
  - 2 Varens hebben bloemen. *juist / onjuist*
  - 3 Wieren hebben wortels. *juist / onjuist*
  - 4 Zaadplanten hebben stengels. *juist / onjuist*
- b** Welke groep planten heeft geen wortels?
- A paardenstaarten
- B varens
- C wieren
- D zaadplanten
- c** In afbeelding 7 zie je een sporenplant.  
In welk deel van deze plant ontstaan de sporen?
- A in deel 1
- B in deel 2
- C in deel 3
- D in deel 4

Afb. 7 Een sporenplant.



2

- a** In afbeelding 8.1 zie je sterremos.  
Is sterremos een sporenplant of een zaadplant? *sporenplant / zaadplant*
- b** In afbeelding 8.2 zie je krokussen.  
Is een krokus een sporenplant of een zaadplant? *sporenplant / zaadplant*

Afb. 8



1 sterremos

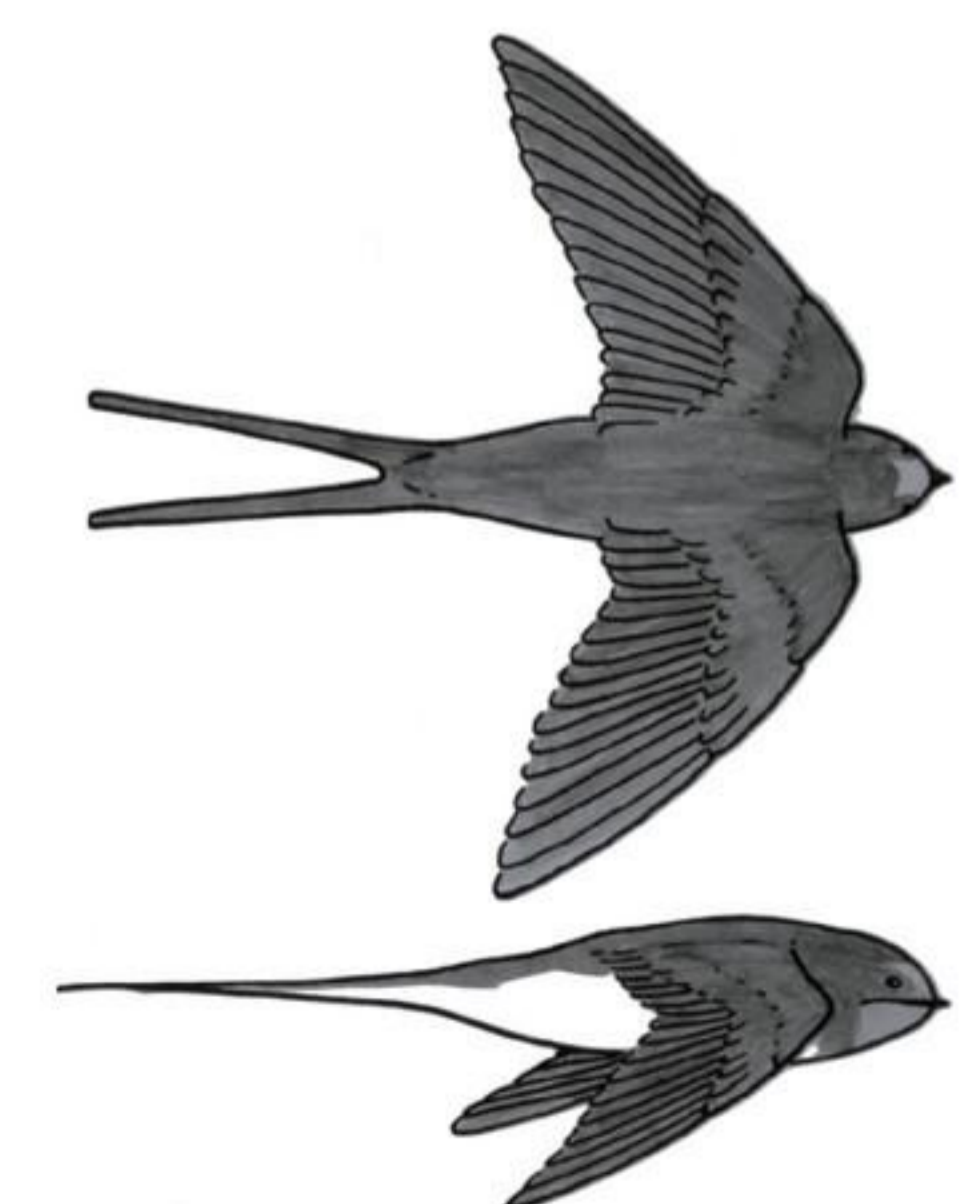


2 krokussen

3

- a** Sommige dieren zijn op meerdere manieren in twee ongeveer gelijke helften te verdelen.  
Hoe heet dat?  
*niet-symmetrisch / tweezijdig symmetrisch / veelzijdig symmetrisch*
- b** In afbeelding 9 zie je twee tekeningen van een zwaluw.  
Een zwaluw is:
- A niet-symmetrisch.
- B tweezijdig symmetrisch.
- C veelzijdig symmetrisch.

Afb. 9 Een zwaluw.



## 4

**Samenvatting**

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Geef in de tabel aan welke eigenschappen bij planten horen. Gebruik daarbij: *mossen – paardenstaarten – sporenplanten – varens – wieren – zaadplanten*. Je kunt de woorden meerdere keren gebruiken.

ORGANISME		VOORTPLANTING		
Eencellig	Meercellig	Zaden	Sporen	Deling
ORGANEN				
Wortels	Stengels	Bladeren	Bloemen of kegels	

- Vul in de tabel de kenmerken van de verschillende groepen dieren in.

Diergroep	Symmetrie	Skelet
Sponsdieren		
Neteldieren		
Wormen		
Weekdieren		
Geleedpotigen		
Stekelhuidigen		
Gewervelden		

## INZICHT

Maak de volgende opdrachten in je schrift.

5

In afbeelding 10 zie je negen planten. Bij elke plant staat kort beschreven hoe de plant leeft.

Is de plant een mos, een paardenstaart, een varen, een wier of een zaadplant?

- |                        |            |
|------------------------|------------|
| 1 gewoon muursterretje | 6 darmwier |
| 2 waterlelie           | 7 mais     |
| 3 echt venushaar       | 8 mosbol   |
| 4 weegbree             | 9 den      |
| 5 holpijp              |            |

Afb. 10 Negen planten met beschrijving.

 <p>gewoon muursterretje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deze plant groeit op muren en stenen in de stad.</li> <li>• De blaadjes hebben de vorm van een tong.</li> <li>• Sporendoosjes vormen op steeltjes.</li> </ul>	 <p>waterlelie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deze plant groeit in vijvers en plassen.</li> <li>• De bloemen zijn wit of roze.</li> <li>• De bladeren drijven op het water.</li> </ul>	 <p>echt venushaar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Groenblijvende plant met vertakte blaadjes.</li> <li>• Sporenhoopjes liggen aan de toppen van de onderzijde van de bladeren.</li> </ul>
 <p>weegbree</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deze plant groeit op plaatsen waar veel wordt gelopen.</li> <li>• De bladeren liggen plat op de grond.</li> <li>• De plant heeft groene, onopvallende bloemen.</li> </ul>	 <p>holpijp</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deze plant heeft een holle stengel.</li> <li>• Stengels met sporen verschijnen in mei tot juli.</li> </ul>	 <p>darmwier</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deze plant groeit vaak op het wad of strand.</li> <li>• De buizen waaruit de plant bestaat, zijn gevuld met luchtbellen.</li> <li>• De buizen zitten aan het einde vast aan de ondergrond.</li> </ul>
 <p>mais</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deze plant wordt veel op akkers verbouwd.</li> <li>• De plant wordt gebruikt als veevoer.</li> <li>• De zaden zijn gele 'korrels' die in kolven groeien.</li> </ul>	 <p>mosbol</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deze plant groeit in de vorm van een bol op de bodem van meren.</li> <li>• Door de golfslag in de meren vormen de bollen zich (ze rollen over de bodem).</li> </ul>	 <p>den</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deze boom behoudt het hele jaar zijn naalden (de bladeren).</li> <li>• De den heeft kegelvruchten: de dennenappels.</li> <li>• Deze vruchten gaan in het voorjaar openstaan zodat de zaden bevrucht kunnen worden.</li> </ul>

6

Lees de tekst 'Korstmos'.

- Is korstmos een plant? Leg je antwoord uit.
- Vindt in korstmos fotosynthese plaats? Leg je antwoord uit.
- Algen hebben geen wortels, stengels en bladeren en zijn vaak eencellig. Leg uit waarom algen toch tot het plantenrijk behoren.
- De meeste algen leven in water. Leg uit dat algen geen wortels en stengels nodig hebben.

**Afb. 11**

### Korstmos

Een korstmos is een symbiose tussen een schimmel en een alg. Bij een symbiose leven twee organismen samen en hebben ze elkaar nodig om te overleven. De schimmel zorgt ervoor dat de alg water en mineralen kan opnemen. Ook zorgt hij voor bescherming tegen de zon en tegen vraat van dieren. De alg zorgt voor de glucose die de schimmel nodig heeft.



7

- De gewone zeeekat (zie afbeelding 12.1) is een inktvis. Zeekatten hebben een kort, breed lichaam met acht armen en twee lange tentakels. Ze hebben een platte inwendige schelp. Tot welke diergroep behoort de zeeekat? En aan welke twee kenmerken kun je dat zien?
- De zeeekat is een hoogontwikkeld dier. Zeekatten zijn snelle jagers en kunnen zowel vooruit als achteruit zwemmen. De zeeekat kan kleurstof (inkt) uitstoten en heel snel van kleur veranderen (zie afbeelding 12.2). De zeeekat wordt gegeten door verschillende soorten roofvissen en dolfijnen. Welke eigenschappen van de zeeekat zorgen ervoor dat de zeeekat zich kan beschermen tegen vijanden?

**Afb. 12**



1 zeeekat



2 een zeeekat die van kleur is veranderd

8

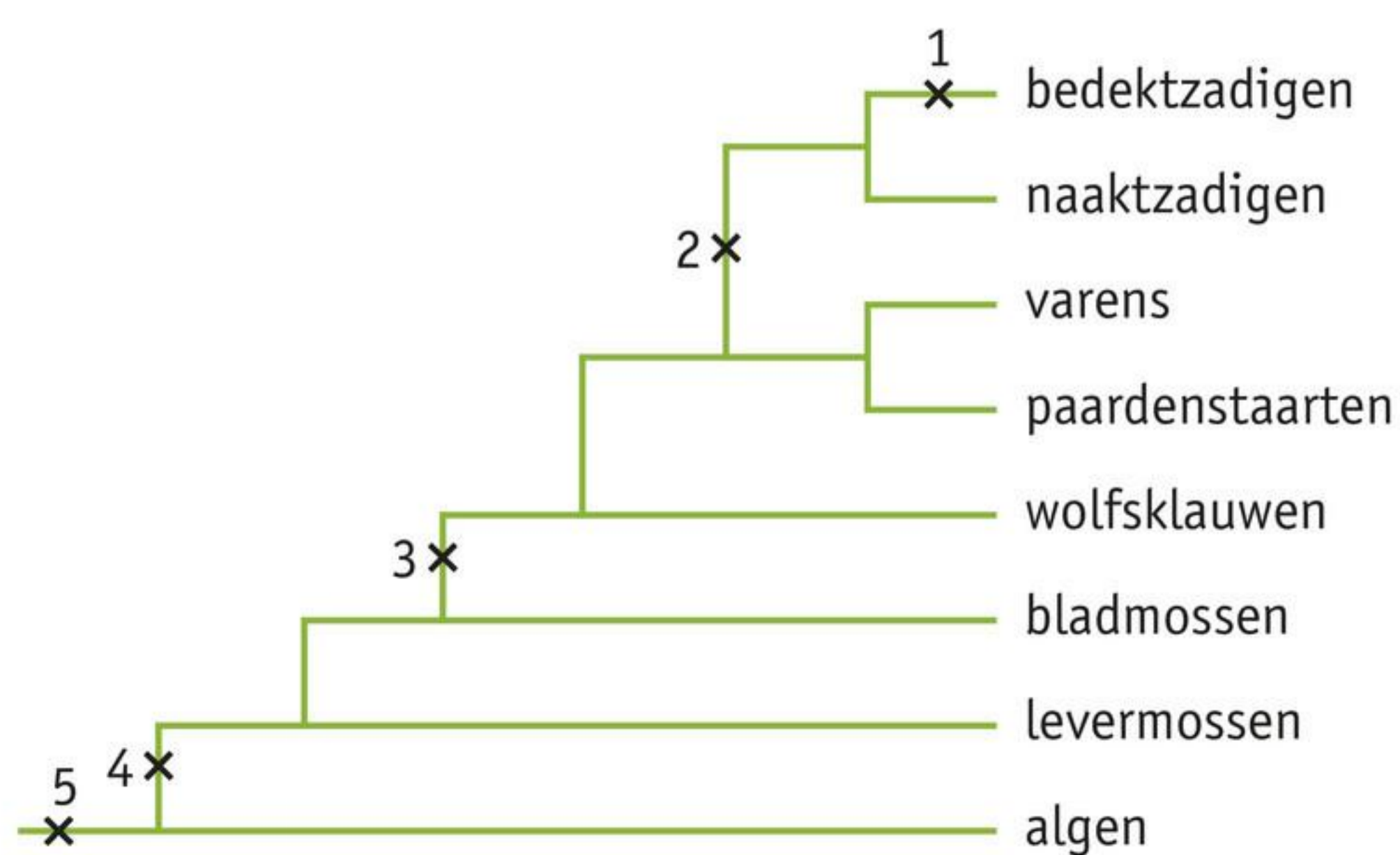
Julia vindt informatie over de afstamming van planten volgens de evolutietheorie. Met behulp van deze informatie maakt zij een stamboom (zie afbeelding 13). De cijfers in de stamboom geven aan wanneer enkele eigenschappen zijn ontstaan tijdens de evolutie van planten.

Julia trekt de volgende twee conclusies uit de gegevens in haar stamboom:

- Varens zijn meer verwant aan paardenstaarten dan aan naaktzadigen.
- Alle planten met stengels maken zaden voor de voortplanting.

Zijn Julia's conclusies juist volgens de gegevens in de stamboom? Leg je antwoord uit.

**Afb. 13** De afstamming van planten.



Legenda:

- 1 = bloemen en vruchten
- 2 = zaden
- 3 = vaatbundels
- 4 = voortplantingscellen beschermd tegen droogte
- 5 = bladgroenkorrels

+ 9

Lees de tekst 'Kwetsbaar koraal'.

- Tot welke diergroep behoort koraal?
- Welk kenmerk van koraal hebben andere dieren uit deze groep niet?
- Eencellige algen leven samen met de koraalpoliepen.  
Welke stof geeft de alg waarschijnlijk aan de poliep? En welke stof geeft de poliep waarschijnlijk aan de alg?
- Wanneer de algen uit het koraal verdwijnen, verliezen de koralen hun prachtige kleuren. Je ziet dan de witte kalk door de kleurloze poliepen. Als er geen nieuwe algen komen, sterven de poliepen. Dit wordt *coral bleaching*, het bleken van het koraal, genoemd.  
Koralen komen vooral voor in ondiepe wateren. Geef hiervoor een verklaring.
- Algen kunnen niet tegen een stijging van de watertemperatuur. Ze gaan dan dood. Let uit hoe de klimaatveranderingen zorgt voor het sterven van koraalriffen.

**Afb. 14**

### Kwetsbaar koraal

Overal gaat het slecht met het koraal in de tropische wateren. Op sommige plaatsen zijn de koraalriffen verdwenen, op andere plaatsen ernstig aangetast. Hierdoor is de soortendiversiteit flink afgenomen.

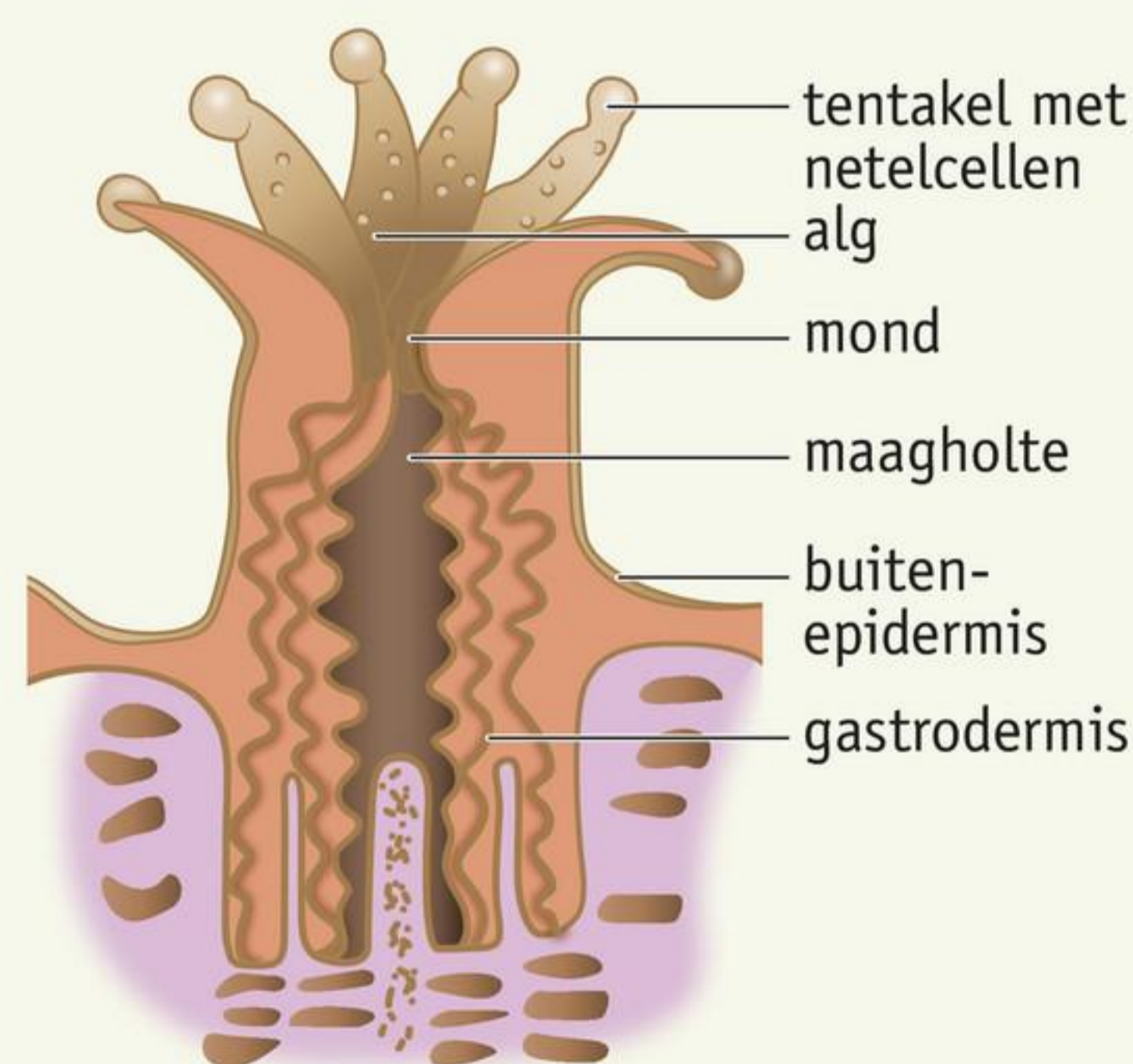
Koraal lijkt misschien op een plant, maar in werkelijkheid bestaat koraal uit poliepen: koraaldiertjes (zie afbeelding 1). De koraaldiertjes zijn hooguit een paar centimeter groot en leven in een doosje van kalk: het uitwendige skelet. Ze halen met hun tentakels plankton uit het water.

Koraalpoliepen leven samen in grote kolonies. Eencellige algen leven in symbiose met de poliepen. Symbiose betekent langdurig samenleven, waarbij beide soorten voordeel hebben.

Als de poliep doodgaat, blijft het uitwendige skelet achter. De koraalskeletjes vormen dan de ondergrond voor nieuwe koraalpoliepen. Afbeelding 2 geeft een schematische doorsnede van één koraalpoliep. Het koraal dat in afbeelding 1 is weergegeven, bevat vele duizenden van deze poliepen.



1 koraal



2 schematische doorsnede van één koraalpoliep

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 5 Geleedpotigen en gewervelden

## LEERDOELEN

- 4.5.1 Je kunt geleedpotigen indelen door te kijken naar het aantal segmenten en het aantal poten. ► Practicum 7
- 4.5.2 Je kunt gewervelden indelen door te kijken naar de bouw en de manier van voortplanten.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	4.5.1	4.5.2	3.7.2**
Onthouden	1	2bcd	
Begrijpen	3, 4ab, 5b	2a, 3, 5a	
Toepassen	4ce, 5cde	6	
Analysen	4d	7b, 8	7a

\*\* Dit leerdoel vind je in een ander thema.

**Ongeveer 1 miljoen van de ruim 1,3 miljoen nog bestaande diersoorten zijn geleedpotigen. Toch denken veel mensen bij dieren vooral aan gewervelden.**

## GELEEDPOTIGEN

De poten van geleedpotigen zijn geled. Ze zijn opgebouwd uit kleine stukjes: de **leden**. Ook het lichaam is opgebouwd uit stukjes: de **segmenten**. Aan elk segment zitten poten. Bij het ordenen van geleedpotigen kijk je naar het aantal segmenten en naar het aantal poten.

Geleedpotigen kun je verder indelen in vier groepen (zie afbeelding 1):

- veelpotigen
- kreeftachtigen
- spinachtigen
- insecten

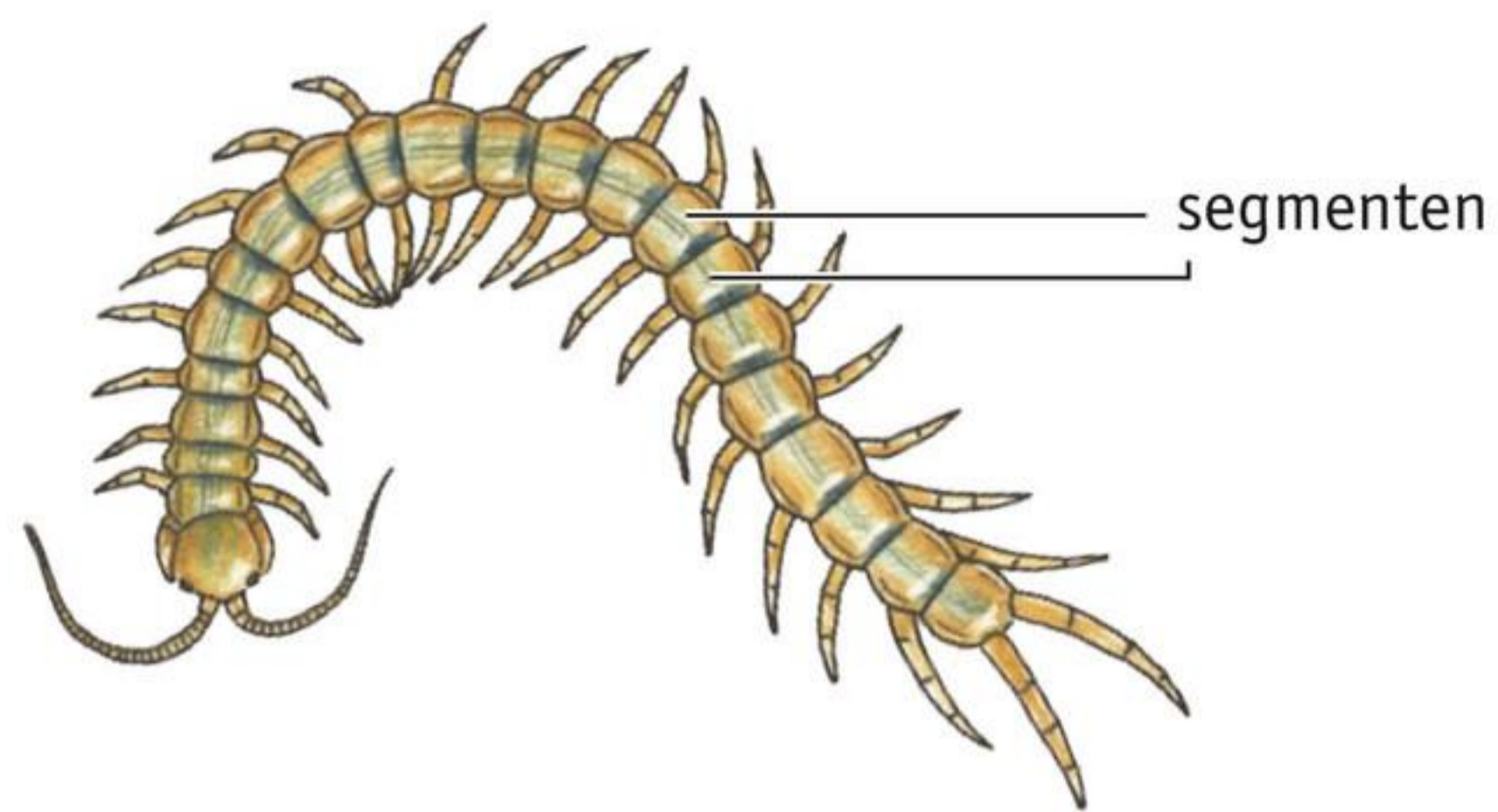
Geleedpotigen hebben een uitwendig skelet dat als een soort pantser om het lichaam zit. Dit skelet kan niet meegroeien. Geleedpotigen vervellen daarom enkele keren tijdens hun groei (zie afbeelding 2).

**Afb. 2** Een waterjuffer tijdens een vervelling.

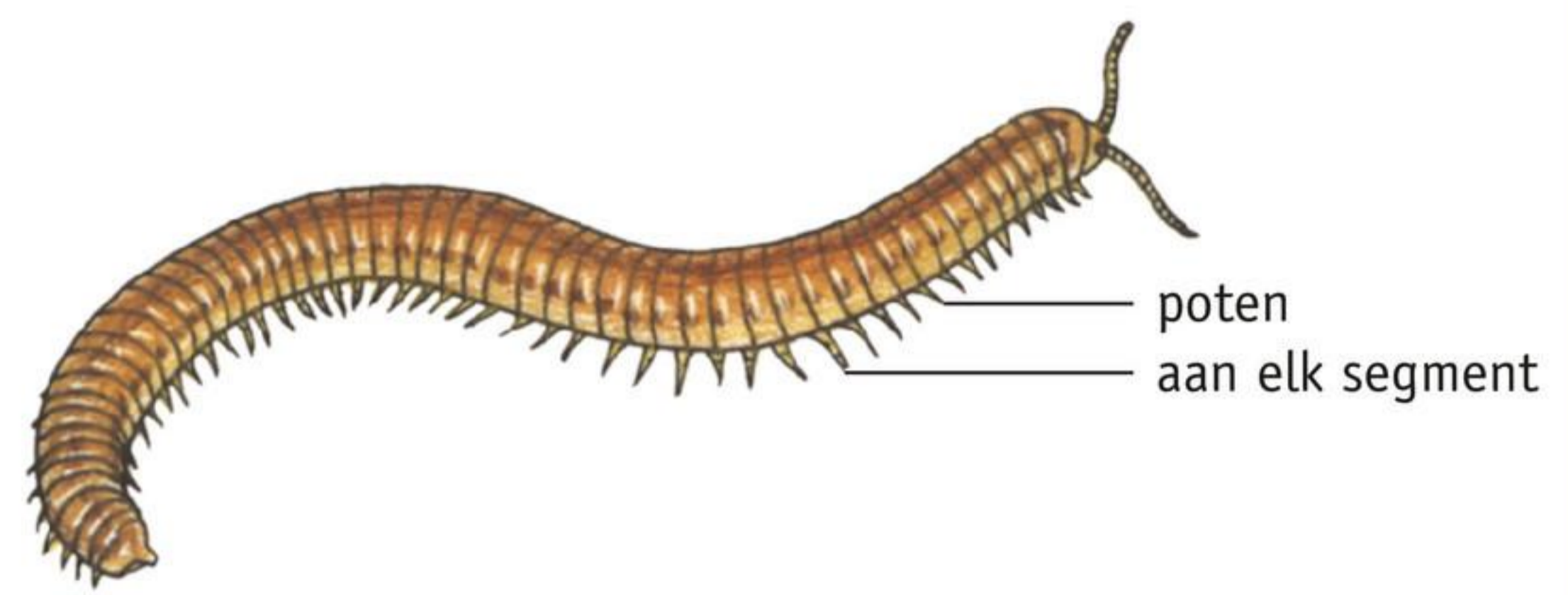


**Afb. 1** Indeling van de geleedpotigen in vier groepen.**1 VEELPOTIGEN**

Het hele lijf bestaat uit segmenten.



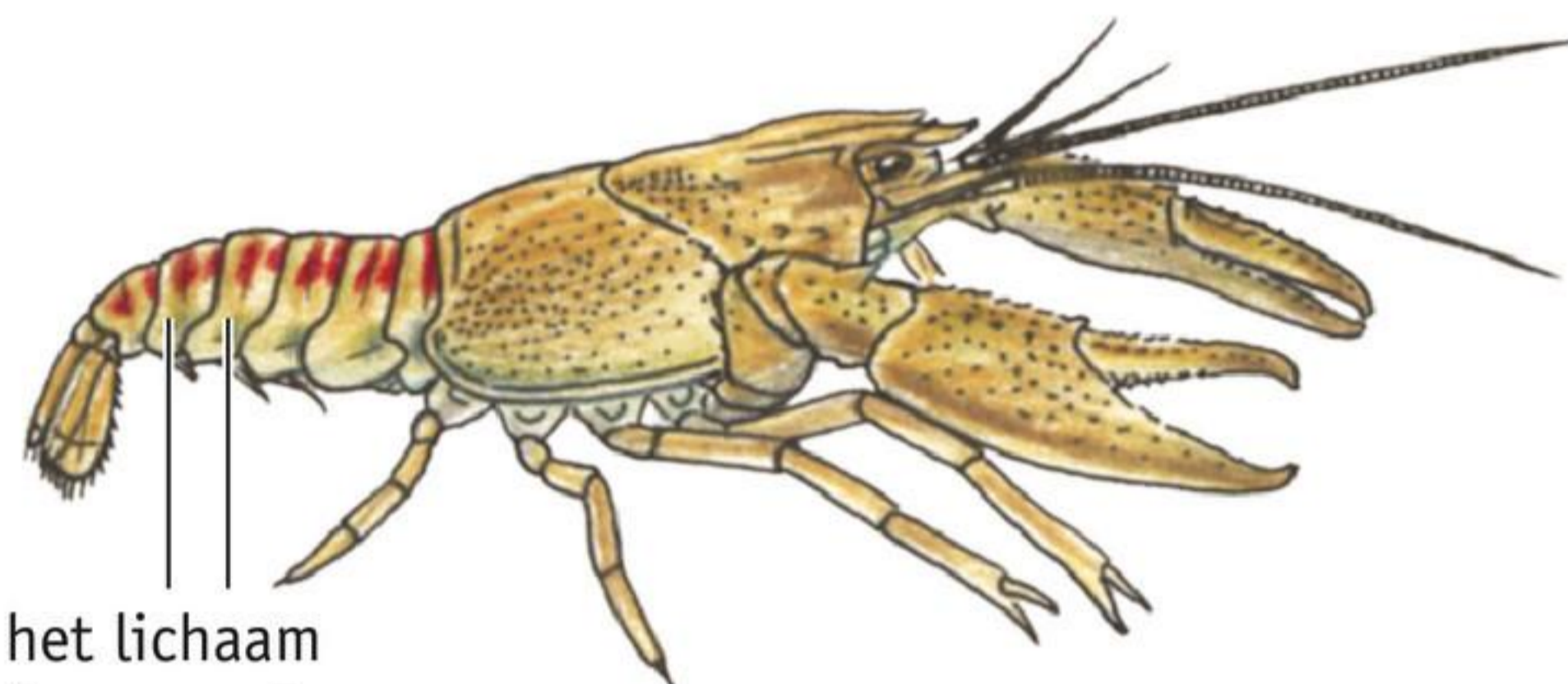
reuzenduizendpoot



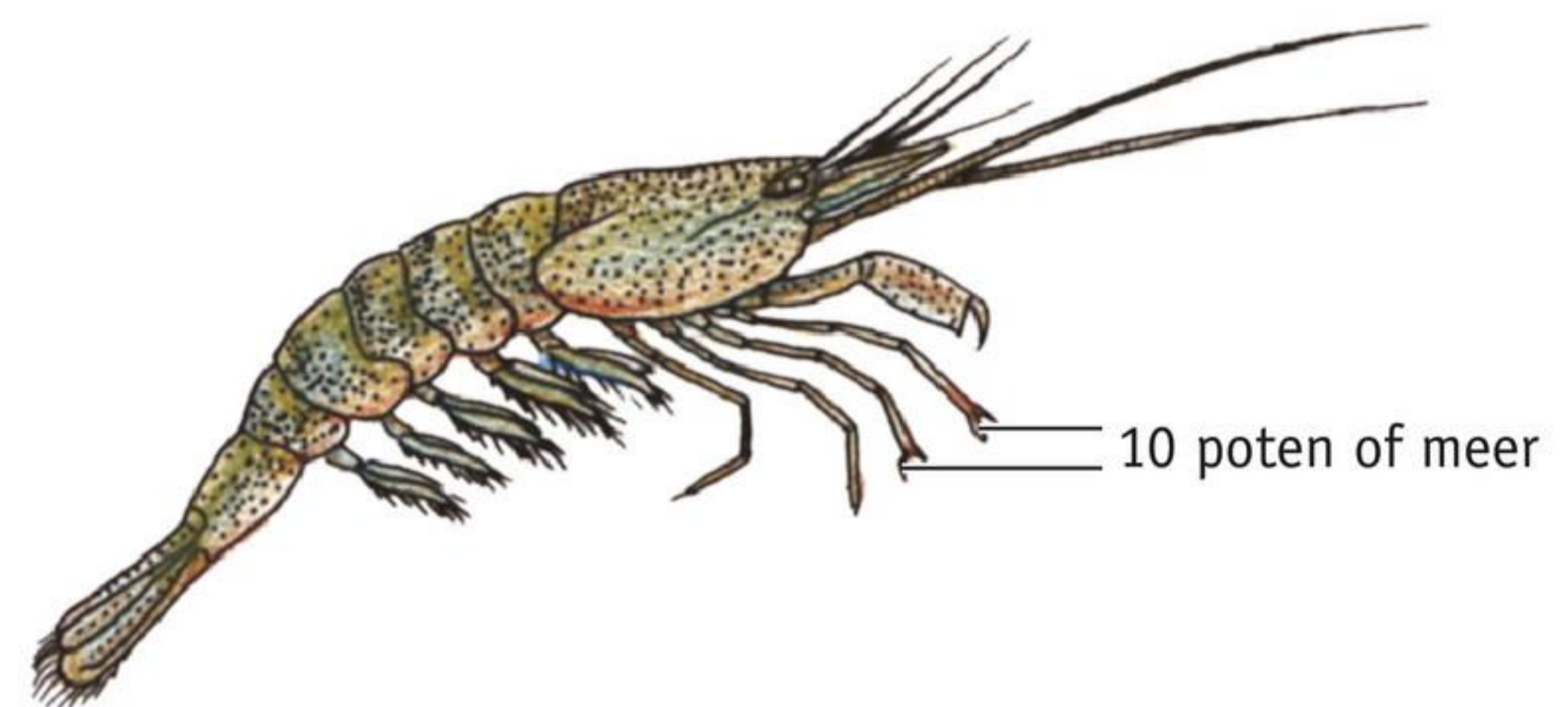
miljoenpoot

**2 KREEFTACHTIGEN**

Het achterlijf bestaat uit segmenten.



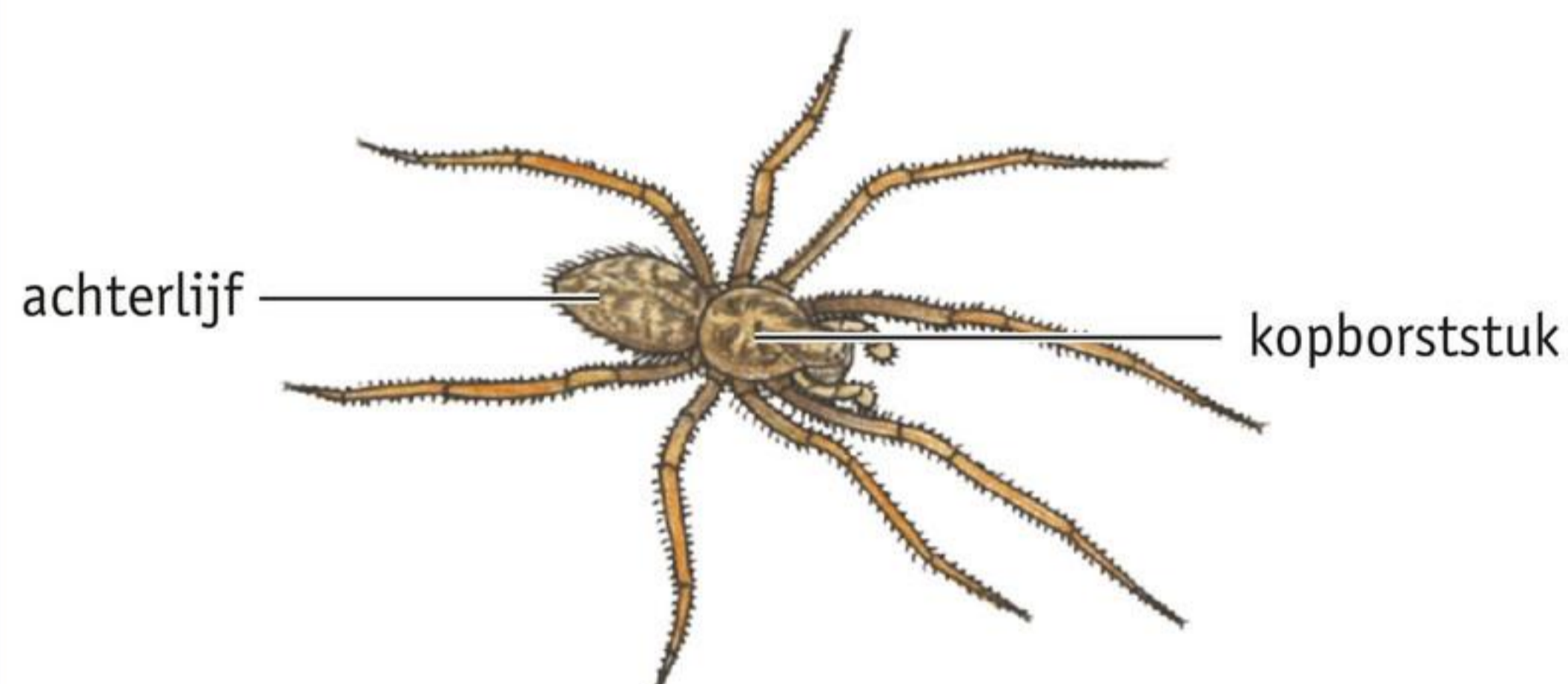
rivierkreeft



noordzeegarnaal

**3 SPINACHTIGEN**

Het lijf bestaat uit een kopborststuk en een achterlijf.



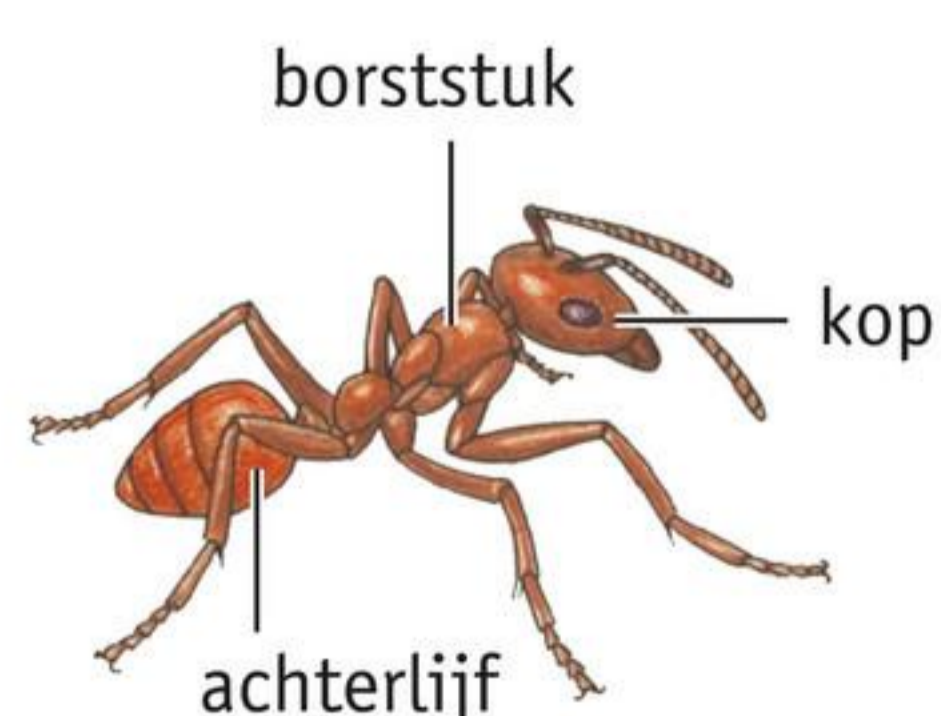
huisspin



hooiwagen

**4 INSECTEN**

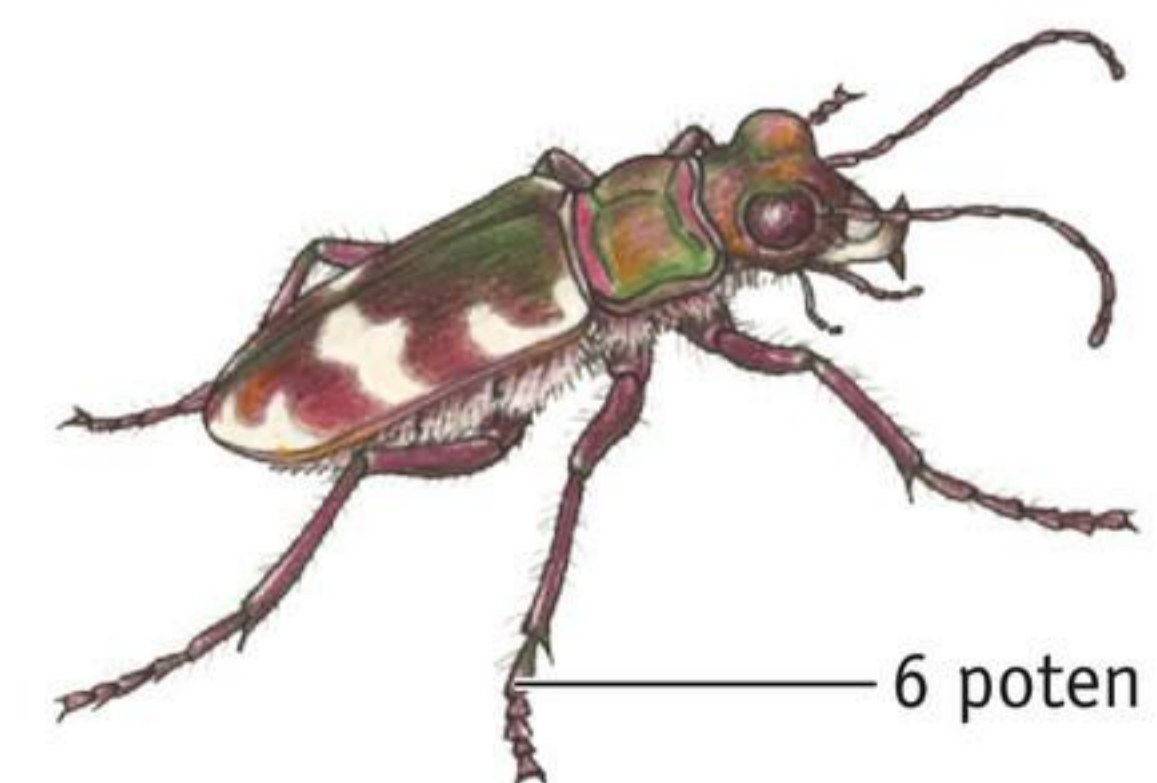
Het lijf bestaat uit een kopborststuk en een achterlijf.



amazonemier



citroenvlinder

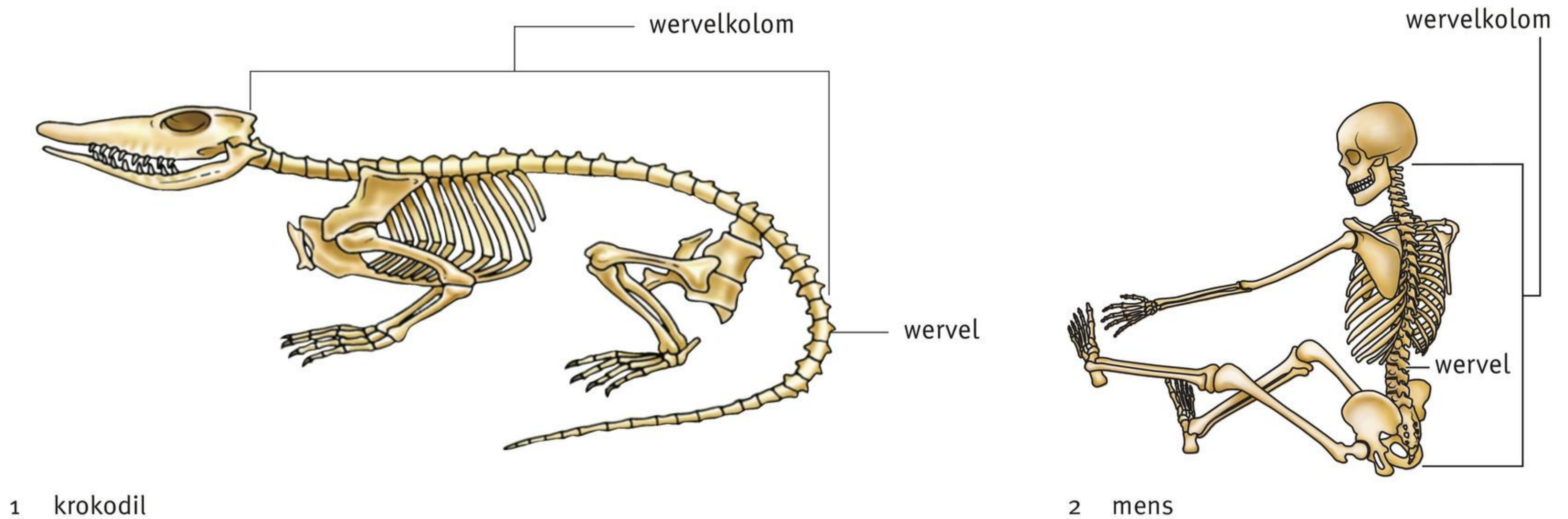


zandloopkever

## GEWERVELDEN

Gewervelden hebben een inwendig skelet. Een onderdeel van dit skelet is de **wervelkolom**, die is opgebouwd uit wervels (zie afbeelding 3).

**Afb. 3** Gewervelden hebben een wervelkolom met wervels.



1 krokodil

2 mens

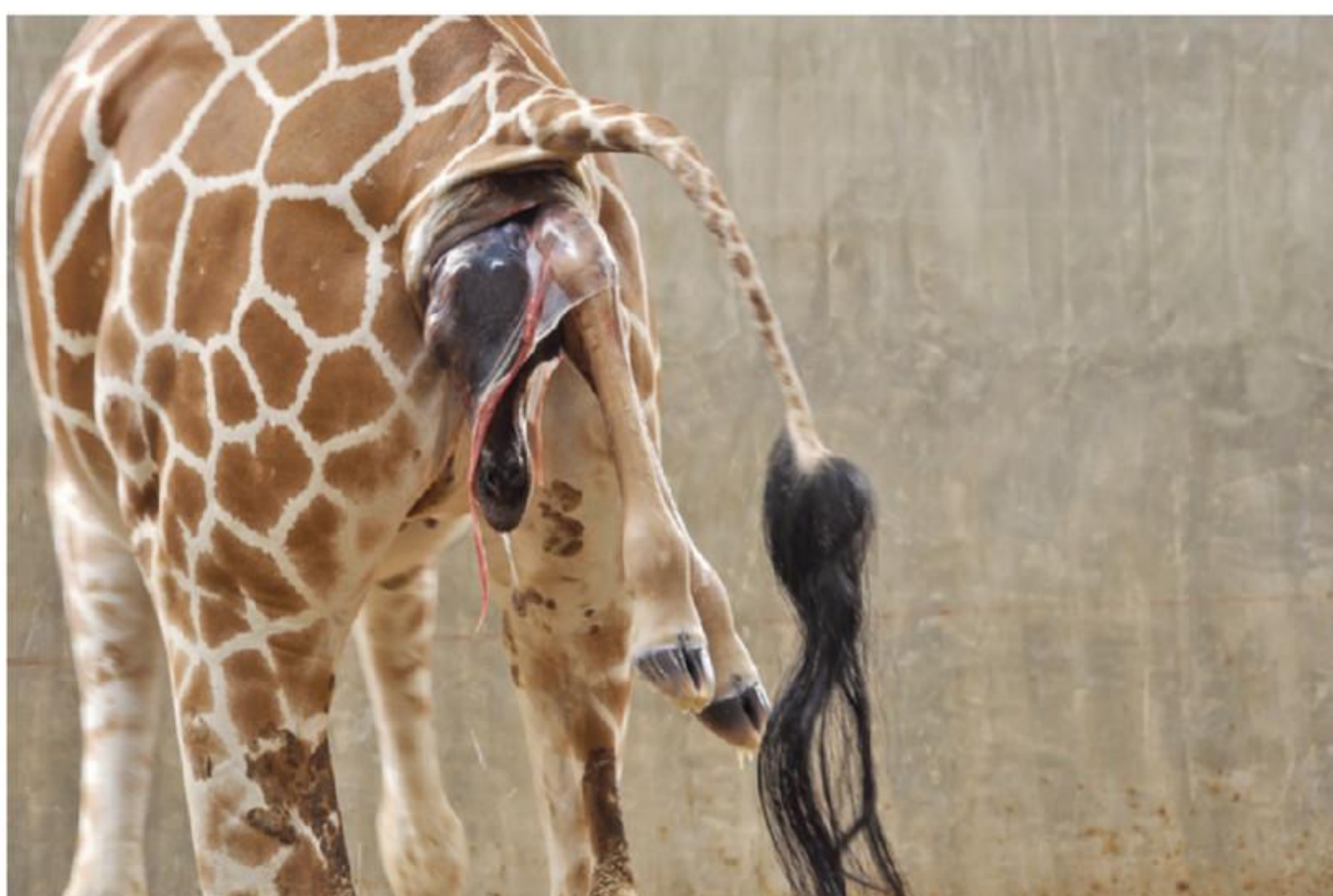
De gewervelden kun je ordenen in vijf groepen: de vissen, de amfibieën, de reptielen, de vogels en de zoogdieren (zie afbeelding 4). Bij deze ordening kijk je naar de volgende vier kenmerken:

- 1 *Huid*: de huid is bedekt met schubben, slijm, veren of haren.
- 2 *Lichaamstemperatuur*: gewervelde dieren zijn warmbloedig of koudbloedig.
- 3 *Ademhalingsorganen*: gewervelden halen adem met kieuwen, met longen en sommige soorten ook door de huid.
- 4 *Manier van voortplanten*: zoogdieren zijn levendbarend (zie afbeelding 5). Het embryo ontwikkelt zich in de baarmoeder. Andere gewervelden leggen eieren. Ze leggen eieren zonder schaal, eieren met een leerachtige schaal en eieren met een kalkschaal (zie afbeelding 6).

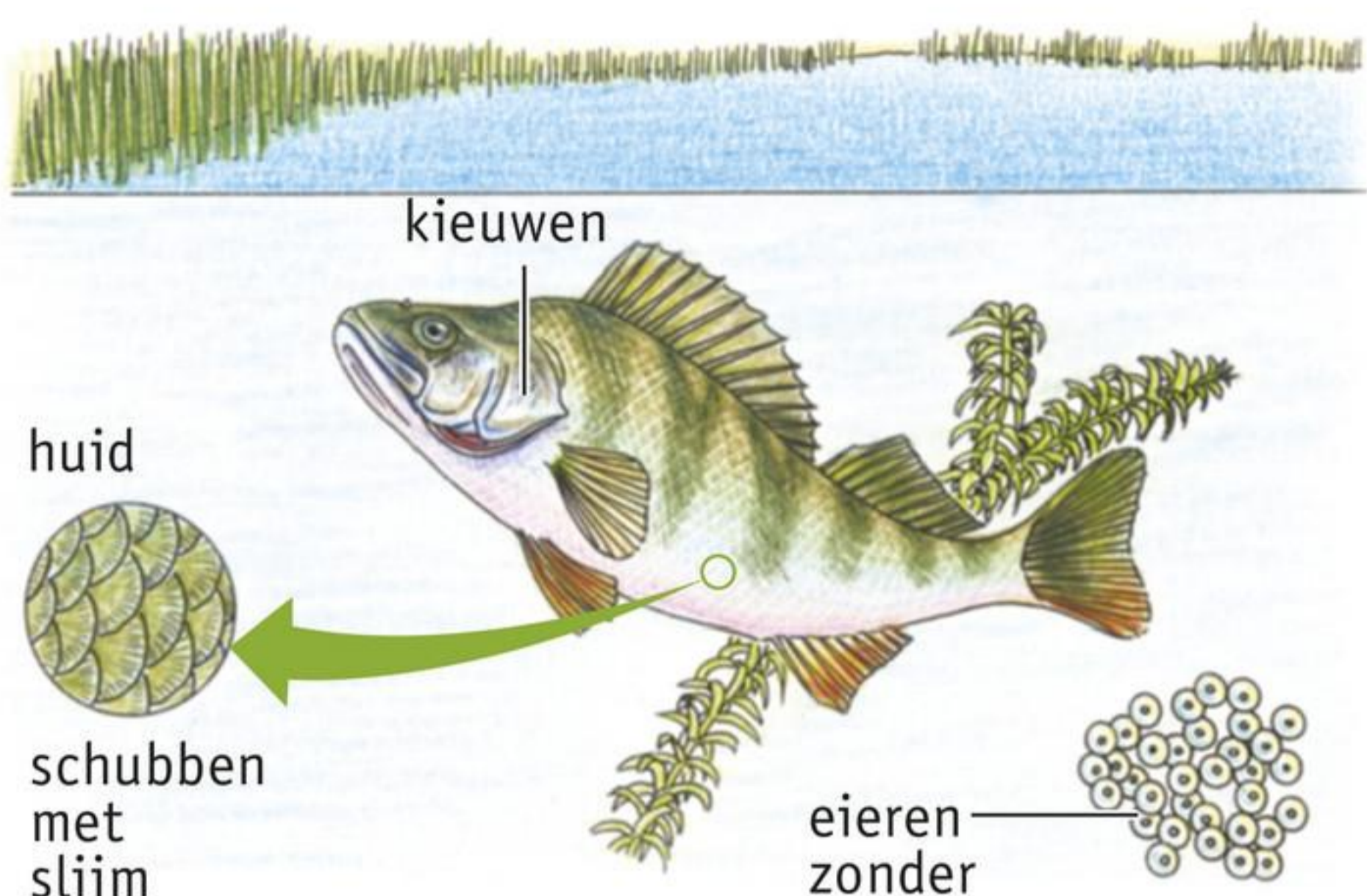
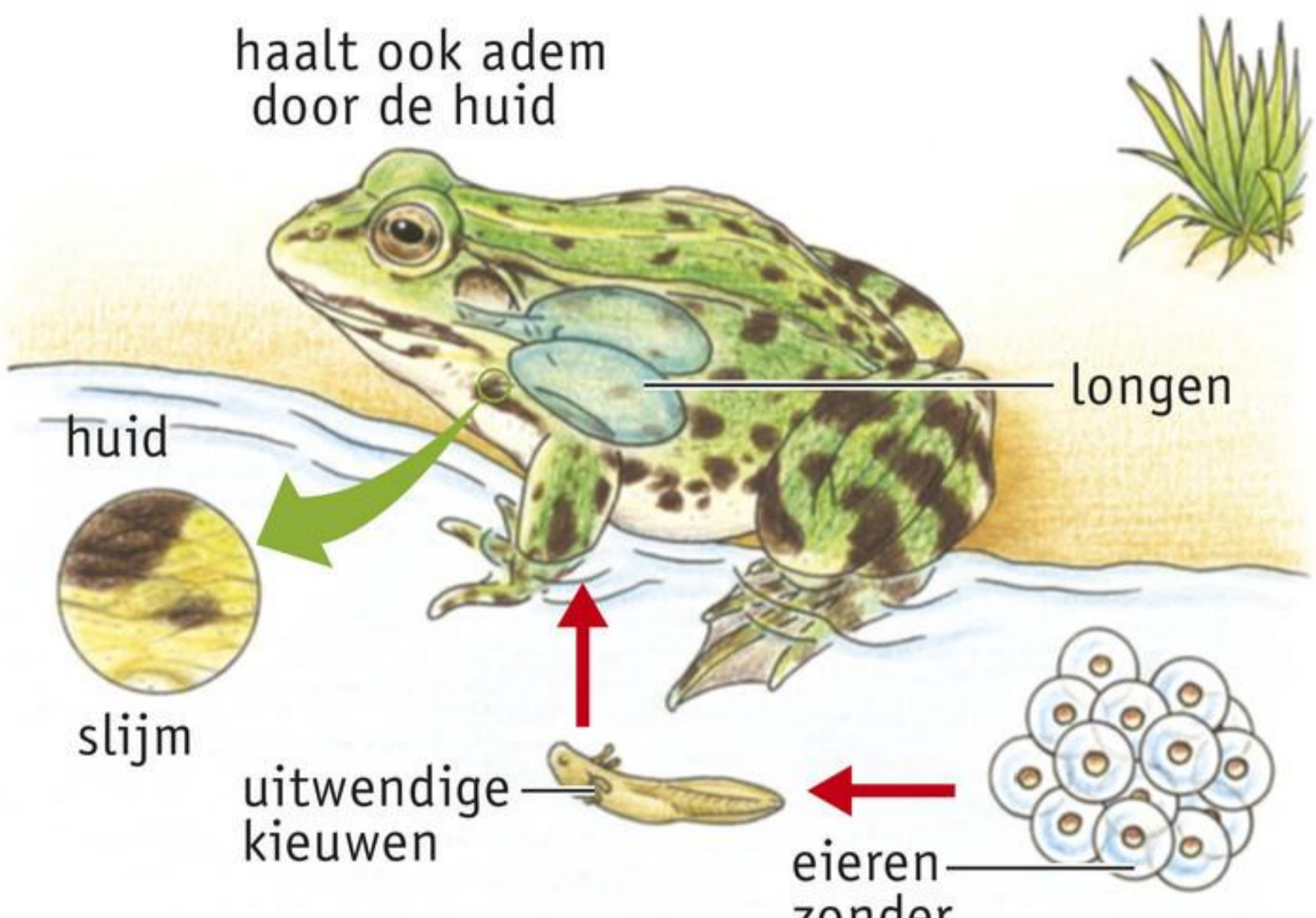
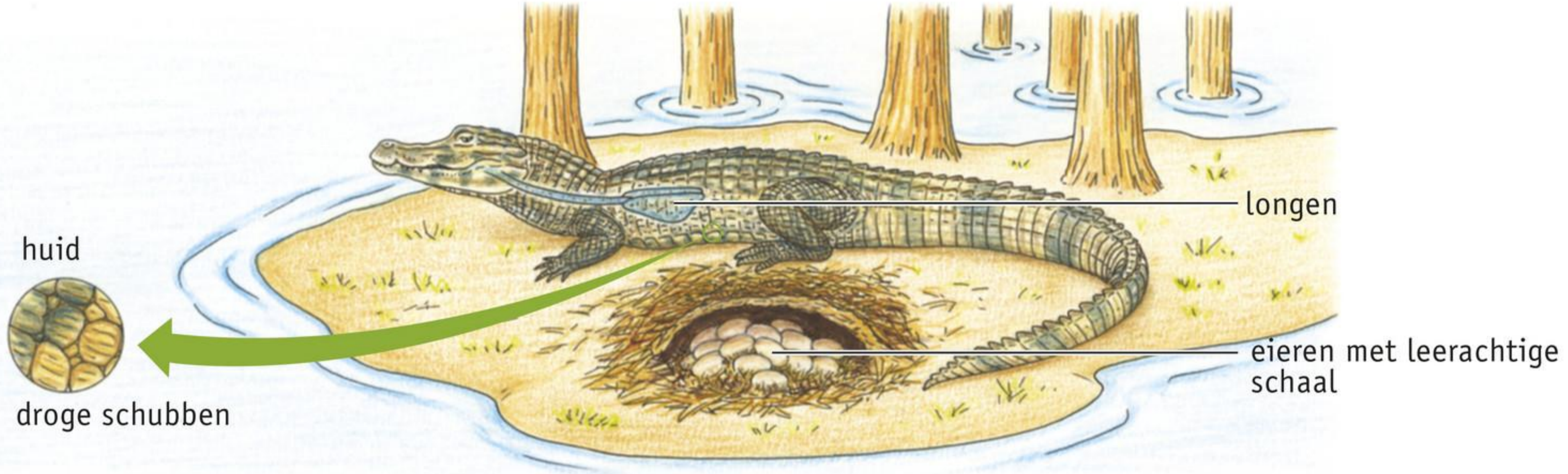
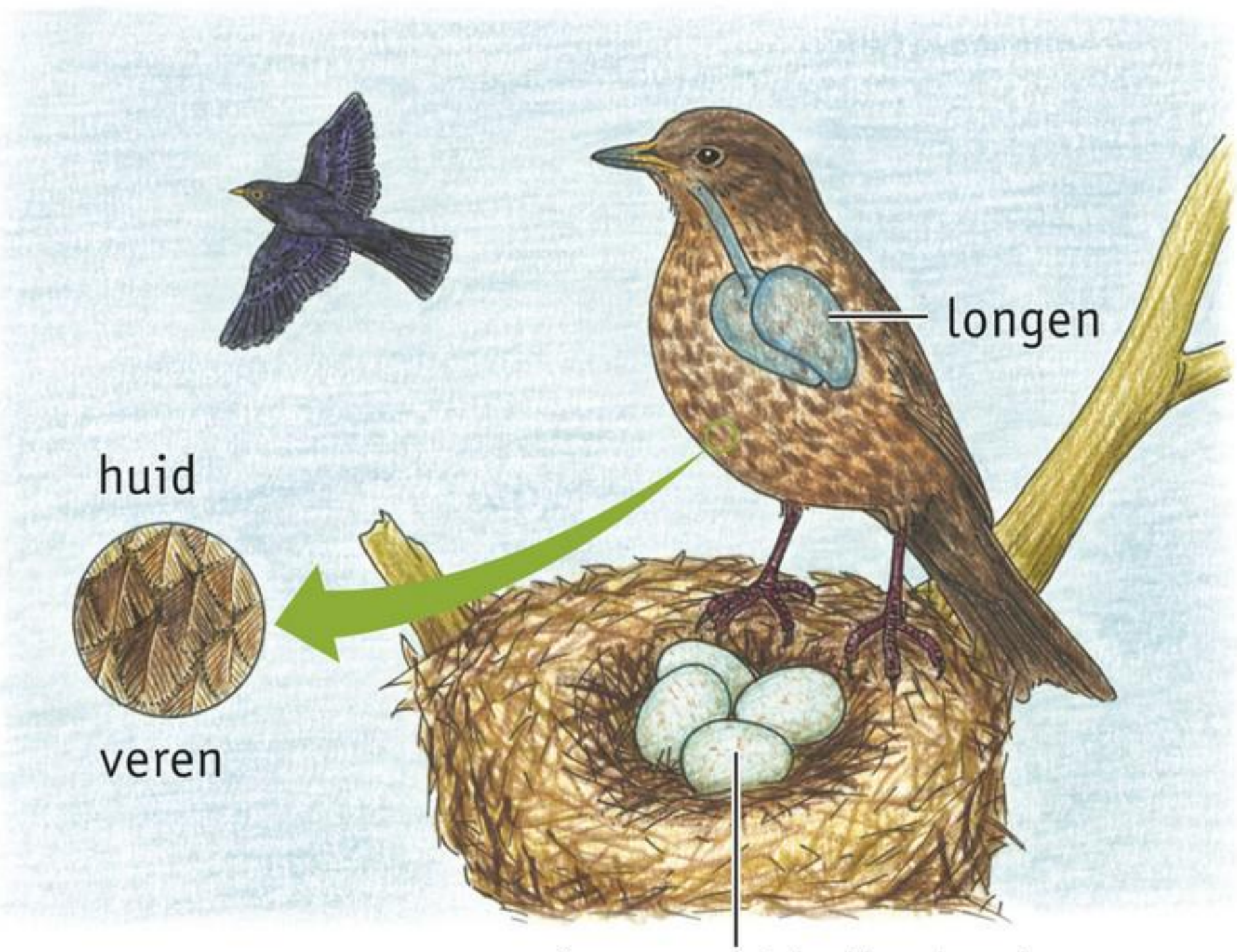
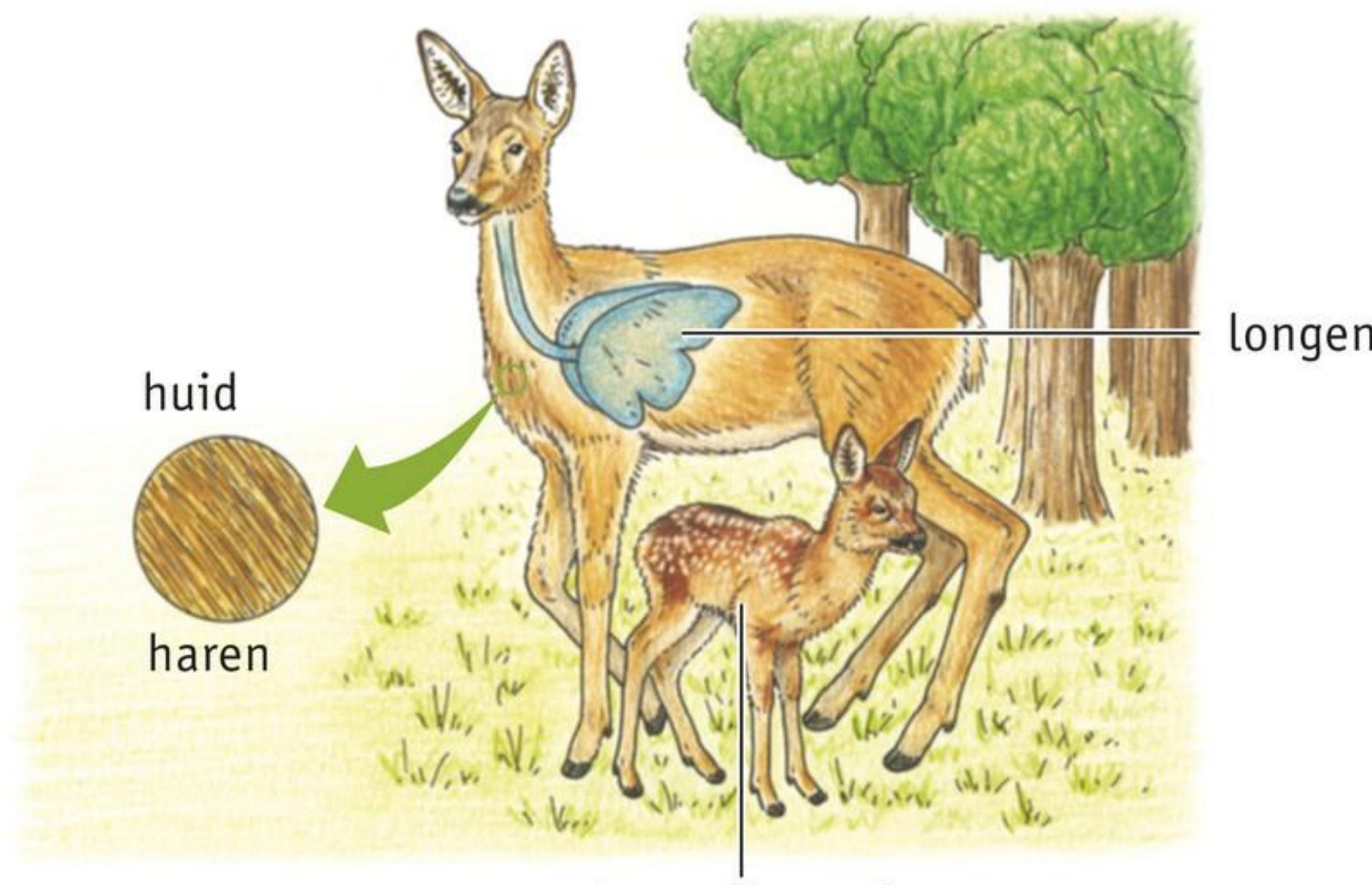
Bij **warmbloedige** dieren is de lichaamstemperatuur altijd hetzelfde. Bij **koudbloedige** dieren is de temperatuur van het lichaam gelijk aan de temperatuur van de omgeving. De lichaamstemperatuur verandert dus steeds.

Vogels en zoogdieren zijn warmbloedig. De andere gewervelden zijn koudbloedig.

**Afb. 5** Levendbarend: het jong komt uit het moederlichaam.



Afb. 4 Kenmerken van vijf groepen gewervelden.

1 VISSEN	2 AMFIBIEËN
 <p>baars KOUDBLOEDIG</p>	 <p>kikker KOUDBLOEDIG</p>
3 REPTIELEN	
 <p>krokodil KOUDBLOEDIG</p>	
4 VOGELS	5 ZOOGDIEREN
 <p>merel WARMBLOEDIG</p>	 <p>ree WARMBLOEDIG</p>

**Afb. 6** Eieren van gewervelden.



1 eieren zonder schaal van een kikker (kikkerdril)



2 eieren met een leerachtige schaal van een slang



3 eieren met een kalkschaal van een kip

**DE LEEFOMGEVING**

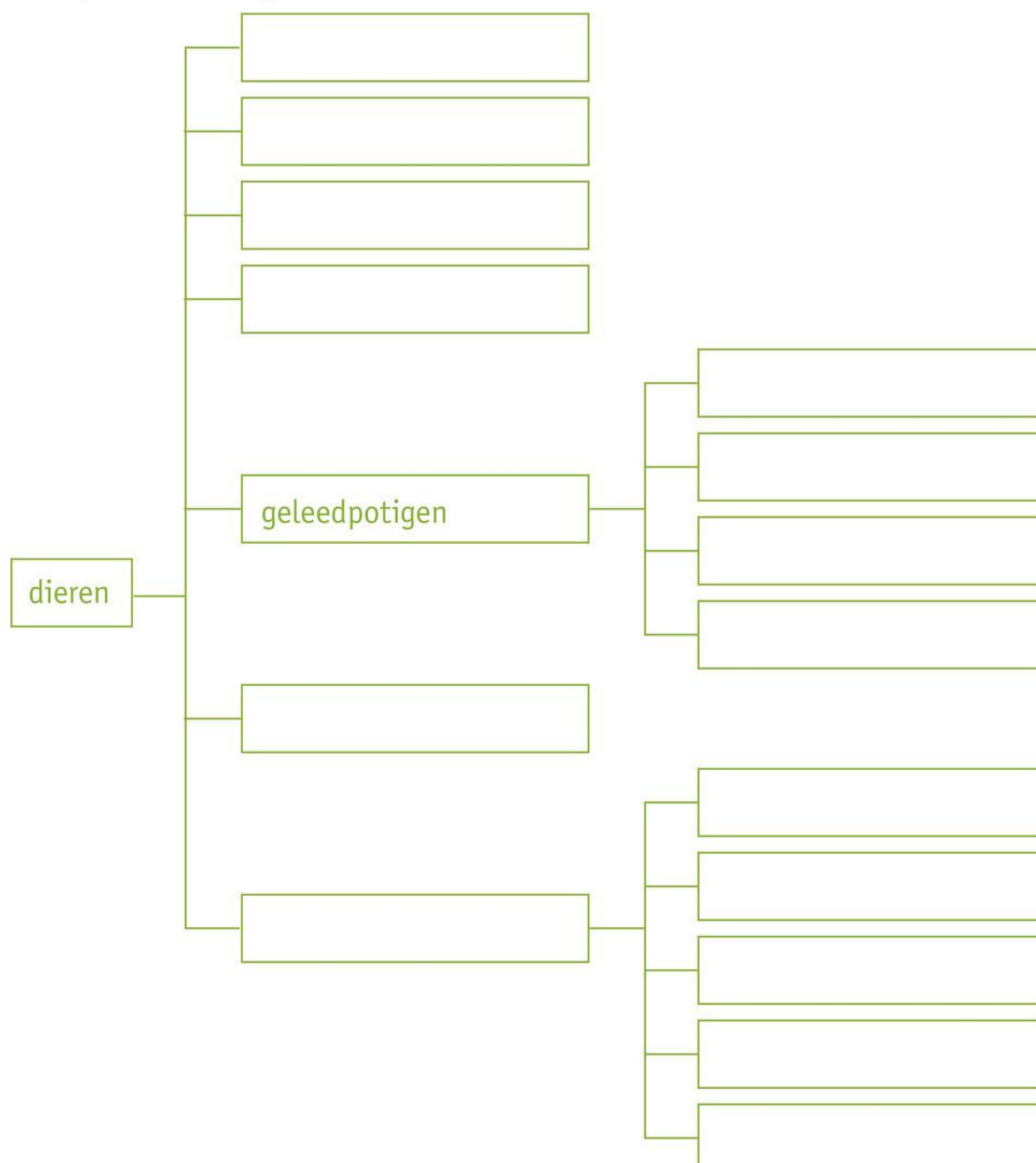
Gewervelde dieren komen voor in het water, op het land en in de lucht. Zoogdieren leven meestal op het land. Sommige zoogdieren, zoals walvissen, leven in de zee. Vogels leven meestal in de lucht, maar er zijn ook vogels die niet kunnen vliegen en op het land leven. Reptielen zijn meestal landdieren. De zeeschildpad, een reptiel, leeft in zee en komt alleen aan land om eieren te leggen.

**KENNIS**

1

Afbeelding 7 is een vertakkingschema van de dieren. Vul het vertakkingschema verder in.

**Afb. 7** Vertakkingschema van de dieren.



2

- a** Bij een zoogdier ontwikkelt een embryo zich in de baarmoeder.  
Hoe heet deze manier van voortplanten? .....
- b** Vogels en zoogdieren zijn gewervelde dieren waarbij de lichaamstemperatuur steeds gelijk blijft.  
Hoe worden deze dieren genoemd? *koudbloedig* / *warmbloedig*
- c** Waarmee is de huid van gewervelden bedekt?  
Maak de juiste combinaties.
- |                      |                       |                                    |
|----------------------|-----------------------|------------------------------------|
| A droge schubben     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 1 vissen     |
| B haren              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 2 amfibieën  |
| C schubben met slijm | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 3 reptielen  |
| D slijm              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 4 vogels     |
| E veren              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> 5 zoogdieren |
- d** Reptielen en amfibieën lijken op elkaar, maar hebben ook verschillen.
- 1 Een amfibie heeft eieren *zonder schaal* / *met leerachtige schaal*.  
Een reptiel heeft eieren *zonder schaal* / *met leerachtige schaal*.
  - 2 Een amfibie kan ademen *met alleen longen* / *met longen en door de huid*.  
Een reptiel kan ademen *met alleen longen* / *met longen en door de huid*.

3



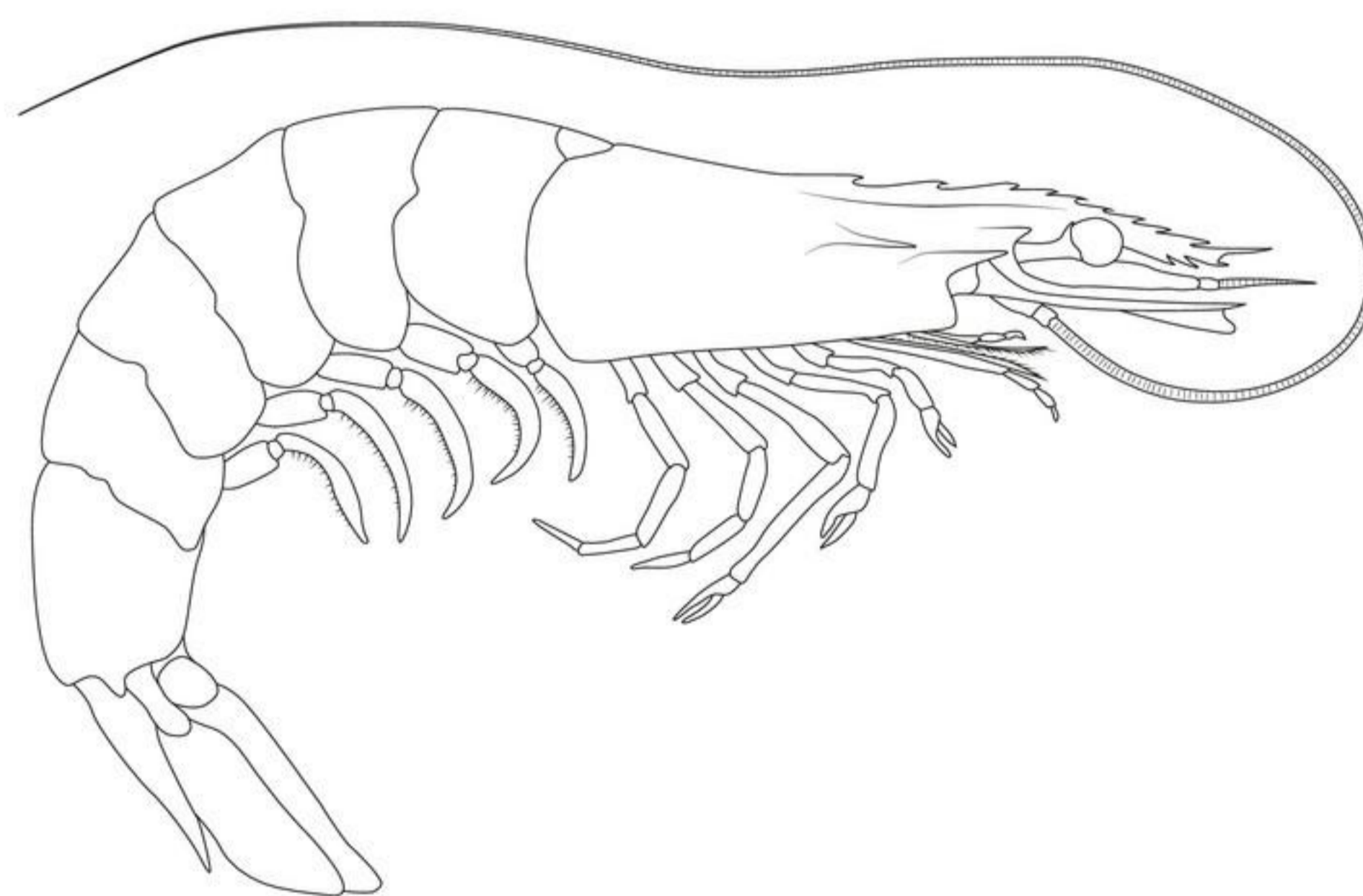
### Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

### Geleedpotigen

Geef in afbeelding 8 de vier kenmerken van geleedpotigen aan.

**Afb. 8** Een garnaal.



### Gewervelde dieren

- De huid is bedekt met .....
- De lichaamstemperatuur is .....
- De ademhaling gebeurt met .....
- De voortplanting is .....
- De eieren hebben een .....

## INZICHT

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

4

In afbeelding 9 zie je twee foto's van een pissebed.

- Uit hoeveel borstsegmenten bestaat een pissebed?
- Aan de borstsegmenten zitten de poten.  
Hoeveel paar poten heeft een pissebed?
- Tot welke groep van de geleedpotigen behoort een pissebed?
- Een pissebed bezit kieuwen om adem te halen.  
Leg uit welke eisen dit stelt aan de omgeving van een pissebed.
- In afbeelding 10 zie je een vervelling van een pissebed. Het zal even duren voordat zijn nieuwe pantser hard is geworden.  
Leg uit welk nadeel dit heeft.

Afb. 9



1 een pissebed op zijn pootjes

2 een pissebed op zijn rug

Afb. 10 Een vervelde pissebed.

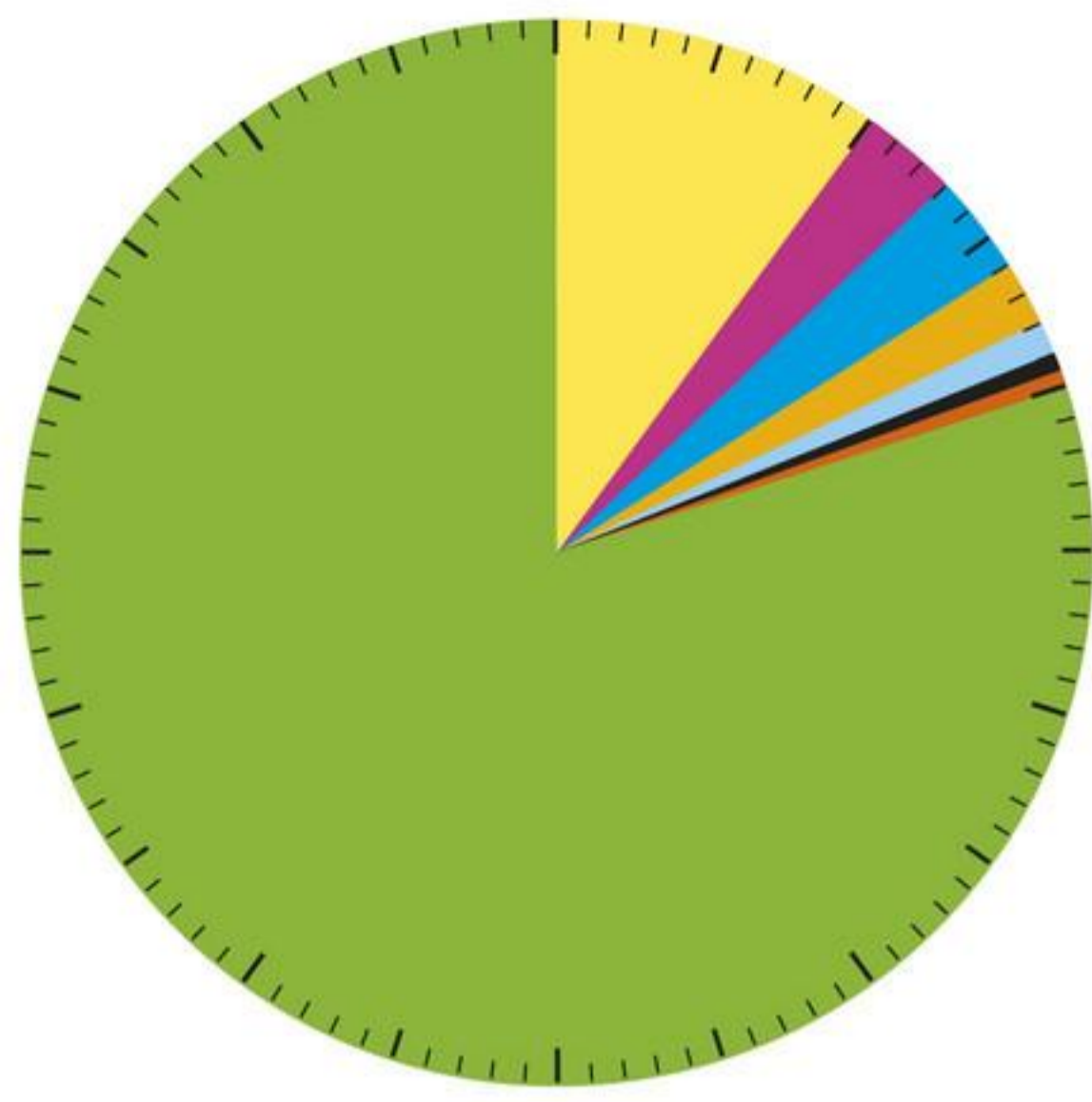


5

In afbeelding 11 is in een cirkeldiagram de verdeling van het aantal soorten dieren weergegeven. Elk streepje stelt 1% voor.

- Hoeveel procent van alle diersoorten behoort tot de gewervelden?
- Welke groep dieren telt het grootste aantal soorten?
- In totaal zijn er ongeveer 1 320 000 diersoorten bekend.  
Hoeveel soorten geleedpotigen zijn er? Geef bij je antwoord een berekening.
- In afbeelding 12 is in een cirkeldiagram de verdeling van het aantal soorten per groep geleedpotigen weergegeven.  
Hoeveel procent van de geleedpotigen behoort tot de insecten?
- Er zijn ongeveer 1 miljoen soorten geleedpotigen.  
Hoeveel soorten insecten zijn er dan? Geef een berekening.

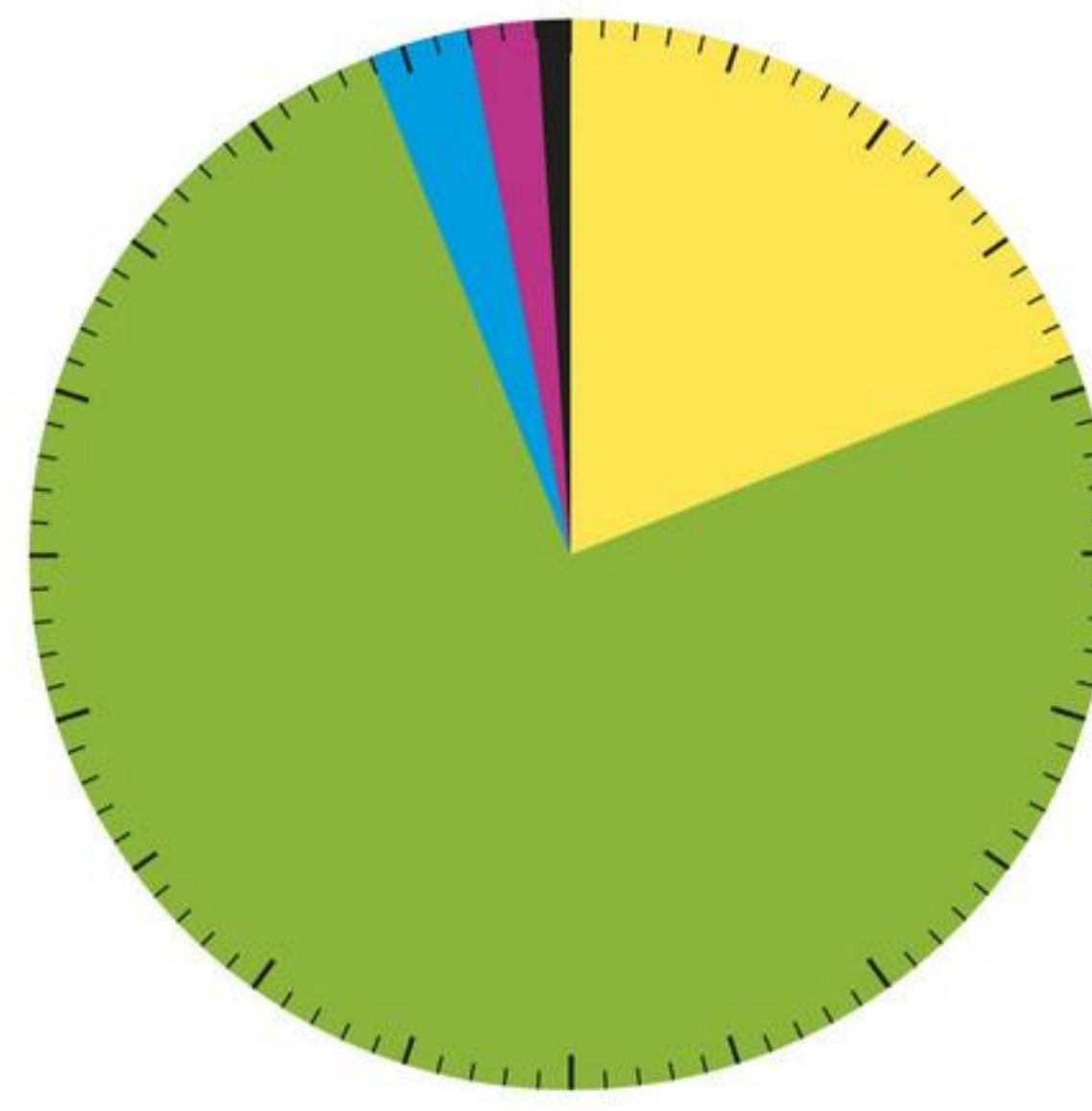
**Afb. 11** Verdeling van het aantal dieren per groep (in %).



Legenda:

- geleedpotigen
- weekdieren
- gewervelden
- wormen
- stekelhuidigen
- neteldieren
- sponsdieren
- overige dieren

**Afb. 12** Verdeling van het aantal soorten geleedpotigen (in %).



Legenda:

- veelpotigen
- insecten
- kreeftachtigen
- spinachtigen
- overige geleedpotigen

6

- a** Veel soorten gewervelde dieren leggen eieren zonder schaal. Waar leggen deze dieren hun eieren: op het land of in het water? Leg uit.
- b** Er zijn veel fossielen gevonden van eieren van dinosauriërs. De gevonden eieren lijken op eieren van reptielen. Door welk verschil in bouw worden er wel veel fossielen van eieren van dinosauriërs gevonden en zelden fossielen van eieren van vissen?

7

- a** Struisvogels en pinguïns zijn vogels, maar ze kunnen allebei niet vliegen. De vleugels zijn hiervoor te klein. Pinguïns leven vooral in het water, struisvogels leven op het land. Leg uit of de vleugels van struisvogels en pinguïns overeenkomen in bouw en/of in functie.
- b** De zeekeleef leeft volledig in het water, maar is geen vis. De zeekeleef is een zoogdier. Zoogdieren en vissen hebben verschillende ademhalingsorganen. Welk verschil in leefwijze is er hierdoor tussen de zeekeleef en vissen?

+ 8

Lees de tekst 'Leven op de waakvlam'.

De tekst gaat over dieren die een winterslaap houden.

Zelfs als er voldoende voedsel is, kunnen sommige koudbloedige dieren niet actief zijn in de winter.

Leg uit waardoor deze dieren niet actief kunnen zijn in de winter, ook al is er voldoende voedsel.

**Afb. 13**

### Leven op de waakvlam

De winterslaap dient voornamelijk om energie te besparen. Met het schaarse voedsel dat in de winter beschikbaar is, kunnen egels, vleermuizen en andere kleine, warmbloedige dieren hun temperatuur niet op peil houden.

Ook koudbloedige dieren als kikkers besparen energie. Zij graven zich in en zetten hun stofwisseling op een zeer laag pitje. Sommige kunnen, dankzij de inzet van lichaamseigen antivries, hun temperatuur tot onder het nulpunt laten dalen.

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 6 Organismen determineren

## LEERDOEL

4.6.1 Je kunt een determineertabel van organismen gebruiken.

TAXONOMIE	LEERDOEL EN OPDRACHTEN
	4.6.1
Onthouden	
Begrijpen	1, 2
Toepassen	3, 4, 5
Analyseren	

**Als je organismen gaat ordenen, moet je goed naar de kenmerken van de organismen kijken. Door vragen over die kenmerken te beantwoorden, kun je organismen ordenen.**

## DETERMINEREN

Organismen die je niet kent, kun je in een rijk of groep plaatsen door naar de kenmerken te kijken. Dat heet **determineren**. Je kunt determineren met behulp van een **determineertabel** (zie afbeelding 1).

Als je een organisme wilt determineren, begin je bij 1. Neem als voorbeeld een paardenbloem (zie afbeelding 2).

In de determineertabel zie je bij 1 staan:

- |            |  |                                   |
|------------|--|-----------------------------------|
| <b>1 a</b> | Het organisme heeft om elke cel een celwand.   | kijk verder bij 2                 |
| <b>b</b>   | Het organisme heeft geen celwand om de cellen. | <b>dieren</b> , kijk verder bij 3 |

De paardenbloem heeft om elke cel een celwand (zie afbeelding 2.2), dus je moet verdergaan bij 2. Daar zie je weer twee mogelijkheden staan:

- |            |  |                                     |
|------------|--|-------------------------------------|
| <b>2 a</b> | Het organisme heeft bladgroenkorrels.      | <b>planten</b> , kijk verder bij 15 |
| <b>b</b>   | Het organisme heeft geen bladgroenkorrels. | <b>schimmels</b>                    |

De paardenbloem heeft bladgroenkorrels, dus het is een **plant**. Je moet nu verdergaan bij 15. Daar zie je opnieuw twee mogelijkheden staan:

- |             |  |                      |
|-------------|--|----------------------|
| <b>15 a</b> | De plant heeft bloemen of kegels.      | <b>zaadplanten</b>   |
| <b>b</b>    | De plant heeft geen bloemen of kegels. | <b>sporenplanten</b> |

De paardenbloem heeft bloemen, dus het is een **zaadplant**.  
Een paardenbloem behoort dus tot de **planten** en tot de **zaadplanten**.  
Je moet ook de stappen noteren die je in een determineertabel maakt.  
Bij een paardenbloem is dat **1a – 2a – 15a**.

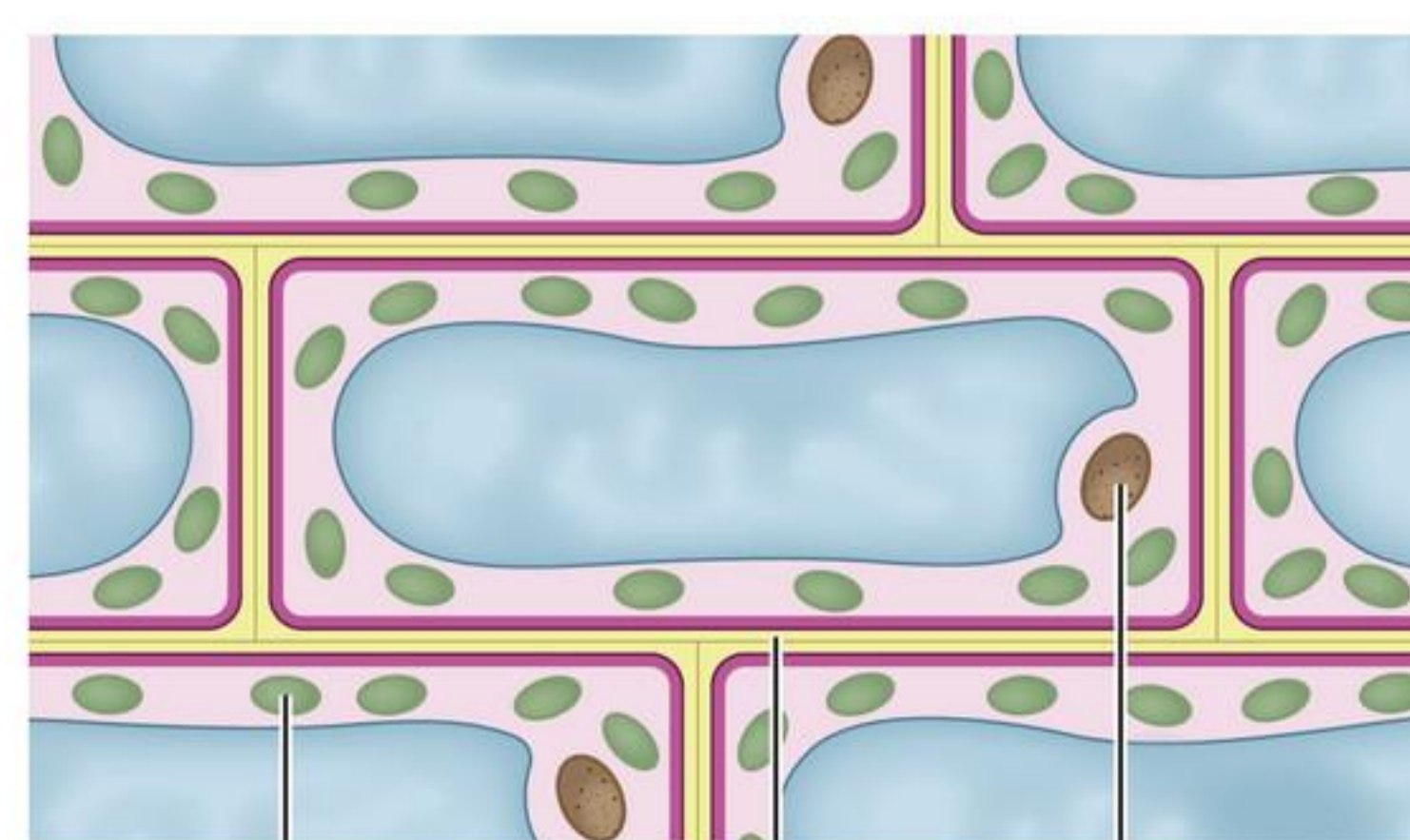
Afb. 1 Determineertabel.

DETERMINEERTABEL			
1	a	Het organisme heeft om elke cel een celwand.	kijk verder bij 2
	b	Het organisme heeft geen celwand om de cellen.	<b>dieren</b> , kijk verder bij 3
2	a	Het organisme heeft bladgroenkorrels.	<b>planten</b> , kijk verder bij 15
	b	Het organisme heeft geen bladgroenkorrels.	<b>schimmels</b>
3	a	Het dier is symmetrisch.	kijk verder bij 4
	b	Het dier is niet symmetrisch.	<b>sponsdieren</b>
4	a	Het dier is veelzijdig symmetrisch.	kijk verder bij 5
	b	Het dier is tweezijdig symmetrisch.	kijk verder bij 6
5	a	Het dier heeft tentakels (vangarmen).	<b>neteldieren</b>
	b	De huid van het dier is bedekt met stekels of knobbels.	<b>stekelhuidigen</b>
6	a	Het skelet van het dier is een huisje of schelp.	<b>weekdieren</b>
	b	Het dier heeft geen huisje of schelp.	kijk verder bij 7
7	a	Het dier heeft een uitwendig skelet (een pantser).	<b>geleedpotigen</b> , kijk verder bij 8
	b	Het dier heeft een inwendig skelet met een wervelkolom.	<b>gewervelden</b> , kijk verder bij 11
8	a	Het dier heeft meer dan vijftien poten.	<b>veelpotigen</b>
	b	Het dier heeft minder dan vijftien poten.	kijk verder bij 9
9	a	Het dier heeft tien, twaalf of veertien poten.	<b>kreeftachtigen</b>
	b	Het dier heeft minder dan tien poten.	kijk verder bij 10
10	a	Het dier heeft acht poten.	<b>spinachtigen</b>
	b	Het dier heeft zes poten.	<b>insecten</b>
11	a	De huid van het dier is bedekt met schubben.	kijk verder bij 12
	b	De huid van het dier is niet bedekt met schubben.	kijk verder bij 13
12	a	De schubben zijn bedekt met slijm.	<b>vissen</b>
	b	De schubben zijn droog (niet bedekt met slijm).	<b>reptielen</b>
13	a	De huid van het dier is bedekt met slijm.	<b>amfibieën</b>
	b	De huid van het dier is niet bedekt met slijm.	kijk verder bij 14
14	a	De huid van het dier is bedekt met veren.	<b>vogels</b>
	b	De huid van het dier is bedekt met haren.	<b>zoogdieren</b>
15	a	De plant heeft bloemen of kegels.	<b>zaadplanten</b>
	b	De plant heeft geen bloemen of kegels.	<b>sporenplanten</b>

Afb. 2



1 paardenbloem



2 cel van een paardenbloem

## KENNIS

1

Naar welk kenmerk kijk je *niet* bij het determineren van een organisme?

- A celkenmerken
- B gemeenschappelijke voorouders
- C uiterlijke kenmerken
- D wijze van voortplanten

2

**Samenvatting**

Leg in eigen woorden uit wat een determineertabel is en hoe je ermee werkt.



.....

.....

.....

.....

.....

## INZICHT

**Maak de volgende opdrachten in je schrift.**

3

In afbeelding 3 tot en met 7 staan vijf organismen en hun cellen.

- Determineer deze organismen met behulp van de determineertabel in afbeelding 1.
- Vul de tabel in. In de tweede kolom noteer je elke vetgedrukte groep die je tegenkomt in de determineertabel. In de kolom 'stappen' vul je de nummers met letters in van elke stap die je maakt in de determineertabel.



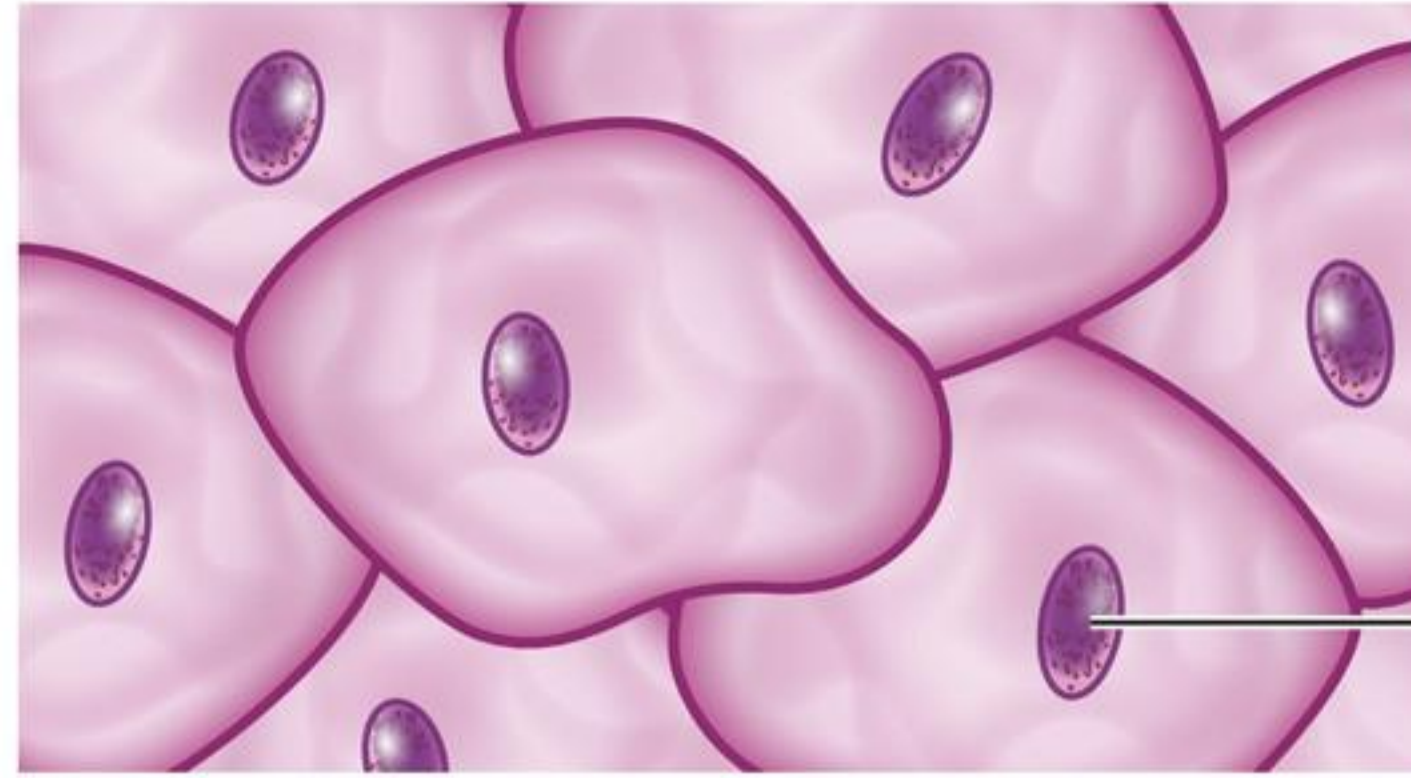
Dier	Behoort tot	Stappen
1 Panterkameleon	Rijk:	
	Groep 1:	
	Groep 2:	
2 Zwarte weduwe	Rijk:	
	Groep 1:	
	Groep 2:	
3 Venushaar	Rijk:	
	Groep:	
4 Oesterzwam	Rijk:	
5 Zeeanemoon	Rijk:	
	Groep:	

Afb. 3



huid bedekt met droge schubben

1 panterkameleon



celkern

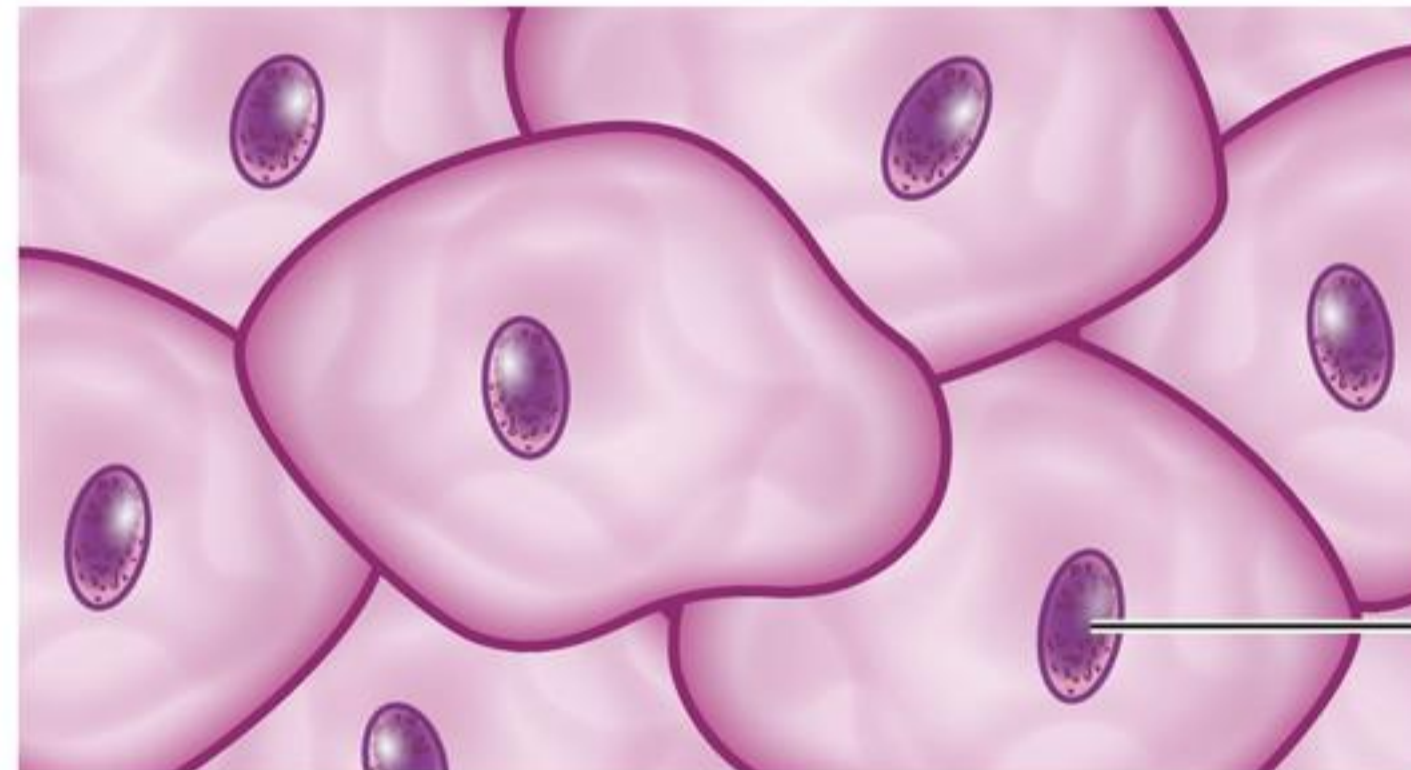
2 cel van een panterkameleon

Afb. 4



pantser

1 zwarte weduwe



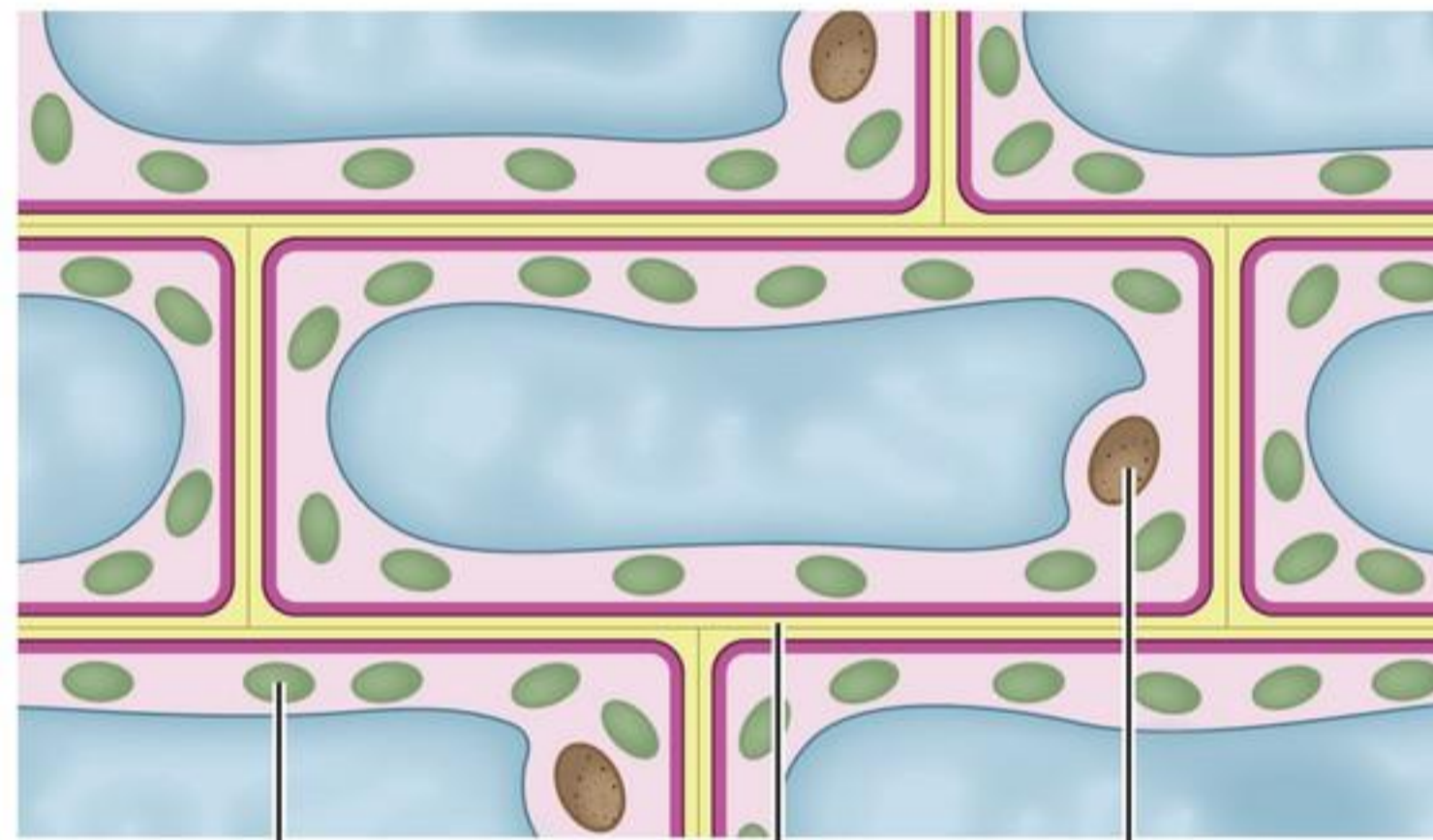
celkern

2 cel van een zwarte weduwe

Afb. 5



1 venushaar



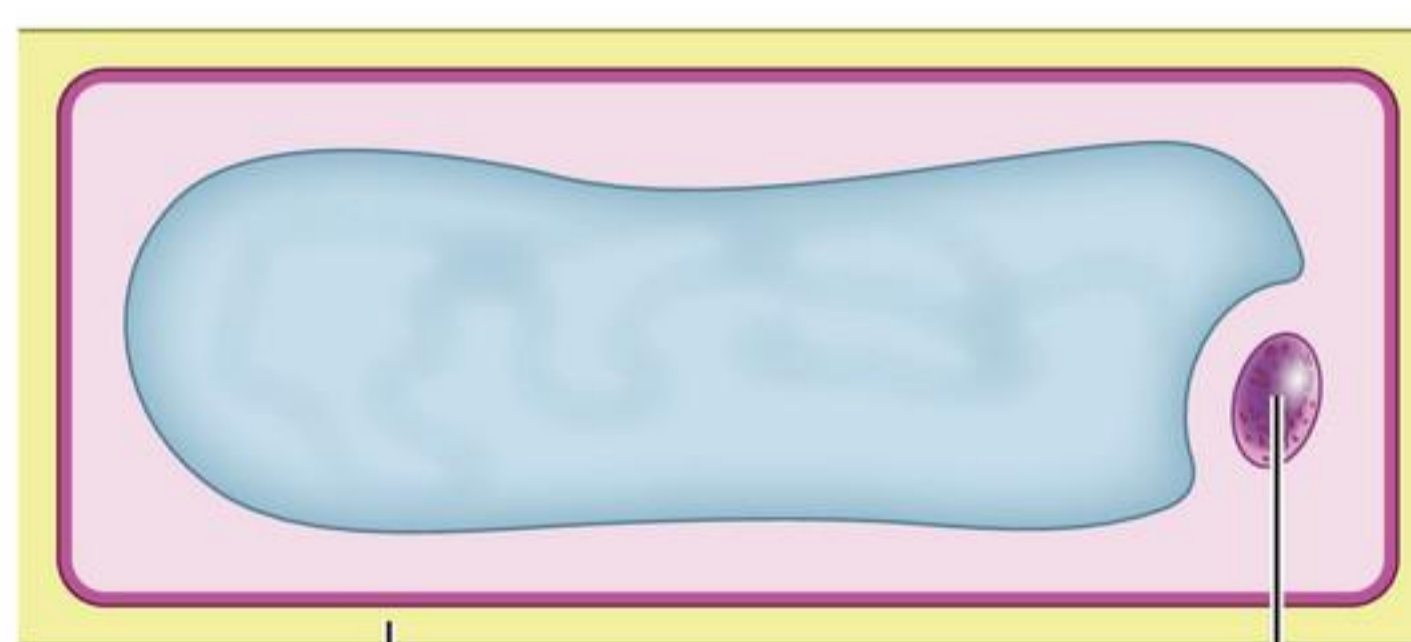
bladgroenkorrel celwand celkern

2 cel van een venushaar

Afb. 6



1 oesterzwam



celwand

celkern

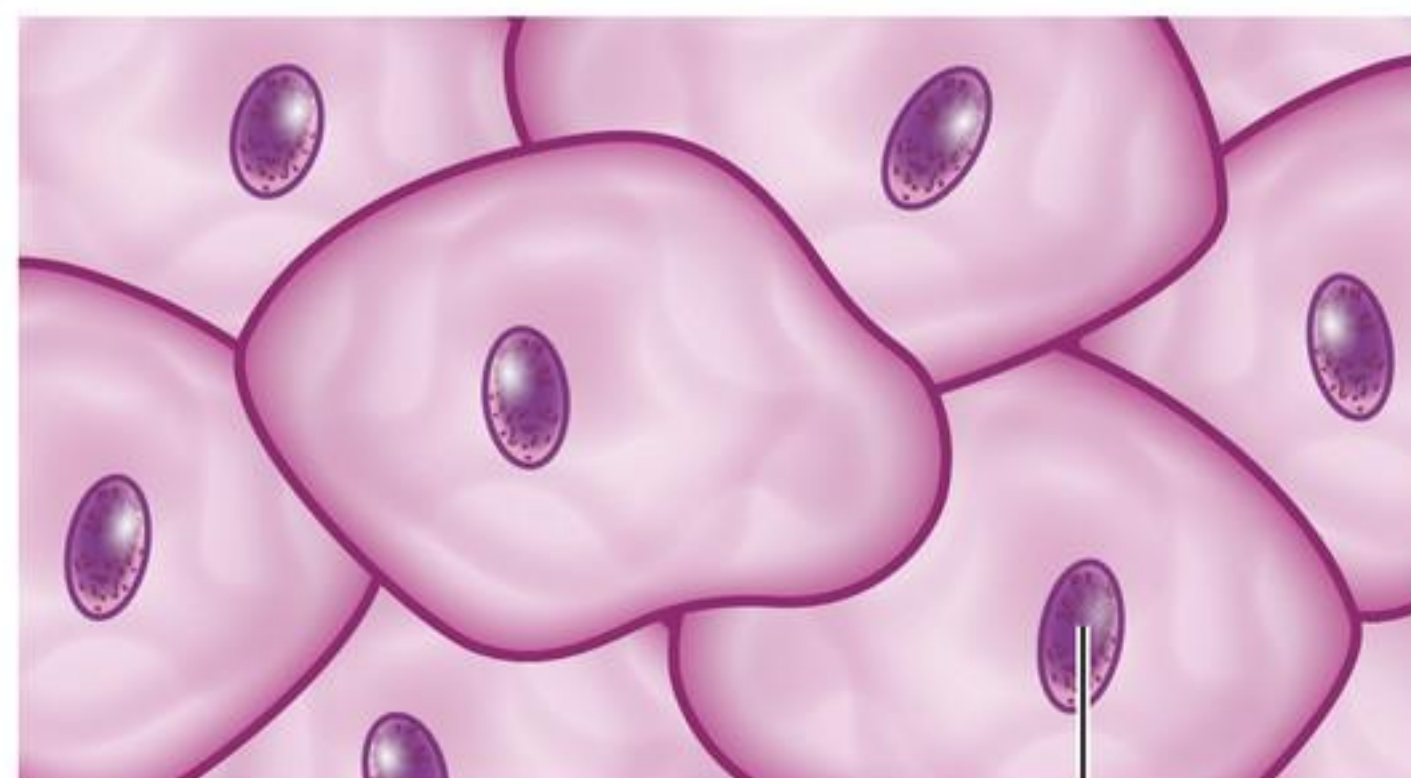
2 cel van een oesterzwam

Afb. 7



veelzijdig symmetrisch

1 zeeanemoon



celkern

2 cel van een zeeanemoon

4

Lees de tekst 'Diervorzorger Ruben'.

- a** Ruben beschrijft de kenmerken van een baardagaam.
- Determineer de baardagaam met behulp van deze beschrijving en de determineertabel in afbeelding 1.
  - Noteer de nummers met letters van elke stap die je maakt in de determineertabel. Noteer ook de vetgedrukte groepen die je achtereenvolgens tegenkomt.
- b** Waarom is voor een baardagaam de temperatuur in zijn omgeving zo belangrijk?

### Afb. 8

#### Diervorzorger Ruben

'Mijn naam is Ruben en ik studeer aan het mbo voor diervorzorger. In het begin van de opleiding hadden we vaak les in het dierenverblijf. Daar leerden we van heel veel verschillende diersoorten hoe je ze kunt verzorgen.

De baardagaam is mijn favoriete dier. Hij is sterk en ziet er stoer uit. Een baardagaam heeft de volgende kenmerken: hij is tweezijdig symmetrisch en heeft een inwendig skelet met een wervelkolom. Zijn huid is bedekt met schubben en voelt droog aan. Een baardagaam is dus een reptiel.

In mijn opleiding heb ik geleerd om dieren te determineren. Dat is belangrijk, omdat elk dier andere verzorging nodig heeft. Zo heb ik geleerd dat voor een reptiel als de baardagaam de temperatuur in zijn omgeving heel belangrijk is. Reptielen zijn immers koudbloedig.

Na mijn opleiding kan ik gaan werken bij een dierentuin, een asiel, een kinderboerderij of een dierenwinkel.'

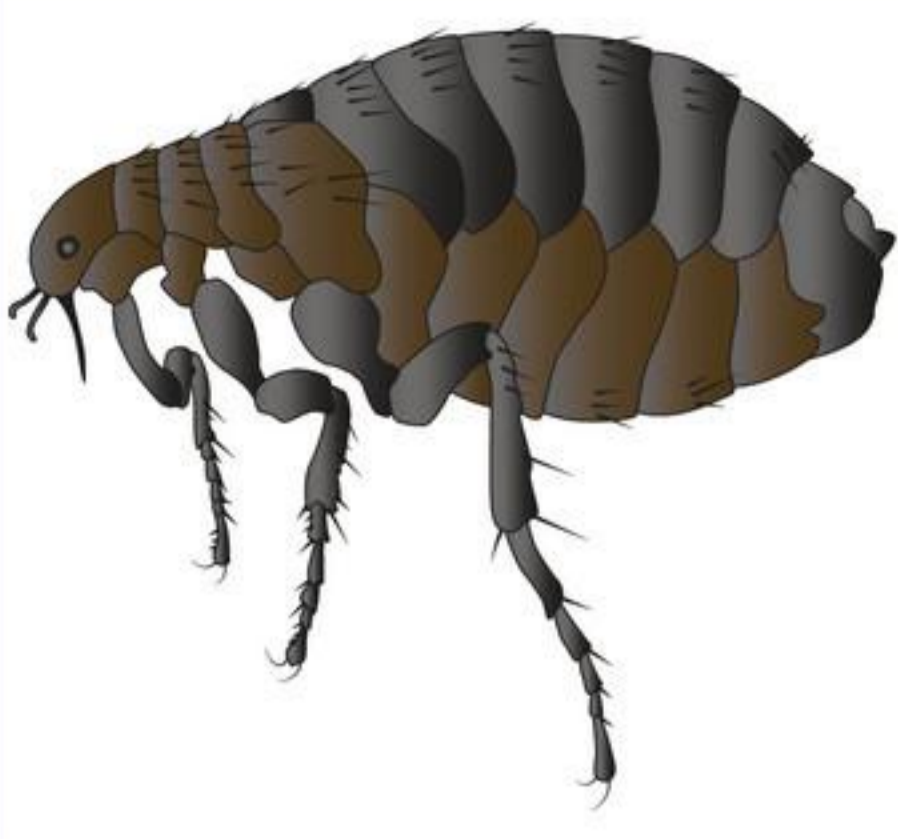
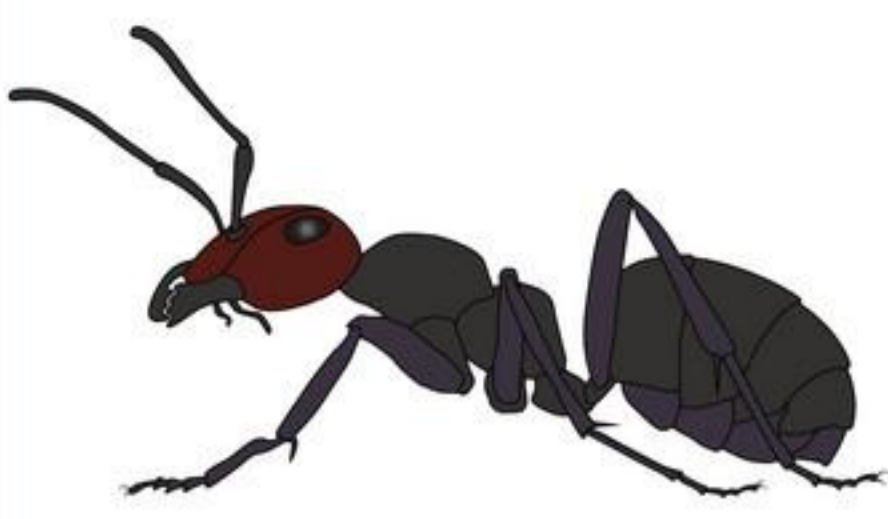

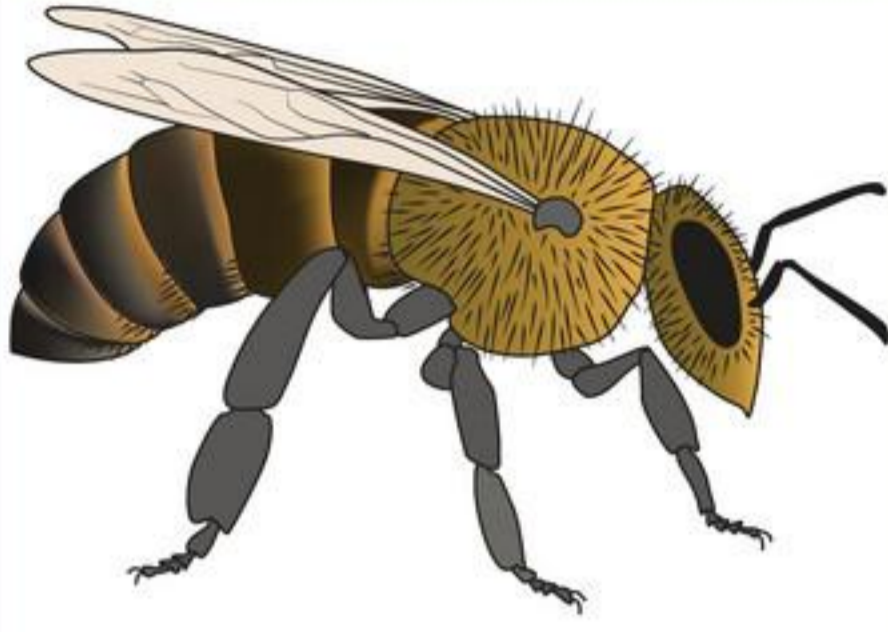


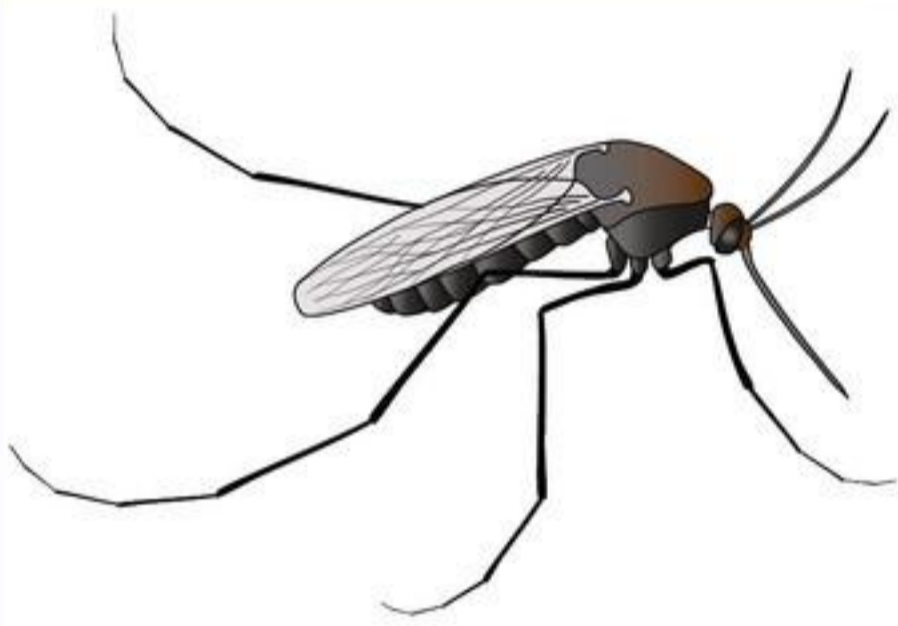
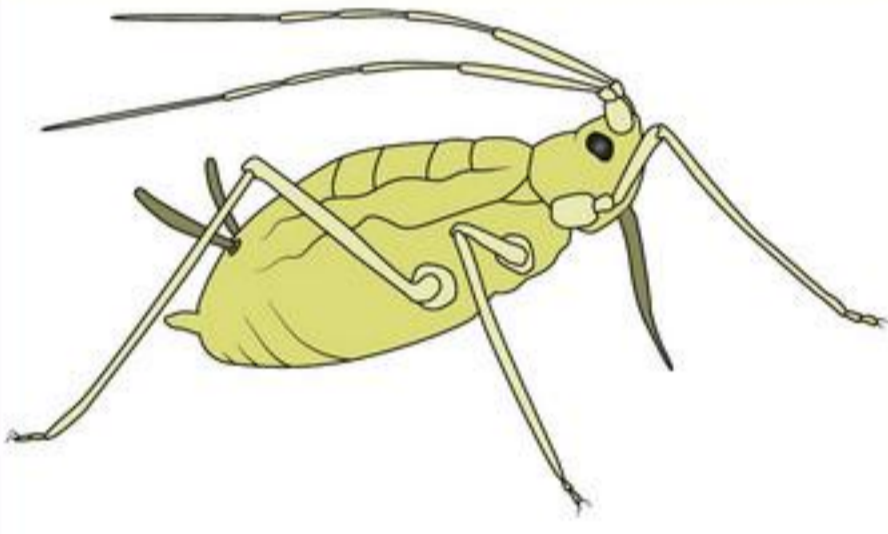


+ 5

Afbeelding 1 is een determineertabel. In deze opdracht ga je zelf zo'n determineertabel maken. Je doet dat voor acht verschillende insecten (zie afbeelding 9). Daarvoor ga je op zoek naar de verschillende kenmerken.

- a** Naast elk insect in afbeelding 9 staat een beschrijving. Lees de beschrijvingen. Op basis van welke kenmerken zou je de insecten van elkaar kunnen onderscheiden?
- b** Stel zo veel mogelijk vragen op waarmee je de insecten van elkaar kunt onderscheiden. De vraag moet met 'ja' of 'nee' te beantwoorden zijn. Een voorbeeld is: 'Is het insect zwart van kleur?'
- c** Maak een determineertabel van zeven stappen. Gebruik daarbij het voorbeeld in afbeelding 10. Zet de vragen in een logische volgorde in de tabel. Is het antwoord 'nee'? Verwijs dan naar de volgende vraag. Is het antwoord 'ja'? Verwijs dan naar de naam van het insect of (als er nog meer vragen nodig zijn) naar de volgende vraag. Je bepaalt zelf met welke vraag je begint. Zorg dat je alle insecten in de tabel benoemt.

Afb. 9 Acht insecten.

	<p>Naam: vlo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,5–6 mm groot</li> <li>• zwart van kleur</li> </ul>		<p>Naam: mier</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zwart van kleur</li> <li>• leeft in kolonies</li> </ul>
	<p>Naam: libel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• groen van kleur</li> <li>• de vleugels blijven altijd uitgespreid staan</li> </ul>		<p>Naam: bij</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geel met zwart gekleurd</li> <li>• heeft een behaard lichaam</li> </ul>
	<p>Naam: lieveheersbeestje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• meestal rood van kleur met (zeven) zwarte stippen</li> </ul>		<p>Naam: wesp</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geel met zwart gekleurd</li> <li>• het lichaam is niet behaard</li> </ul>
	<p>Naam: mug</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zwart van kleur</li> <li>• heeft een steeksnuut en kan daarmee steken</li> </ul>		<p>Naam: bladluis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1–7 mm groot</li> <li>• groen van kleur</li> </ul>

Afb. 10 Voorbeeld van een determineertabel met zeven stappen.

1		ja → ga naar vraag nee → ga naar vraag
2		ja → ga naar vraag nee → ga naar vraag
3		ja → ga naar vraag nee → ga naar vraag
4		ja → ga naar vraag nee → ga naar vraag
5		ja → ga naar vraag nee → ga naar vraag
6		ja → ga naar vraag nee → ga naar vraag
7		ja → ga naar vraag nee → ga naar vraag

 Ga naar de *extra opdrachten*, *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# Samenhang

## PLANTAARDIG, MAAR NIET DIERVRIENDELIJK

**Vleesetende planten: dat klinkt enger dan het in werkelijkheid is. Je hoeft er niet bang voor te zijn, want ze eten geen mensen maar vliegen en spinnen. En soms ook weleens een krab of zelfs een muis.**

### ARME GROND

Vleesetende planten groeien op plekken waar weinig voedingsstoffen in de bodem zitten. Zo'n bodem wordt arme grond genoemd. Een voedingsstof die bijna alle planten nodig hebben, is stikstof. Normale planten kunnen niet goed groeien op arme grond. Die krijgen niet genoeg stikstof binnen om voldoende bladgroenkorrels te kunnen maken. Vleesetende planten kunnen wel overleven op arme grond, omdat ze een andere bron van stikstof hebben. Ze eten daarvoor dieren, vooral geleedpotigen. De planten hebben allerlei trucjes om hun prooi te lokken, te vangen en te verteren.

### LOKKEN EN VANGEN

Zonlicht opvangen is de belangrijkste functie van de bladeren van normale planten. De bladeren van vleesetende planten dienen echter vooral als val. Die vallen werken op verschillende manieren.

De venusvliegenvanger (zie afbeelding 1.1 en 1.2) vangt zijn prooi door het blad dicht te klappen. Op het blad zitten een paar dikke haren. Om de val te laten dichtklappen, moet de prooi meerdere haren aanraken. Maar de val mag niet dichtklappen door bijvoorbeeld een regenbui. Daarom mag er niet te veel tijd tussen de aanrakingen zitten.

De zonnedauw maakt gebruik van een kleefval (zie afbeelding 1.3). De plant scheidt een zoete, kleverige vloeistof af op het blad. De plant verspreidt ook een geur die aantrekkelijk is voor de prooi. Als de prooi op het blad landt, zit hij vast. De zonnedauw krult het blad vervolgens op. Daardoor komt de prooi helemaal onder de vloeistof te zitten.

Het blad van de trompetbekerplant vormt een beker (zie afbeelding 1.4). In de wand van de beker zitten nectarklieren om prooien te lokken. De wand van de beker is glad. Daardoor kan de prooi niet uit de beker kruipen. Onderin is de beker gevuld met een vloeistof waarin de prooi verdrinkt.

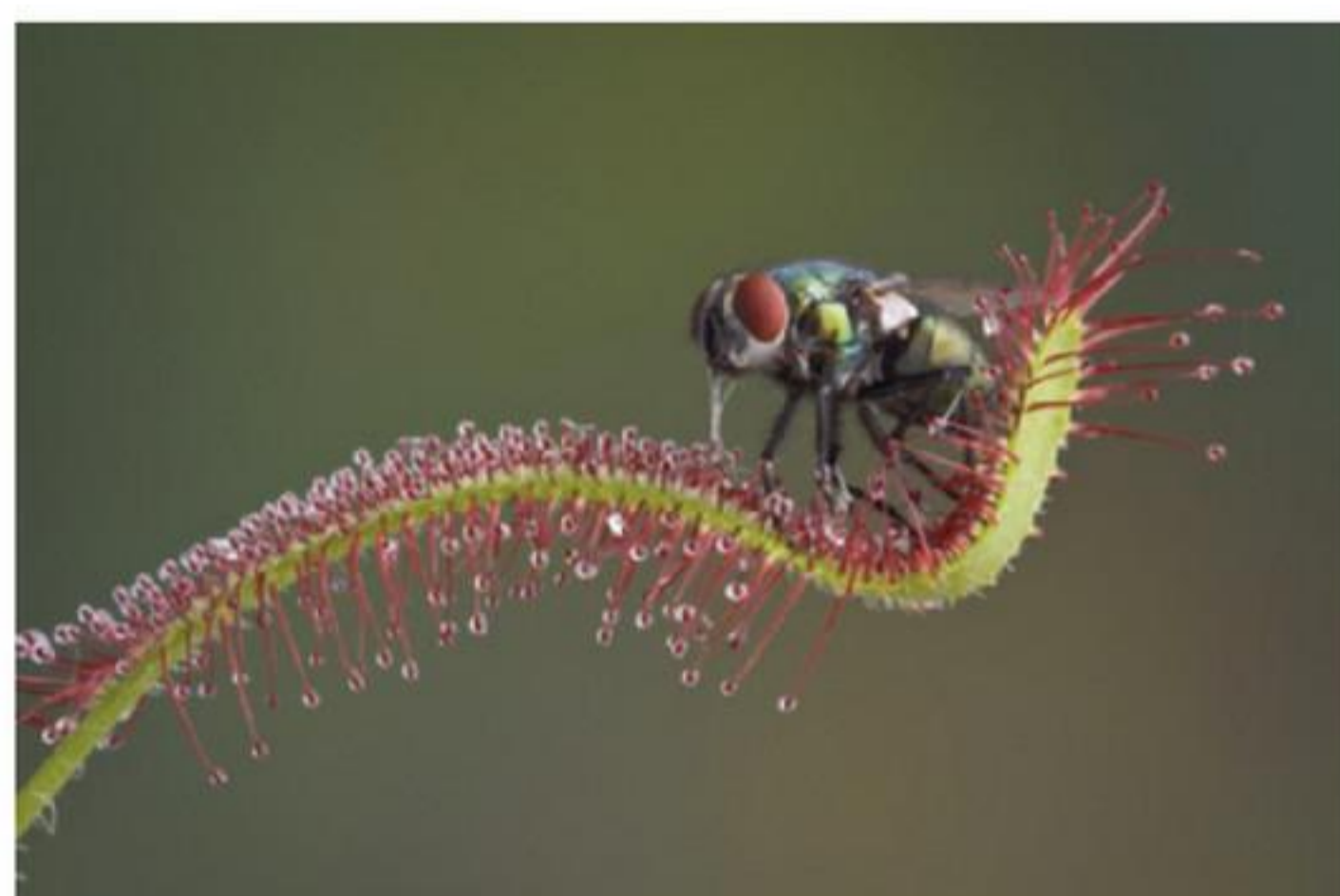
De bladeren van vleesetende planten werken dus als val. Daardoor kunnen de planten hun bladeren niet naar het zonlicht richten. De plant vangt dus weinig zonlicht op. Vleesetende planten kunnen daarom alleen overleven op plekken met veel zonlicht. Ook hebben vleesetende planten vaak veel water nodig. Je vindt ze daarom vooral in tropische moerassen.

**Afb. 1** Vleesetende planten.

1 een daas (een soort vlieg) op het blad van een venusvliegenvanger



2 De venusvliegenvanger heeft de daas gevangen.



3 Een vlieg zit vast in de kleverige vloeistof van een zonnedaauw.



4 trompetbekerplanten

**VERTEREN**

Niet alle vleesetende planten kunnen hun prooi helemaal zelf verteren. Sommige planten leven samen met bacteriën. De bacteriën breken de prooi af tot voedingsstoffen die de plant kan opnemen. Andere planten leven samen met insecten. De insecten eten dan de prooi op. De plant leeft van de uitwerpselen van de insecten. Zo wordt de plant eigenlijk van binnenuit bemest.

Vleesetende planten hebben ook last van diefstal. In sommige trompetbekerplanten leven kleine krabben die de prooien van de plant opeten. Hun leven is niet zonder risico. Als de krabben niet goed uitkijken, vallen ze zelf ten prooi aan de vleesetende plant.

**OPDRACHTEN****1**

Normale planten kunnen niet groeien op grond met te weinig stikstof.

- a Leg stap voor stap uit waarom ze dat niet kunnen.
- b Waardoor kunnen vleesetende planten wel goed groeien op arme grond?
- c Een vleesetende plant kan niet groeien in de schaduw. Leg dit uit.
- d Leg uit dat vlees eten een aanpassing is aan het milieu waarin vleesetende planten leven.
- e Sommige vleesetende planten leven samen met bacteriën. Leg uit wat het nut is van bacteriën voor de vleesetende plant.

2

Efrem houdt een spreekbeurt over de trompetbekerplant. Hij heeft zich niet zo goed voorbereid en maakt soms fouten. Hij zegt bijvoorbeeld: 'De plant leeft van insecten zoals spinnen en vliegen. Ook vangt hij soms weleens kleine gewervelden, zoals krabben of muizen.'

- a** Welke twee dingen kloppen er niet aan de bewering van Efrem?
- b** Vliegen kunnen door de lucht vliegen, spinnen kunnen dat niet. Spinnen kunnen een web spinnen, en dat kunnen vliegen weer niet.  
Geef nog twee verschillen tussen vliegen en spinnen.
- c** Spinnen en vliegen hebben ook overeenkomsten, bijvoorbeeld in symmetrie en in skelet.  
Welke overeenkomsten zijn dit?
- d** Bij een muis komen de jongen uit het moederlichaam.  
Tot welke diergroepen behoort de muis?
- e** Efrem zegt ook: 'De trompetbekerplant heeft een langdurige samenleving (symbiose) met bacteriën, die zich voortplanten door middel van sporen. Ze voeden zich met de dode resten van de prooi. Ze ruimen de dode resten op en zorgen zo weer voor voeding voor de plant.'  
Wat klopt er niet aan de uitspraak van Efrem?


3

In de lente en zomer krijgen vleesetende planten ook bloemen. Dit kost de plant wel veel energie.

- a** Tot welke groep van de planten behoren vleesetende planten?
- b** Geef nog drie kenmerken die alle vleesetende planten hebben.
- c** Bekijk de stamboom van het leven in afbeelding 3 van basisstof 1.  
Bestonden er al geleedpotigen toen de zaadplanten op aarde verschenen?

4

- a** Naast verteringssappen maken sommige vleesetende planten stoffen die de groei van schimmels tegengaan.  
Hoe worden zulke stoffen genoemd?
- b** Leg uit dat vleesetende planten beter kunnen overleven als ze stoffen maken die de groei van schimmels tegengaan.
- c** Schimmelinfecties bij de mens zijn steeds slechter te behandelen. Dat komt doordat de medicijnen ertegen uitgewerkt raken. Onderzoekers hopen dat ze nieuwe medicijnen kunnen maken met behulp van vleesetende planten.  
Hoe heet het inzetten van organismen om producten te maken voor mensen?
- d** Veel planten hebben nuttige toepassingen voor de mens. Mensen gebruiken stoffen uit planten als geneesmiddel, om voedingsmiddelen te maken, voor verzorgingsproducten en ga zo maar door.  
Leg uit dat het een probleem is voor mensen als er steeds meer soorten uitsterven.

 Ga naar de *Extra stof*.

# Practica

1

## PANTOFFELDIERTJES

### LEERDOEL

4.2.2 Je kunt de kenmerken noemen van de cellen van bacteriën, schimmels, planten en dieren.

► Basisstof 2

 30–40 minuten

### WAT GA JE DOEN?

Je bekijkt pantoffeldiertjes met een microscoop en maakt er een tekening van.

### WAT HEB JE NODIG?

- een kweek van pantoffeldiertjes (zie afbeelding 1)
- een microscoop en prepareermateriaal
- glycerine of methylcelluloseoplossing (behangersplak)

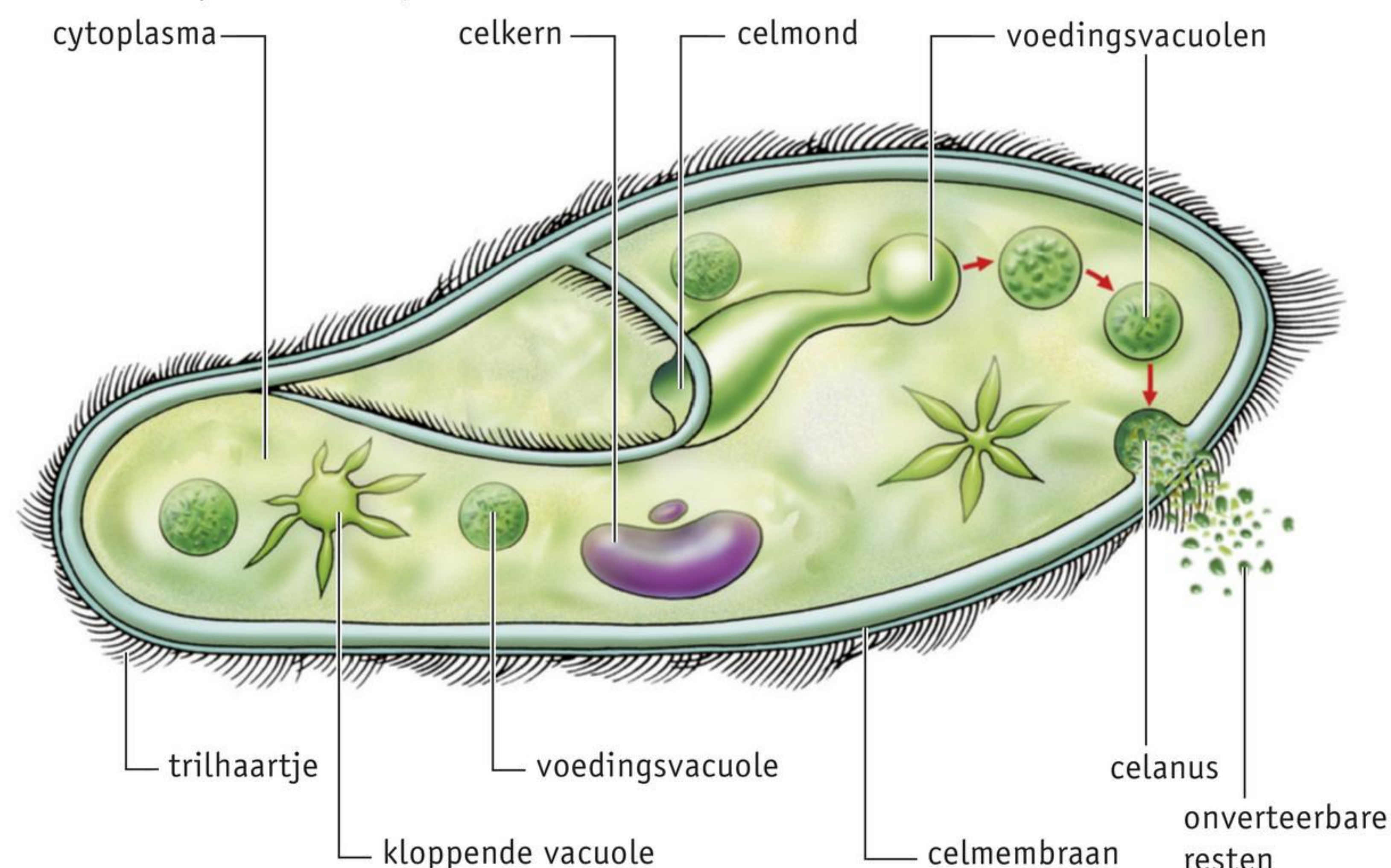
### WAT MOET JE DOEN?

- Op het water van de kweek van pantoffeldiertjes bevindt zich een vlies. Zuig *voorzichtig* met een druppelpipet een druppel water onder het vlies vandaan (zie afbeelding 1).
- Maak een preparaat van de druppel.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100×. Je ziet vrijwel zeker pantoffeldiertjes. Ze bewegen snel door het beeld.
- Voeg een druppel glycerine of methylcelluloseoplossing toe aan de druppel water met pantoffeldiertjes. Daardoor gaan de pantoffeldiertjes minder snel bewegen.
- Bekijk een pantoffeldiertje bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van een pantoffeldiertje dat je ziet. Benoem de onderdelen. Gebruik hierbij afbeelding 2.

Afb. 1 Kweek van pantoffeldiertjes.



Afb. 2 Een pantoffeldiertje (schematisch).



## OPDRACHT

1

Pantoffeldiertjes behoren tot de groep van eencellige dieren. Welke celkenmerken van dieren hebben pantoffeldiertjes?

2

## BACTERIEKOLONIES KWEKEN

## LEERDOELEN

- 4.3.1 Je kunt de kenmerken van bacteriën noemen.  
 4.3.4 Je kunt beschrijven hoe bacteriën en schimmels schadelijk kunnen zijn voor mensen.

► Basisstof 3

 Les 1: 20–25 minuten; les 2: 20–25 minuten

## WAT GA JE DOEN?

Je kweekt zelf bacteriekolonies en doet onderzoek naar voorwerpen waarop bacteriën leven.

## WAT HEB JE NODIG?

- een petrischaal met voedingsbodem
- tekenmateriaal

## WAT MOET JE DOEN?

Afzonderlijke bacteriën kun je met het blote oog niet zien. Door deling ontstaan bacteriekolonies die je wel kunt zien. Je kunt bacteriën kweken op een voedingsbodem.

- Verdeel de onderkant van de petrischaal (met een viltstift) in vieren. Nummer de delen van 1 tot en met 4 (zie afbeelding 3, je moet dus schrijven in spiegelschrift!).
- Kies vier voorwerpen die je wilt onderzoeken op de aanwezigheid van bacteriën. Bijvoorbeeld een muntstuk, een stukje van een bladzijde uit je schrift, een vuile vinger, een vinger die je net hebt gewassen, enzovoort.
- Stel een onderzoeksvraag en een hypothese op voor dit onderzoek.
- Besmet elk deel van de voedingsbodem met een voorwerp dat je wilt onderzoeken op de aanwezigheid van bacteriën. Dat doe je door het voorwerp voorzichtig op de voedingsbodem te leggen en meteen weer weg te halen. Contact maken is voldoende. Als je te hard drukt, gaat de voedingsbodem kapot.
- Noteer waarmee je elk vak hebt besmet.
- Je docent haalt de petrischalen op.

## WAT NEEM JE WAAR?

- Bekijk na enkele dagen de petrischaal. Bekijk ook de petrischalen van enkele klasgenoten.
- Maak tekeningen van de bacteriekolonies. Je mag ook een beschrijving geven van de bacteriekolonies.
- Zet bij elke tekening van welk voorwerp de bacteriekolonies komen.
- Trek een conclusie. Wat is het antwoord op de onderzoeksvraag? Klopte je hypothese?

Afb. 3 Petrischaal met voedingsbodem.



## 3

## GISTCELLEN

## LEERDOEL

4.3.2 Je kunt de kenmerken van schimmels noemen.

► Basisstof 3

🕒 30–35 minuten

## WAT GA JE DOEN?

Je maakt een preparaat van gist. Vervolgens bekijk je de gistcellen met de microscoop. Ten slotte maak je een tekening van de cellen die je ziet.

## WAT HEB JE NODIG?

- een klompje bakkersgist
- een microscoop en prepareermateriaal
- tekenmateriaal

## WAT MOET JE DOEN?

Maak het preparaat van gistcellen als volgt:

- Doe een druppel water op een voorwerpglas.
- Pak met een pincet een stukje gist en houd dit aan de rand van een druppel water op het voorwerpglas. Doe dit tot het water troebel wordt.
- Leg een dekglas op de druppel.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100×.

Je ziet grote, uitgegroeide gistcellen en kleinere, nog niet uitgegroeide gistcellen. Aan de grote uitgegroeide gistcellen zie je soms kleine blaasjes zitten. Daar ontstaat door deling een nieuwe gistcel. Je ziet dit ook in afbeelding 4.

- Bekijk een uitgegroeide gistcel bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van de uitgegroeide gistcel. Let op de dikte van de celwand!
- Bekijk een gistcel met blaasje bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van de gistcel met blaasje. Let op de dikte van de celwand!

**Afb. 4** Elektronenmicroscopische foto van gistcellen (vergroting 4000×).



## 4

## MEERCELLIGE SCHIMMELS

## LEERDOELEN

- 4.3.2 Je kunt de kenmerken van schimmels noemen. ▶ Basisstof 3
- 4.3.4 Je kunt beschrijven hoe bacteriën en schimmels schadelijk kunnen zijn voor mensen.

 30–35 minuten

## WAT GA JE DOEN?

Je maakt een preparaat van een schimmel. Vervolgens bekijk je de schimmel met de microscoop. Ten slotte maak je een tekening van wat je ziet.

## WAT HEB JE NODIG?

- een beschimmelde boterham of beschimmeld stuk fruit (zie afbeelding 5)
- een loep
- een microscoop en prepareermateriaal
- tekenmateriaal

**Afb. 5** Een beschimmeld stuk fruit.



## WAT MOET JE DOEN?

- Bekijk de schimmels met de loep.
- Pluk met het pincet een klein stukje schimmel af (kies voor een ‘pluizig’ stukje schimmel) en maak hiervan een preparaat.
- Bekijk het preparaat bij een vergroting van 100×.

Je ziet schimmeldraden en misschien ook sporen aan de uiteinden van schimmeldraden. Vaak zie je ook losse sporen.

- Bekijk een duidelijk stukje van het preparaat bij een vergroting van 400×.
- Maak een tekening van een paar schimmeldraden, het liefst van schimmeldraden met sporen aan het uiteinde. Teken anders losse sporen.
- Geef de volgende delen aan: *schimmeldraad – spore*.

## 5

## MOS EN VAREN

## LEERDOEL

4.4.1 Je kunt planten indelen door te kijken naar de bouw en de manier van voortplanten.

► Basisstof 4

 15–25 minuten

## WAT GA JE DOEN?

Je bekijkt een mosplantje en het blad van een varen. Vervolgens maak je van beide tekeningen.

## WAT HEB JE NODIG?

- een mosplantje (bijvoorbeeld haarmos) met een sporendosje
- een deel van een varenblad (bijvoorbeeld van een mannetjesvaren) met sporenhoopjes
- een loep
- tekenmateriaal

## WAT MOET JE DOEN?

- Bekijk het mosplantje met de loep.
- Maak een tekening van het mosplantje met het sporendosje. Geef het sporendosje aan.
- Bekijk de onderkant van het *varenblad* met de loep.
- Maak een tekening van een stukje varenblad. Geef een sporenhooptje aan.

## 6

## DE MOSSEL

## LEERDOEL

4.4.2 Je kunt dieren indelen door te kijken naar de symmetrie en het skelet.

► Basisstof 4

 40–50 minuten

## WAT GA JE DOEN?

Je bestudeert de bouw van een mossel.

Een mossel behoort tot de weekdieren. Een kenmerk van weekdieren is dat ze een schelp of huisje als skelet hebben. Een mossel heeft twee schelpen die precies op elkaar passen. Net als alle andere weekdieren zijn mossels tweezijdig symmetrisch. Tussen de schelpen liggen alle zachte delen van het dier, zoals de mantel, de kieuwen en de mond. Aan het einde van dit practicum kun je alle onderdelen van de mossel en hun functie benoemen.

## WAT HEB JE NODIG?

- een (maar even) gekookte zeemossel in een schaalpje
- een scalpel of mesje (zie afbeelding 6)
- een schaarje
- tekenmateriaal

**Afb. 6** Een scalpel.

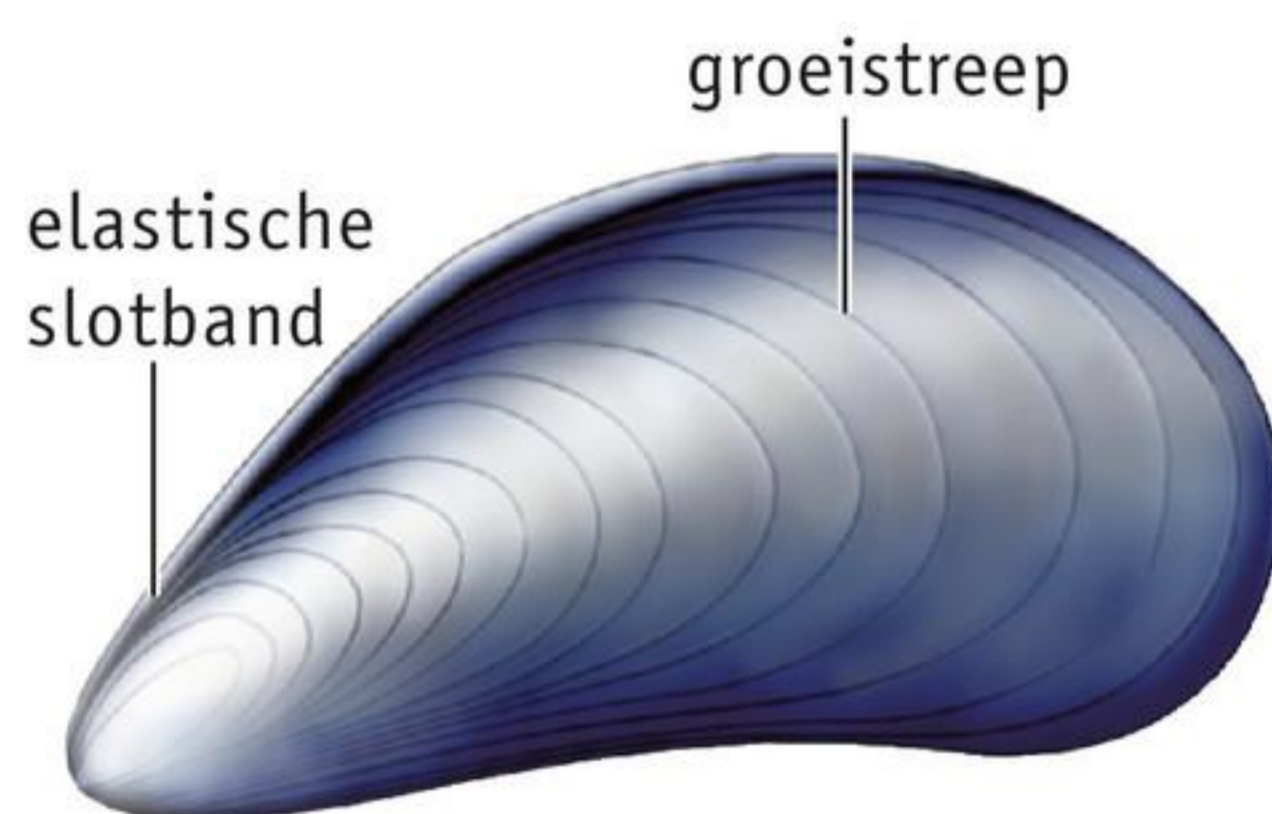


**WAT MOET JE DOEN?**

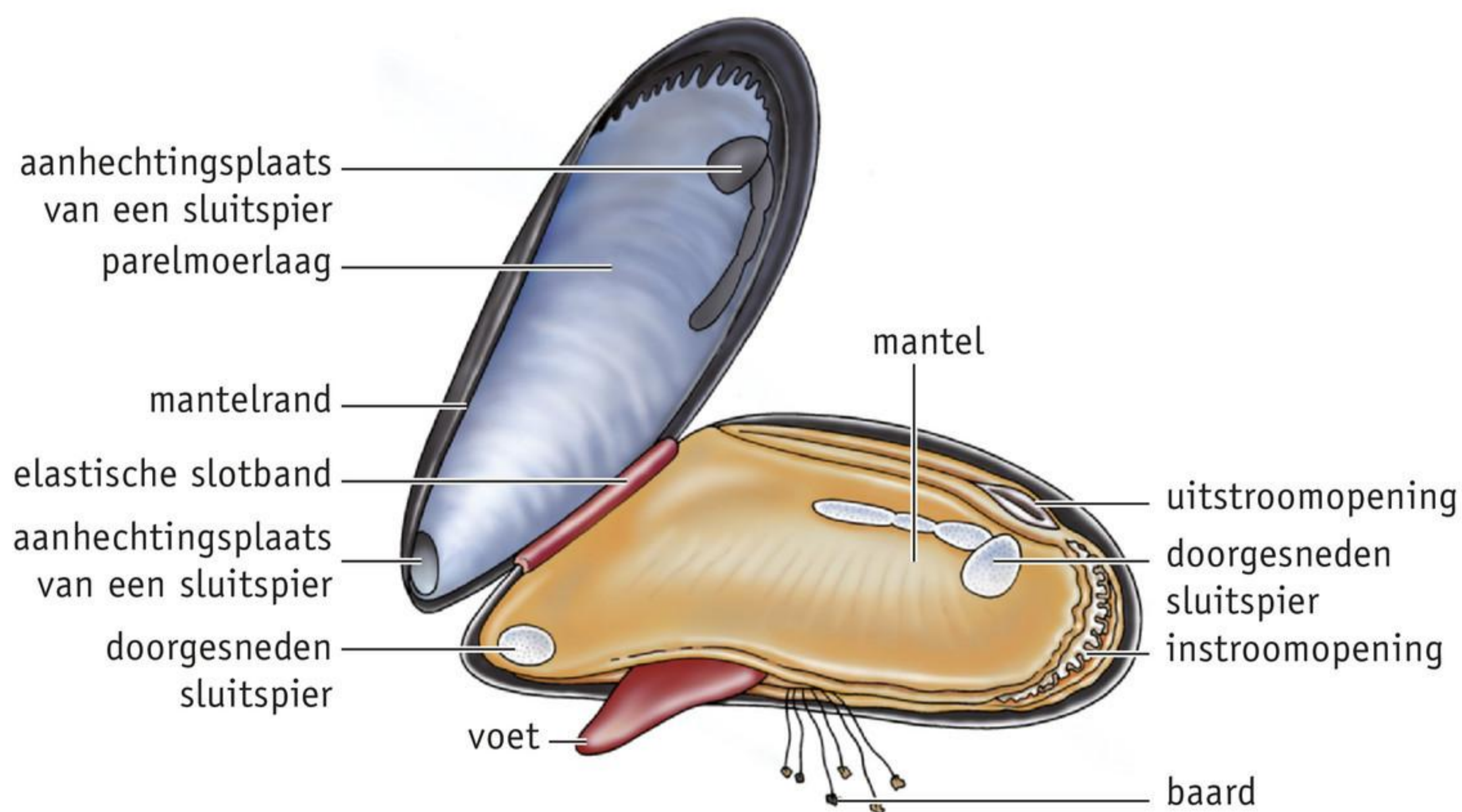
Een zeemossel is bedekt door twee schelpen die tegen elkaar aan zitten. Op de schelpen zie je groeistrepen (zie afbeelding 7). De twee schelpen kunnen ten opzichte van elkaar bewegen door de elastische slotband waarmee ze aan elkaar vastzitten.

- Leg de mossel voor je neer.
- Maak een tekening van het buitenaanzicht van de mossel. Leg de mossel zo neer dat je de elastische slotband kunt zien én een schelp. Teken ook de groeistrepen die op de schelp lopen!
- Geef de volgende delen aan: *elastische slotband* – *groeistreek* – *schelp*.

**Afb. 7** De zeemossel in buitenaanzicht.

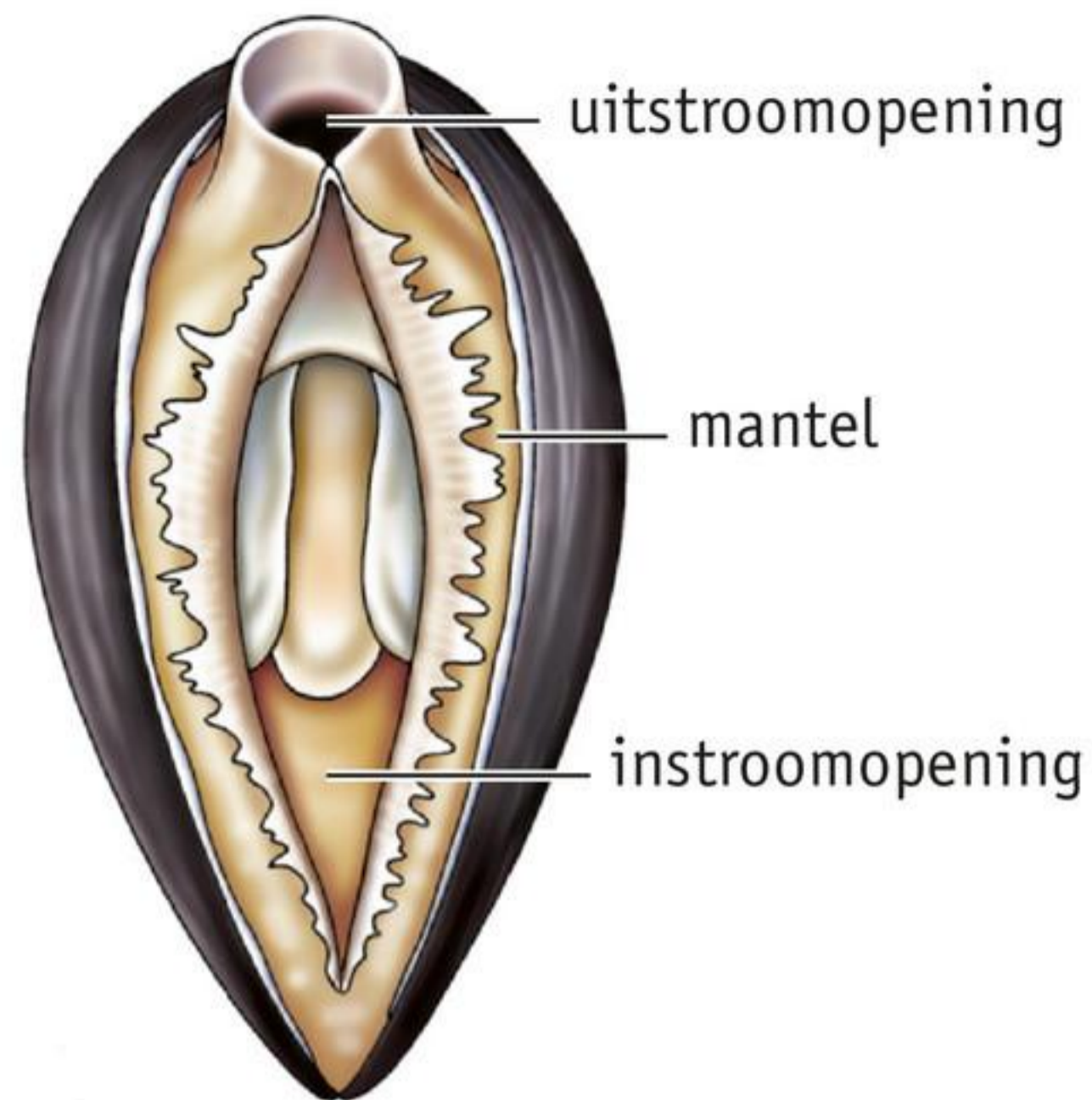
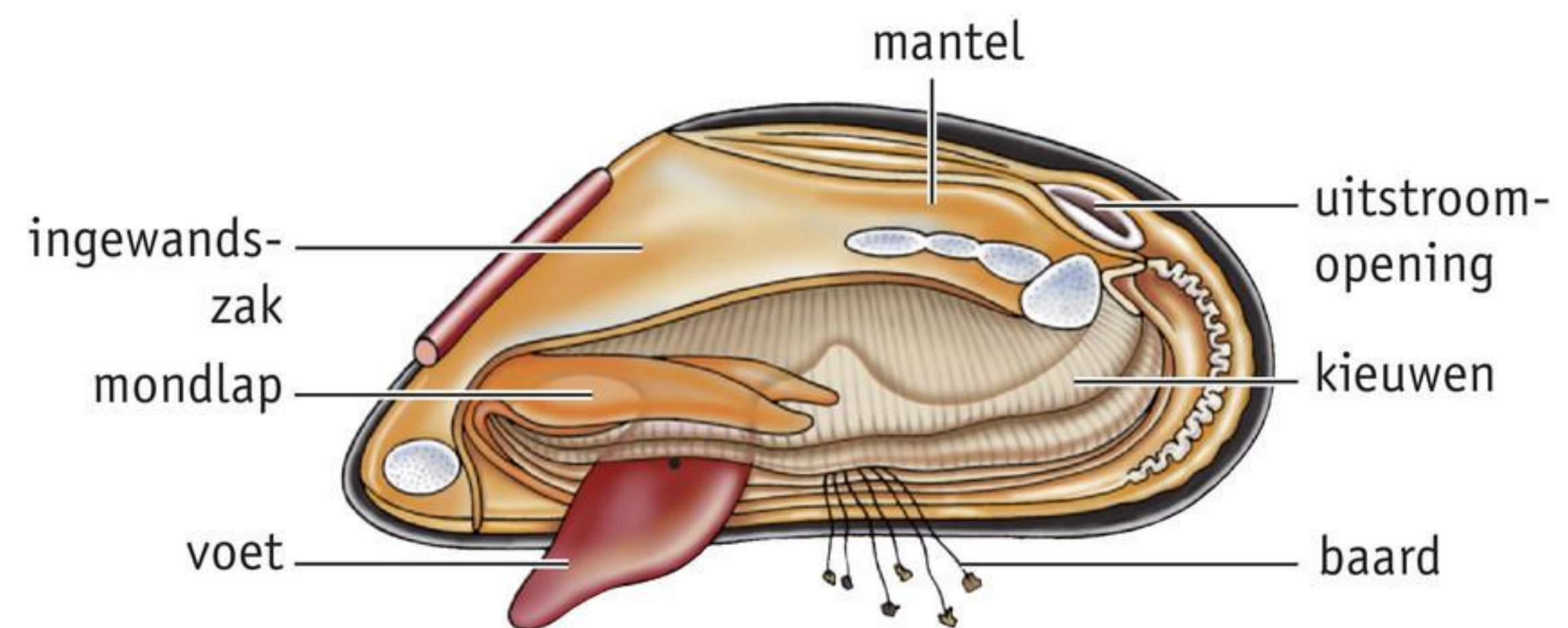


**Afb. 8** Inwendige bouw van de zeemossel.



In het lichaam van de mossel zitten twee sluitspiieren (zie afbeelding 8). Deze sluitspiieren zorgen ervoor dat de twee schelpen tegen elkaar aan zitten. Als de sluitspiieren ontspannen, gaan de twee schelpen open door de werking van de elastische slotband.

Tegen beide schelpen aan ligt de mantel (zie afbeelding 9). Door het koken is de mossel waarschijnlijk al voor een groot deel losgeraakt van een van de schelpen.

**Afb. 9** De zeemossel in vooraanzicht.**Afb. 10** Dwarsdoorsnede van een zeemossel.

- Snijd de mossel met het scalpel (of mesje) voorzichtig helemaal los van de bovenste schelp. Daarbij snijd je de beide sluitspiers door. Klap vervolgens de schelp open (zie afbeelding 8).

In de opengeklapte schelp zie je de aanhechtingsplaatsen van de sluitspiers en de parelmoerlaag (zie afbeelding 8). Ook zie je de mantelrand. Dat is de buitenrand van de parelmoerlaag. Daar heeft de mantel vastgezet.

- Maak een tekening van de opengeklapte schelp (de schelp waar de mossel *niet* inzit).
- Geef de volgende delen aan: *aanhechtingsplaats van sluitspier* (2x) – *mantelrand* – *parelmoerlaag*.
- Verwijder de opengeklapte schelp. Bekijk de andere schelp (met de mossel).

Je ziet de mantel met de doorgesneden sluitspiers (zie afbeelding 10). Onder de mantel kan de voet uitkomen. Met de voet kan een mossel zich langzaam verplaatsen. Bij de zeemossel is de voet meestal klein.

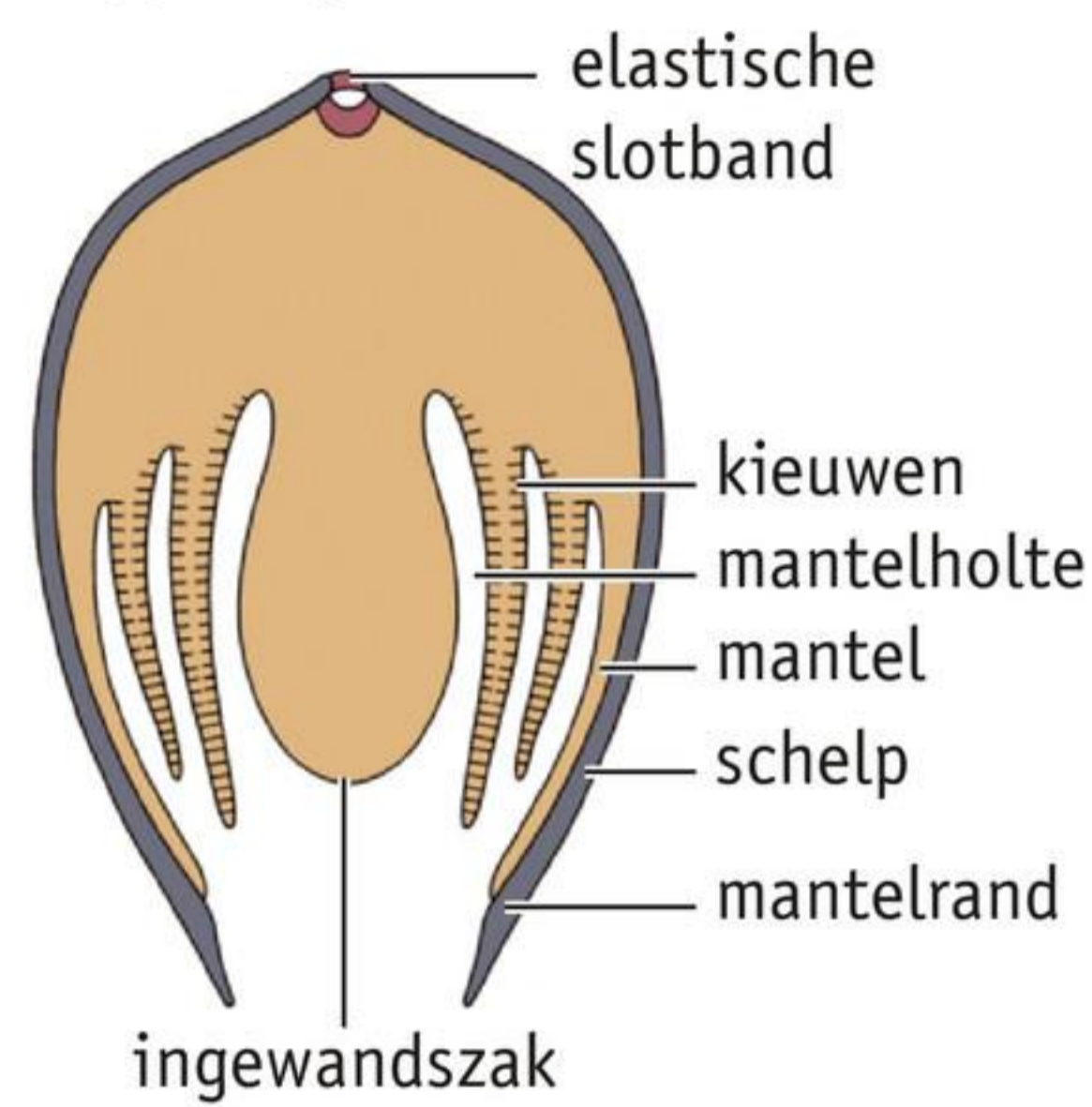
Een zeemossel zit met de baard vast aan de ondergrond. De baard bestaat uit draden. Doordat deze draden gemakkelijk afbreken, zitten ze misschien niet aan de mossel die je bekijkt.

Aan één kant van de mossel zitten twee openingen tussen de linkerhelft en de rechterhelft van de mantel: de instroomopening en de uitstroomopening (zie afbeelding 8 en 9).

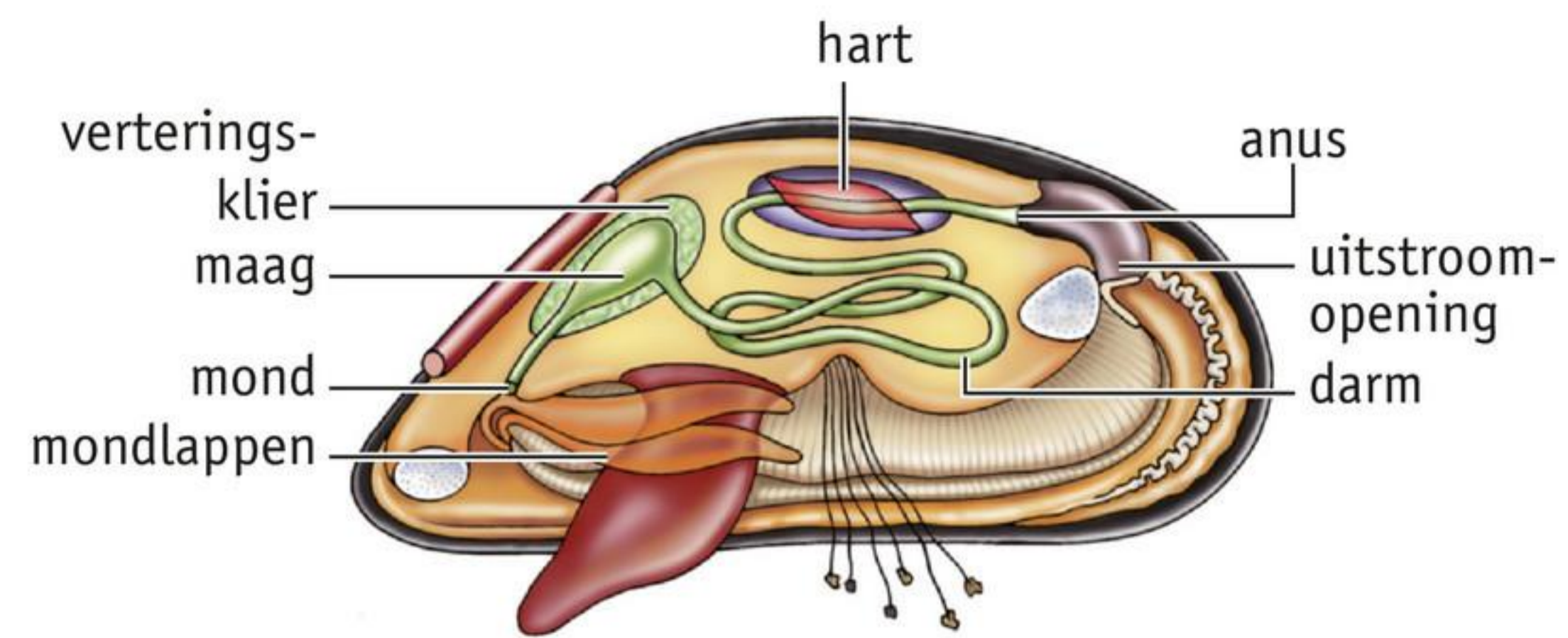
- Maak een tekening van de mossel in de schelp.
- Geef de volgende delen aan: *baard* (als je die ziet) – *doorgesneden sluitspier* (2x) – *instroomopening* – *mantel* – *uitstroomopening* – *voet* (als die onder de mantel uitkomt).
- Maak een tekening van het vooraanzicht van een mossel. Leg de mossel zo dat je van voren tegen de instroomopening en uitstroomopening aankijkt.
- Geef de volgende delen aan: *instroomopening* – *uitstroomopening*.
- Knip met het schaarje voorzichtig de mantel zo ver mogelijk weg, zonder het weefsel te beschadigen (zie afbeelding 11).

Je ziet nu zeker de voet en (resten van) de baard. De kieuwen liggen als dunne vliezen in de mantelholte. Door het koken zijn de kieuwen waarschijnlijk (heel erg) gekrompen.

**Afb. 11** De zeemossel met weggeknipte mantel.



**Afb. 12** Inwendige bouw van een zeemossel.



Aan de kant bij de voet zie je de mondlappen. De mondlappen liggen rondom de mond. De mond is slecht te zien. De rest van de mossel heet de ingewandszak. Door de instroomopening stroomt water met zuurstof en voedsel langs de kieuwen en de mond. De kieuwen nemen zuurstof uit het water op. Het voedsel komt in de mond terecht. De mondlappen helpen daarbij. De anus ligt vlak bij de uitstroomopening (zie afbeelding 12). Water met afvalstoffen verlaat de mossel via de uitstroomopening.

- Maak een tekening van de mossel met weggeknipte mantel.
- Geef de volgende delen aan: *baard* – *ingewandszak* – *kieuw* – *mondlap* – *voet*.

## 7

## WATERVLO

## LEERDOEL

4.5.1 Je kunt geleedpotigen indelen door te kijken naar het aantal segmenten en het aantal poten. ▶ Basisstof 5

 30–35 minuten

## WAT GA JE DOEN?

Je maakt een preparaat van een watervlo. Vervolgens bekijk je de watervlo onder de microscoop. Ten slotte maak je een tekening van wat je ziet.

## WAT HEB JE NODIG?

- een klaargemaakt preparaat van een watervlo of een petrischaal met watervlooien
- een microscoop en prepareermateriaal
- tekenmateriaal

## WAT MOET JE DOEN?

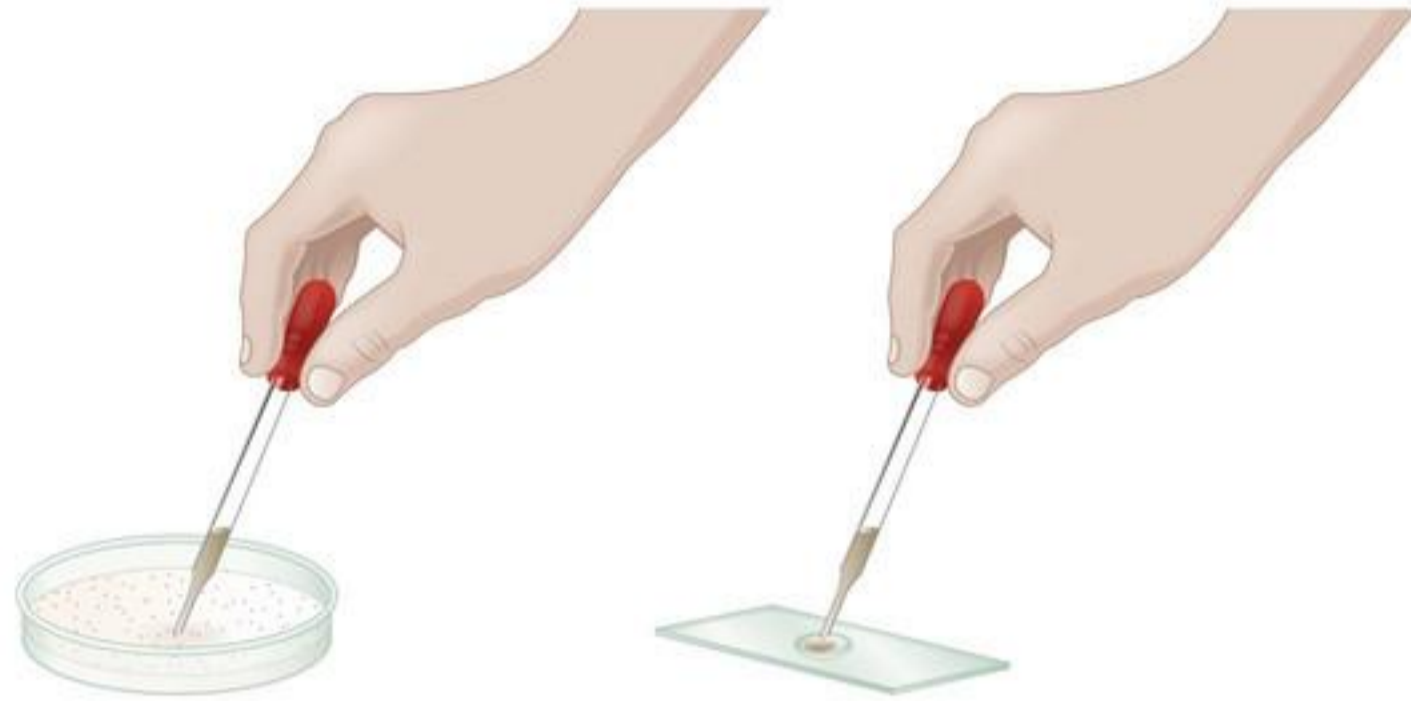
Als je een levende watervlo bekijkt, moet je een aquariumvoorwerpglas gebruiken (zie afbeelding 13). In een aquariumvoorwerpglas zit een kuiltje waarin je water moet doen.

**Afb. 13** Een aquariumvoorwerpglas.



- Zuig met een pipet een druppel op uit de petrischaal met watervlooien en doe deze druppel in het kuiltje (zie afbeelding 14).
- Sluit het kuiltje af met een dekglas.
- Bekijk het preparaat met een kleine vergroting (40×). Gebruik een grotere vergroting om details te bekijken.

**Afb. 14** Een druppel met watervlooien op een aquariumvoorwerpglas aanbrengen.



Je kunt in plaats van zelf een preparaat maken ook een kant-en-klaar preparaat van de watervlo gebruiken.

- Maak een tekening van de watervlo.
- Geef de volgende delen aan: *anus – broedruimte – darmkanaal – eieren – hart – kop – oog – zeefpoten*. Maak hierbij gebruik van de tekst 'Watervlo' en de afbeeldingen.

**Afb. 15**

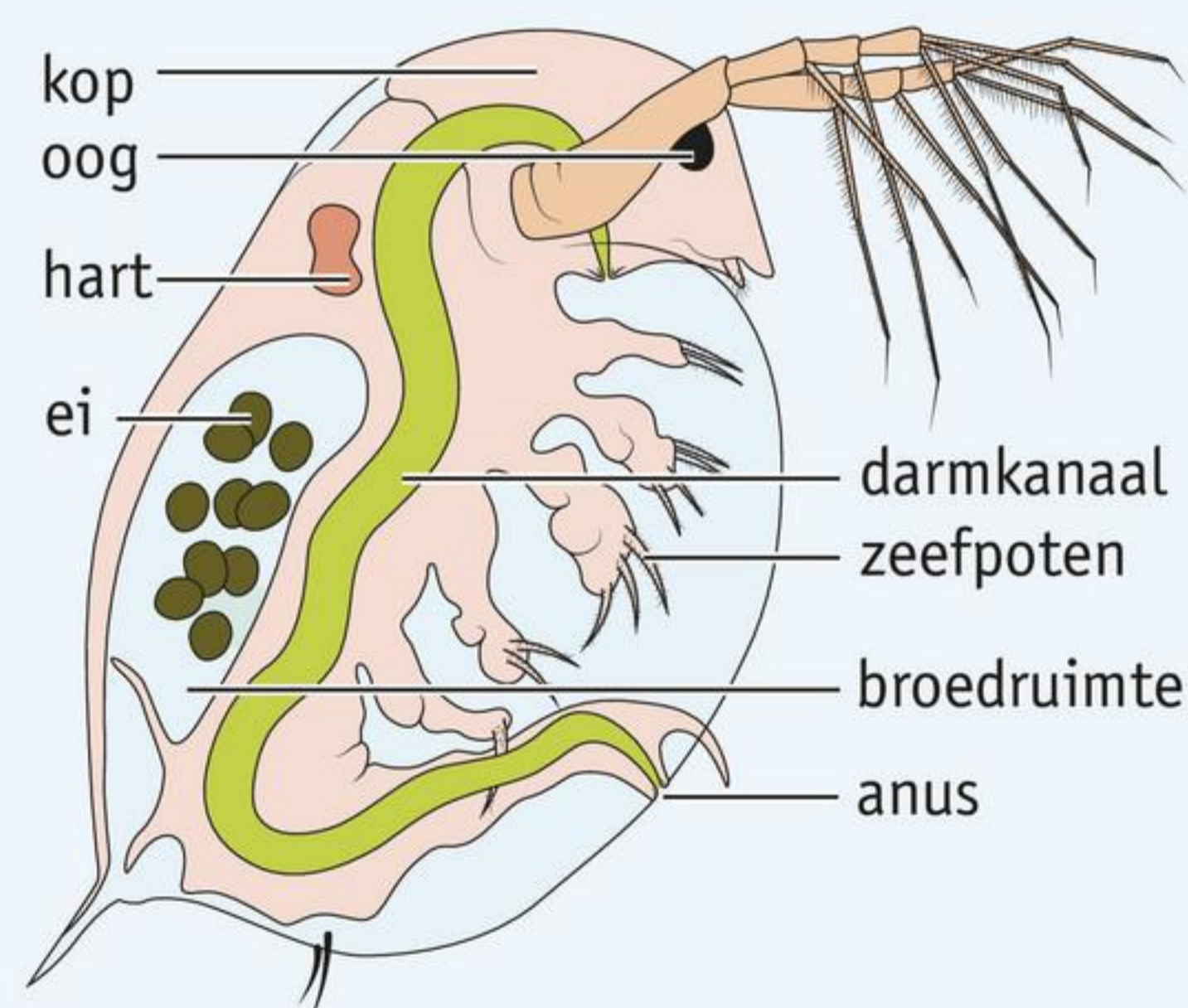
### Watervlo

In de kop van een watervlo zie je een oog en het begin van het darmkanaal. Op de kop staan twee roeipotet, waarmee een watervlo zich schokkerig door het water beweegt. De roeipotet van een watervlo zijn geledet. In de romp zie je de rest van het darmkanaal met de anus.

Watervlooien voeden zich vooral met algen. Het hart pompt bloed door het lichaam van een watervlo. Er zijn geen bloedvaten. De buitenzijde van de watervlo bestaat uit een pantser.



1 watervlo (vergroting 16×)



2 schematische tekening van een watervlo

### OPDRACHT

1

Tot welke stam behoort de watervlo? Leg je antwoord uit.

# Samenvatting

## BASIS 1

### ONTWIKKELING VAN HET LEVEN OP AARDE

#### 4.1.1 Je kunt een tijdbalk van het leven op aarde en een stamboom van organismen aflezen.

- In een tijdbalk is de tijd sinds het ontstaan van de aarde weergegeven.
  - In een tijdbalk kun je aflezen wanneer bepaalde groepen organismen zijn ontstaan.
- Sinds het ontstaan van leven op aarde zijn soorten ontstaan, veranderd en sommige ook weer uitgestorven.
  - De aarde bestaat ongeveer 4600 miljoen jaar.
  - 3500 miljoen jaar geleden ontstonden de eerste bacteriën.
  - 1000 miljoen jaar geleden zijn de eerste waterdieren ontstaan.
  - 450 miljoen jaar geleden kwamen de eerste planten en daarna dieren aan land.
  - 3 miljoen jaar geleden ontstonden de eerste mensachtigen.
- 240 miljoen jaar geleden leefden de dinosauriërs op aarde.
  - 65 miljoen jaar geleden zijn zij uitgestorven na een meteorietinslag.
- Uit een evolutionaire stamboom kun je aflezen:
  - uit welke voorouders groepen organismen zich hebben ontwikkeld
  - welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen
- Soorten vertonen verwantschap als ze een gemeenschappelijke voorouder hebben.

## BASIS 2

### ORGANISMEN ORDENEN

#### 4.2.1 Je kunt organismen indelen door te kijken naar gemeenschappelijke kenmerken.

- Organismen kun je indelen in twee hoofdgroepen:
  - zonder celkern: prokaryoten
  - met celkern: eukaryoten
  - Prokaryoten zijn eencellig. Eukaryoten kunnen eencellig of meercellig zijn.
- Vier rijken zijn: bacteriën, schimmels, planten en dieren.
  - Bacteriën zijn prokaryoten.
  - Schimmels, planten en dieren zijn eukaryoten.

#### 4.2.2 Je kunt de kenmerken noemen van de cellen van bacteriën, schimmels, planten en dieren.

- Bij het indelen van organismen kijken biologen naar de kenmerken van de cellen.

Rijk	Kenmerken	Rijk	Kenmerken
Bacteriën	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eencellig</li> <li>• geen celkern</li> <li>• celwand</li> <li>• cel is relatief klein</li> </ul>	Planten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eencellig of meercellig</li> <li>• celkern(en)</li> <li>• celwand(en)</li> <li>• bladgroenkorrels</li> </ul>
Schimmels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eencellig of meercellig</li> <li>• celkern(en)</li> <li>• celwand(en)</li> </ul>	Dieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eencellig of meercellig</li> <li>• celkern(en)</li> <li>• geen celwand(en)</li> </ul>

- Organismen kun je indelen in steeds kleinere groepen:  
hoofdgroep → rijk → stam → klasse → orde → familie → geslacht → soort

### BEGRIPPEN

#### eencellig

Organisme dat uit één cel bestaat.

#### meercellig

Organisme dat uit meerdere cellen bestaat.

## BASIS 3

**BACTERIËN EN SCHIMMELS****4.3.1 Je kunt de kenmerken van bacteriën noemen.**

- Een bacterie is eencellig.
  - Een bacterie bestaat uit cytoplasma met daaromheen een celmembraan.
  - Chromosomen liggen los in het cytoplasma.
- Bacteriën planten zich voort door deling.

**4.3.2 Je kunt de kenmerken van schimmels noemen.**

- Schimmels zijn eencellig of meercellig.
  - Gisten zijn eencellige schimmels.
  - Meercellige schimmels bestaan meestal uit schimmeldraden.
  - Meercellige schimmels planten zich meestal voort door sporen.
  - Bij sommige soorten schimmels ontstaan de sporen in paddenstoelen.
  - Bij andere soorten schimmels ontstaan de sporen aan de uiteinden van schimmeldraden.
- Gisten planten zich voort door deling (knopvorming).

**4.3.3 Je kunt beschrijven hoe bacteriën en schimmels nuttig zijn voor de mens en de natuur. (SE)**

- De meeste soorten bacteriën en schimmels (reducenten) voeden zich met dode resten van organismen.
- Bacteriën en schimmels worden gebruikt bij de productie van voedingsmiddelen.
  - Bacteriën worden gebruikt bij de productie van bijv. yoghurt en zuurkool.
  - Gist wordt gebruikt bij de productie van bijv. brood, bier, wijn en schimmelkaas.
  - De zoetstof aspartaam wordt gemaakt door bacteriën en wordt gebruikt in bijv. frisdrank.
- Bacteriën en schimmels worden gebruikt bij de productie van geneesmiddelen.
  - Het hormoon insuline (geneesmiddel bij diabetes) wordt gemaakt met behulp van bacteriën.
  - Sommige soorten schimmels produceren antibiotica (bijv. penicilline).
- Bacteriën worden gebruikt bij de productie van wasmiddel.
  - In wasmiddel zitten eiwitten (enzymen) die gemaakt zijn door bacteriën.

**4.3.4 Je kunt beschrijven hoe bacteriën en schimmels schadelijk kunnen zijn voor mensen. (SE)**

- Bacteriën en schimmels kunnen voedsel bederven.
- Bacteriën en schimmels kunnen infectieziekten veroorzaken (bijv. longontsteking en zwemmerseczeem).
- Bacteriële infectieziekten kunnen worden bestreden met antibiotica (bijv. penicilline).
- Schimmelinfecties kunnen worden bestreden met antimycotica.
- Goede hygiëne kan infectieziekten voorkomen.

**BEGRIPPEN****antibioticum**

Geneesmiddel dat bacteriën doodt (bijvoorbeeld penicilline).

**paddenstoel**

Vruchtlichaam van een meercellige schimmel.

**reducenten**

Bacteriën en schimmels die resten van dieren en planten afbreken.

**schimmeldraden**

Lange, dunne draden waaruit meercellige schimmels bestaan.

**spore**

Cel waaruit een nieuwe schimmel kan ontstaan.

**voedselbederf**

Voedsel wordt ongeschikt om te eten door schimmels en bacteriën.

**ziekteverwekker**

Organisme dat een infectie kan veroorzaken bij planten, mensen en dieren.

## BASIS 4

**PLANTEN EN DIEREN****4.4.1 Je kunt planten indelen door te kijken naar de bouw en de manier van voortplanten.**

- Meercellige planten bestaan uit weefsels en organen.
  - Organen van planten zijn onder andere wortels, stengels, bladeren en bloemen.
- Manier van voortplanten:
  - Zaadplanten planten zich voort met zaden.
  - Sporenplanten planten zich voort met sporen.
  - Wieren planten zich voort door deling of met sporen.

Voortplanting	Kenmerken	Voorbeelden
Zaadplanten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• meercellig</li> <li>• wortels, stengels en bladeren</li> <li>• voortplanting door zaden</li> </ul>	beuk paardenbloem
Sporenplanten	<b>Paardenstaarten</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• meercellig</li> <li>• wortels, stengels en bladeren</li> <li>• stengels zijn hol en geled</li> <li>• voortplanting door sporen</li> </ul>	heermoes holpijp
	<b>Varens</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• meercellig</li> <li>• wortels, stengels en bladeren</li> <li>• grote, ingesneden bladeren</li> <li>• sporen in sporenhooptjes</li> </ul>	echt venushaar mannetjesvaren
Deling of sporen	<b>Mossen</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• meercellig</li> <li>• stengels en bladeren</li> <li>• geen echte wortels</li> <li>• sporen in sporendoosjes</li> </ul>	gewoon muursterretje haarmos
Deling of sporen	<b>Wieren (algen)</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eencellig of meercellig</li> <li>• geen wortels, stengels, bladeren en bloemen</li> <li>• voortplanting door deling of met sporen</li> </ul>	boomalg zeesla

#### 4.4.2 Je kunt dieren indelen door te kijken naar de symmetrie en het skelet.

- Iets is symmetrisch als je het in twee gelijke helften (spiegelbeelden) kunt indelen.
  - Tweezijdig symmetrisch: je kunt het dier maar op één manier in twee ongeveer gelijke helften verdelen.
  - Veelzijdig symmetrisch: je kunt het dier op meerdere manieren in twee ongeveer gelijke helften verdelen.
  - Niet-symmetrisch: je kunt het dier op geen enkele manier in twee ongeveer gelijke helften verdelen.
- Een dier kan een skelet hebben van stevige delen in of rondom zijn lichaam. Sommige dieren hebben geen skelet.
  - Uitwendig skelet: het skelet zit aan de buitenzijde van het lichaam.
  - Inwendig skelet: het skelet zit binnen in het lichaam.

Groep	Kenmerken	Voorbeelden
Sponsdieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• niet symmetrisch</li> <li>• een skelet van stevige hoornvezels tussen de cellen</li> <li>• zitten meestal vast op de bodem van de zee</li> </ul>	bad spons olifantorspons
Neteldieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• veelzijdig symmetrisch</li> <li>• meestal geen skelet</li> <li>• leven in het water</li> <li>• vangen hun prooi met tentakels (vangarmen)</li> </ul>	anemoon kwal
Wormen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tweezijdig symmetrisch</li> <li>• geen skelet</li> <li>• het lichaam is lang en dun</li> </ul>	lintworm regenworm spoelworm
Weekdieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tweezijdig symmetrisch</li> <li>• meestal een schelp of huisje als skelet</li> </ul>	inktvis mossel slak
Geleedpotigen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tweezijdig symmetrisch</li> <li>• een uitwendig skelet (pantser)</li> <li>• groei is alleen mogelijk tijdens vervellingen</li> <li>• geledede poten</li> <li>• het lichaam bestaat (voor een deel) uit segmenten</li> </ul>	duizendpoot krab spin vlieg
Stekelhuidigen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• veelzijdig symmetrisch</li> <li>• inwendig skelet van kalk</li> <li>• de huid is bedekt met stekels of knobbels</li> <li>• leven op de bodem van de zee</li> </ul>	zee-egel zeester
Gewervelden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tweezijdig symmetrisch</li> <li>• een inwendig skelet met een wervelkolom</li> </ul>	kikker meeuw rietvoorn

#### BEGRIPPEN

##### inwendig skelet

Skelet aan de binnenkant van het lichaam.

##### sporenplant

Plant die zich voortplant met sporen.

##### symmetrisch

Iets wat je in twee gelijke helften kunt verdelen.

##### uitwendig skelet

Skelet aan de buitenkant van het lichaam.

##### zaadplant

Plant die zich voortplant met zaden.

## BASIS 5

## GELEEDPOTIGEN EN GEWERVELDEN

**4.5.1 Je kunt geleedpotigen indelen door te kijken naar het aantal segmenten en het aantal poten.**

- De meeste soorten op aarde behoren tot de geleedpotigen.
  - Hun poten bestaan uit stukjes: de leden.
  - Hun lichaam is opgebouwd uit stukjes: de segmenten.
- Geleedpotigen hebben een uitwendig skelet.
  - Dit skelet groeit niet mee; daarom vervellen geleedpotigen tijdens de groei.

Geleedpotigen	Kenmerken	Voorbeelden
Veelpotigen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hele lichaam bestaat uit segmenten (delen)</li> <li>• poten aan elk segment</li> </ul>	miljoenpoot reuzenduizendpoot
Kreeftachtigen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deel van het lichaam bestaat uit segmenten</li> <li>• 10 tot 14 poten</li> </ul>	noordzeegarnaal rivierkreeft
Spinachtigen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lichaam bestaat uit achterlijf en kopborststuk</li> <li>• 8 poten</li> </ul>	hooiwagen huisspin
Insecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lichaam bestaat uit achterlijf, borststuk en kop</li> <li>• 6 poten</li> </ul>	amazonemier bromvlieg citroenvlinder zandloopkever

**4.5.2 Je kunt gewervelden indelen door te kijken naar de bouw en de manier van voortplanten.**

- Gewervelden hebben een inwendig skelet met een wervelkolom opgebouwd uit wervels.
- Gewervelden zijn warmbloedig of koudbloedig.
  - Warmbloedige dieren hebben altijd dezelfde lichaamstemperatuur.
  - De lichaamstemperatuur van koudbloedige dieren is gelijk aan die van de omgeving.

Gewervelden	Kenmerken	Voorbeelden
Vissen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• huid bedekt met schubben en slijm</li> <li>• koudbloedig</li> <li>• ademhaling met kieuwen</li> <li>• voortplanting: eieren zonder schaal</li> <li>• milieu: in het water</li> </ul>	baars
Amfibieën	<ul style="list-style-type: none"> <li>• huid bedekt met slijm</li> <li>• koudbloedig</li> <li>• ademhaling eerst met kieuwen en huid; later met longen en huid</li> <li>• voortplanting: eieren zonder schaal</li> <li>• milieu: in het water en op het land</li> </ul>	kikker
Reptielen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• huid bedekt met droge schubben</li> <li>• koudbloedig</li> <li>• ademhaling met longen</li> <li>• voortplanting: eieren met leerachtige schaal</li> <li>• milieu: op het land</li> </ul>	krokodil schildpad slang
Vogels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• huid bedekt met veren</li> <li>• warmbloedig</li> <li>• ademhaling met longen</li> <li>• voortplanting: eieren met kalkschaal</li> <li>• milieu: in de lucht</li> </ul>	kiwi merel struisvogel
Zoogdieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• huid bedekt met haren</li> <li>• warmbloedig</li> <li>• ademhaling met longen</li> <li>• voortplanting: levendbarend</li> <li>• milieu: op het land</li> </ul>	ree walvis

**BEGRIPPEN****koudbloedig**

De temperatuur van het lichaam is gelijk aan de temperatuur van de omgeving.

**leden**

Delen waaruit de poten van geledpotigen zijn opgebouwd.

**segmenten**

Delen waaruit het lichaam van geledpotigen is opgebouwd.

**warmbloedig**

De lichaamstemperatuur is altijd even hoog (constant).

**wervelkolom**

Ruggengraat; deel van het skelet van gewervelden dat is opgebouwd uit wervels.

**BASIS 6****ORGANISMEN DETERMINEREN****4.6.1 Je kunt een determineertabel van organismen gebruiken.**

- Met een determineertabel bepaal je de naam van een organisme of de groep waartoe het behoort.
  - Je beantwoordt telkens een vraag over de kenmerken van het organisme.
  - Het antwoord (ja of nee) stuurt je naar een volgende vraag.
  - Dit doe je totdat er één optie overblijft.

**BEGRIPPEN****determineertabel**

Tabel met vragen die je doorloopt om een organisme te determineren.

**determineren**

De naam of groep van een organisme bepalen op basis van kenmerken.

**EXTRA 7****BEDEKTZADIGEN EN NAAKTZADIGEN (VERDIEPING)****4.7.1 Je kunt zaadplanten indelen door te kijken naar de bouw van de vruchten.**

- Zaadplanten kunnen worden verdeeld in twee groepen: bedektzadigen en naaktzadigen.
  - Bij bedektzadigen zitten de zaden in vruchten.
  - Bij naaktzadigen zitten de zaden tussen de schubben van kegels. De bladeren zijn meestal naaldvormig.

**BEGRIPPEN****bedektzadige**

Zaadplant met bloemen waarbij de zaden in vruchten zitten.

**naaktzadige**

Zaadplant met naaldvormige bladeren waarbij de zaden tussen schubben in kegels zitten.

**EXTRA 8****BIJZONDERE DIEREN (VERBREDING)****4.8.1 Je kunt beschrijven dat op afgelegen eilanden andere soorten zijn geëvolueerd dan op het vasteland.**

- Soorten ontstaan door bijzondere leefomstandigheden op een bepaalde plek.
  - Door isolatie kunnen hun bijzondere eigenschappen blijven bestaan, bijvoorbeeld op een eiland.
  - voorbeelden: vogelbekdier, kiwi en vingerdier
- Het vogelbekdier is een zoogdier dat eieren legt met een leerachtige schaal.
  - Hij heeft een snavel en zwemvliezen tussen de tenen.
- De kiwi is een kleine loopvogel uit Nieuw-Zeeland.
  - Hij heeft kleine vleugels waarmee hij niet kan vliegen.
  - Hij heeft botten met merg en een scherpe snavel met neusgaten aan het uiteinde.
- Het vingerdier is een zoogdier uit Madagaskar.
  - Hij heeft klauwen met lange dunne vingers en tenen.
  - Hij heeft tanden die blijven groeien.

# Examenopgaven

## BLAUWALGEN

Naar: examen vmbo-gt 2019-1, vraag 6.

Blauwalgen zijn bacteriën die zich bij warm weer snel vermeerderen in water met veel voedingsstoffen. Hierdoor ontstaat er een dikke en stinkende groene laag op het water (zie afbeelding 1).

Blauwalgen bevatten bladgroen. Hierdoor kunnen ze aan fotosynthese doen.

Afb. 1



- 1p **1** Heeft een blauwalg een celkern? En heeft een blauwalg een celwand?
- A Geen van beide.  
 B Alleen een celkern.  
 C Alleen een celwand.  
 D Een celkern en een celwand.
- 1p **2** Ayşe en Danny onderzoeken slotwater met daarin blauwalgen. Ze gebruiken hiervoor:
- vier bekeerglazen
  - vier waterbaden, elk ingesteld op een andere temperatuur: 15 °C, 25 °C, 35 °C en 45 °C.
- Ze zetten in elk waterbad één bekeerglas met 50 mL slotwater. Na enkele dagen bepalen ze in elk bekeerglas de hoeveelheid blauwalgen per milliliter.  
 Noteer de onderzoeksvraag die bij dit onderzoek past.

## GIF EN POEP

Naar: examen vmbo-gt 2018-1, vraag 41 en 42.

In de Mojavewoestijn in de Verenigde Staten leven bosratten die van giftige creosootstruiken eten. De ratten worden niet ziek van het gif. Wetenschappers hebben ontdekt dat in het verteringskanaal van deze ratten bacteriën leven die het gif afbreken. In een experiment kreeg een aantal van deze bosratten een behandeling met antibiotica. Daarna werden ze wél ziek als ze van de giftige struiken aten.

- 1p **3** Leg uit waardoor de bosratten na de behandeling met antibiotica wel ziek werden van het gif.

- 2p **4** Bosratten die in andere delen van de Verenigde Staten leven, worden ziek als ze van creosootstruiken eten. Deze bosratten zijn wél gevoelig voor het gif. De wetenschappers vragen zich af of ze zulke bosratten ongevoelig voor het gif kunnen maken. Ze doen een onderzoek waarbij ze voedselbrokjes gebruiken die gemengd zijn met poep van bosratten uit de Mojavewoestijn. In die poep zitten veel darmbacteriën. Schrijf een werkplan op voor zo'n onderzoek.

## SCHIMMELS

Bron: examen vmbo-gt 2014-1, vraag 12.

Fusariumschimmels kunnen bij planten ziekten veroorzaken. Ze dringen via jonge wortels de plant binnen en groeien verder in de houtvaten.

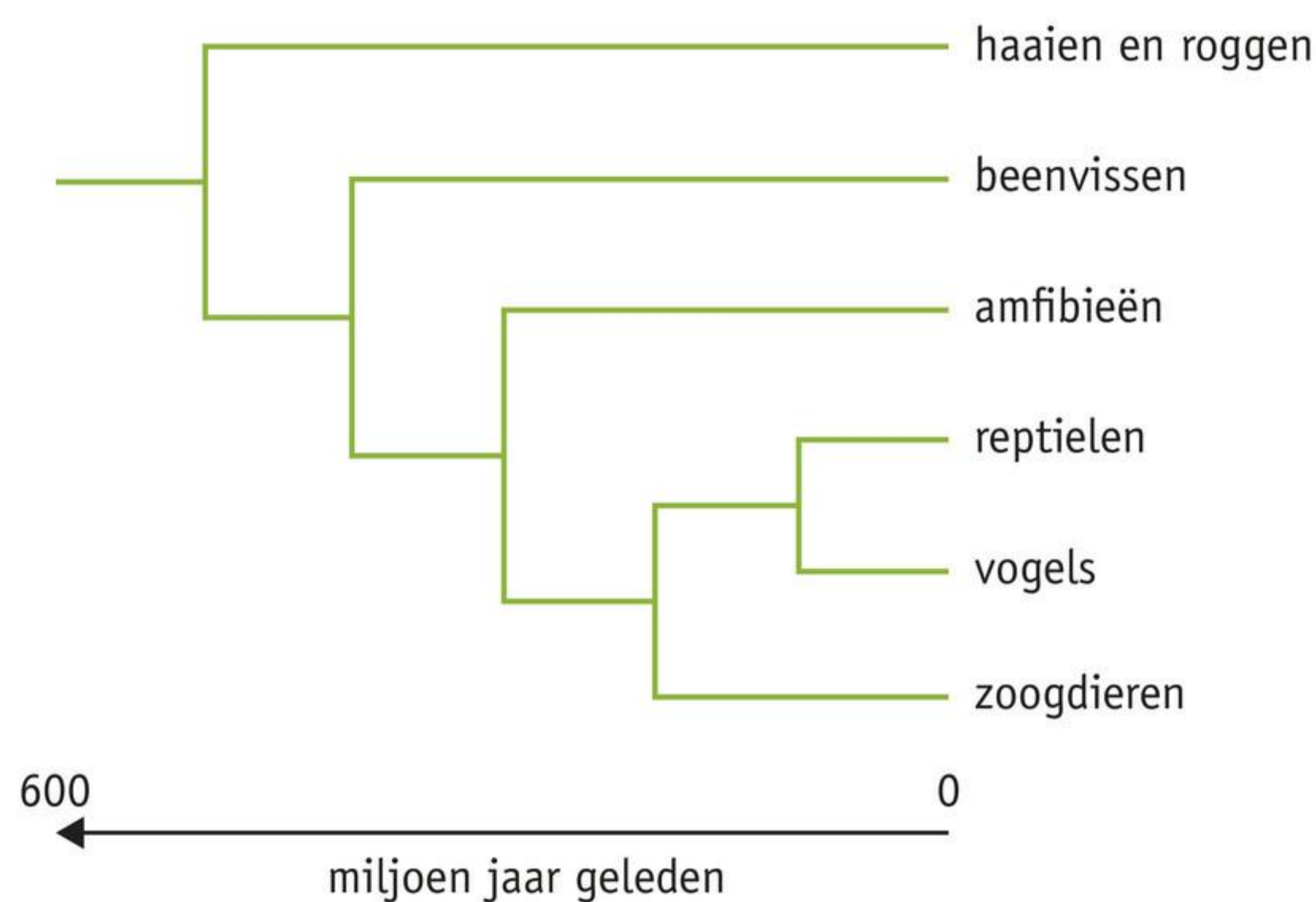
- 1p **5** Tanja bekijkt door een microscoop een stukje wortel van een plant die ziek is door zo'n schimmel. Ze ziet wortelcellen en schimmelcellen. Heeft een wortelcel een celwand? En heeft een schimmelcel een celwand?
- A Geen van beide cellen heeft een celwand.
  - B Alleen een wortelcel heeft een celwand.
  - C Alleen een schimmelcel heeft een celwand.
  - D Zowel een wortelcel als een schimmelcel heeft een celwand.

## HAAIEN

Naar: examen vmbo-gt 2018-1, vraag 9.

Haaïen zijn gewervelde dieren. In afbeelding 2 zie je een stamboom die de afstamming van verschillende groepen gewervelde dieren weergeeft volgens de evolutietheorie.

Afb. 2



- 1p **6** Naar aanleiding van deze stamboom worden twee uitspraken gedaan. Geef voor elke uitspraak aan of deze juist is of onjuist.
- 1 Haaien zijn eerder ontstaan dan beenvissen.
  - 2 Beenvissen zijn meer verwant aan haaien dan aan amfibieën.

 Ga naar de *extra Examenopgaven* en de *Examentraining*.

# Register

<b>A</b>		<b>E</b>		<b>K</b>	
ademhaling.....	10	echoscopie.....	140	kerndeling.....	31
adolescent.....	11	eencellig.....	253	klaarkomen.....	119
aids.....	126	eeneiige tweeling.....	107	kleurstofkorrels.....	22
allelen.....	174	eicel.....	36, 79	kleuter.....	11
antibiotica.....	262	eierstok.....	94	kittelaar (clitoris).....	79
anticonceptiepil (de pil).....	127	eileider.....	94	kopiëren.....	32
<b>B</b>		eisprong (ovulatie).....	94	koudbloedig.....	282
baarmoeder.....	79	embryo.....	103	kruisen.....	185
baarmoederslijmvlies.....	94	erfelijke eigenschappen.....	26	kruisingsschema.....	186
baby.....	11	evolutietheorie.....	204	<b>L</b>	
balzak.....	79	evolutionaire stamboom.....	214	leden.....	280
bedektzadigen.....	311	<b>F</b>		levensfase.....	10
bevruchting.....	101	fenotype.....	175	levenskenmerk.....	10
beweging.....	10	foetus.....	106	lichaamscellen.....	27
bijballen.....	80	<b>G</b>		lichamelijke groei en ontwikkeling.....	10
binnenste vulvalippen.....	79	gastheercel.....	68	lust.....	118
biotechnologie.....	221	geaardheid.....	118	<b>M</b>	
bladgroenkorrels.....	22	geboorte.....	112	masturbatie.....	119
buitenste vulvalippen.....	79	geestelijke groei en ontwikkeling.....	10	meercellige.....	253
<b>C</b>		gen.....	174	meiose.....	36
celdeling.....	31	gender.....	117	menstruatie.....	95
celkern.....	21	generatie.....	185	menstruatiecyclus.....	95
cel.....	16	genetisch advies.....	139	milieu.....	204
celmembraan.....	21	genetische modificatie.....	221	mitose.....	32
celwand.....	22	genotype.....	175	moedercel.....	31
chlamydia.....	125	geslachtscel.....	36	moederkoek.....	104
chromosoom.....	26	geslachtschromosoom.....	37	mutagene invloeden.....	198
chromosomenpaar.....	27	geslachtshormonen.....	86	mutant.....	198
clitoris (kittelaar).....	79	gewone celdeling.....	32	mutatie.....	197
cloaca.....	165	gonorroe.....	125	<b>N</b>	
conclusie (van onderzoek).....	53	groei.....	10	naaktzadigen.....	311
condoom.....	126	grote en kleine vulvalippen.....	79	nageboorte.....	113
controlegroep.....	52	<b>H</b>		natuurlijke selectie.....	205
cytoplasma.....	21	heterozygoot.....	179	navelstreng.....	105
<b>D</b>		homozygoot.....	179	<b>O</b>	
de pil (anticonceptiepil).....	127	hypothese.....	51	oestrogenen.....	86
determineertabel.....	288	<b>I</b>		onderzoeksvraag.....	51
determineren.....	288	indaling.....	112	ontsluiting.....	112
DNA.....	26	innesteling.....	103	ontwikkeling.....	10
dochtercel.....	31	intermediair fenotype.....	180	orgaan.....	15
dominant allel.....	179	intimiteit.....	118	organenstelsel.....	15
drager.....	139	inwendig skelet.....	272	organisatieniveau.....	17
		inwendige bevruchting.....	165	organisme.....	10
				orgasme.....	119



# Colofon

## ONTWERP BINNENWERK

Pointer grafische vormgeving  
Crius Group

## ONTWERP OMSLAG

Studio Struis

## UITVOERING BINNENWERK

Crius Group

## EINDREDACTIE

Lineke Pijnappels  
Linie Stam

## AUTEURS

Lizzy Bos-van der Avoort  
Nicolien Dijkstra  
Froukje Gerrits  
Michiel Kelder  
Rik Smale  
Tom Tahey

## BUREAU REDACTIE

Ivonne Hermens

## BEELDRESEARCH

BenU International Picture Service, Amsterdam

## FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF, Aleksandr Kurganov: blz. 206 (3.1); 123RF, dissq: blz. 209 (9.2); 123RF, Eric Isselee: blz. 209 (9.3); 123RF, Henner Damke: blz. 254 (3.4.1); 123RF, Isselee Eric Philippe: blz. 185; 123RF, Jacques Vanni: blz. 257 (7); 123RF, Jan De Wild: blz. 292 (8.1); 123RF, lithian: blz. 262 (7); 123RF, Mauro Rodrigues: blz. 286 (9.1, 9.2); 123RF, Olga Chirkova: blz. 190; 123RF, Pilipenko D: blz. 209 (10); 123RF, serezhny: blz. 209 (9.1); 123RF, Sergiy Kuzmin: blz. 127 (2); 123RF, Serhiy Kobaykov: blz. 177 (5); 123RF, Valerii Kirsanov: blz. 212 (3.2); 123RF, vichie81: blz. 211 (1.1); 123RF, Volodymyr Burdyak: blz. 203 (1.1-1.2); 123RF: blz. 222; ANP Foto / EPA, Udo Richter: blz. 41; ANP Foto / Hollandse Hoogte / Buiten-Beeld, Jelger Herder: blz. 245 (2.2-2.3); ANP Foto / Mary Evans Picture Library, Natural History Museum: blz. 216 (7.1); ANP Foto / Science Photo Library, Andrew Syred: blz. 253 (2.1), 261 (4.1), 299; ANP Foto / Science Photo Library, Choksawatdikorn: blz. 261 (3.2); ANP Foto / Science Photo Library, CNRI: blz. 256 (5.2); ANP Foto / Science Photo Library, Collection L. Willatt, East Anglian Regional Genetics Service: blz. 27 (3); ANP Foto / Science Photo Library, Crown Copyright / Health & Safety Laboratory: blz. 260 (1.2); ANP Foto / Science Photo Library, D. Phillips: blz. 101 (2); ANP Foto / Science Photo Library, Dennis Kunkel Microscopy: blz. 36, 253 (2.2), 260 (1.2), 261 (3.1), 262 (6); ANP Foto / Science Photo Library, Dr P. Marazzi: blz. 263 (8), 269 (18.1); ANP Foto / Science Photo Library, Dr. G. Gimenez-Martin: blz. 26 (2); ANP Foto / Science Photo Library, Eric Nelson / Custom Medical Stock Photo: blz. 88 (3.1); ANP Foto / Science Photo Library, Eye of Science: blz. 210 (12); ANP Foto / Science Photo Library, Frank Fox: blz. 253 (2.3), 259 (9.1); ANP Foto / Science Photo Library, Heather Davies: blz. 264 (13); ANP Foto / Science Photo Library, Herve Conge / ISM: blz. 256 (5.1); ANP Foto / Science Photo Library, Ian Hooton: blz. 170-171; ANP Foto / Science

Photo Library, IKELOS GmbH / Dr. Christopher B. Jackson: blz. 262 (5); ANP Foto / Science Photo Library, ISM: blz. 106 (10.1); ANP Foto / Science Photo Library, JJP / Philippe Plailly / Eurolios: blz. 29 (6); ANP Foto / Science Photo Library, John Bavaro Fine Art : blz. 216 (7.3); ANP Foto / Science Photo Library, John Devries: blz. 245 (2.5); ANP Foto / Science Photo Library, QA International: blz. 88 (3.2); ANP Foto / Science Photo Library, Steve Gschmeissner: blz. 34 (5), 93 (1.1), 254 (3.1.1); ANP Foto / Science Photo Library: blz. 22 (3.1); ANP Foto, Camera Press / ED / CB: blz. 224; Bas Teunis Zoological Illustrations, Sinderen: blz. 187 (4), 212 (2.1-2.4), 245 (1.1-1.3), 274 (6.1.1-6.1.2, 6.2.1-6.2.2, 6.3.1-6.3.3, 6.4.1, 6.4.2, 6.4.4, 6.5.1-6.5.3, 6.1, 6.6.2, 6.7.1-6.7.3), 275 (9), 280 (1.4.1), 281 (1.1.1-1.1.2, 1.2.1-1.2.2, 1.3.1-1.3.2, 1.4.2-1.4.3), 283 (4.1-4.5); Can Stock Photo, rantaimages: blz. 17 (2); Copyright Carolina Biological Supply Company. Used by permission only: blz. 35, 61; Dreamstime, Mikeaubry: blz. 54 (17.2); Erik Eshuis Infographics, Groningen (aanpassing en aanvulling Maartje Kunen / Medical Visuals, Arnhem): blz. 95 (4), 99 (9), 102 (4); Erik Eshuis Infographics, Groningen: blz. 9 (2), 13, 16 (5), 19 (8, 9), 24, 31, 32, 33, 49 (9, 10), 60 (5), 77, 80 (2.1), 82 (6.1), 83 (7), 97 (5), 107 (11.1, 11.2), 121, 141 (3, 4), 150, 154 (r), 183 (7), 191 (9), 192 (2), 193 (3-5, 6.1), 194 (7, 8), 195 (9, 10), 201, 208 (7), 217 (10), 219, 220, 225, 227, 240, 274 (6.4.3), 278 (13), 279 (14.2); Eurofysica, 's-Hertogenbosch: blz. 45 (3), 260 (1.1); Fotografie Marijn Olislagers, 's-Hertogenbosch: blz. 53 (16.1-16.2), 136 (13.4-13.6); Henk van der Vrande: blz. 8, 17 (6.1-6.2), 21 (2), 23 (5), 45 (2), 48, 81 (5), 82 (6.2), 93 (1.2), 94, 104, 105, 106 (9.1), 108, 112, 127 (3), 129 (8.1, 9, 10), 155 (r), 175, 183 (6), 187 (3), 196 (1.1-1.3), 197 (2), 198 (4.1-4.2), 199, 229, 252, 259 (9.2), 282 (3.1), 297 (2), 302 (7, 8), 303 (9, 10), 304 (11, 12); Hiroki Utsuno, Takahiro Asami, Maternal Inheritance of Racemism in the Terrestrial Snail *Bradybaena similaris*, Journal of Heredity, Volume 101, Issue 1, January-February 2010, Pages 11–19, <https://doi.org/10.1093/jhered/esp058>: blz. 208 (8); Imageselect / Alamy Stock Photo, BJ Productions: blz. 292 (8.2); Imageselect / Alamy Stock Photo, Blickwinkel: blz. 22 (3.3); Imageselect / Alamy Stock Photo, Chris Hill: blz. 205 (5.1); Imageselect / Alamy Stock Photo, Dave Watts: blz. 205 (4); Imageselect / Alamy Stock Photo, Prisma by Dukas Presseagentur GmbH: blz. 191 (8); Imageselect / Alamy Stock Photo, Sabena Jane Blackbird: blz. 216 (7.2); Imageselect / Alamy Stock Photo, Tom Grundy: blz. 272 (3.3); Imageselect / Science Source, Biophoto Associates: blz. 264 (14); Imageselect / Science Source, Hank Morgan: blz. 268; Imageselect / Science Source, M. I. Walker: blz. 6-7; Imageselect / Science Source, Michael Abbey: blz. 174 (1); Imageselect / Science Source, QA International: blz. 79 (1.2), 155 (l); Imageselect, doc-stock: blz. 79 (1.1), 154 (l); iStockphoto, Mantonature: blz. 44 (1.2); Jan Daanen / Medilan, Maastricht: blz. 282 (3.2), 285, 293 (9), 305 (15.2); Jeannette Steenmeijer, Zwolle (naar: [www.itspronouncedmetrosexual.com](http://www.itspronouncedmetrosexual.com)): blz. 117; Jeannette Steenmeijer, Zwolle: blz. 9 (3.1-3.2), 11 (1), 15 (1.1-1.3), 16 (2, 3), 18, 20, 21 (1), 26 (1), 27 (4), 37 (2, 3), 38, 51, 70 (2), 71, 72, 73, 80 (2.2, 3), 83 (8), 84, 86 (1.1-1.3), 87, 98, 99 (8), 102 (3), 113 (3, 5.1), 140 (1), 147, 166, 167, 168, 169, 172, 173, 177 (5), 188, 210 (11), 217 (9), 223, 239 (1, 2), 246, 247, 248, 250 (5), 251, 254 (3.1.2, 3.2.2, 3.3.2, 3.4.2), 255, 257 (6), 261 (2), 267, 275 (7), 284 (7), 287 (12), 289 (2.2), 291 (3.2, 4.2, 5.2, 6.2), 292 (7.2), 304 (13), 305 (14), 313; Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: blz. 174 (2); Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: blz. 46, 47, 50 (12), 60 (4), 109, 129 (8.2), 261 (4.1), 263 (9, 11), 264 (12), 297 (1), 298; Naar <https://journalclubnl.wordpress.com/2009/06/11/review-down-syndroom-screening-nejm/> (bewerking Erik Eshuis Infographics, Groningen): blz. 144; Nature in Stock / Nature PL, Stephen Dalton: blz. 284 (6.1); Nature in Stock, Jan van Duinen: blz. 286 (10); Nicolien Dijkstra: blz. 113 (5.2); Publiek Domein, Sterling Clarren, MD, Seattle: blz. 111 (16); RIVM / Seksoa magazine, 28 juli 2020 (bewerking: Erik Eshuis Infographics, Groningen): blz. 135; Robert Cameron, Sheffield: blz. 204; Science Photo Library, Hervé Conge / ISM: blz. 261 (4.2); Science Photo Library, ISM: blz. 269 (18.2); Science Photo Library, Lennart Nilsson, TT: blz. 101 (1), 106 (9.2, 10.2, 10.3); Shutterstock, 4 PM production: blz. 121; Shutterstock, 53931: blz. 275 (8.2); Shutterstock, aaltair: blz.

272 (3.2); Shutterstock, Alex Staroseltsev: blz. 273 (4.1); Shutterstock, Alexander Raths: blz. 289 (2.1); Shutterstock, Alexander\_N: blz. 295 (1.4); Shutterstock, Allocricetulus: blz. 40; Shutterstock, Amawasri Pakdara: blz. 181 (5.3); Shutterstock, Andrej Kaprinay: blz. 124; Shutterstock, Angel Soler Gollonet: blz. 16 (4); Shutterstock, Anna Kraynova: blz. 300; Shutterstock, areeya\_ann: blz. 127 (5); Shutterstock, Arzu Kerimli: blz. 273 (5.1); Shutterstock, Bangkok Click Studio: blz. 217 (10); Shutterstock, Ben Schonewille: blz. 16 (4); Shutterstock, Cathy Keifer: blz. 295 (1.3); Shutterstock, Chad Hutchinson: blz. 241; Shutterstock, chinahbzyg: blz. 197 (3.1); Shutterstock, Chris Moody: blz. 305 (15.1); Shutterstock, Claudio Stocco: blz. 271 (1.1.2); Shutterstock, Colin Seddon: blz. 206; Shutterstock, ComicSans: blz. 123; Shutterstock, Cookie Studio: blz. 136 (13.1); Shutterstock, Cosmin Manciu: blz. 272 (3.1); Shutterstock, Crepesoles: blz. 54 (17.1); Shutterstock, Dan Olsen: blz. 284 (6.2); Shutterstock, Dedi57: blz. 23 (4.2); Shutterstock, Dianne Maire: blz. 23 (4.1); Shutterstock, Dimarion: blz. 29 (5.2); Shutterstock, Drp8: blz. 113 (2); Shutterstock, DUSAN ZIDAR: blz. 273 (4.3); Shutterstock, Elena Srubina: blz. 271 (1.3.1); Shutterstock, Enlightened Media: blz. 203 (2.2); Shutterstock, Eric Isselee: blz. 214, 255; Shutterstock, ESB Professional: blz. 192 (1); Shutterstock, Evgenia Bolyukh: blz. 29 (5.1); Shutterstock, FamVeld: blz. 11 (2.1); Shutterstock, Fancy Tapis: blz. 128 (6.2); Shutterstock, fatamorgana-999: blz. 292 (7.1); Shutterstock, fizkes: blz. 136 (13.2); Shutterstock, freeskyline: blz. 42; Shutterstock, GaiBru Photo: blz. 202; Shutterstock, Gayle1024: blz. 291 (6.1); Shutterstock, Gerry Bishop: blz. 291 (5.1); Shutterstock, Gertjan Hooijer: blz. 245 (2.1); Shutterstock, gianpihada: blz. 271 (1.4.1); Shutterstock, goodluz: blz. 192 (1); Shutterstock, Hanjo Hellmann: blz. 278 (11); Shutterstock, Henri Koskinen: blz. 271 (1.4.2); Shutterstock, Iakov Filimonov: blz. 11 (2.6); Shutterstock, IamTK: blz. 280; Shutterstock, Ian Grainger: blz. 277 (10.3.2); Shutterstock, IanRedding: blz. 271 (1.2.2); Shutterstock, Igor Kovalchuk: blz. 22 (3.3); Shutterstock, Ijsbrand Cosijn: blz. 186; Shutterstock, Image Point Fr: blz. 128 (6.1, 7); Shutterstock, Ingrid Maasik: blz. 277 (10.2.2); Shutterstock, Inked Pixels: blz. 149; Shutterstock, iordani: blz. 107 (11.1); Shutterstock, Irina Fuks: blz. 181 (5.1); Shutterstock, Iryna Loginova: blz. 271 (1.1.1); Shutterstock, IvanaStevanoski: blz. 277 (10.1.3); Shutterstock, Iv-olga: blz. 118; Shutterstock, Ivonne Wierink: blz. 91; Shutterstock, J.NATAYO: blz. 283 (5); Shutterstock, Jacob Lund: blz. 119; Shutterstock, Jay Ondreicka: blz. 291 (4.1); Shutterstock, Jet Cat Studio: blz. 179 (3); Shutterstock, Joan Hall: blz. 74-75; Shutterstock, John Back: blz. 278 (12.1); Shutterstock, John Durham: blz. 22 (3.1); Shutterstock, Jose Luis Calvo: blz. 16 (4); Shutterstock, JPRFPhotos: blz. 192 (1); Shutterstock, Kallayanee Naloka: blz. 265; Shutterstock, Kazakova Maryia: blz. 30; Shutterstock, keymoon: blz. 119; Shutterstock, Komsan Loonprom: blz. 258; Shutterstock, konzeptm: blz. 181 (5.2); Shutterstock, Lapis2380: blz. 70 (1); Shutterstock, Lena Evans: blz. 11 (2.8); Shutterstock, Linas T: blz. 295 (1.1-1.2); Shutterstock, logika600: blz. 97 (6); Shutterstock, Lopolo: blz. 107 (11.2); Shutterstock, Lungkit:

blz. 284 (6.3); Shutterstock, Maceofoto: blz. 273 (4.2); Shutterstock, magnusdeepbelow: blz. 278 (12.2); Shutterstock, Magomed Magomedagaev: blz. 34 (4); Shutterstock, Manfred Ruckszio: blz. 271 (1.2.1); Shutterstock, MarcoFood: blz. 22 (3.2); Shutterstock, marilook: blz. 192 (1); Shutterstock, Max Topchii: blz. 179 (1); Shutterstock, Meoita: blz. 16 (4); Shutterstock, Michiel de Wit: blz. 189; Shutterstock, Miguel G. Saavedra: blz. 211 (1.2); Shutterstock, Mikolaj Kepa: blz. 277 (10.1.1); Shutterstock, Mili77: blz. 312; Shutterstock, MisterStock: blz. 261 (4.2); Shutterstock, Monkey Business Images: blz. 11 (2.5), 140 (2); Shutterstock, MR M.MEDDAH: blz. 275 (8.1); Shutterstock, myMelody: blz. 205 (5.2); Shutterstock, Narongrit Lokoolprakit: blz. 11 (2.2); Shutterstock, nnattalli: blz. 277 (10.2.1); Shutterstock, Nolte Lourens: blz. 11 (2.3); Shutterstock, OFC Pictures: blz. 203 (2.1); Shutterstock, Original Mostert: blz. 254 (3.2.1); Shutterstock, Pakhnyushchy: blz. 189; Shutterstock, Pan Xunbin: blz. 22 (3.2); Shutterstock, panyajampatong: blz. 44 (1.1); Shutterstock, Peter\_Fleming: blz. 197 (3.2); Shutterstock, Philipp Nicolai: blz. 273 (4.6); Shutterstock, Phovoir: blz. 192 (1); Shutterstock, Pichchapatr Kamkapol: blz. 177 (4); Shutterstock, pra\_zit: blz. 301; Shutterstock, Ratikova: blz. 180 (4.1); Shutterstock, Raul Baena: blz. 271 (1.3.2); Shutterstock, razan ali: blz. 111 (15); Shutterstock, Rich Carey: blz. 273 (4.5); Shutterstock, Richard Cavanaugh: blz. 279 (14.1); Shutterstock, Roger Givens: blz. 198 (5); Shutterstock, Rudmer Zwerver: blz. 217 (10); Shutterstock, Ruslan Kokarev: blz. 270 (2.1); Shutterstock, RZ Images: blz. 119; Shutterstock, Sarah2: blz. 273 (4.5); Shutterstock, Satirus: blz. 260 (1.1); Shutterstock, Semmick Photo: blz. 113 (4); Shutterstock, Sergei Korolev: blz. 195 (9); Shutterstock, Serhiy Kozodavov: blz. 245 (2.4); Shutterstock, solomonphotos: blz. 277 (10.3.3); Shutterstock, Svetlana Lukienko: blz. 273 (4.4); Shutterstock, Svetlana Turchenick: blz. 242-243; Shutterstock, Syda Productions: blz. 11 (2.4); Shutterstock, Tanes Ngamsom: blz. 217 (10); Shutterstock, Teeraporn Sukjit: blz. 25; Shutterstock, Thanaphong Araveporn: blz. 277 (10.3.1); Shutterstock, theapflueger: blz. 270 (2.2); Shutterstock, Thijs de Graaf: blz. 273 (5.2); Shutterstock, thirayut: blz. 217 (10); Shutterstock, Ton Bangkeaw: blz. 250 (4); Shutterstock, Uliya Krakos: blz. 277 (10.2.3); Shutterstock, unverdorben jr: blz. 63; Shutterstock, Vaclav Sebek: blz. 291 (3.1); Shutterstock, Viktoriia Hnatiuk: blz. 193 (6.2); Shutterstock, Vitaly Korovin: blz. 22 (3.1); Shutterstock, Volodymyr Dvornyk: blz. 226; Shutterstock, vovan: blz. 254 (3.3.1); Shutterstock, Warpaint: blz. 247; Shutterstock, WAYHOME studio: blz. 136 (13.3); Shutterstock, Willem Havenaar: blz. 44 (1.3); Shutterstock, xiong yuwen: blz. 277 (10.1.2); Shutterstock, ZouZou: blz. 11 (2.7); Shutterstock: blz. 34 (4), 180 (4.2); Studio Freek Vonk: blz. 55; Studio Schuurmans, Henk Schuurmans: blz. 49 (11), 50 (13); Voermans van Bree Fotografie: blz. 127 (4.1); Wim Euverman, Utrecht: blz. 218.

Omslag: Getty Images / National Geographic / Jak Wonderly Photography

ISBN 978 94 020 8225 8

Release 8.1, derde oplage

**MALMBERG**

Alle rechten voorbehouden. Geen tekst- en datamining toegestaan. Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd, 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.

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.





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

Lizzy Bos-van der Avoort

Nicolien Dijkstra

Froukje Gerrits

Michiel Kelder

Rik Smale

Tom Tahey

Release 8.1



ISBN 978 94 020 8225 8



9 789402 082258

605383-03