

A close-up photograph of a Japanese macaque (snow monkey) looking directly at the camera. Its face is pinkish-red, and it has thick, light-colored fur. In the lower right corner, a smaller, younger monkey is visible, looking towards the camera.

1b

HAVO | VWO

biologie voor jou

HANDBOEK

bvji

MALMBERG

1b HAVO|VWO

biologie voor jou
HANDBOEK



BIOLOGIE VOOR DE ONDERBOUW
HAVO|VWO

AUTEURS

ARTEUNIS BOS
ONNO KALVERDA
GERARD SMITS
BEN WAAS

ZEVENDE EDITIE
MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Voorwoord

Het biologieboek dat voor je ligt, is deel 1b van 'Biologie voor jou'. Hoe het boek precies in elkaar zit, kun je zien als je het doorbladert. We hebben dit boek zó geschreven, dat je er zelfstandig mee kunt werken.

Je kunt op hulp van je docent rekenen als je die nodig hebt.

Bij dit boek hoort een werkboek, een antwoordenboek en een methodesite. Op de methodesite vind je een digitale versie van het werkboek en/of handboek.

Daarnaast is er de mogelijkheid om digitaal te oefenen (inclusief diagnostische toetsing).

WERKEN MET BIOLOGIE VOOR JOU

De onderwerpen die in dit boek staan, noemen we thema's. Elk thema begint met een inleiding. Hierin staat kort beschreven wat je in het thema kunt verwachten. Elk thema bestaat uit de volgende onderdelen:

- Basisstof
- Extra basisstof
- Samenvatting
- Diagnostische toets
- Verrijkingsstof

Hierna kun je lezen hoe je met deze onderdelen moet werken.

BASISSTOF

In de basisstof staan teksten en afbeeldingen die je gaat lezen. Je komt dan vanzelf een verwijzing tegen naar opdrachten die in het werkboek staan. Bijvoorbeeld:

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 4

Deze opdrachten maak je in je werkboek.

Aan het einde van de basisstof staat soms een keuzeopdracht. Je hoort van je docent of je deze keuzeopdracht moet maken.

Als je de opdrachten hebt gemaakt, word je terugverwezen naar het handboek. Bijvoorbeeld:

HB BASISSTOF 2 BLZ. 10

Soms moet je bij een opdracht gebruikmaken van internet.

Bij sommige opdrachten heb je een knipblad nodig. Deze knipbladen zitten in het werkboek. Het is handig als je zelf een schaar en een plakstift hebt. Naast je gewone schrijfmateriaal heb je een tekenpotlood (HB) nodig en kleurpotloden. Met het antwoordenboek kun je zelf de gemaakte opdrachten nakijken.

EXTRA BASISSTOF

Aan het einde van de basisstof staat de extra basisstof. Als je de basisstof klaar hebt, hoor je van je docent of je de extra basisstof moet gaan maken.

De gemaakte opdrachten uit de extra basisstof kun je nakijken met het antwoordenboek.

SAMENVATTING

In de samenvatting is kort weergegeven wat je hebt geleerd in de basisstof en (eventueel) in de extra basisstof. Je moet dit ‘kennen en kunnen’ voor een proefwerk.

DIAGNOSTISCHE TOETS

Met de diagnostische toets kun je nagaan of je alles ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat. De diagnostische toets kun je nakijken met het antwoordenboek.

De diagnostische toets kun je ook maken op de methodesite. Je krijgt dan meteen te zien of je de vragen goed hebt beantwoord.

VERRIJKINGSSTOF

Als je alles ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat, kun je aan de verrijkingsstof beginnen. De verrijkingsstof bestaat uit onderdelen waaruit je kunt kiezen. Je hoeft niet alle onderdelen te maken; je hoort van je docent hoeveel je er moet kiezen. Op de methodesite staan nog meer verrijkingsstofonderdelen.

De opdrachten van de verrijkingsstof die in het werkboek staan, kun je met het antwoordenboek nakijken.

We hopen dat je met veel plezier met dit boek zult werken.

De auteurs

Inhoud

Thema 5

Stevigheid en beweging

BASISSTOF 8

1	Het skelet van de mens	8
2	De functies van het skelet	11
3	De bouw van botten	13
4	Beenverbindingen	16
5	Spieren	19
6	Houding en beweging	21
7	Blessures	25

EXTRA BASISSTOF 31

8	Het skelet van verschillende zoogdieren	31
9	Problemen met de wervelkolom	32

SAMENVATTING 34

DIAGNOSTISCHE TOETS 37

VERRIJKINGSSTOF 46

1	De stevigheid van voeten	46
2	Spierweefsel	47
3	Krachtpatzers	49

Thema 6

Waarneming, regeling en gedrag

BASISSTOF 52

1	Reageren op je omgeving	52
2	De huid	56
3	De neus en de tong	58
4	De oren	60
5	De ogen	65
6	Het zenuwstelsel	69
7	Gedrag	72
8	Het hormoonstelsel	78

EXTRA BASISSTOF 82

9	De hersenen	82
10	De weg die impulsen afleggen	85

SAMENVATTING 88

DIAGNOSTISCHE TOETS 92

VERRIJKINGSSTOF 100

1	Gezichtsbedrog	100
2	Diepte zien	102
3	Cirkelpuzzel	103

Thema 7

Bloemen, vruchten, zaden

BASISSTOF 106

1	Bloemen	106
2	Bestuiving	109
3	Bevruchting	113
4	Vruchten en zaden	116
5	Verspreiding van vruchten en zaden	120

EXTRA BASISSTOF 123

6	Ongeslachtelijke voortplanting	123
7	Mannelijke en vrouwelijke bloemen	128

SAMENVATTING 129

DIAGNOSTISCHE TOETS 131

VERRIJKINGSSTOF 138

1	Minder bekende vruchten	138
2	Een bloem bestuderen	139
3	Samengesteldbloemigen	139

REGISTER 140

5

Stevigheid en beweging



BASISSTOF

- 1 Het skelet van de mens
- 2 De functies van het skelet
- 3 De bouw van botten
- 4 Beenverbindingen
- 5 Spieren
- 6 Houding en beweging
- 7 Blessures

EXTRA BASISSTOF

- 8 Het skelet van verschillende zoogdieren
- 9 Problemen met de wervelkolom

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

- 8 Samenvatting 34
- 11 Diagnostische toets 37

VERRIJKINGSSTOF

- 1 De stevigheid van voeten 46
- 2 Spierweefsel 47
- 3 Krachtpatsers 49



Dit thema heet: Stevigheid en beweging. In dit thema leer je hoe je lichaam stevigheid verkrijgt en hoe je bewegingen tot stand komen. Je leert eerst uit welke botten het skelet van de mens bestaat en welke functies het skelet heeft. De botten van het skelet kunnen op verschillende manieren met elkaar zijn verbonden. Aan de botten zitten spieren vast. Spieren en gewrichten zorgen ervoor dat je je kunt bewegen. Je spieren gebruik je ook om ervoor te zorgen dat je een goede lichaamshouding hebt. Je leert ook dat blessures kunnen ontstaan en hoe je de kans op blessures kunt verminderen.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Het skelet van de mens

In thema 4 Ordening heb je geleerd dat mensen een inwendig skelet of **geraamte** hebben met een wervelkolom. Het skelet van een mens bestaat uit ongeveer tweehonderd botten. Vaak spreekt men ook wel van **beenderen**. In thema 3 Organen en cellen heb je geleerd dat we alle botten van de mens samen het beenderstelsel noemen.

▼ Afb. 1

Skelettenbouwer

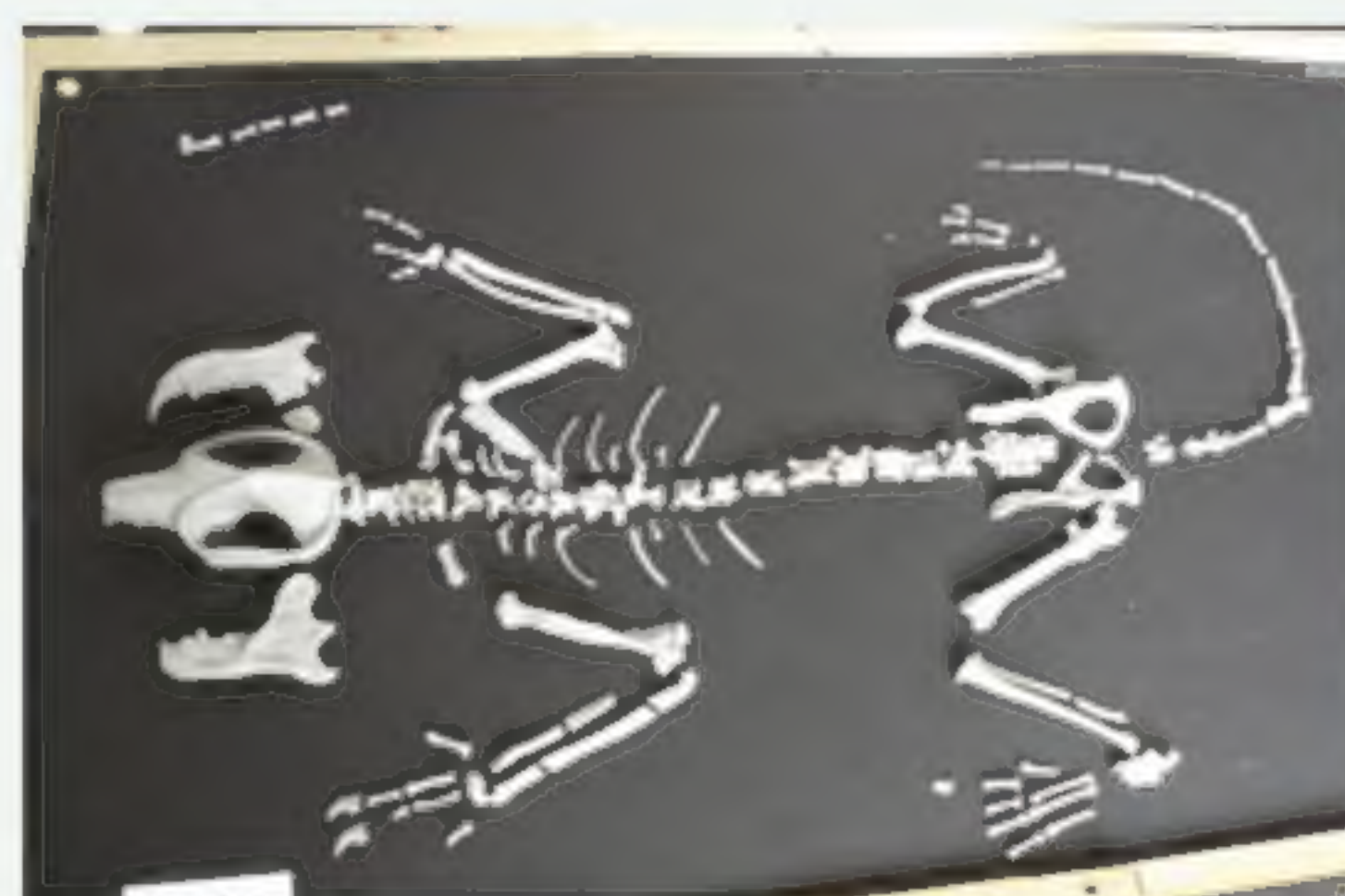
Mickel van Leeuwen bouwt skeletten voor musea, dierentuinen, scholen en educatieve instellingen (zie afbeelding 1.1). Hij is preparateur en weet veel over de bouw van skeletten. Soms heeft hij maar een paar botten nodig om te weten om welk dier het gaat. 'Vaak krijg ik losse botten of liggen de botten door elkaar. Eerst maak ik de botten dan schoon. Daarna zoek ik de wervels bij elkaar en leg ze in de juiste volgorde. De andere botten leg ik er dan op de juiste plaats omheen (zie afbeelding 1.2). Door veel ervaring herken ik de botten snel aan hun vorm en weet dan waar ze in het skelet moeten komen.'



1 Mickel van Leeuwen

Zoogdieren hebben veel dezelfde soort botten. Het maakt daarbij niet zo heel veel uit van welk dier ze zijn. Ze hebben bijvoorbeeld allemaal een schouderblad. De vorm van het schouderblad verschilt, maar het is wel te herkennen als schouderblad.

Soms ontbreekt een bot. Dan maak ik het bot na, of als een bot beschadigd is, repareer ik dat eerst. Als het skelet compleet is en alle botten gesorteerd zijn, begint de bouw van het skelet. De losse botten zet ik met schroeven en ijzerdraad vast, maar daarbij zorg ik er wel voor dat het metaal niet zichtbaar is. Ik probeer altijd een skelet in een actieve houding te zetten, zodat de mensen die de skeletten bekijken een idee krijgen van de leefwijze van het dier.'

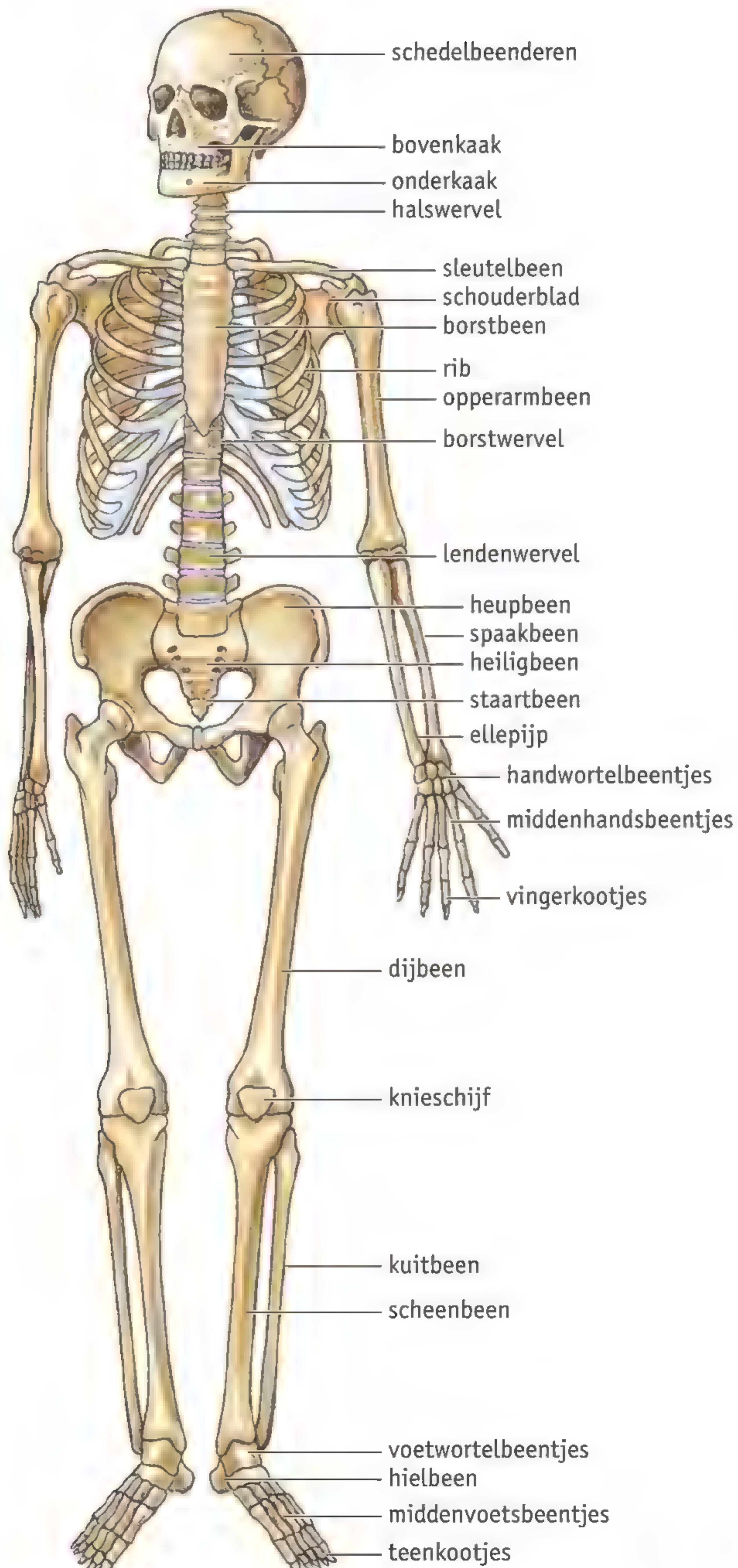


2 gesorteerde botten

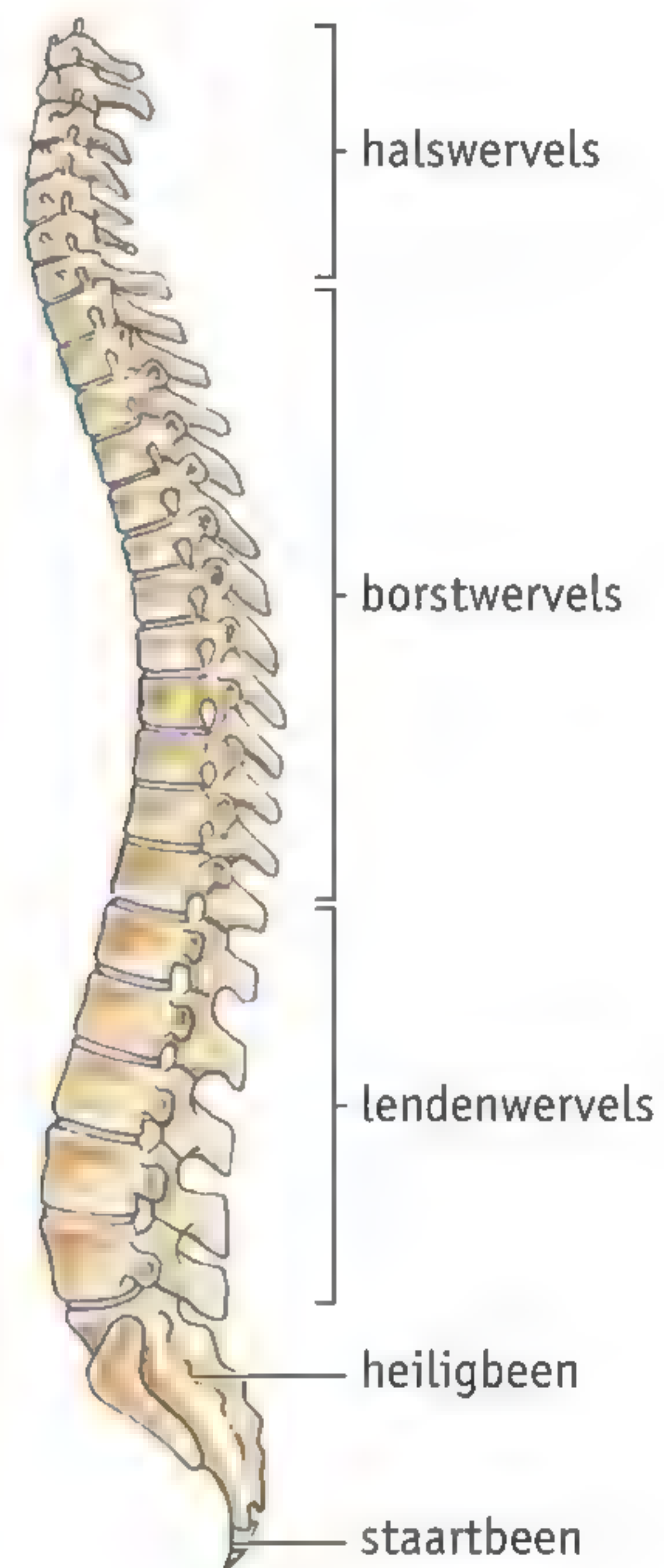
DE BOUW VAN HET SKELET

In afbeelding 2 zie je een tekening van het skelet van de mens. De botten in het hoofd vormen samen de **schedel**. De schedel wordt gedragen door de **wervelkolom** (zie afbeelding 3).

▼ Afb. 2 Het skelet van de mens.



▼ Afb. 3 De wervelkolom.



De borstwervels, de ribben en het borstbeen vormen samen de **borstkas**. De schouderbladen en de sleutelbeenderen vormen samen de **schoudergordel**. De heupbeenderen vormen samen met het heiligbeen het **bekken**. Onder aan het heiligbeen zit het staartbeen (stuitje).

Armen en benen noem je ook wel **ledematen**. De botten in een arm en een been lijken op elkaar. Een arm bestaat uit het opperarmbeen, de ellepijp, het spaakbeen en de botten van de hand. Een been bestaat uit het dijbeen, het scheenbeen, het kuitbeen en de botten van de voet. Het spaakbeen en de ellepijp zijn moeilijk uit elkaar te houden. Het volgende ezelsbruggetje kan je helpen. Bij de **pols** zit de ellepijp aan de kant van de **pink**.

DE SCHEDEL

In afbeelding 4 is de schedel van de mens in zijaanzicht getekend. De belangrijkste schedelbeenderen zijn aangegeven. Een schedel bestaat uit verschillende botten die tegen elkaar aanliggen.

WB OPDRACHT 1 T/M 6 BLZ. 6

► **Afb. 4** De schedel.



2

De functies van het skelet

▼ Afb. 5

Scooterongeval

Bij een ongeval tussen een auto en een scooter is woensdagavond een jongen van 13 jaar zwaargewond geraakt. Door de klap is de jongen, die achterop zat, door de lucht gevlogen en tegen de voorruit van de auto gesmakt. Hij droeg geen helm en is met ernstig hoofdletsel naar het ziekenhuis gebracht. De andere jongen droeg wel een helm en kwam er met wat schrammen vanaf.



Botten zijn stevig en vergaan heel langzaam. Doordat botten stevig zijn, kun je **rechttop staan**. Ook maakt het skelet **beweging** mogelijk. Veel botten zijn beweeglijk met elkaar verbonden. Aan die botten zitten spieren vast waarmee je ze kunt bewegen.

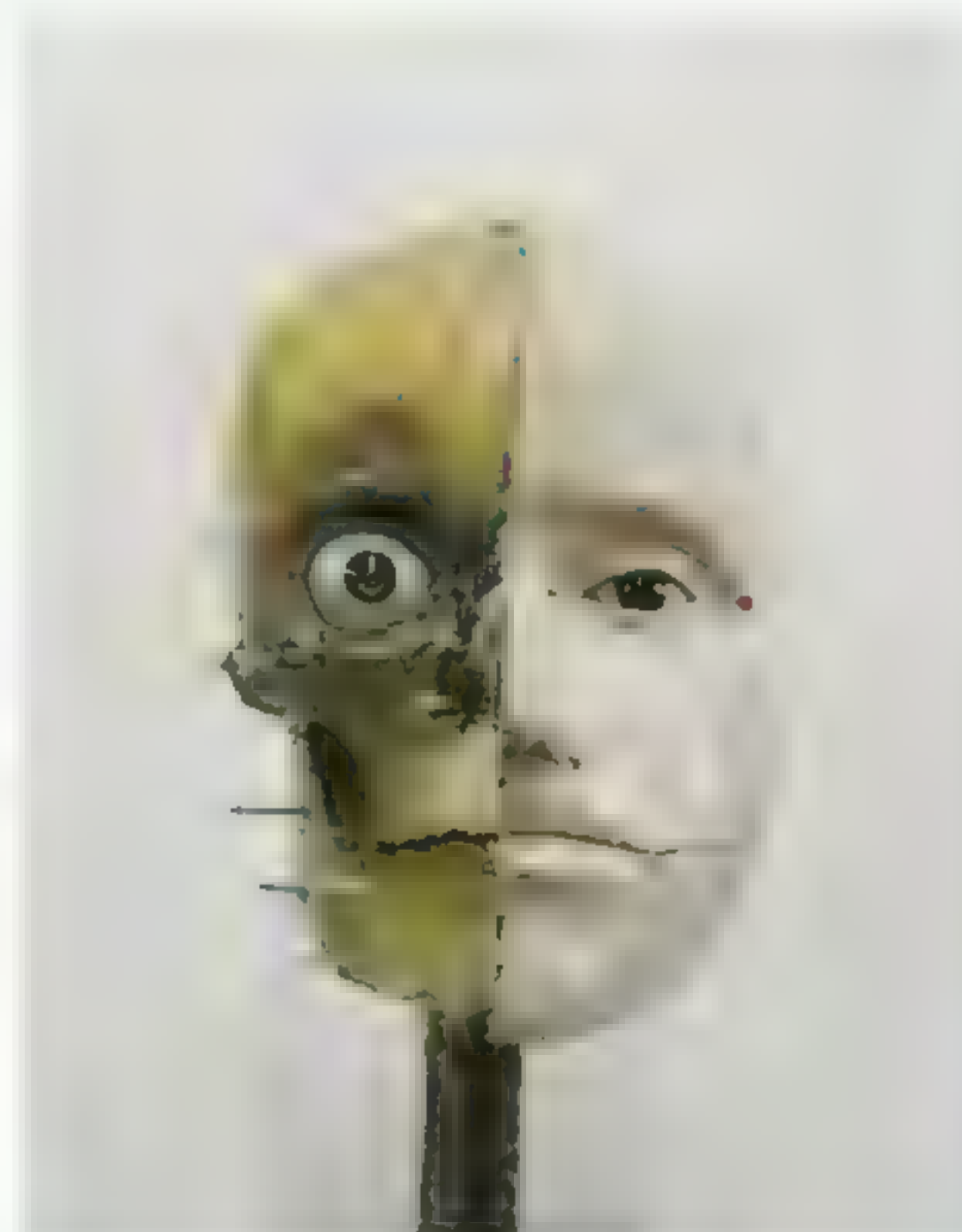
Je skelet geeft **bescherming** aan een aantal organen in je lichaam. De schedelbeenderen bijvoorbeeld beschermen je hersenen en de borstkas beschermt je longen en je hart. De bescherming is niet altijd voldoende. Een erg harde klap kan je schedel niet opvangen, waardoor je hersenen toch beschadigen. Daarom is het belangrijk om soms extra bescherming te dragen, zoals een helm (zie afbeelding 5).

Ten slotte geeft je skelet **vorm** aan je lichaam. Daardoor kan bijvoorbeeld aan de hand van de informatie van een skelet een reconstructie gemaakt worden van hoe iemand eruit heeft gezien (zie afbeelding 6). De vorm van het skelet of van delen van het skelet heeft te maken met de functie.

▼ Afb. 6 Reconstructie van Ypje van Rijswijk.

Ypje van Rijswijk

In Ypenburg bij Den Haag is tijdens opgravingen van een grafveld onder andere het skelet van een vrouw gevonden. Zij leefde 5500 jaar geleden. Van de schedel is een reconstructie gemaakt die de naam Ypje van Rijswijk gekregen heeft (Ypenburg lag vroeger in de gemeente Rijswijk). De vorm van de schedel gaf hierbij informatie over hoe het gezicht er heeft uitgezien. Eerst is met moderne technieken een model van de schedel gemaakt. Daarna zijn de diktes van de weefsels op het model aangegeven, waarbij gelet is op het verloop van de spieren. Vervolgens is in een aantal stappen het gezicht geboetseerd. Uiteindelijk werd een afgietsel in kunststof gemaakt. Dit is geverfd, waarna de haren aangebracht zijn.



1 halverwege de reconstructie



2 Ypje in volle glorie

▼ **Afb. 7** Een dolfijn heeft een gestroomlijnd lichaam.



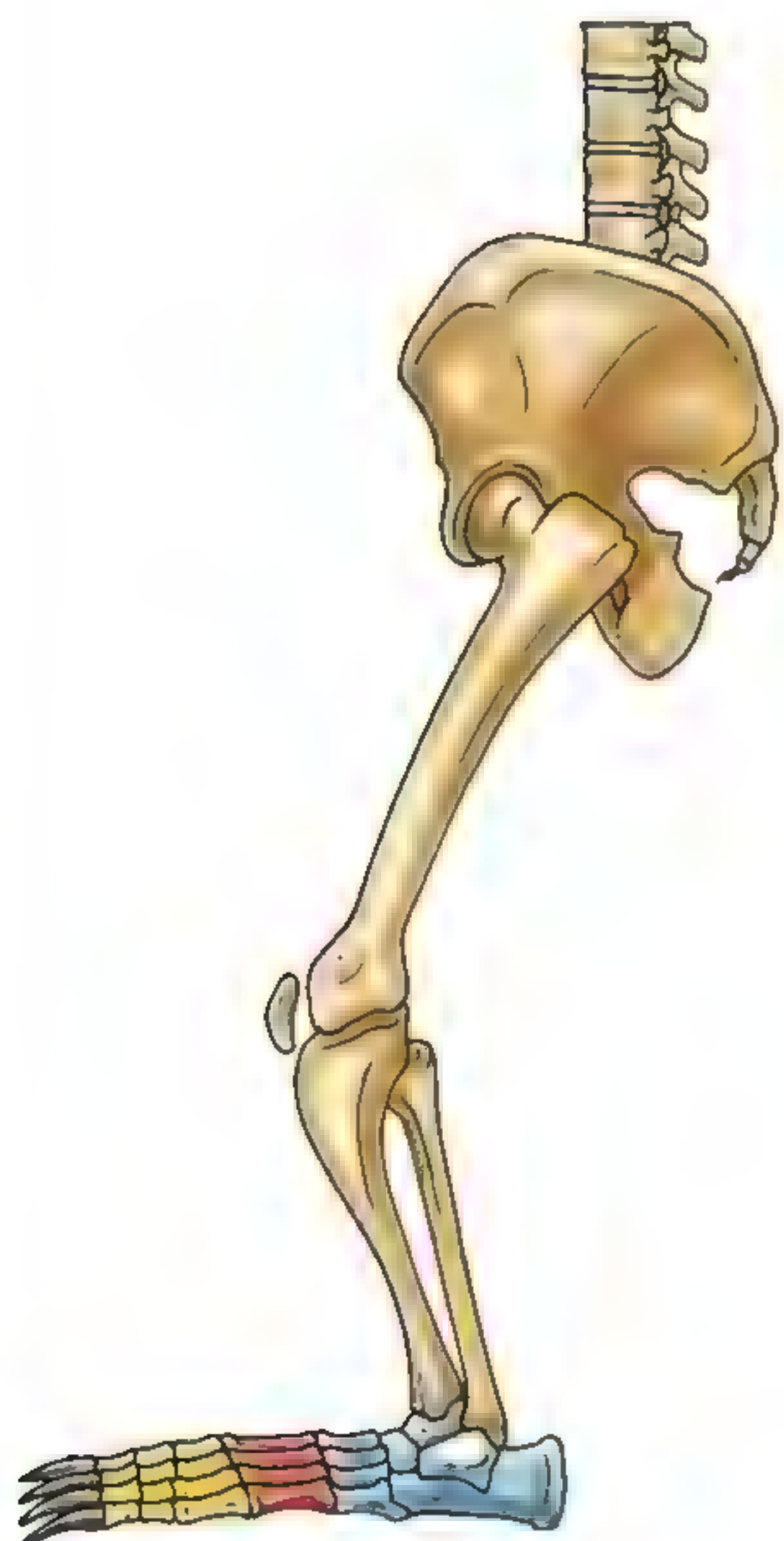
VORM EN FUNCTIE

De schedelbeenderen vormen samen een holte. Hierdoor kunnen de schedelbeenderen de hersenen beschermen. Aan veel botten zitten uitsteeksels. Aan veel botten zitten uitsteeksel waaraan spieren vastzitten. De vorm van het lichaam van een organisme heeft te maken met de omgeving waarin dat organisme leeft. Een dolfijn heeft bijvoorbeeld een **gestroomlijnd** lichaam (zie afbeelding 7). Daardoor kan hij sneller voortbewegen in het water. Ook andere dieren zijn gestroomlijnd.

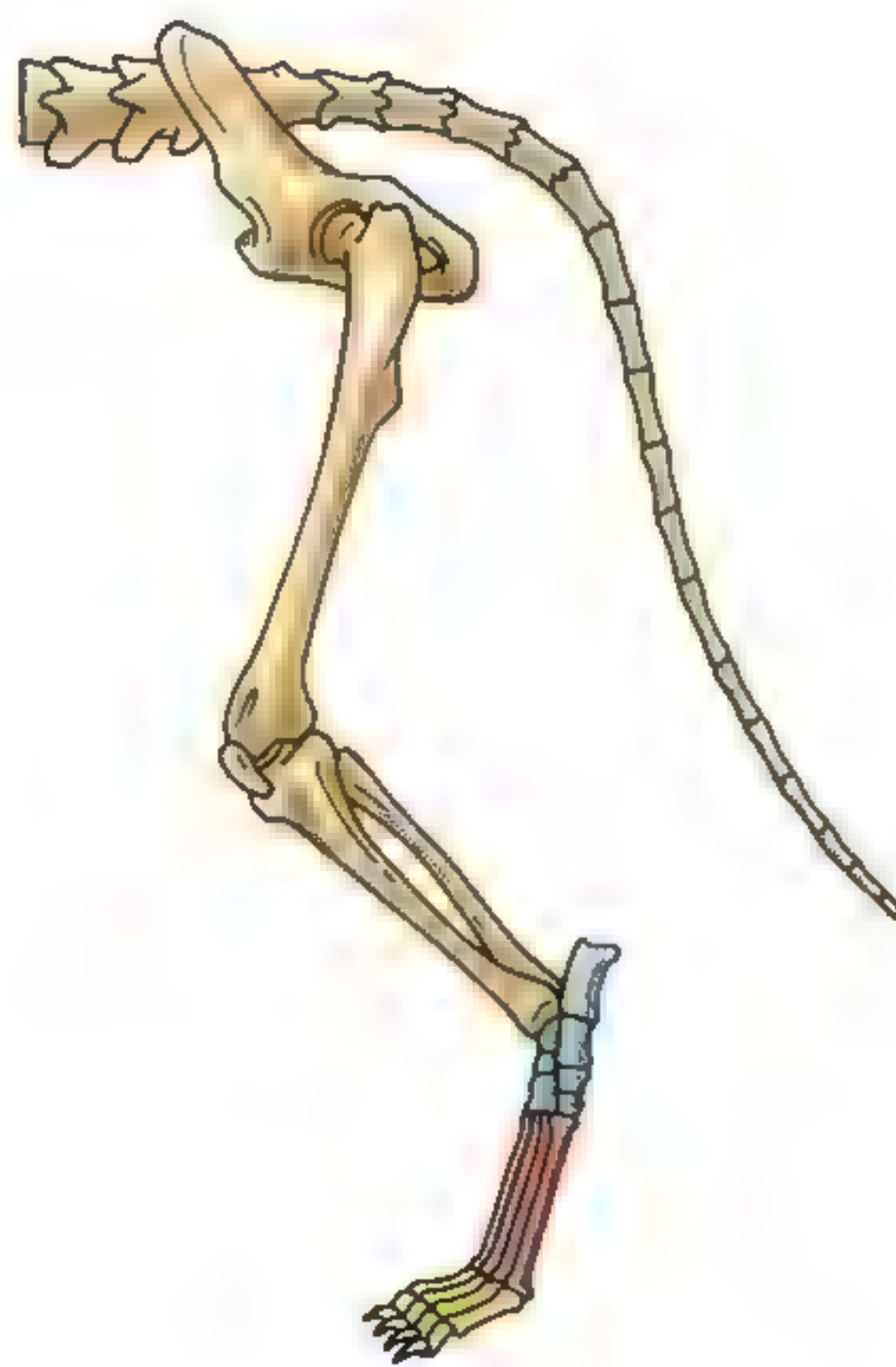
Bij zoogdieren past de vorm van de poten bij de manier waarop een dier leeft. In afbeelding 8 zijn de achterpoten van een beer, een kat en een paard getekend. Je ziet dat een beer op de hele voetzool loopt. Dieren die op de hele voetzool lopen, noemen we **zoolgangers**. Katten zijn **teengangers** en paarden zijn **topgangers**. Topgangers lopen op de toppen van hun tenen. Bij deze dieren zijn de toppen van hun tenen bedekt door hoeven. Topgangers worden daarom ook wel **hoefgangers** genoemd.

WB OPDRACHT 7 T/M 9 BLZ. 10

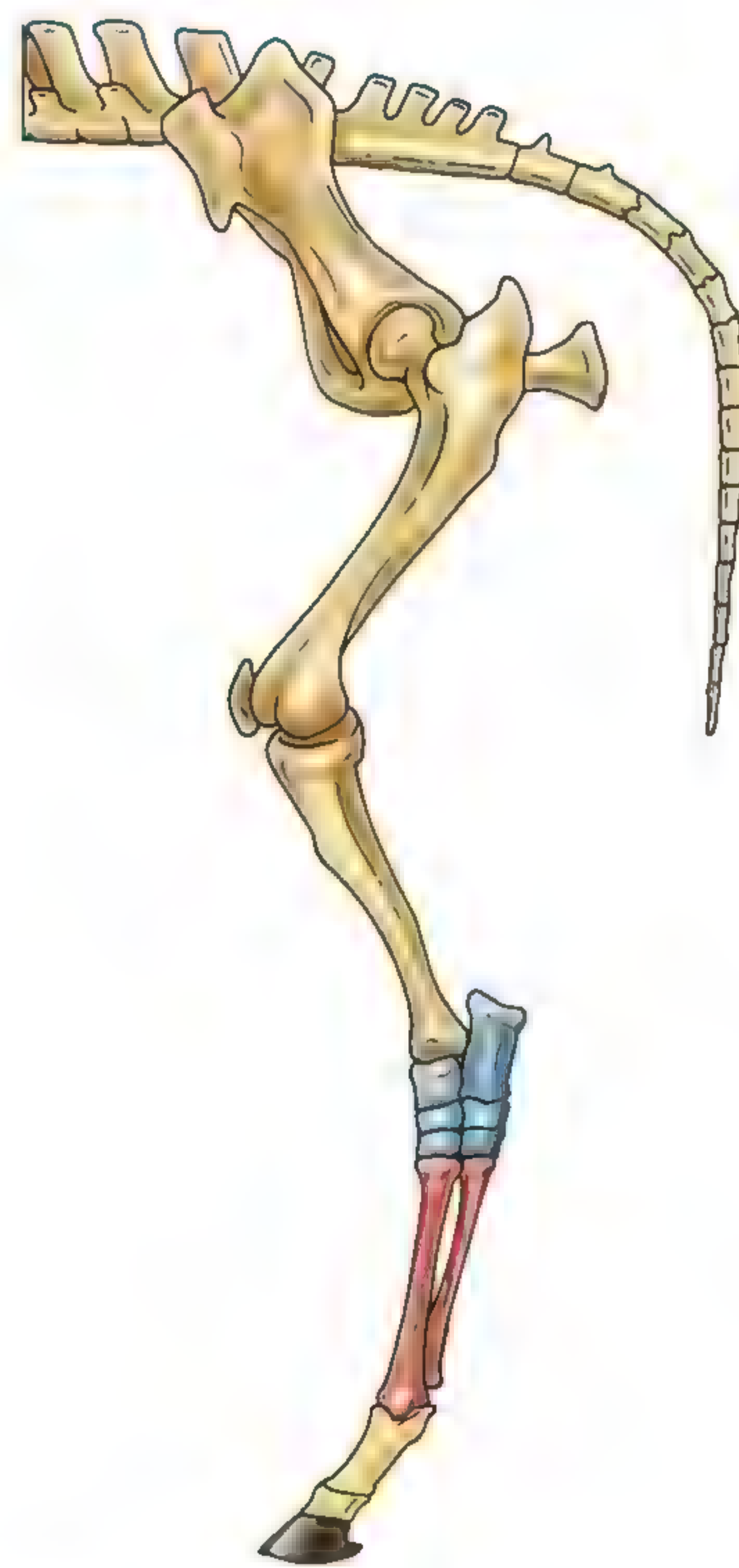
▼ **Afb. 8** Zoolganger, teenganger en topganger.



1 beer (zoolganger)



2 kat (teenganger)



3 paard (top- of hoefganger)

3 De bouw van botten

▼ Afb. 9

Schoonmaken van de botten

Mickel van Leeuwen: 'Soms komt iemand bij mij met een dood dier. De spieren en andere organen zitten er dan nog in. Ik verwijder dan eerst de organen en haal het vlees zo goed mogelijk van de botten. Daarna maak ik de botten voorzichtig los van elkaar en boor ik een gaatje in de langwerpige botten. De langwerpige botten, zoals dijbeen en ellepijp, noem je pijpbeenderen. De losse botten leg ik dan in een tank met warm water. Hierin blijven de botten een aantal weken liggen. In de tank rot het skelet eigenlijk. Door het gaatje kan het warme water ook binnen in het bot komen en kan het vet er uit.'

in de botten worden
gaatjes geboord



Het skelet bestaat uit pijpbeenderen en platte beenderen. Langwerpige botten noem je **pijpbeenderen**. Andere botten, zoals schedelbeenderen en heupbeenderen, heten **platte beenderen**.

KRAAKBEEN EN BOT

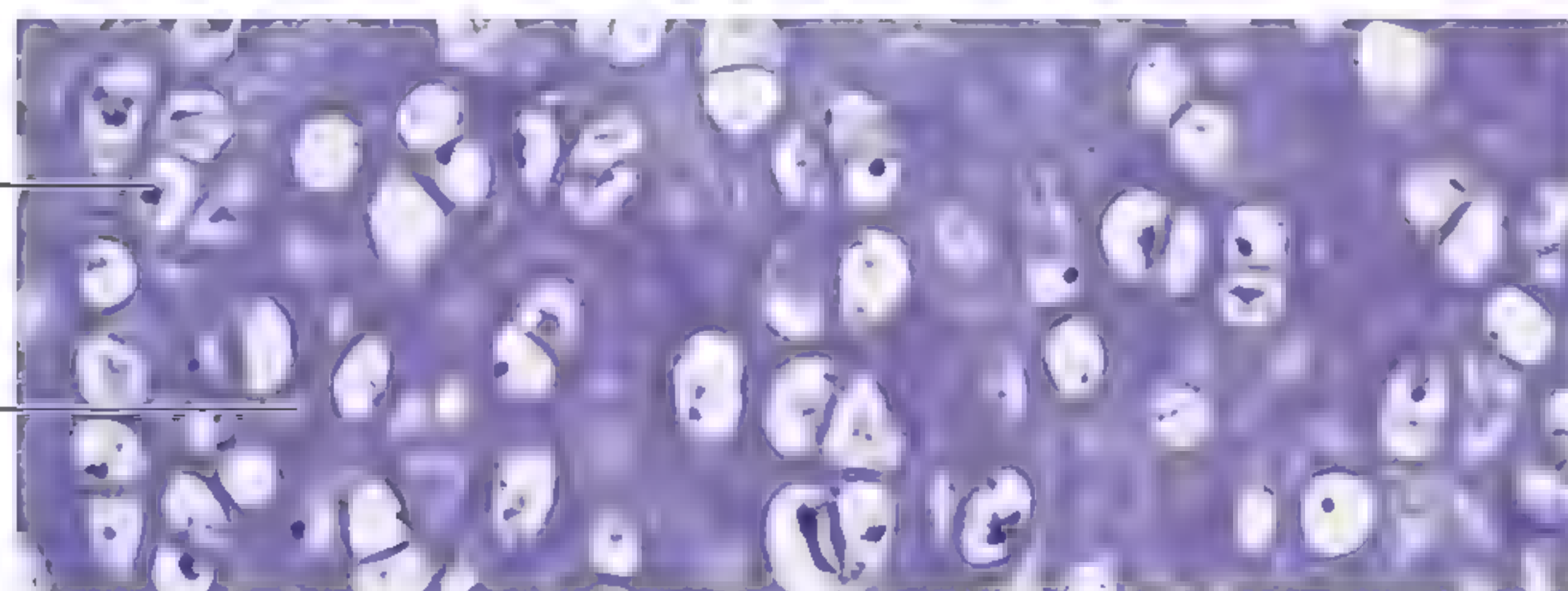
In je lichaam komen twee typen weefsel voor die stevigheid geven: kraakbeenweefsel en botweefsel. Bij beide weefsels komt tussen de cellen **tussencelstof** voor.

Bij **kraakbeenweefsel** liggen de cellen in groepjes bij elkaar in de tussencelstof (zie afbeelding 10). De tussencelstof is zo samengesteld dat kraakbeen stevig is, maar toch buigzaam.

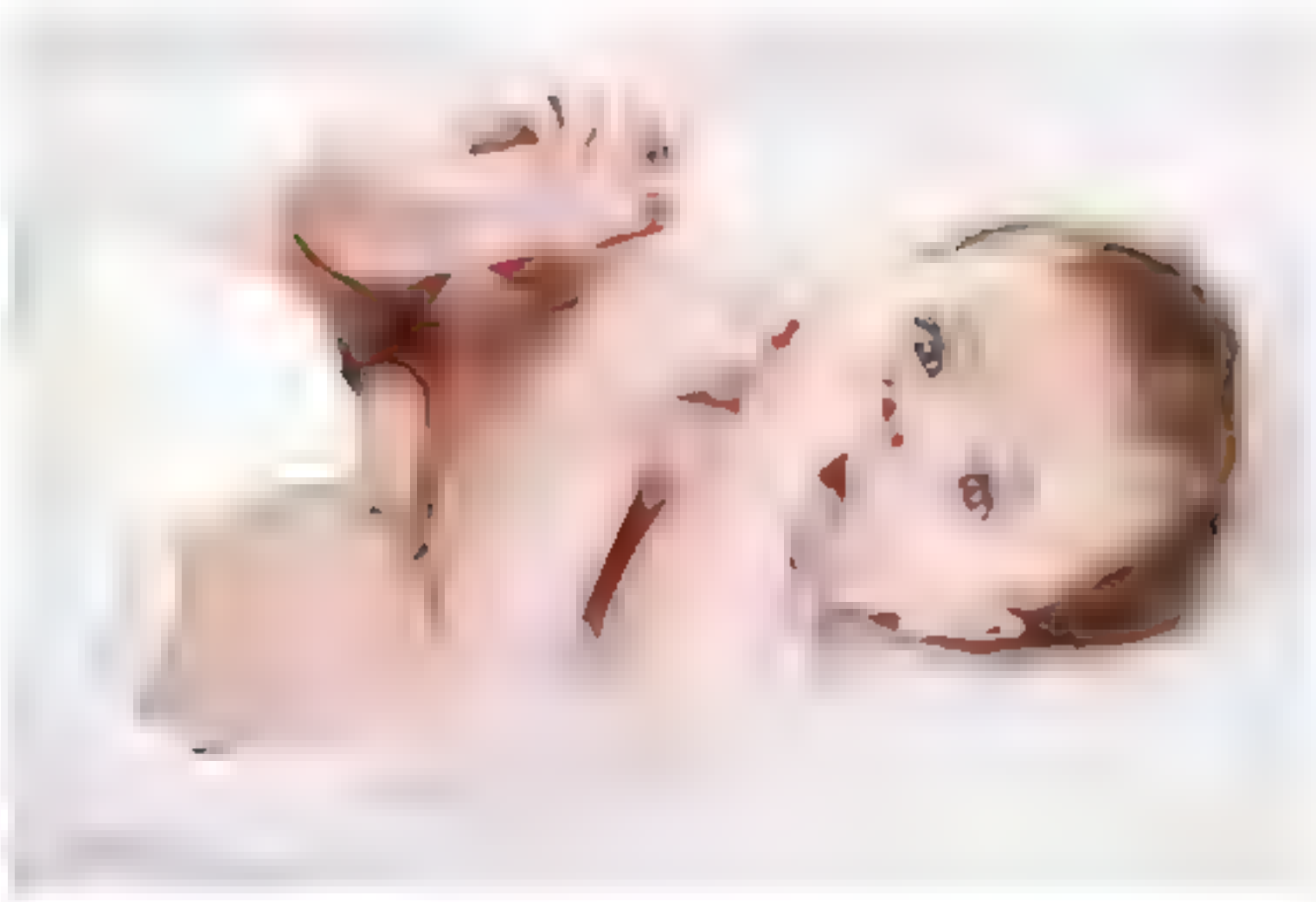
▼ Afb. 10 Kraakbeenweefsel.

kraakbeencel

tussencelstof



▼ Afb. 11

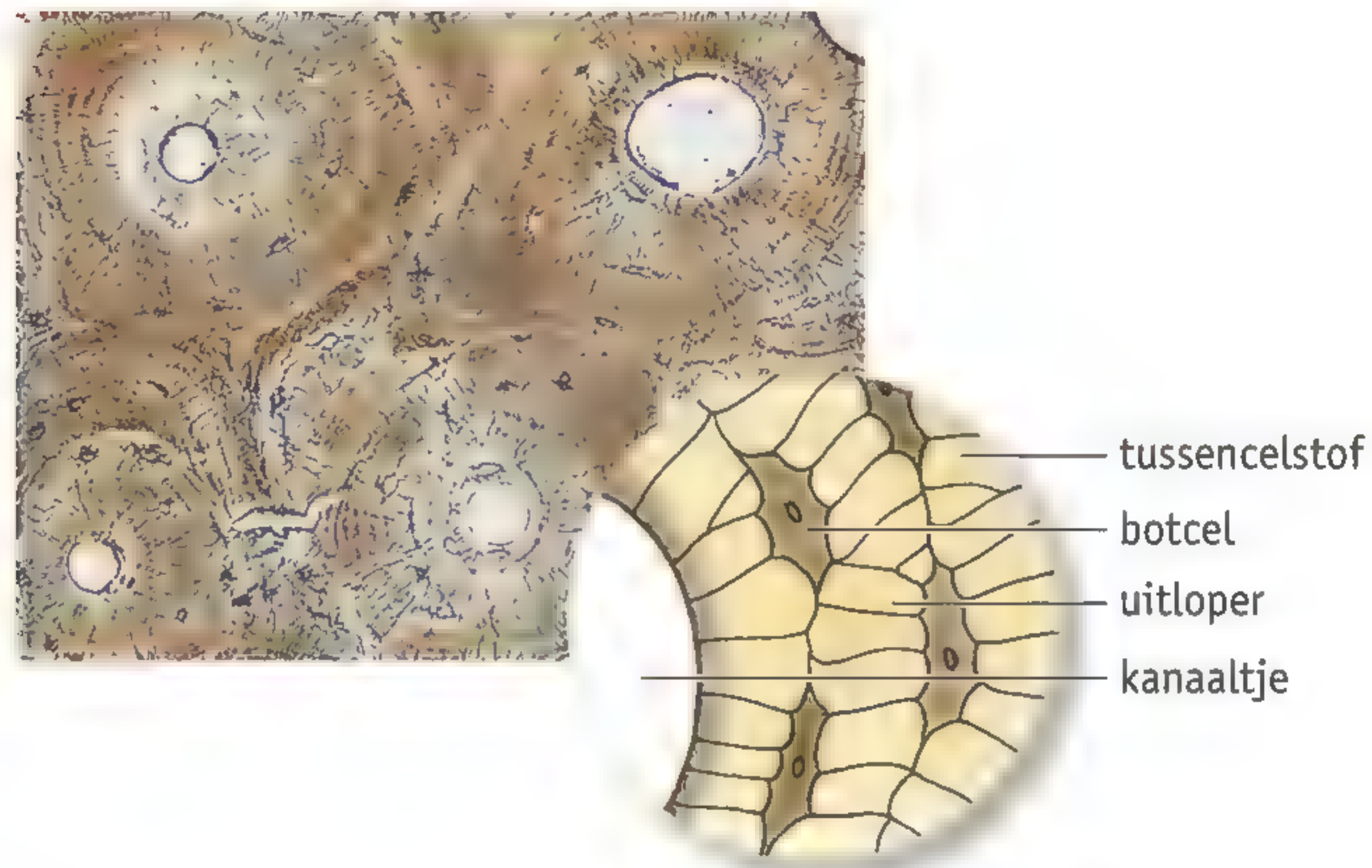


Bij volwassenen komt kraakbeen voor op plaatsen in het lichaam die stevig en toch soepel zijn, bijvoorbeeld in de neus en in de oorschelpen. In afbeelding 2 zie je nog andere delen van het skelet die uit kraakbeen bestaan. Deze delen zijn blauwgekleurd.

Bij baby's bestaat het skelet voornamelijk uit kraakbeenweefsel. Daardoor kan een baby gemakkelijk een teen in de mond steken (zie afbeelding 11). Tijdens de groei wordt veel kraakbeenweefsel vervangen door botweefsel.

Bij **botweefsel** liggen de cellen in kringen rondom fijne kanaaltjes (zie afbeelding 12). In die kanaaltjes zitten bloedvaten. De tussencelstof van bot (of been) is harder dan de tussencelstof van kraakbeen. De tussencelstof van bot bestaat voor een groot deel uit kalkzouten en lijmstof (collageen).

▼ Afb. 12 Botweefsel.



Kalkzouten geven stevigheid (hardheid) aan botweefsel. **Lijmstof** zorgt ervoor dat botweefsel een beetje buigzaam blijft. Door de kalkzouten en de lijmstof is een bot stevig en kun je het niet zomaar buigen of breken. Als je een bot een tijdje in een verdunde zoutzuuroplossing legt, verdwijnen de kalkzouten uit het bot. Het bot wordt hierdoor erg buigzaam (zie afbeelding 13). Als je een bot in een vlam houdt, verbrandt de lijmstof. Het bot kan dan gemakkelijk breken (zie afbeelding 14).

► Afb. 13 Botjes in verdund zoutzuur.



► **Afb. 14** Botje in een vlam.



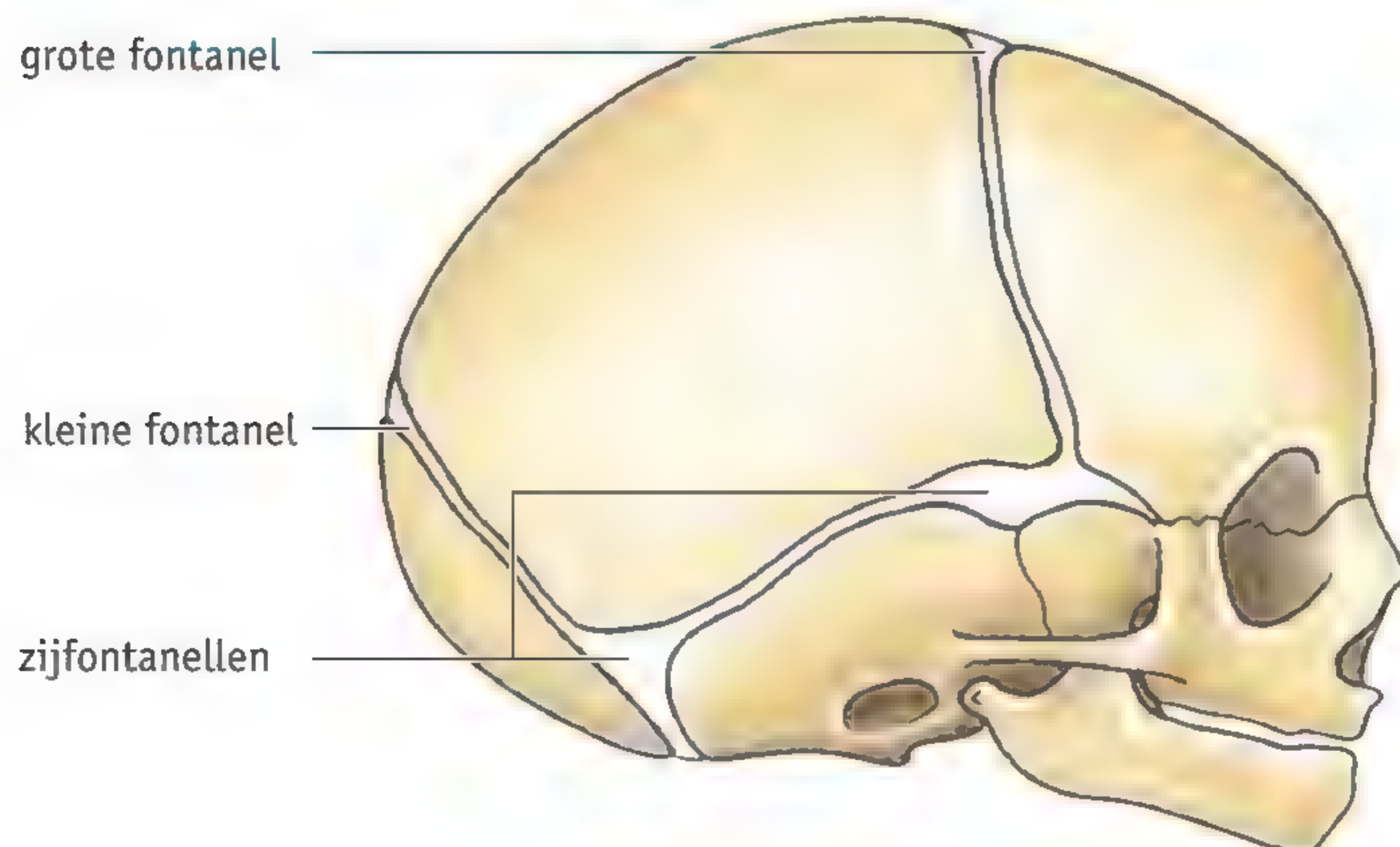
VERANDERINGEN IN BOTWEEFSEL

Bij een pasgeboren baby bestaan de botten voor een groot deel uit **kraakbeen**. Als de baby ouder wordt, verandert het meeste kraakbeen in bot. De schedelbeenderen van een baby zitten nog niet aan elkaar vast. Tussen de botten van de schedel bevinden zich nog lange tijd ruimten. Deze ruimten tussen de botten heten **fontanellen** (zie afbeelding 15). Op deze plaatsen zit bindweefsel. Na ongeveer anderhalf jaar zijn de fontanellen dichtgegroeid en is tussen de botten alleen nog een naad te zien.

Bij het ouder worden gaat de tussencelstof van botweefsel steeds minder lijmstof en steeds meer kalkzouten bevatten. Bij kinderen bevat de tussencelstof van botweefsel nog veel lijmstof. Bij oude mensen bevat de tussencelstof weinig lijmstof. Hun beenderen zijn daardoor minder buigzaam en breken gemakkelijker.

WB OPDRACHT 10 T/M 12 BLZ. 12

► **Afb. 15** De schedel van een pasgeboren baby.



4 Beenverbindingen

Botten kunnen op verschillende manieren met elkaar verbonden zijn. In afbeelding 16 worden vier beenverbindingen genoemd.

WB OPDRACHT 13 EN 14 BLZ. 16

▼ Afb. 16

Het opbouwen van een skelet

Na het schoonmaken begint het ordenen van de botten en het opbouwen van het skelet. De losse botten moeten nu met elkaar verbonden worden. Sommige botten zijn vergroeid zoals de wervels van het heiligbeen en het staartbeen. De botten van de schedel zitten stevig aan elkaar vast door de kronkelige naden. Op een aantal plaatsen zit kraakbeen tussen de botten. Door kraakbeen kunnen de botten een beetje ten opzichte van elkaar bewegen. Bij het opzetten van een skelet wordt het kraakbeen vaak weggelaten of

het wordt van kunststof nagemaat. Bij de gewrichten is veel beweging tussen de botten mogelijk. Bij een opgezet skelet is dat niet handig. Doordat er geen spieren zijn die de botten in een bepaalde stand houden, zou het skelet in elkaar zakken. Daarom verbindt Mickel de botten bij een gewricht met ijzeren pennen. Door de botten bij de gewrichten in een bepaalde stand te zetten, kan Mickel het skelet een actieve houding geven.



het bouwen van een skelet van een dinosaurus

DE BOUW VAN EEN GEWRICHT

Botten kunnen **vergroeid** zijn of verbonden zijn door **naden**, door **kraakbeen** of door een **gewricht**. Een gewricht bevindt zich meestal tussen twee botten. Het ene bot heeft een **gewrichtskogel**, het andere bot een **gewrichtskom**.

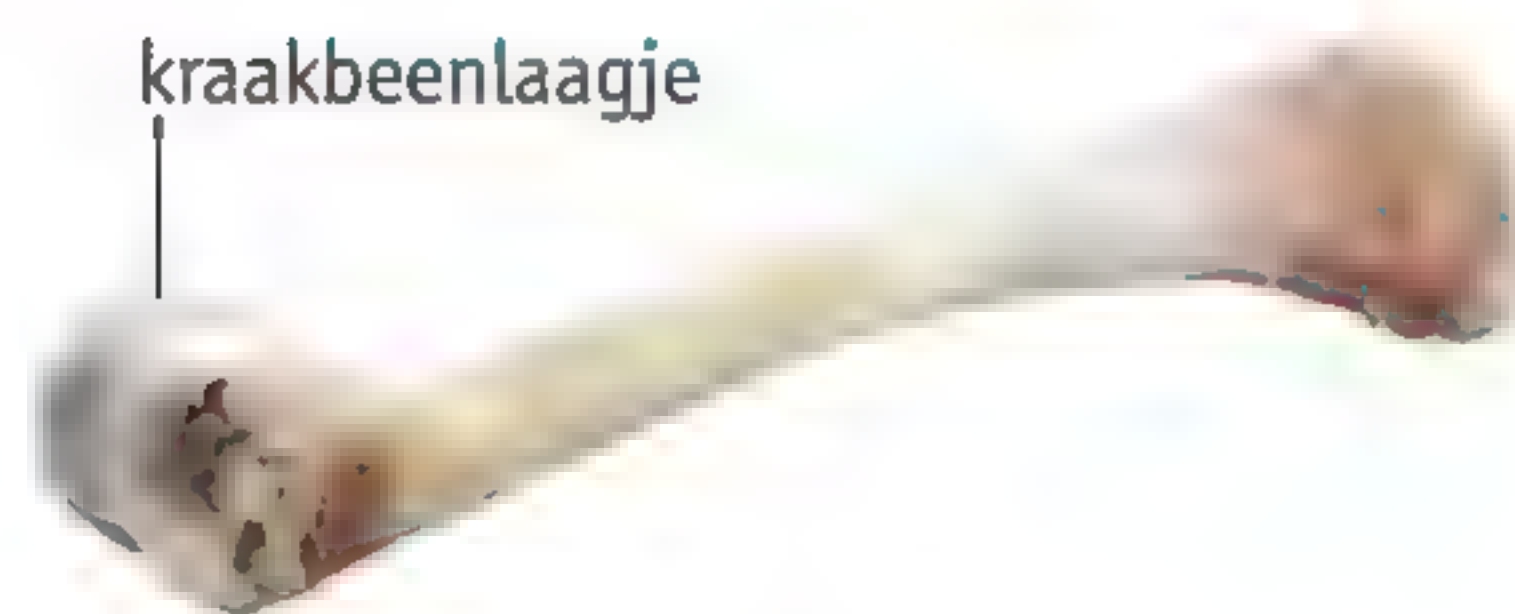
De gewrichtskogel en de gewrichtskom zijn beide bedekt met een laagje kraakbeen (zie afbeelding 17). Hierdoor kunnen de botten soepel bewegen en wordt slijtage van het bot tegengegaan.

De twee botten van een gewricht zitten met het **gewrichtskapsel** aan elkaar vast. De binnenkant van het gewrichtskapsel geeft **gewrichtssmeer** af. Dat is een stroperige vloeistof die werkt als een soort smeervet. Hierdoor kunnen de botten soepel bewegen.

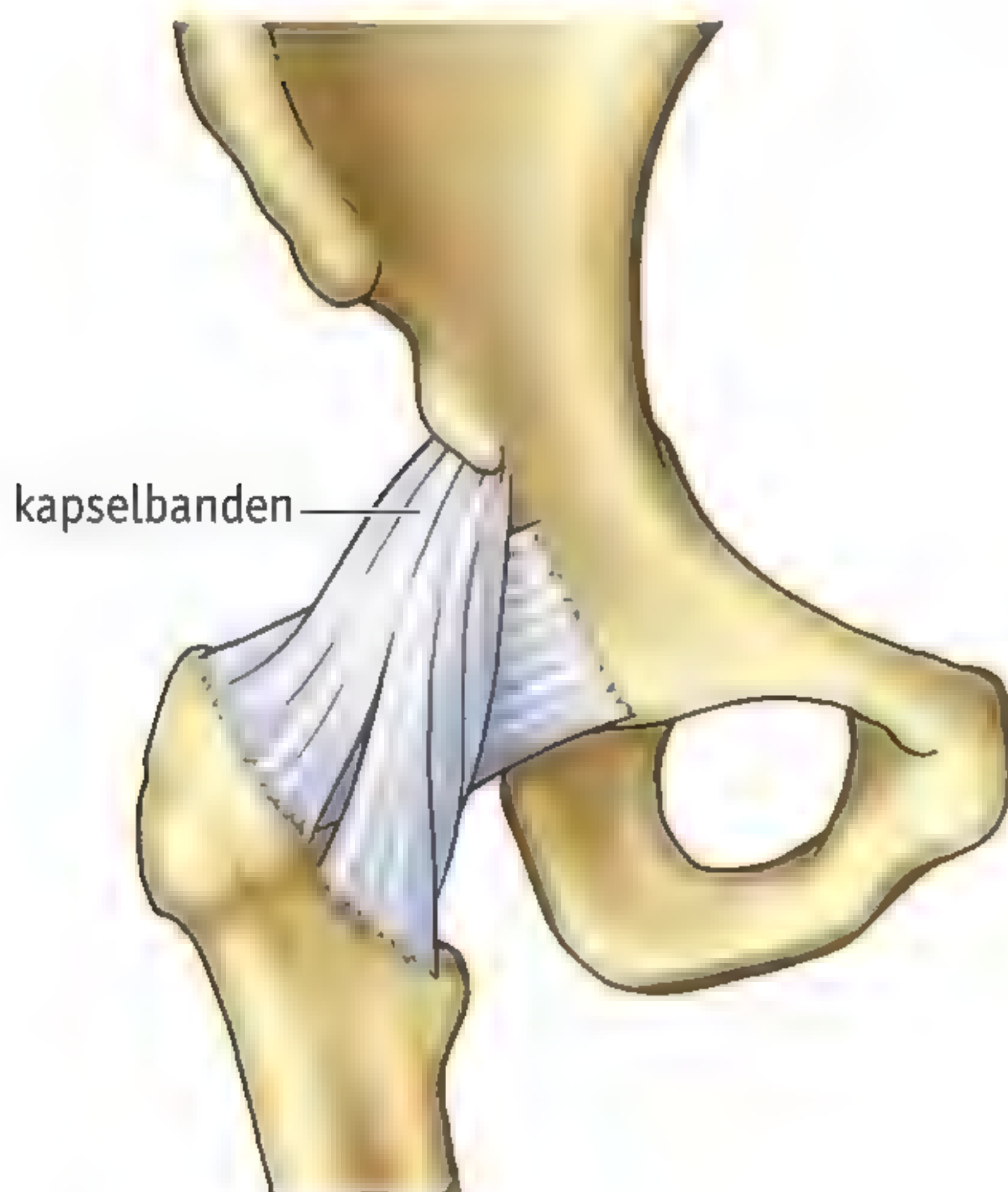
Het gewrichtskapsel zorgt er ook voor dat de botten op hun plaats blijven. Bij sommige gewrichten zitten er stevige **kapselbanden** om het gewricht heen (zie afbeelding 18). Deze kapselbanden helpen mee de botten op hun plaats te houden.

WB OPDRACHT 15 EN 16 BLZ. 17

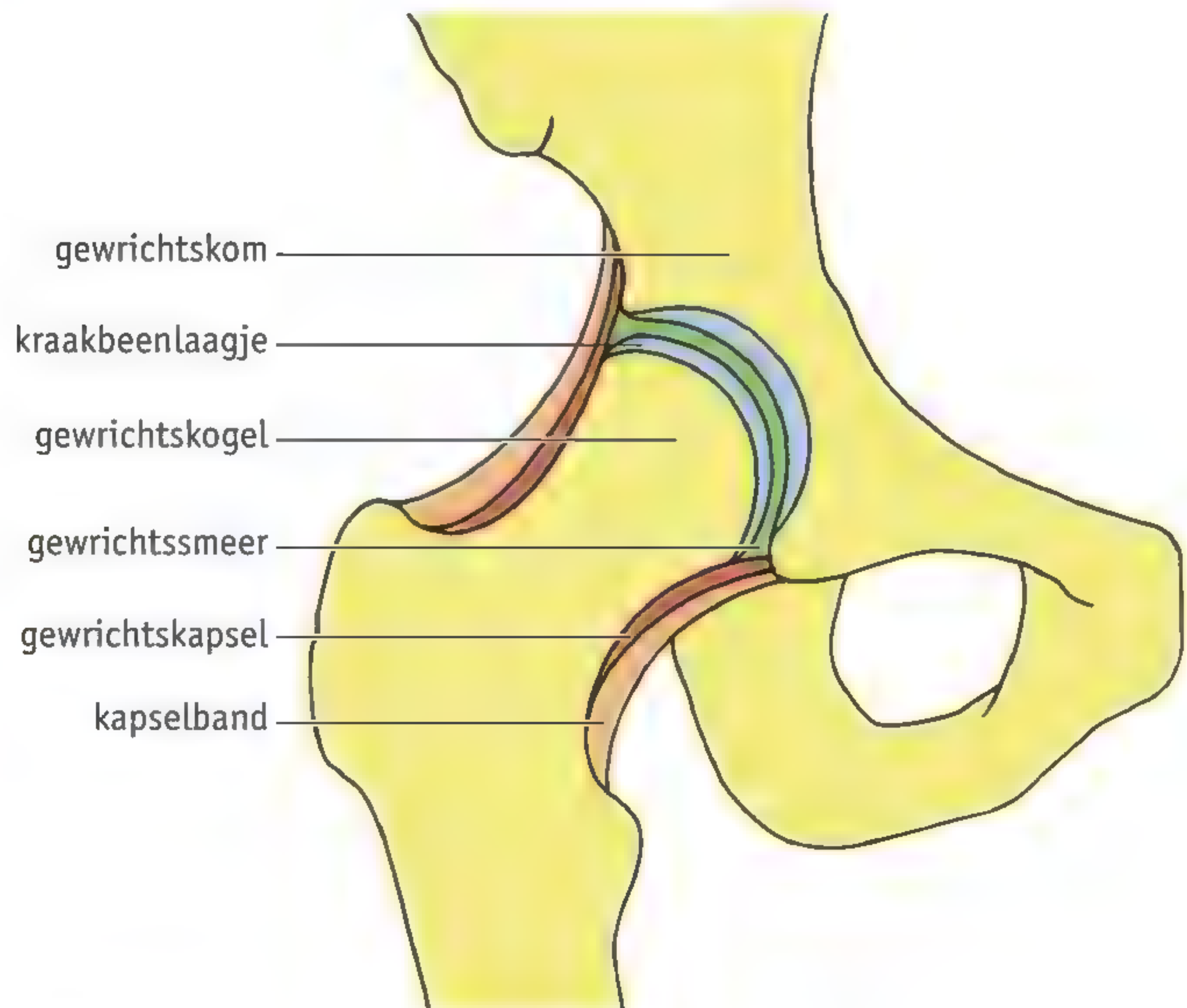
► **Afb. 17** Kippenbotje met kraakbeen op de kop.



▼ **Afb. 18** Het heupgewricht.



1 buitenaanzicht



2 doorsnede

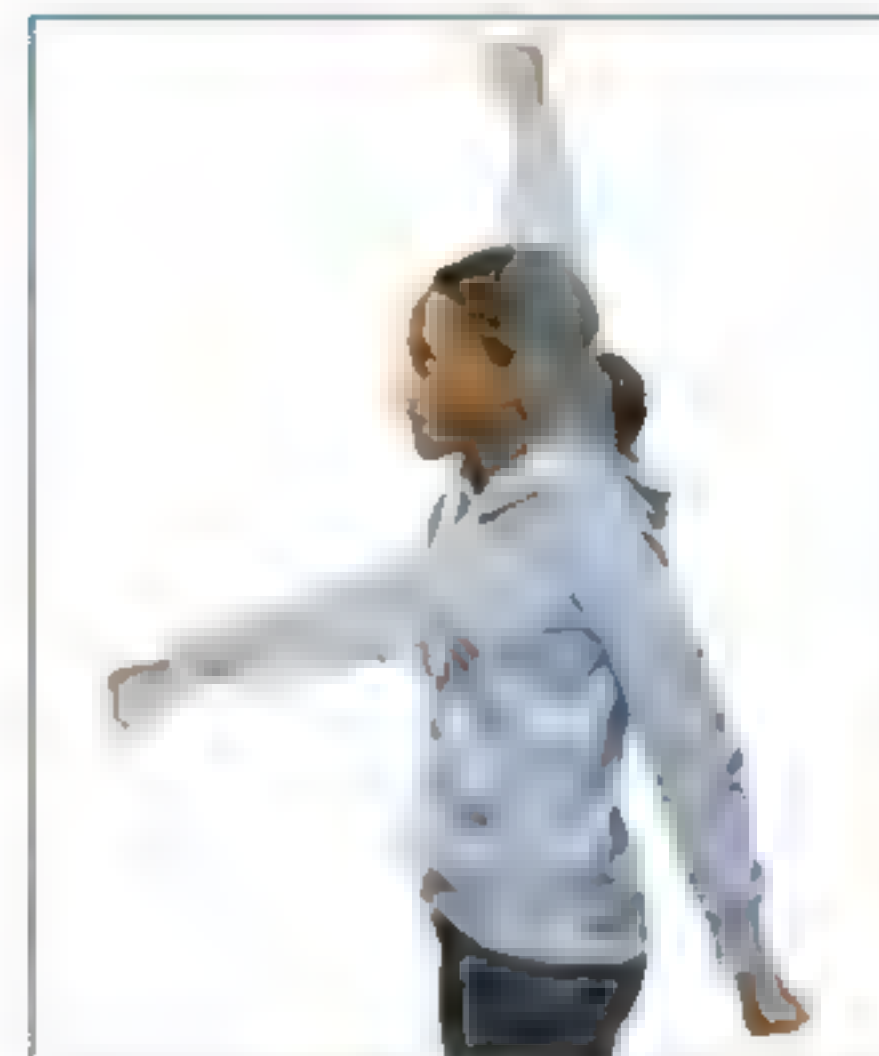
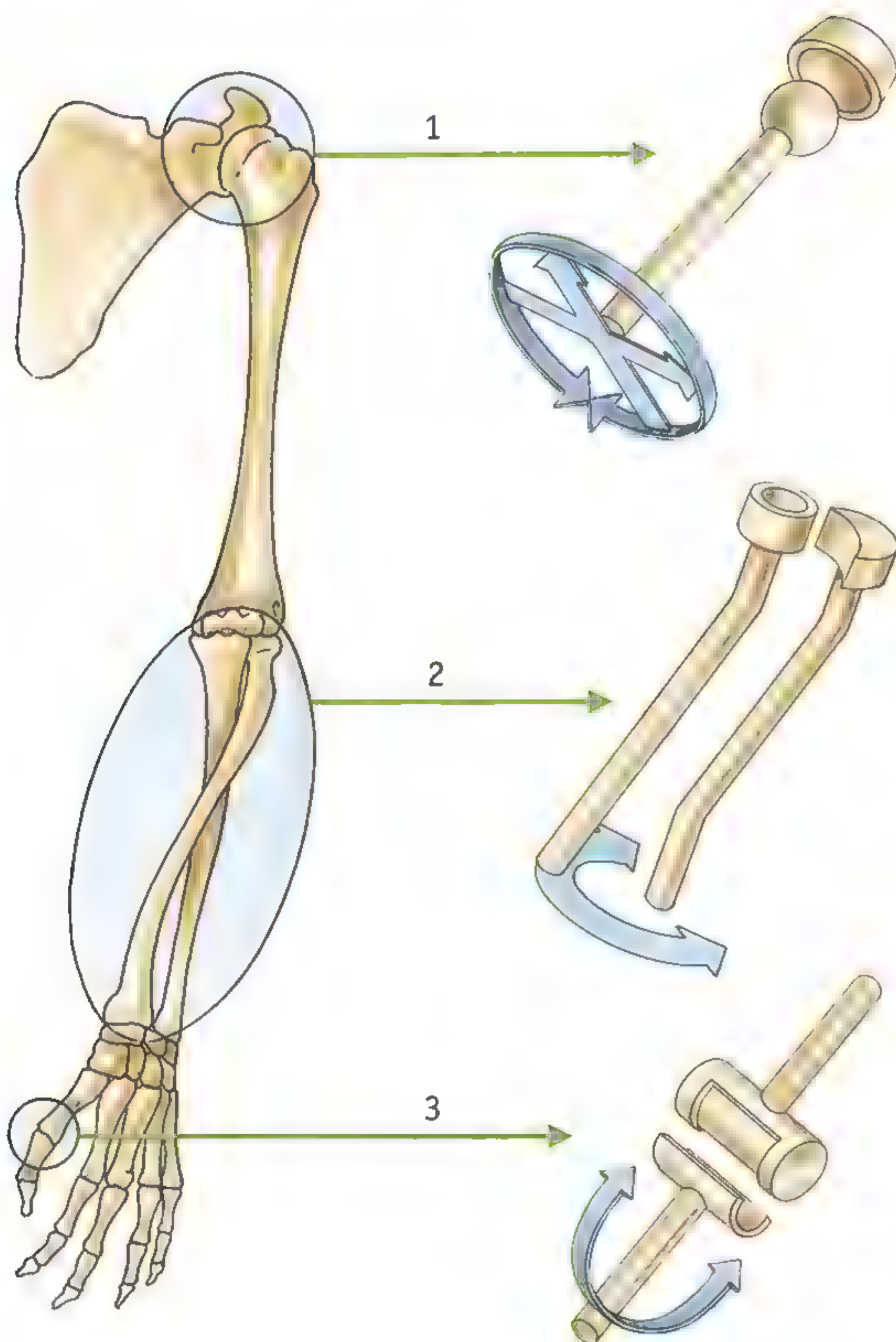
TYPEN GEWRICHTEN

De bouw van een gewricht hangt samen met de manier waarop de botten ten opzichte van elkaar kunnen bewegen. In afbeelding 19 zie je drie typen gewrichten.

Bij een **kogelgewricht** draait de gewrichtskogel van het ene bot in de gewrichtskom van het andere bot. Bij een kogelgewricht is beweging mogelijk in verschillende richtingen. Bij een **rolgewricht** draait het ene bot in de lengteas om het andere bot. Het gewricht tussen spaakbeen en ellepijp in een arm is een rolgewricht. Bij een **scharniergewricht** beweegt het ene bot als een scharnier ten opzichte van het andere bot. Hierbij kun je alleen een beweging heen en terug maken.

WB OPDRACHT 17 EN 18 BLZ. 18

▼ Afb. 19 Drie typen gewrichten.



1 Het schoudergewricht is een kogelgewricht. Bij een kogelgewricht zijn bewegingen in verschillende richtingen mogelijk.



2 Het gewricht tussen het spaakbeen en de ellepijp is een rolgewricht. Bij een rolgewricht draait het ene bot in de lengteas om het andere bot.



3 Het gewricht tussen twee vingerkootjes is een scharniergewricht. Bij een scharniergewricht kun je alleen een beweging heen en terug maken.

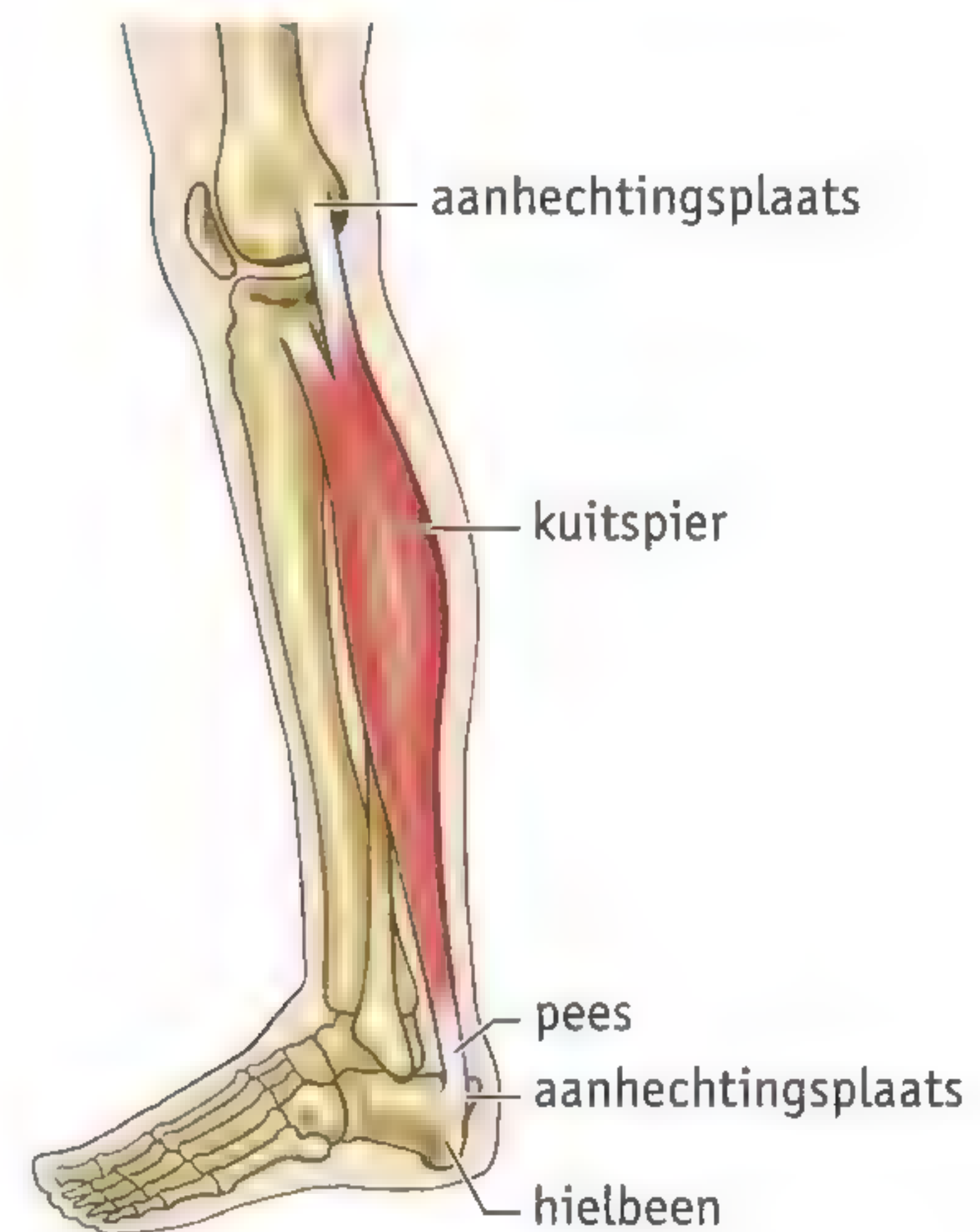
5 Spieren

Aan de botten van je skelet zitten spieren vast. Spieren zijn nodig om het skelet rechtop te laten staan en ze maken beweging mogelijk. In afbeelding 20 zie je het **spierstelsel**. Aan de botten zijn zo'n 650 spieren bevestigd, die ervoor zorgen dat ze ten opzichte van elkaar kunnen bewegen. Een spier zit met **pezen** aan botten vast. De plaats waar een pees aan een bot vastzit, heet de **aanhechtingsplaats** (zie afbeelding 21).

▼ **Afb. 20** Het spierstelsel.



▼ **Afb. 21** De kuitspier.



1 kuitspier ontspannen



2 kuitspier samengetrokken

Een spier kan zich samentrekken, maar een pees niet. Als een spier zich samentrekt, wordt hij korter. De spier trekt dan de botten waar de spier aan vastzit, naar elkaar toe. Zo ontstaat een beweging.

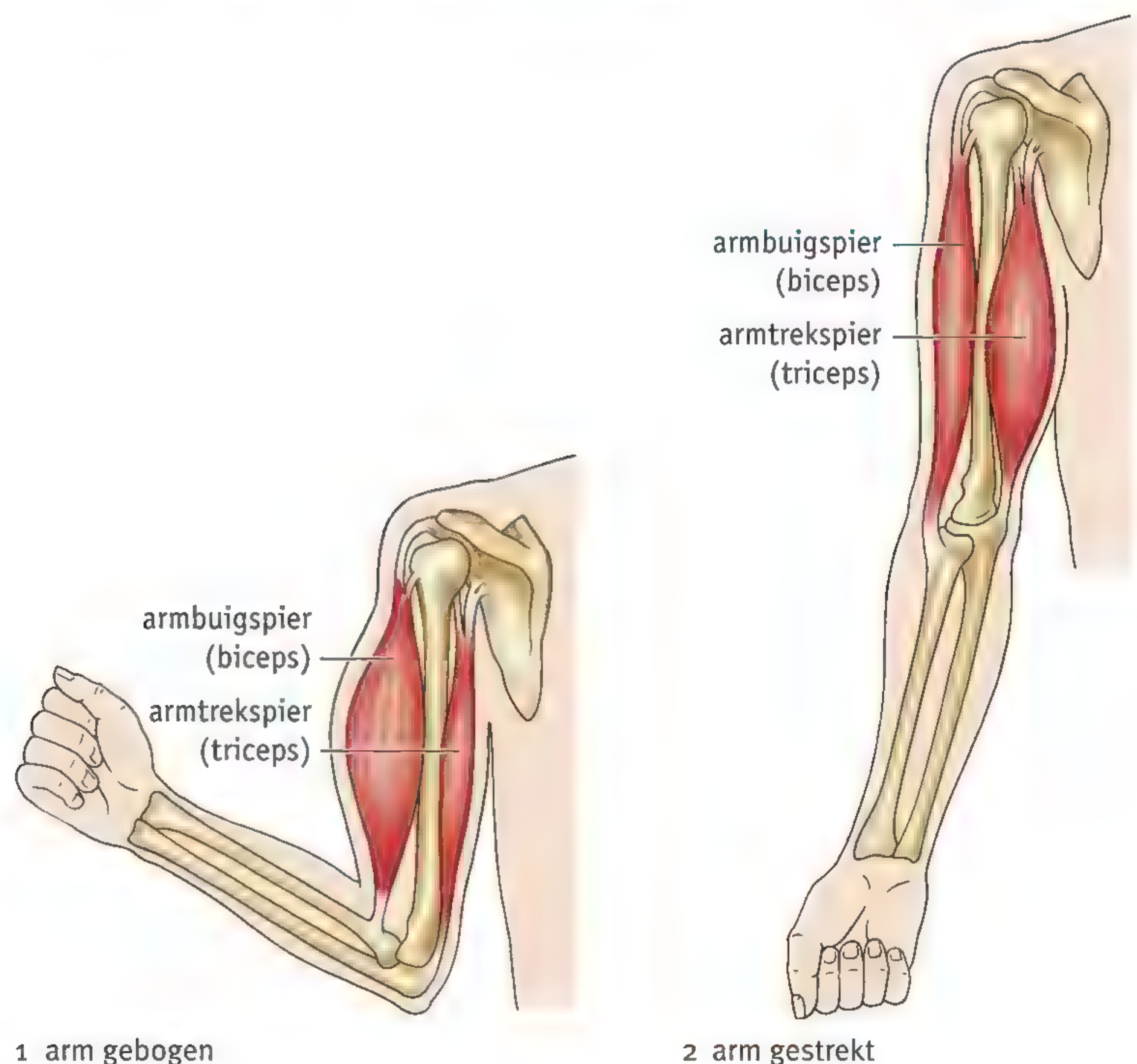
In afbeelding 21 zie je wat er gebeurt als de kuitspier zich samentrekt.

De kuitspier wordt dan korter, waardoor de afstand tussen de aanhechtingsplaatsen kleiner wordt. Het hielbeen beweegt in de richting van het dijbeen. Hierdoor strekt de voet en komt je lichaam omhoog.

In afbeelding 22 zie je de spieren in de bovenarm. Met deze spieren kun je de onderarm bewegen. De ene spier is de **biceps**. Als deze zich samentrekt, buigt de arm. De biceps heet daarom ook wel de **armbuigspier**.

De biceps kan de onderarm niet terugduwen in gestrekte stand. Om de arm weer te strekken, is een tweede spier nodig. De spier die de onderarm strekt, heet de **triceps** of **armstrekspier**. Spieren waarvan het samentrekken een tegengesteld effect heeft, heten **antagonisten**.

► **Afb. 22** De spieren van de bovenarm.



De grote spieren die je gebruikt om je skelet te bewegen, noem je **skeletspieren**. Behalve skeletspieren heb je ook op andere plaatsen nog allerlei spieren. Als je eet, bewegen spieren het voedsel door je darmkanaal. Deze spieren liggen in de wand van de slokdarm, maag en darmen. Je hart is ook een spier. Door samen te trekken pompt het hart bloed door het lichaam. Deze spieren bewegen zonder dat je je daar bewust van bent.

6 Houding en beweging

Het skelet is stevig en spieren zijn sterk. Toch hebben veel mensen klachten die te maken hebben met het skelet of de spieren. Dit kan verschillende oorzaken hebben. Door een gipsverband en door spieren lange tijd niet te gebruiken, neemt de kracht in de spieren af (zie afbeelding 23). Spieren kunnen dan overbelast raken, wat je merkt doordat je pijn voelt.

▼ Afb. 23

Fitness in de ruimte

Astronauten brengen soms maanden door in de ruimte. Ze zijn daar gewichtloos en hebben maar weinig kracht nodig om te bewegen of het lichaam rechtop te houden. Als je spieren traint, ontstaan er meer spiervezels. Deze spieren worden dan dikker en kunnen meer

kracht uitoefenen. Bij spieren die niet gebruikt worden, gebeurt het omgekeerde. Het aantal spiervezels neemt af, waardoor de spieren dunner en zwakker worden. Om ervoor te zorgen dat de spieren niet te veel verzwakken, doen astronauten fitnessoefeningen.

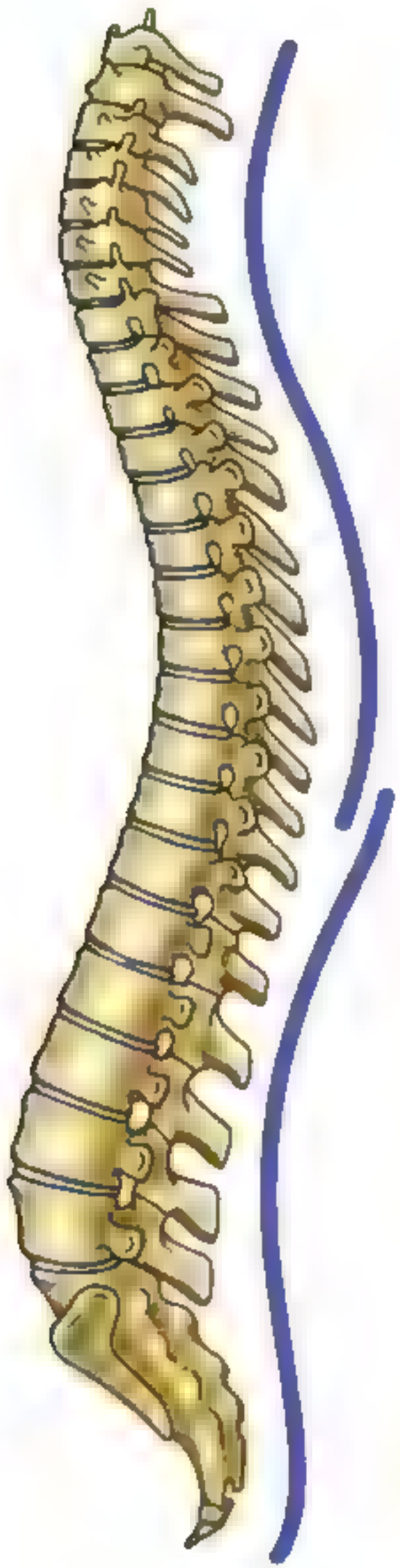


1 fitness in de ruimte



2 na terugkomst van een ruimtereis kon de Nederlandse astronaut André Kuipers niet meer lopen

▼ **Afb. 24** De wervelkolom heeft een dubbele-S-vorm.



HOUDING

Je hebt geleerd hoe de wervelkolom is gebouwd. De vorm van de wervelkolom lijkt op tweemaal de letter S boven elkaar (zie afbeelding 24). We zeggen dat de wervelkolom een **dubbele-S-vorm** heeft. Deze vorm wordt in stand gehouden door rugspieren die aan de wervels zijn bevestigd (afbeelding 25). Je hebt ook geleerd dat de wervels zijn verbonden door kraakbeen. De schijfjes kraakbeen tussen de wervels heten **tussenwervelschijven** (zie afbeelding 26). Tussenwervelschijven werken als een soort schokbrekers. Door de dubbele-S-vorm en de tussenwervelschijven is de wervelkolom veerkrachtig. Daardoor worden bij het lopen schokken opgevangen.

▼ **Afb. 25** Rugspieren.

oppervlakkige spieren

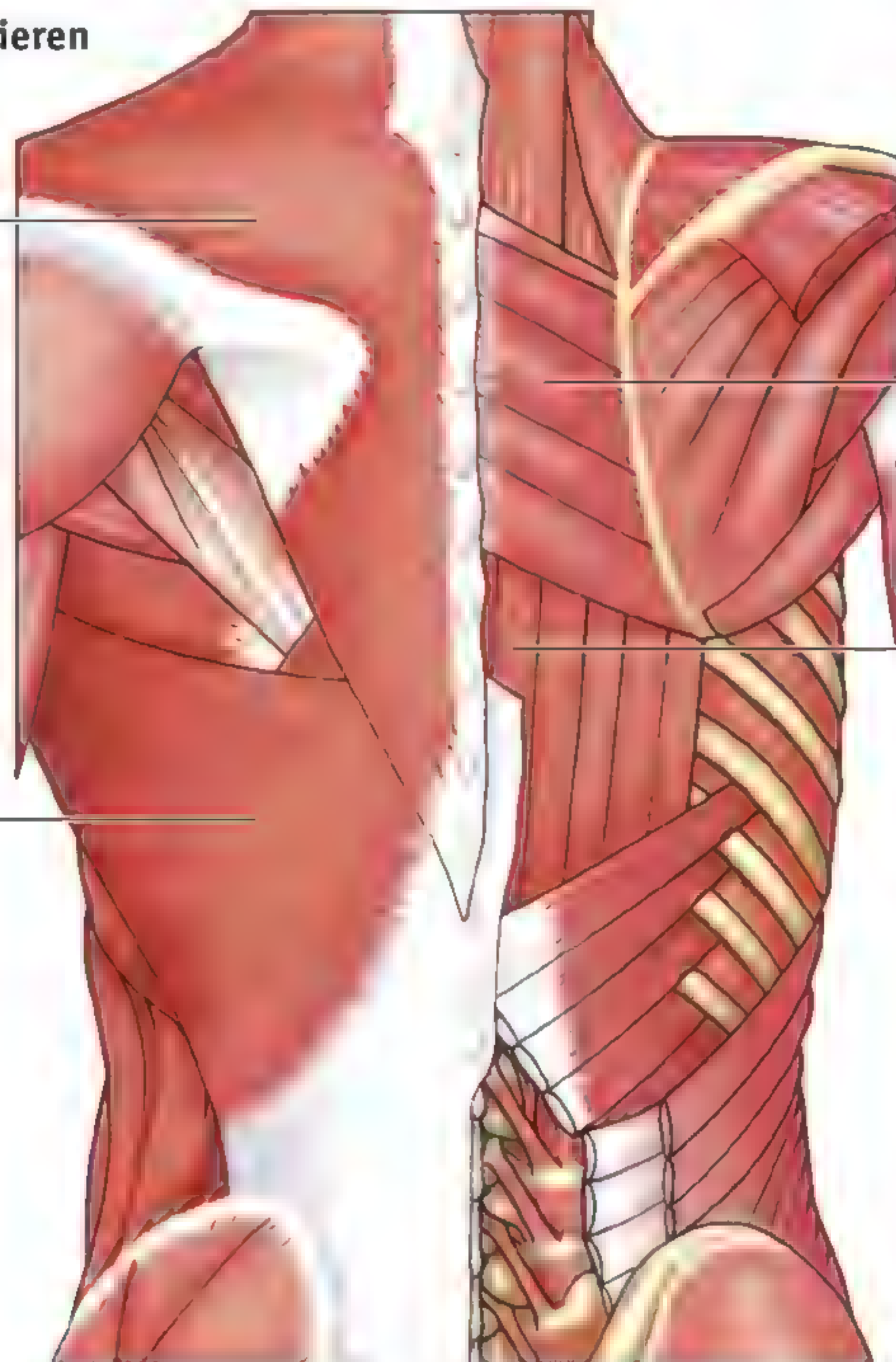
diepe spieren

trapeziumvormige spier

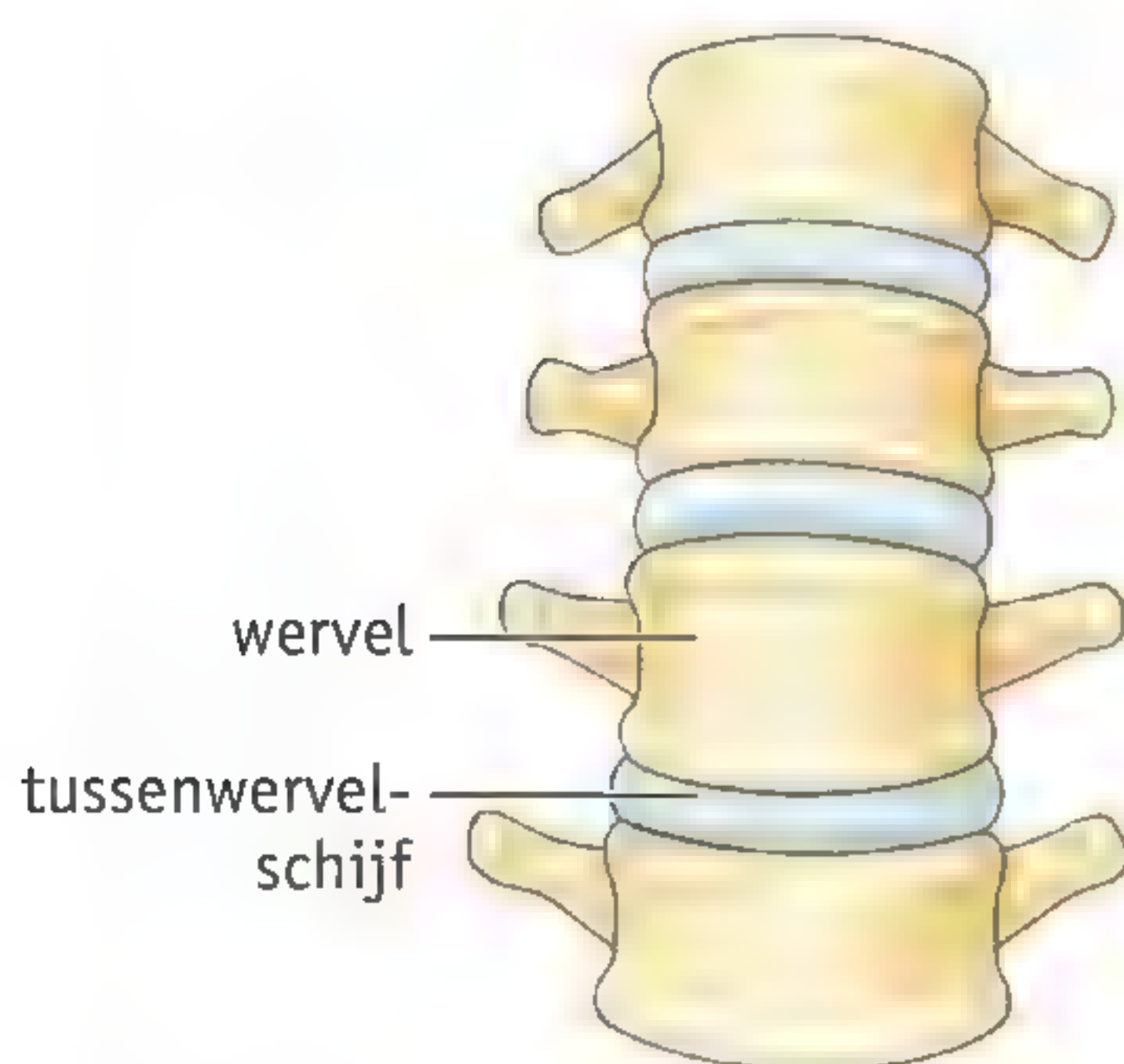
ruitvormige spier

rugstrekker

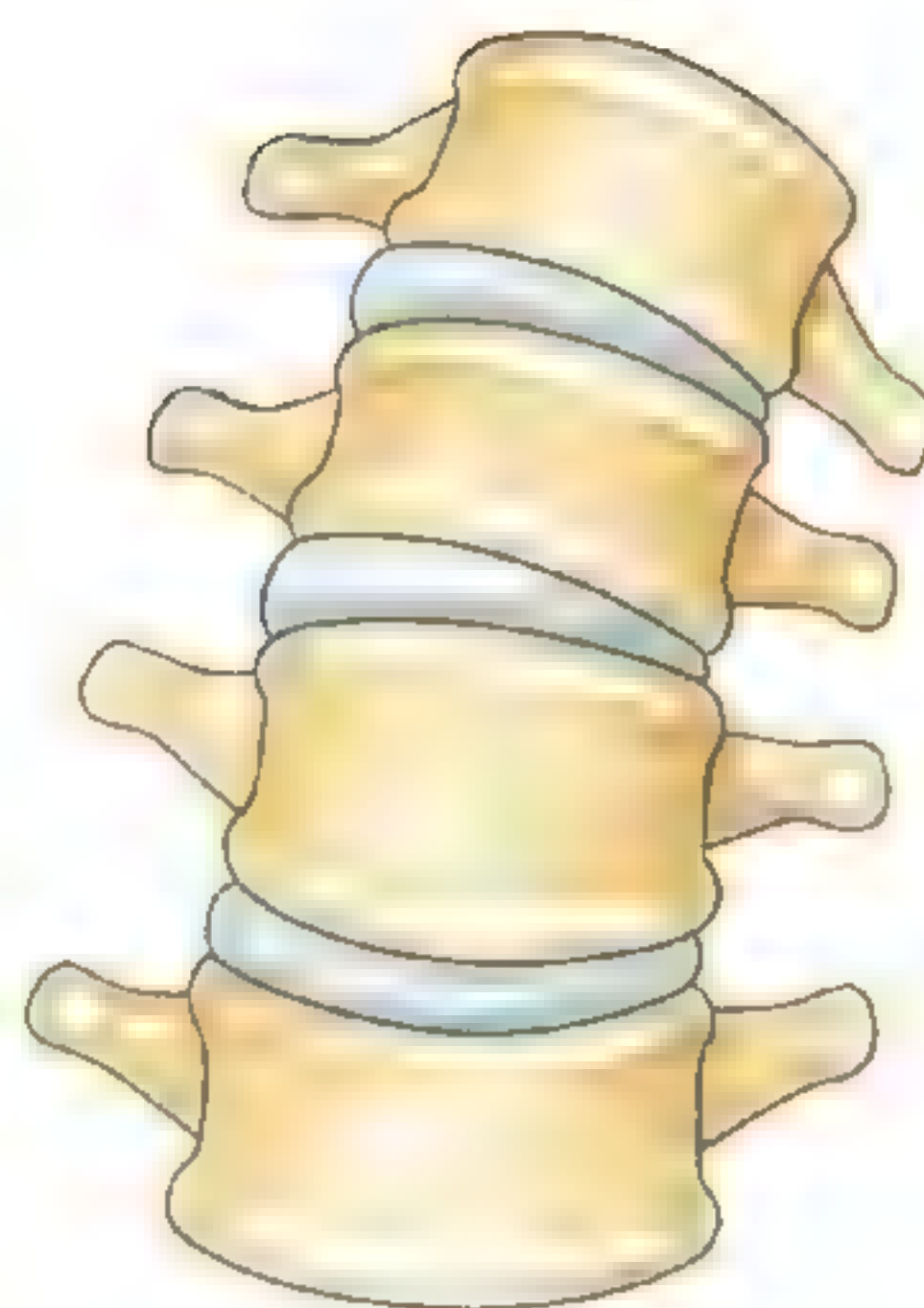
brede rugspier



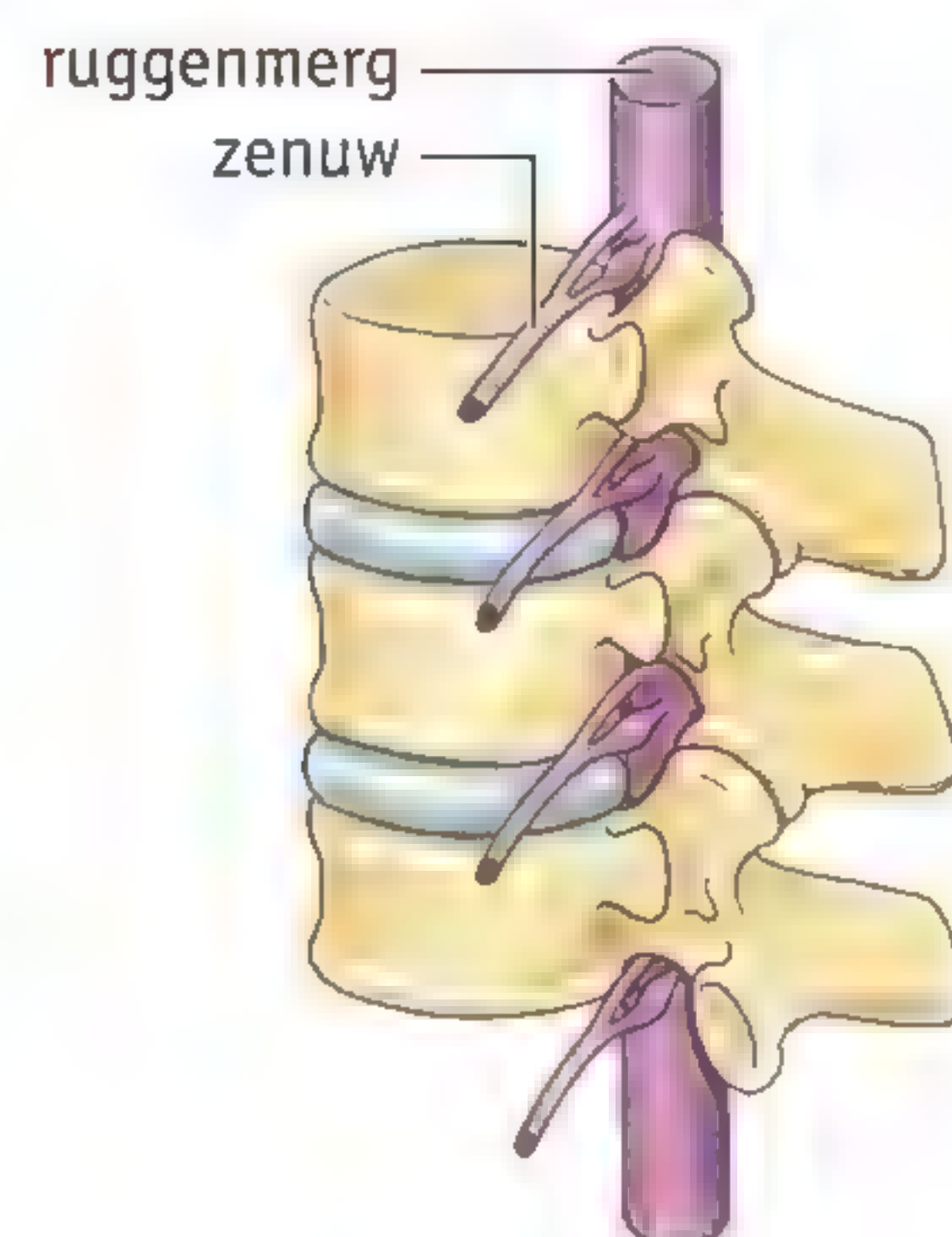
▼ **Afb. 26** Wervels en tussenwervelschijven.



1 rechte rug



2 gebogen rug



3 ruggenmerg

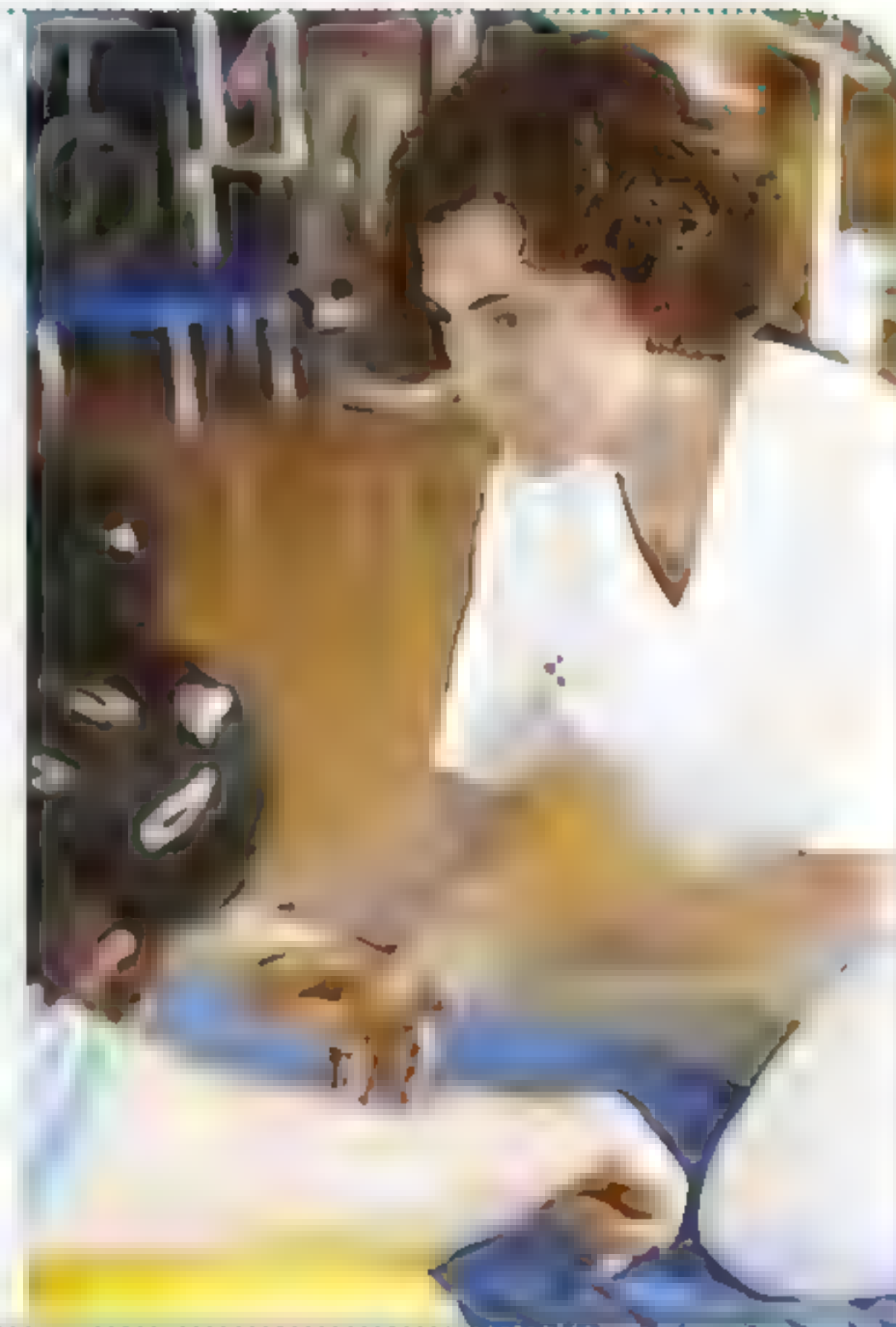
Als spieren minder sterk zijn, is het moeilijker om een goede **lichaamshouding** in stand te houden. Door een verkeerde houding kan de ene kant van de wervelkolom meer belast worden dan de andere kant. Hierdoor moeten bepaalde spieren harder werken. Ook worden de tussenwervelschijven dan aan één kant meer belast (zie afbeelding 26). Op den duur kunnen daardoor allerlei klachten ontstaan, zoals rugpijn. Een huisarts verwijst iemand dan vaak naar een fysiotherapeut. Deze kan advies geven over een goede lichaamshouding en laat mensen oefeningen doen om de spieren te verstevigen (zie afbeelding 27).

▼ Afb. 27

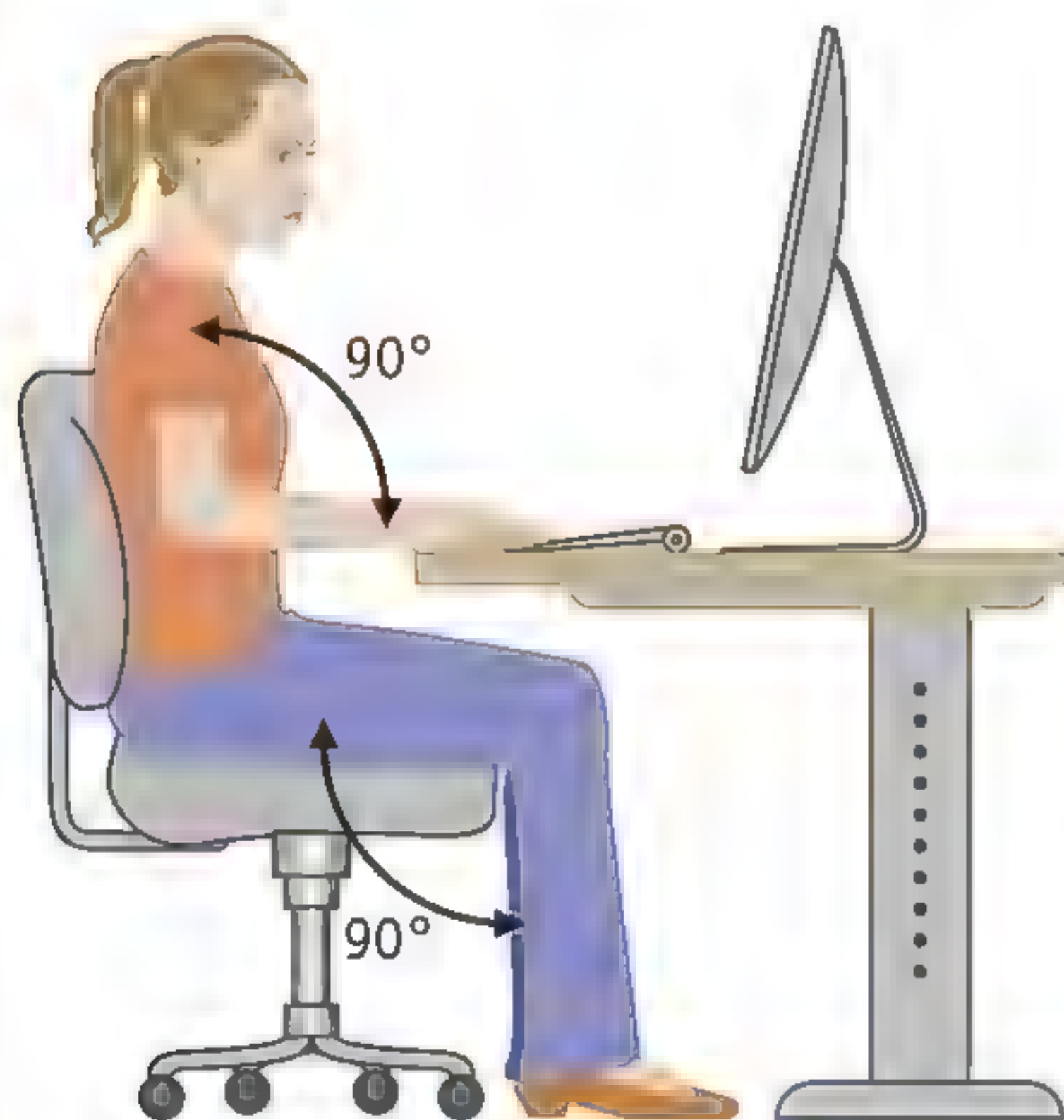
Fysiotherapeut

Hallo, ik ben Eefke. Als fysiotherapeut behandel ik patiënten die problemen hebben met beweging. De problemen kunnen allerlei oorzaken hebben. Vaak is de oorzaak een ongeluk, waardoor iemand lang in bed heeft moeten liggen of een gipsverband heeft gehad. Ook behandel ik veel mensen met rugklachten.

Bij een behandeling laat ik de patiënten oefeningen doen, waardoor de spieren sterker worden en geef ik advies over een goede conditie. Daarbij gebruik ik massagetechnieken en apparaten die de doorbloeding stimuleren. Het doel is dat de patiënten sterkere spieren en een betere conditie krijgen. Hierdoor verminderen de klachten vaak.



▼ Afb. 28 Een goede zithouding.



Rugklachten kun je ook voorkomen met een goede **zithouding**. Ook in de klas is dat belangrijk. Je zit goed als je rechtop zit en de hoek tussen je bovenbeen en onderbeen ten minste 90° is. Als je je bovenarmen langs je lichaam houdt en je onderarmen op tafel laat rusten, moeten ze een hoek van 90° maken met het bovenlichaam (zie afbeelding 28).

TILLEN

Veel mensen die vaak en zwaar moeten tillen, krijgen op latere leeftijd rugklachten. Vaak komt dit doordat ze niet op de juiste manier tillen. Bij het tillen is het belangrijk dat de wervelkolom zo veel mogelijk de dubbele-S-vorm houdt.

In afbeelding 29 staan tien regels voor verstandig tillen.

WB OPDRACHT 22 T/M 25 BLZ. 22

▼ Afb. 29

TIEN REGELS VOOR VERSTANDIG TILLEN

1 Buk en til niet onnodig.



2 Gebruik waar nodig hulpmiddelen.



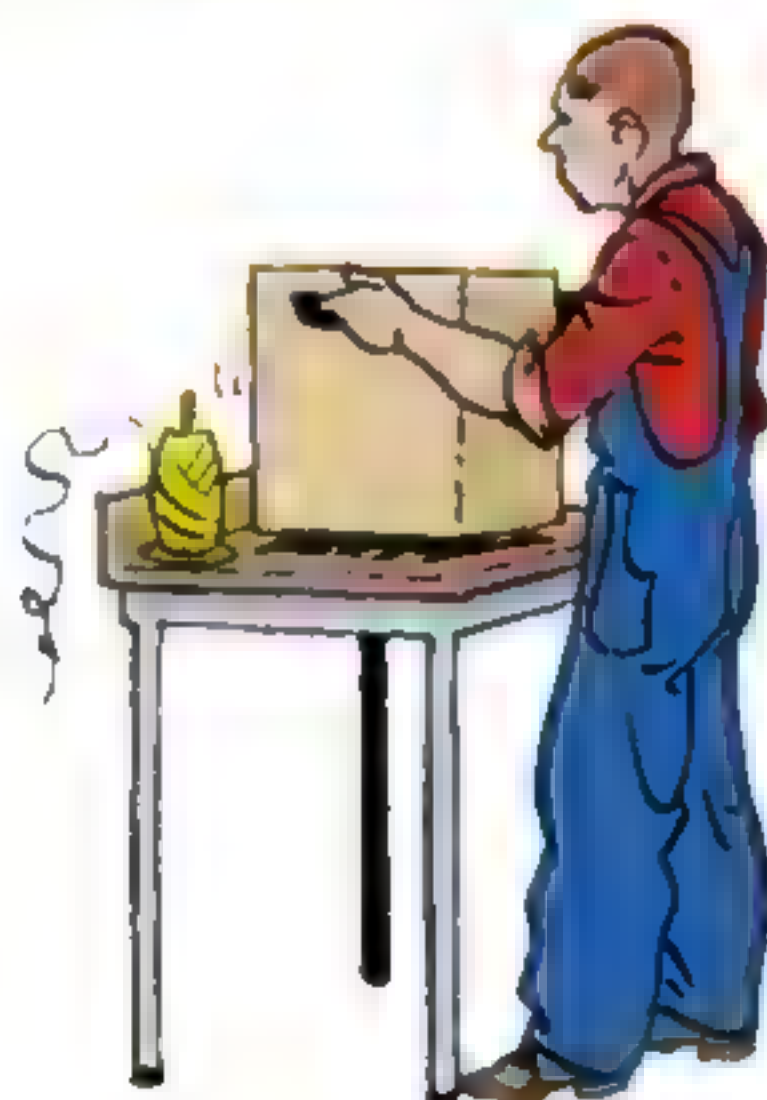
3 Til niet te veel ineens.



4 Zorg ervoor dat er niets in de weg staat als je gaat lopen met de last.



5 Sta steeds recht voor de last.



6 Til nooit met gedraaide rug. Verplaats je voeten als je moet draaien.



7 Til met twee handen; houd de last zo dicht mogelijk bij je lichaam.



8 Buig niet verder voorover dan noodzakelijk en gebruik ook je beenspieren bij het tillen.



9 Voorkom dat je moet reiken; til niet hoger dan schouderhoogte.



10 Luister naar je lichaam: neem signalen serieus. Beginnende klachten kunnen erger worden. Je voelt zelf het beste wat je rug wel en niet kan hebben.

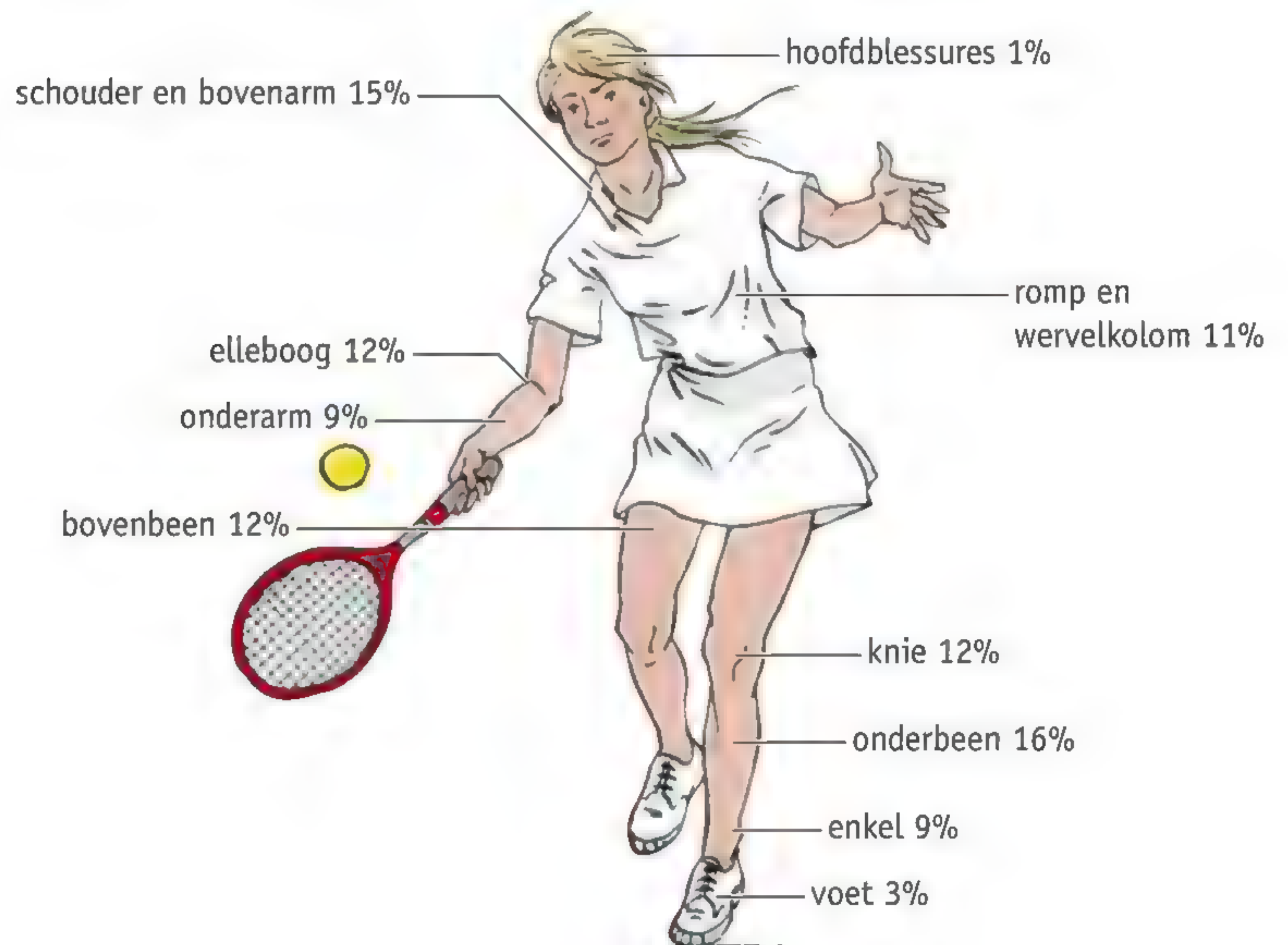


7 Blessures

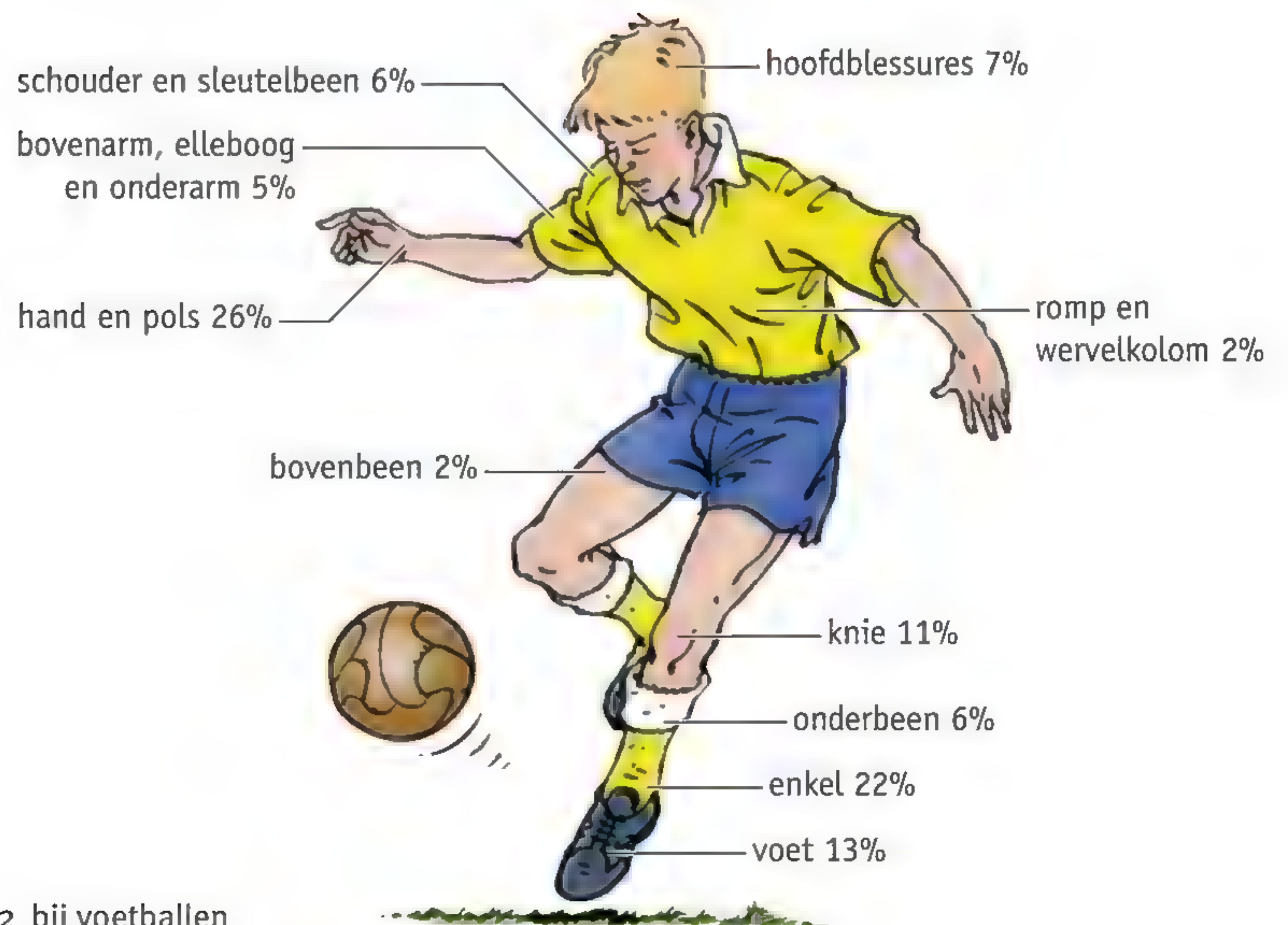
Bij sporten kan weleens iets verkeerd gaan. Je kunt spierpijn krijgen of een **blessure** oplopen.

Het aantal sportblessures in Nederland wordt geschat op 3,5 miljoen per jaar. Ongeveer 1,5 miljoen sporters krijgen een medische behandeling. In Nederland is het aantal blessures bij voetbal ongeveer 540 000 per jaar en bij tennis 200 000. In afbeelding 30 is weergegeven aan welke lichaamsdelen die blessures voorkomen bij tennis en bij voetbal.

► **Afb. 30** Blessures aan verschillende lichaamsdelen.



1 bij tennissen



2 bij voetballen

Als je gaat sporten, kun je **spierpijn** krijgen. Spierpijn ontstaat vaak na een inspanning waaraan je niet gewend bent. Ook sterke afkoeling van spieren, bijvoorbeeld slapen op de tocht, kan spierpijn veroorzaken. We zeggen dan dat de spieren stijf worden.

Spierpijn kan ook het gevolg zijn van een beschadiging aan een spier. Door een te sterke inspanning of door een plotselinge beweging kun je een **spierscheuring** oplopen. Een scheuring van een kuitspier wordt 'zweepslag' genoemd. Een gescheurde spier geneest meestal door rust. In ernstige gevallen wordt een drukverband aangelegd.

Behalve aan je spieren kun je ook blessures oplopen aan je botten, gewrichten en pezen. Bij wielrenners komen door valpartijen regelmatig **botbreuken** voor, vooral van een sleutelbeen. Bij voetballers komen vaak breuken van scheenbeen en kuitbeen voor. Dit komt meestal door te ruw spel. Op röntgenfoto's zijn botbreuken goed te zien (zie afbeelding 31).

▼ **Afb. 31** Botbreuken bij sporten.



1 voetballers breken nog al eens een kuitbeen



2 röntgenfoto



3 wielrenners breken nog al eens een sleutelbeen



4 röntgenfoto

▼ **Afb. 32** Met schroeven en een plaat is een botbreuk hersteld.



Voor een goede genezing moeten de twee helften van het bot in de goede stand aan elkaar kunnen groeien. Als de bothelften scheef zijn gaan staan, moet je naar het ziekenhuis om ze te laten **zetten** zodat ze weer in de goede stand staan. De beide bothelften worden meestal met een gipsverband in de goede stand gehouden. Als dat niet lukt, worden schroeven, een plaat of pinnen in de botten aangebracht (zie afbeelding 32).

VOETBALKNIE

Een van de meest voorkomende blessures is een **voetbalknie**. In een kniegewricht zitten tussen het dijbeen en het scheenbeen twee schijfjes kraakbeen. Zo'n schijfje kraakbeen in de knie heet **meniscus** (zie afbeelding 33). Als het lichaam draait terwijl het onderbeen blijft staan, kan een meniscus scheuren. Dit veroorzaakt pijn. Meestal zijn dan ook het gewrichtskapsel en de kapselbanden (de **kniebanden** of de **kruisbanden**) beschadigd. Er ontstaat een zwelling, doordat zich in het gewricht vocht ophoopt. We noemen dat 'water in de knie'. Het kan ook gebeuren dat een afgescheurd stukje van de meniscus het bewegen van de knie belet. De knie zit dan 'op slot'.

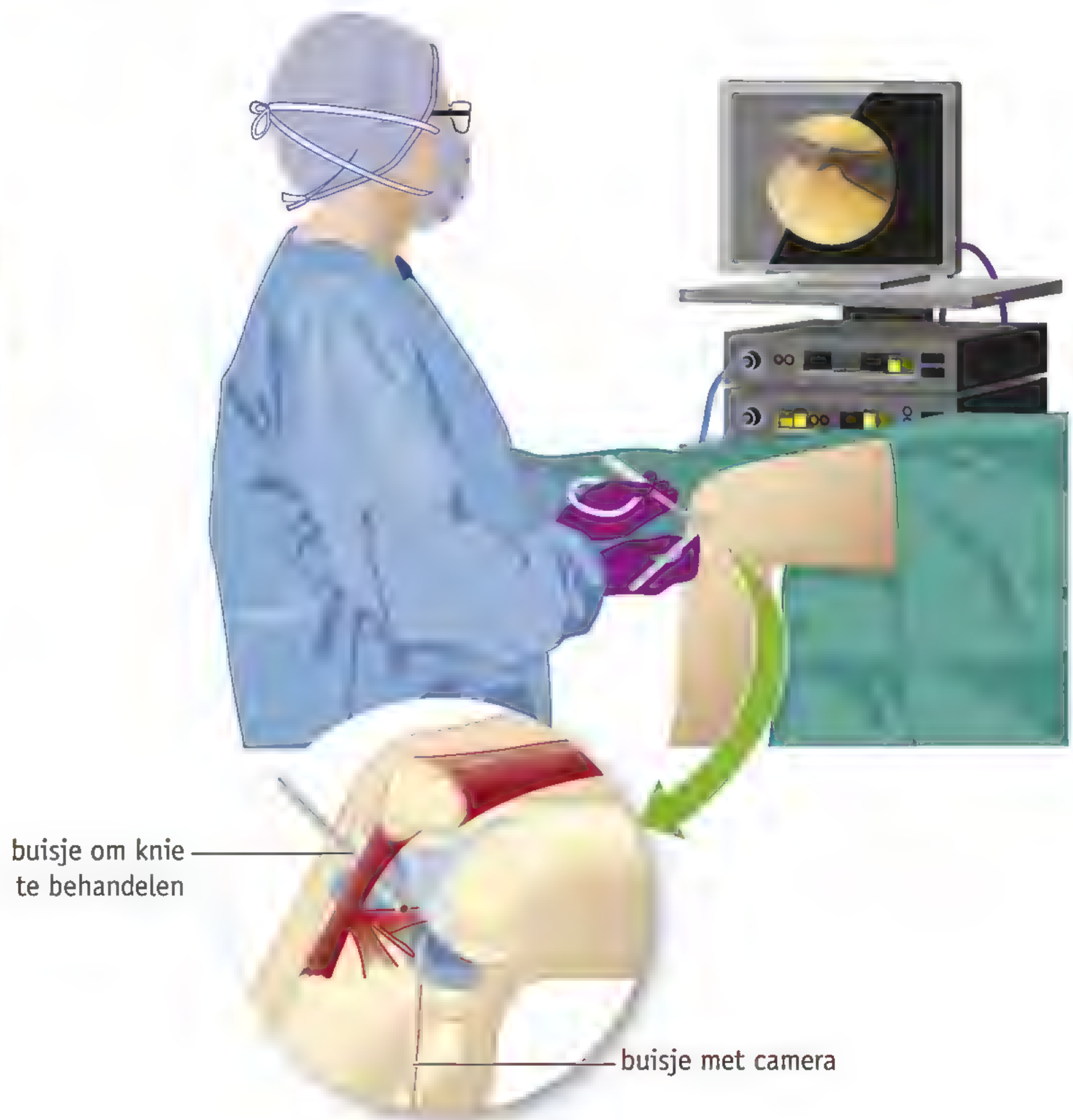
Soms is rust voldoende om het kniegewricht te laten genezen, maar vaak moet een gescheurde meniscus operatief worden behandeld. Tegenwoordig kan dat met een kijkoperatie. Via een klein sneetje brengt een specialist een buisje met een camera in de knie. Via een tweede buisje kan vervolgens de knie worden behandeld (zie afbeelding 34).

WB OPDRACHT 26 T/M 29 BLZ. 26

▼ **Afb. 33** Kniegewricht.



▼ **Afb. 34** Een kijkoperatie.



ANDERE BLESSURES

Een **kneuzing** is een beschadiging van weefsel zonder dat er iets is gescheurd of gebroken. Een kneuzing ontstaat meestal doordat je een stoot, een stomp of een trap krijgt. Bij een kneuzing zwelt het weefsel op doordat een inwendige bloeding optreedt en zich vocht in het weefsel ophoopt. Deze zwelling kun je tegengaan door ijswater op de gekneusde plek te doen (zie afbeelding 35). Door de behandeling met ijswater wordt de inwendige bloeding minder. Bovendien vermindert ijswater de pijn. Daarna geneest de blessure door rust. Bij een ernstige spierscheuring is medische hulp nodig en moet soms worden geopereerd.

► **Afb. 35** Behandeling van een kneuzing bij een voetballer.



▼ **Afb. 36** Een blauwe plek door een verzwikking.



Een **verzwikking** is een kneuzing van een gewricht. Als je bijvoorbeeld je voet verzwikt, kunnen het gewrichtskapsel en de kapselbanden bij je enkel te ver uitrekken. Er kan dan een blauwe plek ontstaan (zie afbeelding 36). Bij een ernstige verzwikking kunnen het gewrichtskapsel en de kapselbanden scheuren. Je hebt dan 'gescheurde enkelbanden'.

Bij een **ontwrichting** schiet de gewrichtskogel uit de gewrichtskom (zie afbeelding 37). Een ontwrichting kun je bijvoorbeeld krijgen als je verkeerd op je arm valt. Je arm schiet dan uit de kom. Een arts moet de gewrichtskogel van het opperarmbeen dan weer op zijn plaats brengen in de gewrichtskom van het schouderblad.

▼ **Afb. 37** Een ontwrichting.



kop van het
opperarmbeen

kom van de
ellepijp

TENNISELLEBOOG

Een andere veelvoorkomende blessure is een **tenniselleboog**. Wanneer iemand pijnklachten heeft aan de buitenkant van de elleboog, kan dit wijzen op een tenniselleboog (zie afbeelding 38). Het doet dan ook pijn als op deze plek gedrukt wordt.

► Afb. 38



1 een tennisarm



2 ook door regelmatig gebruik van smartphones kan RSI ontstaan

Bij de elleboog liggen de aanhechtingsplaatsen van de spieren die de pols en de vingers bewegen. Bij een tenniselleboog doet vooral het strekken van de pols zeer. Een aandoening die op een tenniselleboog lijkt, is de golferselleboog. Dan is het buigen van de pols en vingers erg pijnlijk. De oorzaak is overbelasting van de pezen en spieren van de onderarm. Meestal wordt dit veroorzaakt door heel vaak dezelfde beweging te maken of door lange tijd de spieren aan te spannen.

Een tenniselleboog komt vaak voor bij mensen die in hun beroep veel dezelfde beweging moeten maken, zoals een schilder of glazenwasser. Ook wordt het werken met een computer en muis vaak als oorzaak genoemd.

▼ Afb. 39

OORZAKEN VAN SPORTBLESSURES

- 1 Ruwheid en overtreding van de spelregels (geen sportiviteit).
- 2 Ongeoefendheid en onvoldoende techniek.
- 3 Gebrek aan conditie.
- 4 Overbelasting van spieren en oververmoeidheid.
- 5 Onvoldoende warming-up, onvoldoende rekoefeningen en/of onvoldoende cooling-down.
- 6 Slechte weersomstandigheden (regen, kou of ijs).
- 7 Te snel hervatten van de sportbeoefening na een blessure.
- 8 Slechte sportuitrusting (bijvoorbeeld slecht materiaal of slechte schoenen).

Jongeren spelen veel spelletjes op onder andere smartphones, tablets, game consoles, laptops en pc's. Ook daarbij wordt vaak één bepaalde beweging steeds herhaald. Een gevolg kan dan ook zijn dat daardoor een tenniselleboog ontstaat. Er kunnen ook andere klachten ontstaan, zoals pijn in de schouder, rug en zelfs hoofdpijn.

Wanneer een blessure het gevolg is van herhaaldelijk dezelfde beweging maken, spreken we van **RSI**. Wanneer RSI ontstaat als gevolg van het werken met een computer, spreek je ook wel van een **muisarm**. Een goede zithouding achter de computer verkleint de kans op een muisarm.

OORZAKEN VAN SPORTBLESSURES

Bij het ontstaan van sportblessures spelen vaak verschillende factoren tegelijkertijd een rol. In afbeelding 39 staan enkele belangrijke oorzaken opgesomd.

Je kunt zelf veel doen om een sportblessure te voorkomen, bijvoorbeeld door voor een wedstrijd of training een **warming-up** te doen. Je doet dan een serie oefeningen om je spieren los te maken en op te warmen. Bij een warming-up horen ook **rekoefeningen**. Na afloop van een wedstrijd of training moet je een **cooling-down** doen. Afbeelding 40 is een brochure over warming-up, rekken en cooling-down.

▼ Afb. 40

WB OPDRACHT 30 EN 31 BLZ. 29

WARMING-UP, REKKEN, COOLING-DOWN

Sporten vraagt veel van je spieren. Gelukkig zijn die tot heel veel in staat, als ze maar goed worden behandeld. En dan vooral vóór en ná het sporten. Door een warming-up, rekoefeningen en een cooling-down.

WARMING-UP

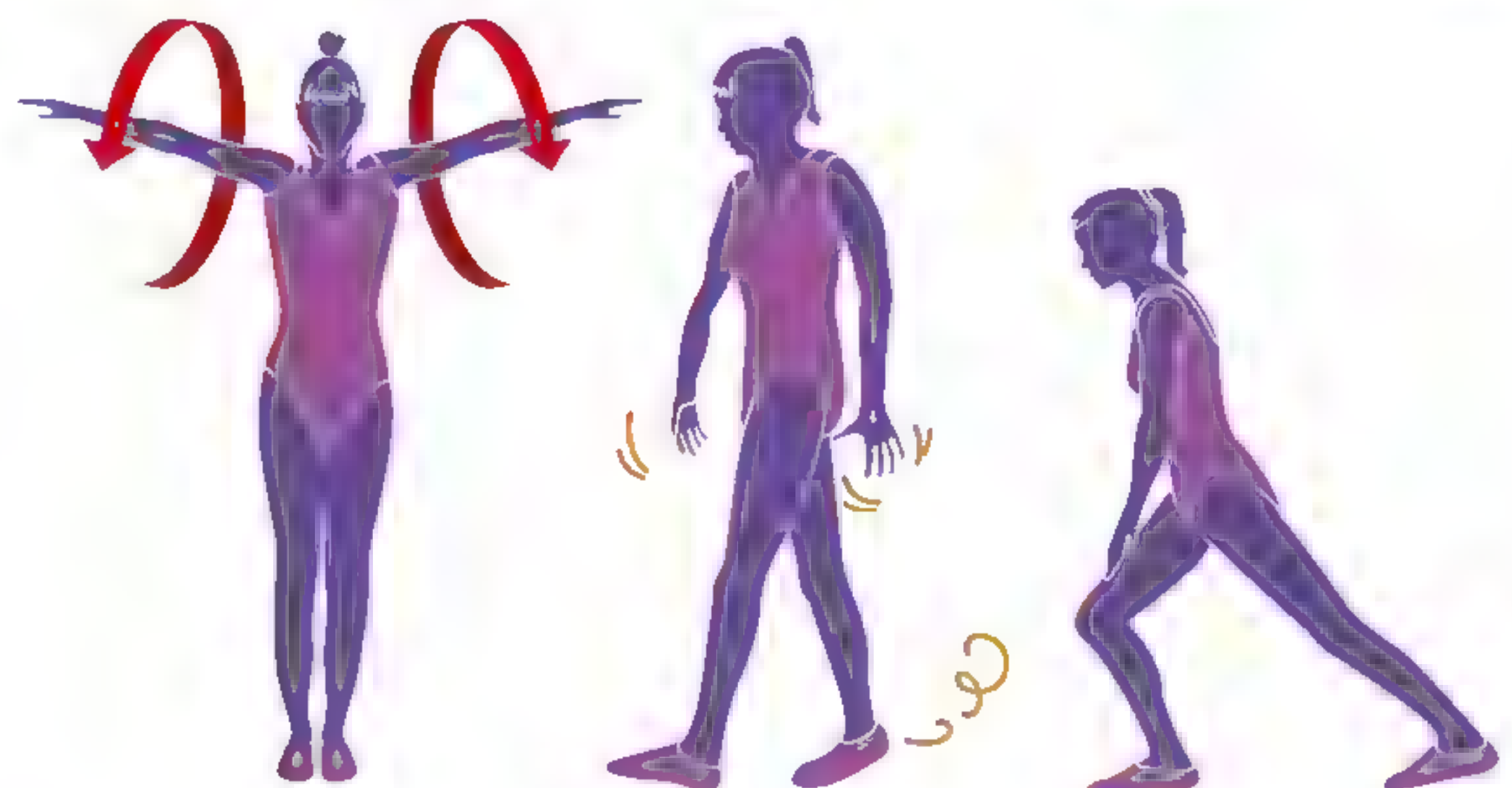
Aan spieren die plotseling hard moeten werken, kun je een blessure krijgen, zoals een spierscheuring. Vandaar de warming-up voor de wedstrijd of de training. Door de warming-up krijgen de spieren meer bloed, ze worden warmer en er gaat meer zuurstof naartoe. Een warming-up hoeft niet lang te duren. Tien minuten kan al voldoende zijn. En natuurlijk moet er niet te veel tijd tussen de warming-up en de wedstrijd of de training zitten. Dat betekent dat je na een lange onderbreking opnieuw een warming-up moet doen, zeker bij koud weer!

REKOEFFENINGEN

Na de warming-up kun je wat rekoefeningen doen. Welke rekoefeningen je doet, hangt af van je sport. De rekoefeningen bereiden je spieren voor op het werk dat ze moeten verrichten. Bij een goede rekoefening rekken je spieren rustig en langzaam op. Ze worden daardoor flexibeler. Bij een rekoefening ga je zo ver tot je een beetje spanning voelt in de spier, maar het mag geen pijn doen. Je moet bij een rekoefening niet veren. Daardoor vergroot je juist de kans op een blessure.

COOLING-DOWN

Bij het trainen of sporten gebruik je je spieren intensief. Daardoor hopen zich in je spieren afvalstoffen op. Na het sporten gaat je bloed langzamer stromen en daardoor blijven de afvalstoffen langer in je spieren aanwezig. De afvalstoffen zijn giftig en kunnen spierpijn veroorzaken. Door de cooling-down stroomt het bloed wat sneller door je spieren en kan zo meer afvalstoffen uit je spieren opnemen. De kans op spierpijn neemt daardoor af. Een cooling-down is eigenlijk het omgekeerde van de warming-up. Je begint met wat intensievere oefeningen. Dan ga je het steeds rustiger aan doen. Je kunt dan ook nog wat rekoefeningen doen. Vervolgens is het verstandig om je (niet te) warm te douchen. Een warme douche zorgt ook voor een goede doorbloeding van de spieren.

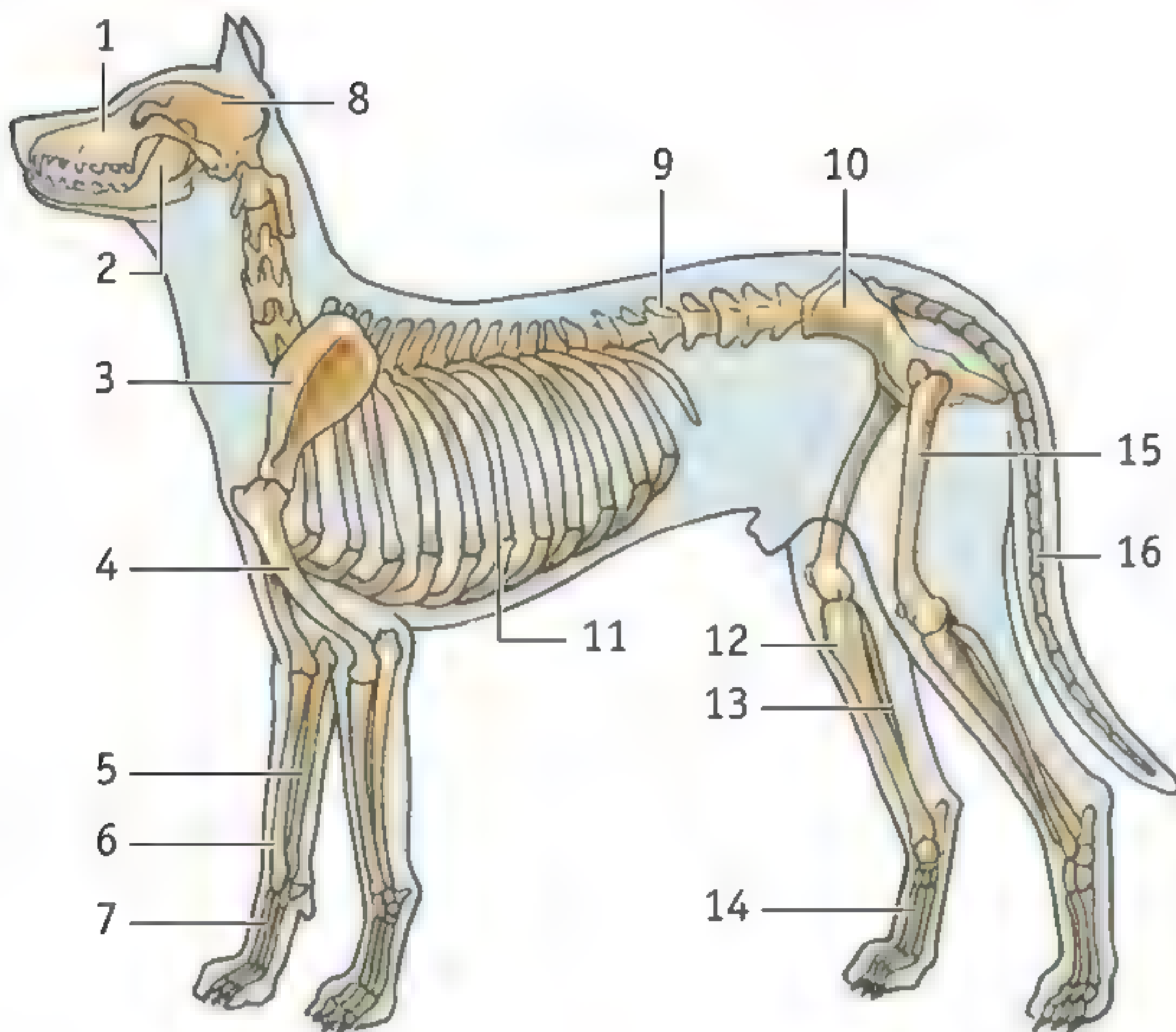


8 Het skelet van verschillende zoogdieren

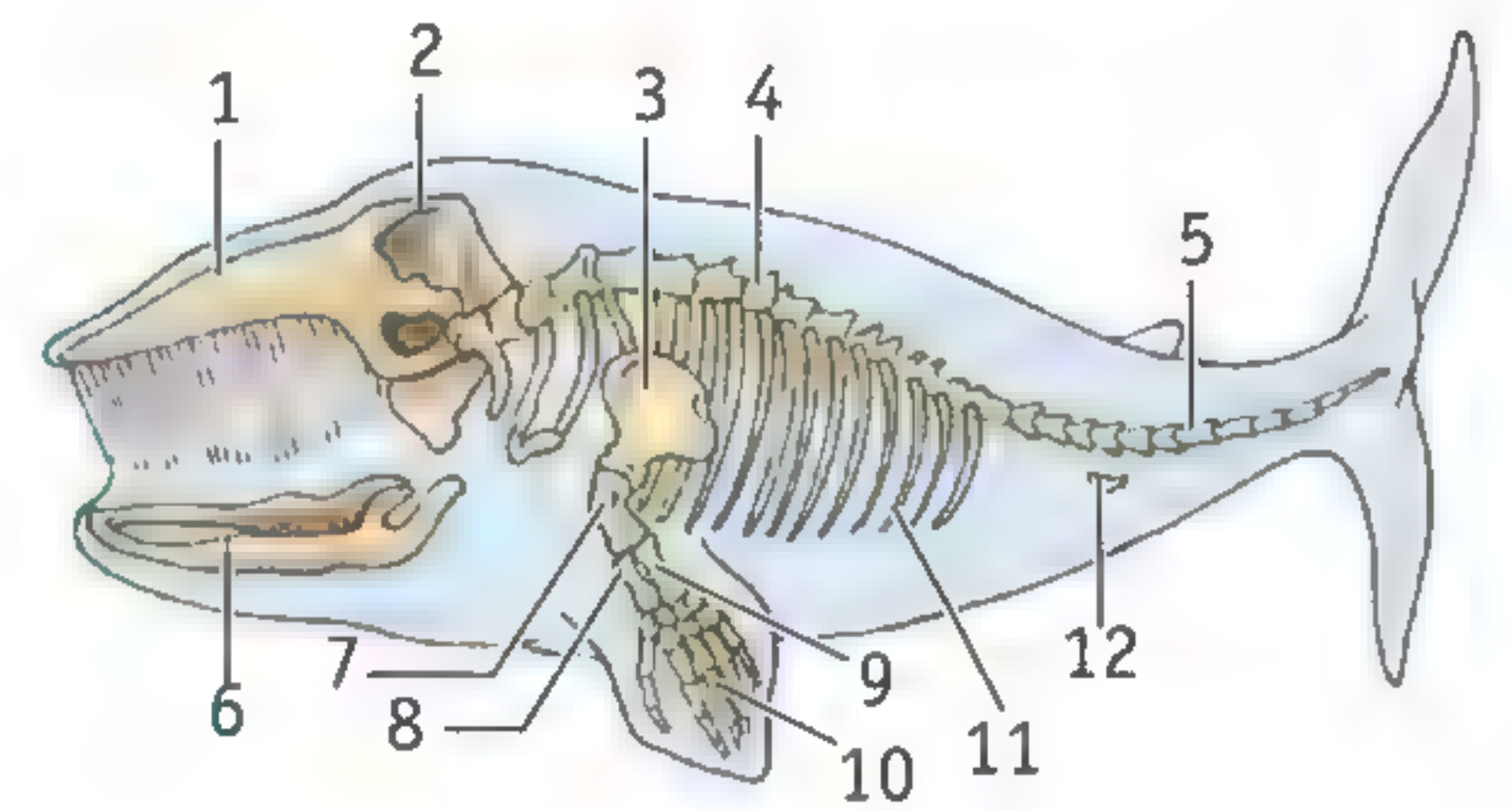
De skeletten die een preparateur opzet, komen van allerlei verschillende dieren. Als je alleen al naar zoogdieren kijkt, zijn er meer dan vijfduizend verschillende soorten. Je hoeft niet alle soorten te kennen om te weten met welke botten je te maken hebt, want er is bij zoogdieren veel overeenkomst in de bouw van het skelet. De verschillen zijn te ontdekken door skeletten goed te bekijken; ze hangen samen met verschillen in levenswijze. In afbeelding 41 zie je de skeletten van een hond, een walvis, een mol, een vleermuis en een chimpansee. Deze skeletten ga je met elkaar vergelijken. Als er van enkele van deze dieren op school skeletten aanwezig zijn, kun je die gebruiken.

▼ Afb. 41

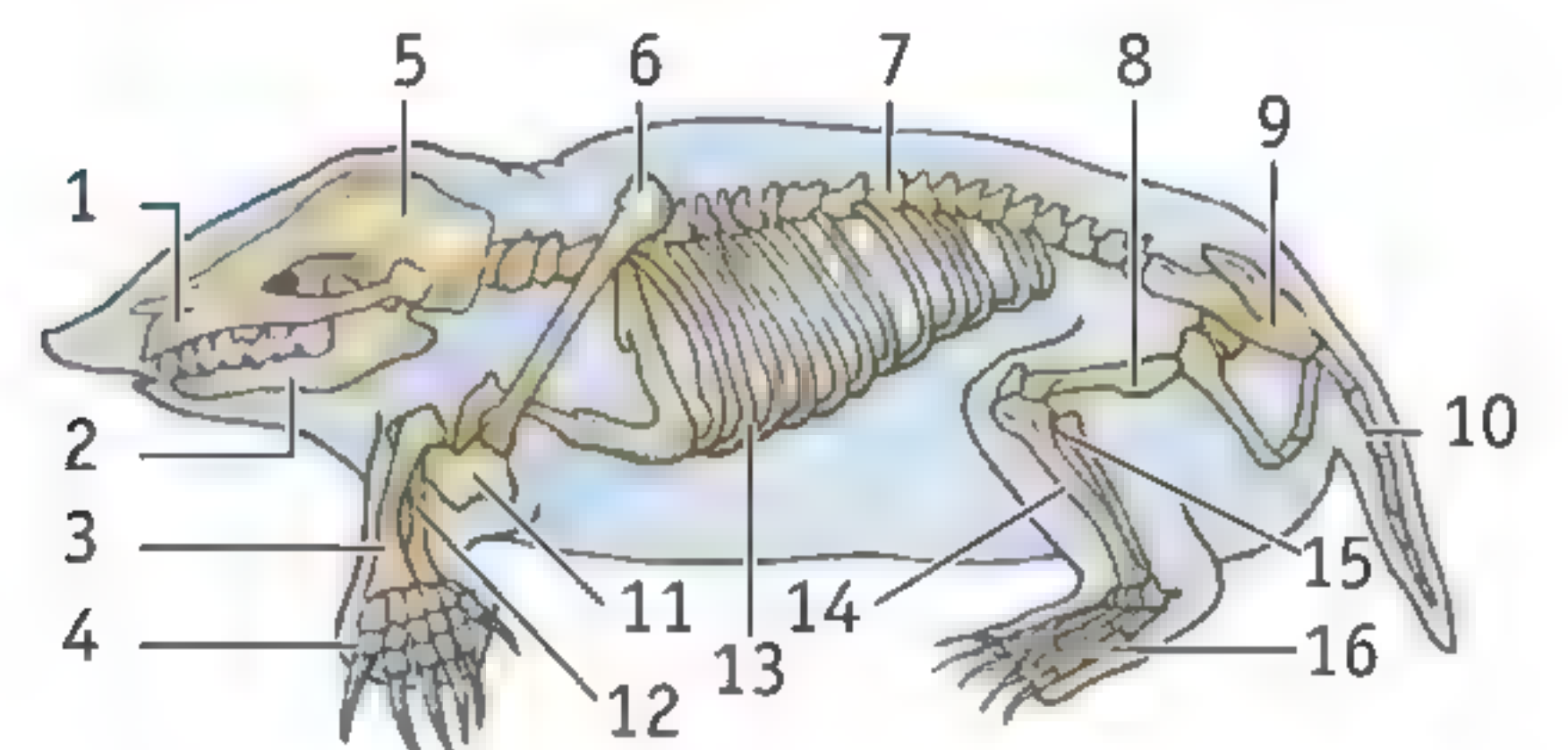
WB OPDRACHT 32 EN 33 BLZ. 31



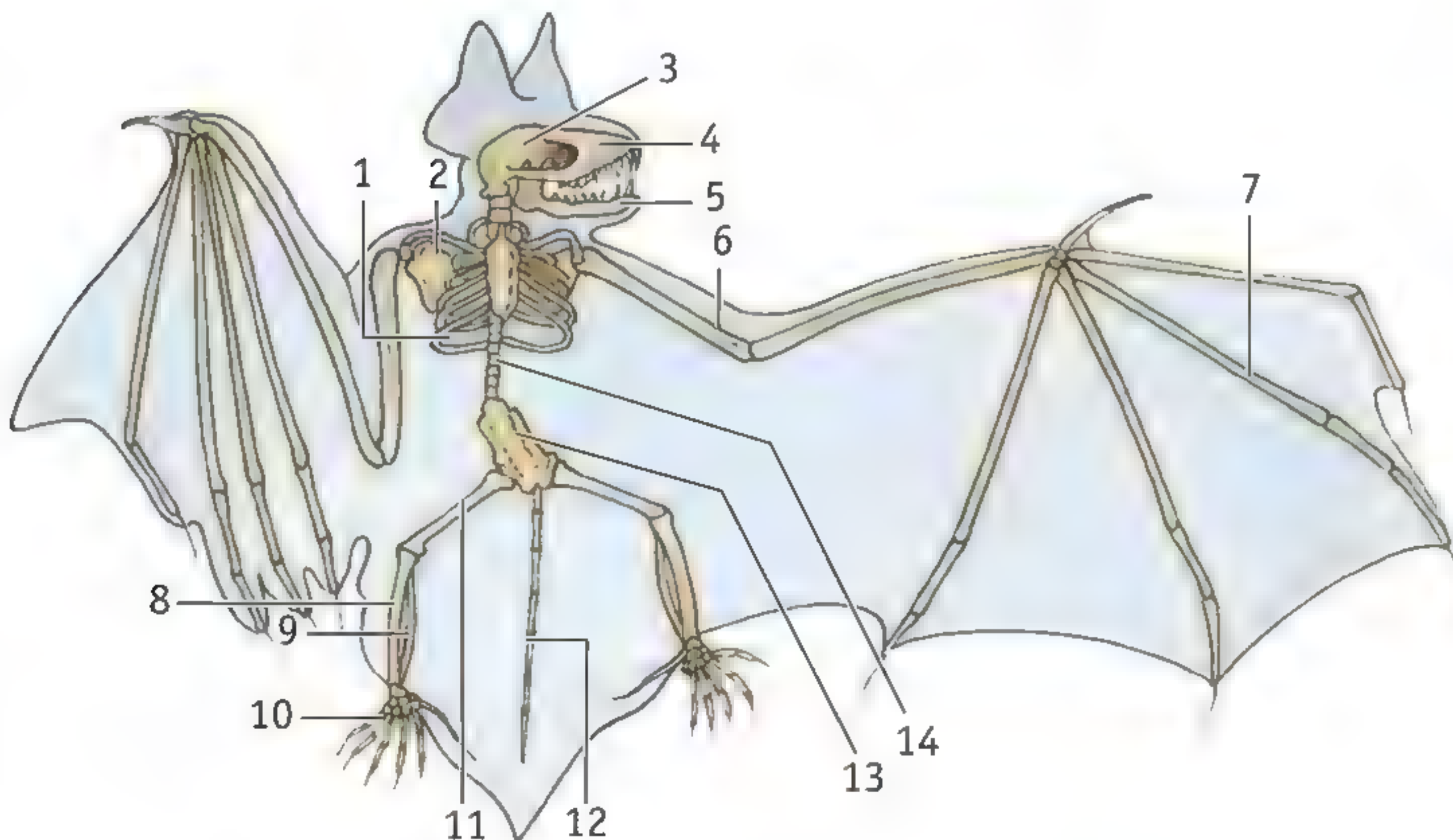
1 een hond



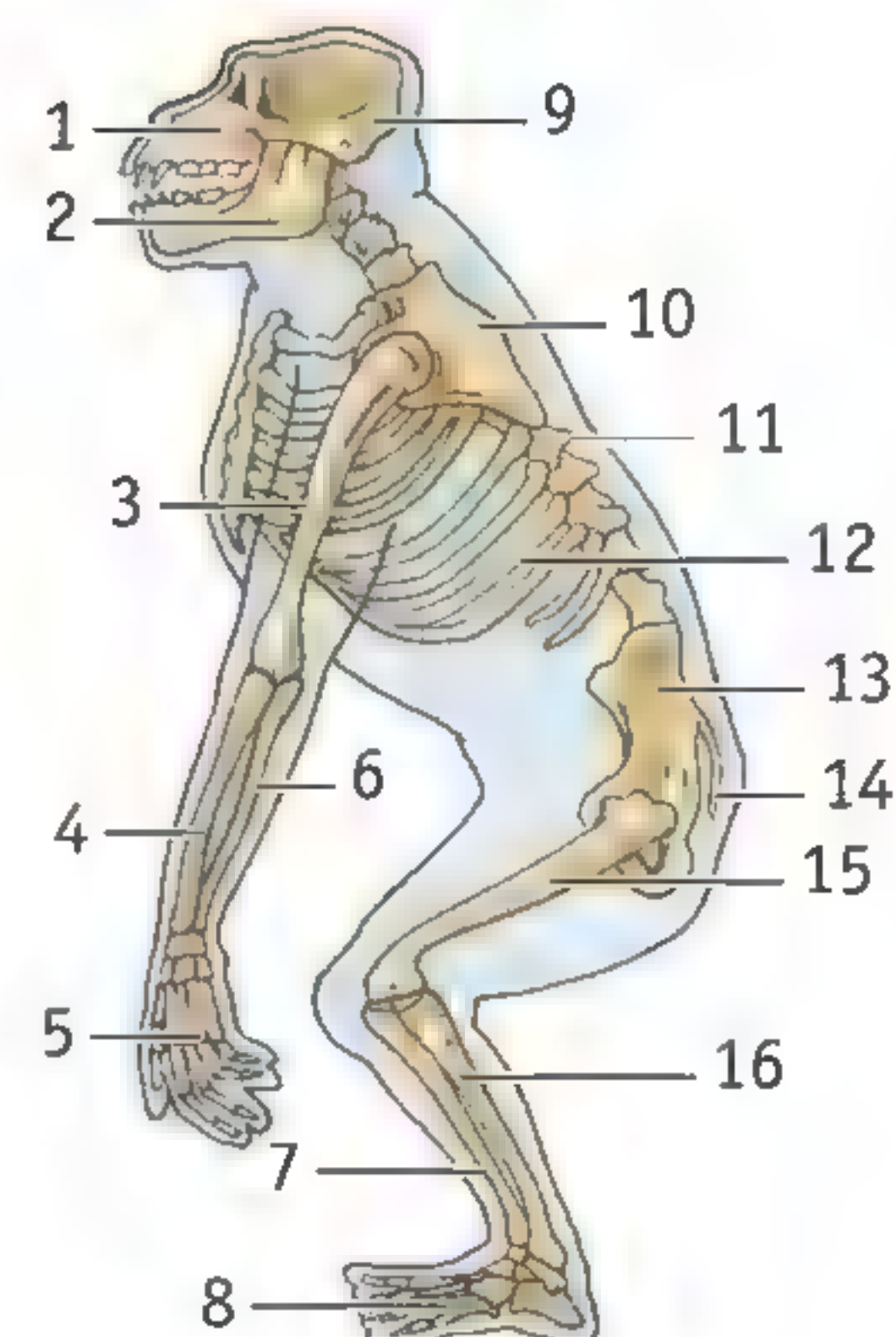
2 een walvis



3 een mol



4 een vleermuis

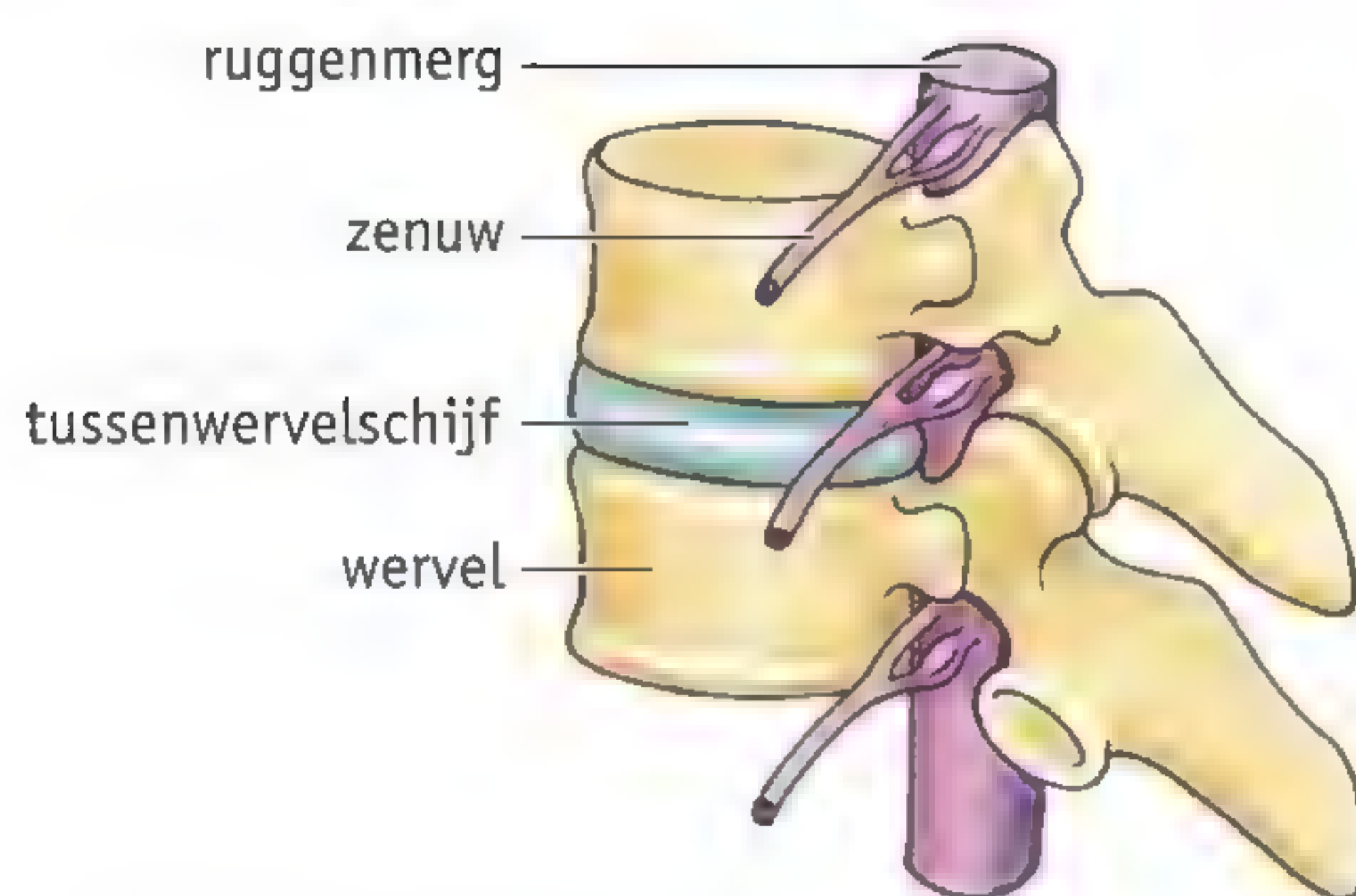


5 een chimpansee

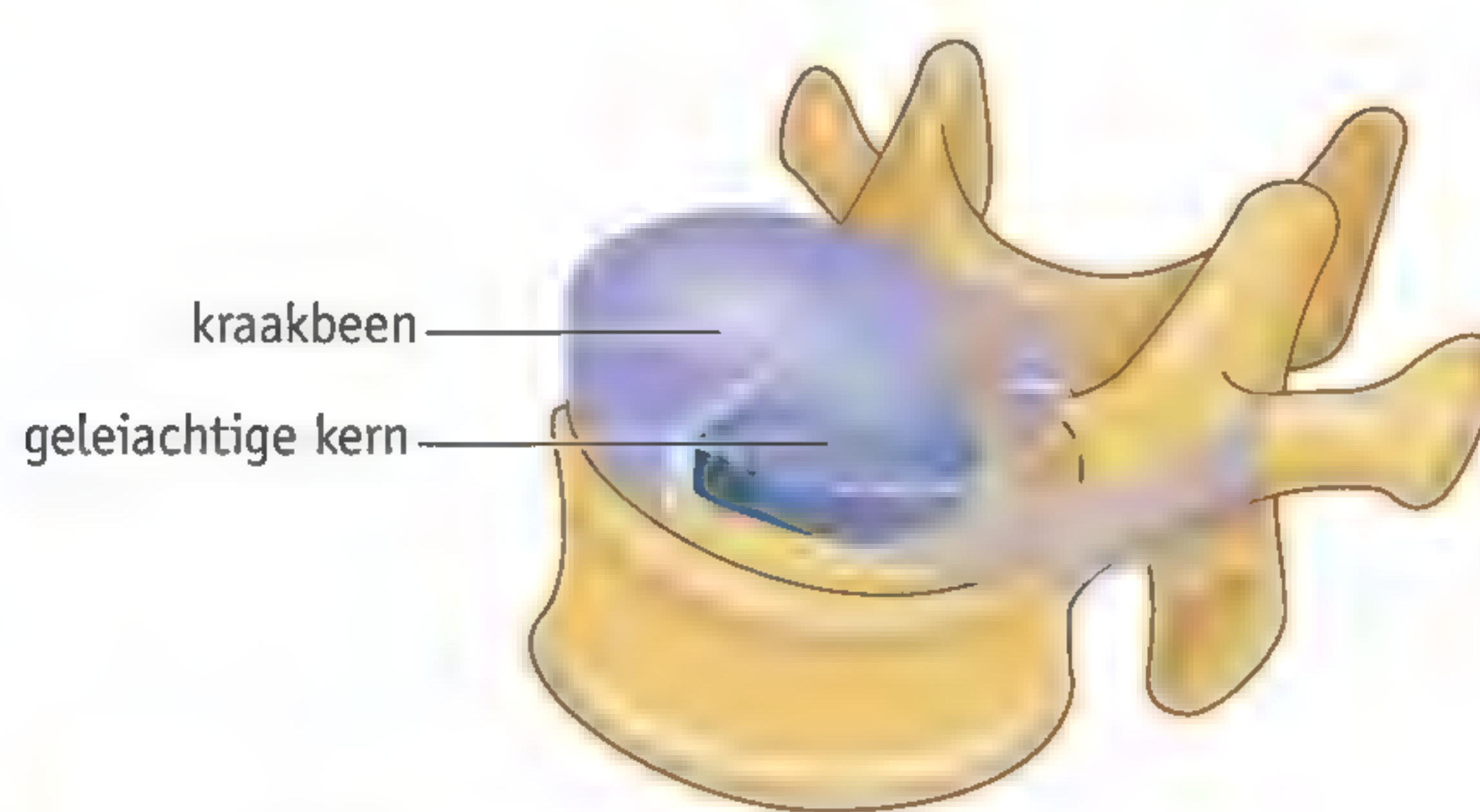
9 Problemen met de wervelkolom

Je hebt geleerd dat de wervels met elkaar verbonden zijn door tussenwervelschijven. Tussenwervelschijven vangen door hun veerkracht schokken op en maken het buigen van de wervelkolom mogelijk. Een tussenwervelschijf bestaat uit een **geleiachtige kern** die omgeven is door kraakbeen (zie afbeelding 42). Vooral de geleiachtige kern geeft een tussenwervelschijf zijn veerkracht. Het vocht in de geleiachtige kern staat onder hoge druk.

▼ Afb. 42



1 deel van de wervelkolom



2 wervel en tussenwervelschijf

RUGHERNIA

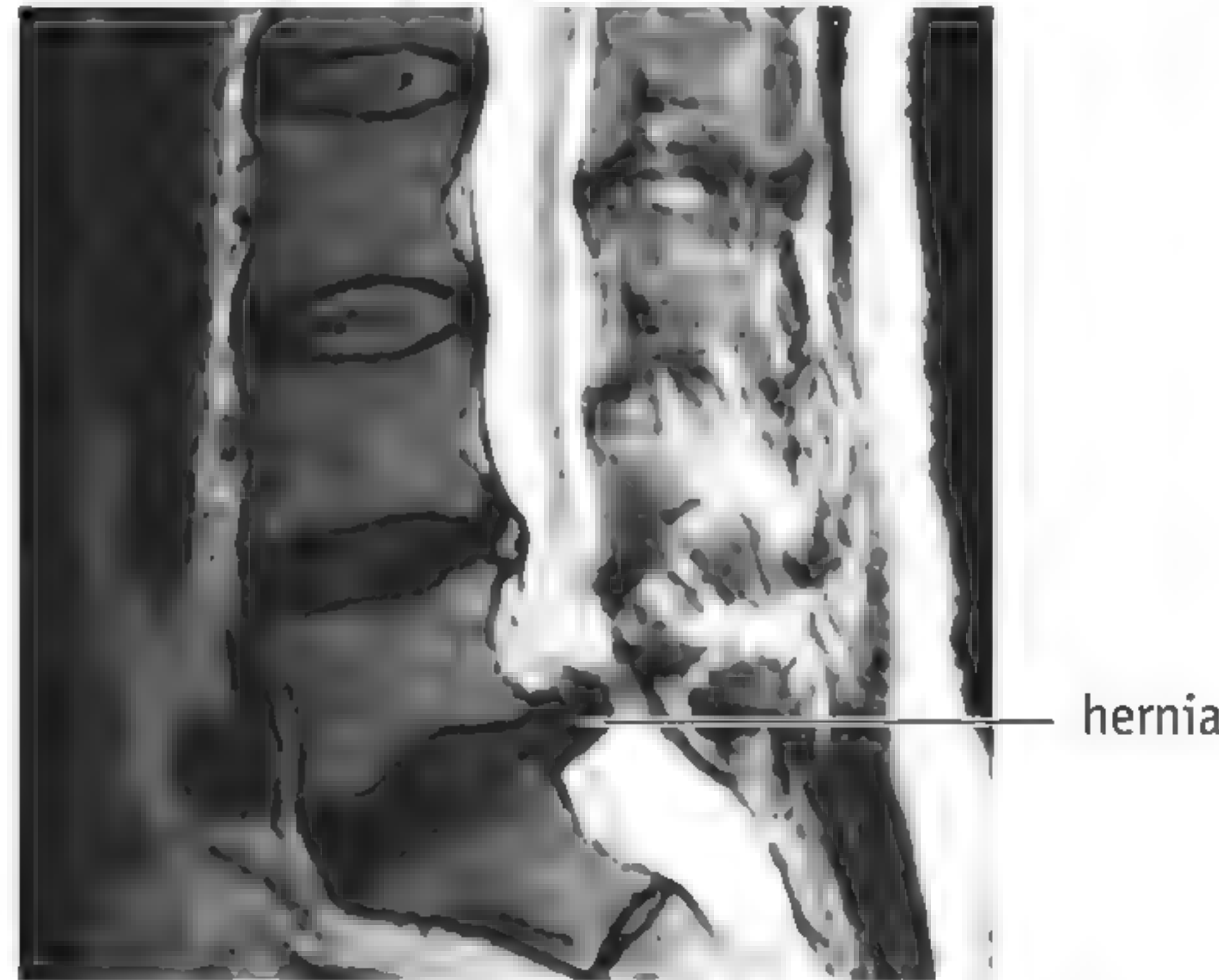
Bij het ouder worden neemt de stevigheid van het kraakbeen in tussenwervelschijven af. Er kan dan een zwakke plek ontstaan in het kraakbeen. Door de druk kan de geleiachtige kern via de zwakke plek uitstulpen. Dit noem je een **hernia** van een tussenwervelschijf of **rughernia**. In afbeelding 43 zie je een röntgenfoto van een wervelkolom van iemand met rughernia. Het uitstulpende deel van de tussenwervelschijf drukt tegen het ruggenmerg, waardoor een deel van de zenuwen klem zit. Dit veroorzaakt scherpe pijn in de rug, billen en benen. Soms is het zo ernstig dat iemand zijn been niet meer kan bewegen.

Een hernia kan vanzelf overgaan. Veel mensen denken dat ze bij een hernia hun rug zo min mogelijk moeten bewegen. Dit is niet zo. Juist beweging kan helpen, maar wel rustig aan en tussentijds rust nemen. Door in bed te blijven liggen, worden de spieren stijver en gaat de conditie achteruit.

Bij ernstige beknelling van een zenuw kan een operatie nodig zijn. De chirurg verwijdert dan de uitpuiling of de hele tussenwervelschijf.

Waardoor bij sommige mensen wel hernia ontstaat en bij andere niet is niet precies bekend, maar zeer waarschijnlijk spelen houding (veel zitten) en gebrek aan gezonde lichaamsbeweging een rol.

► **Afb. 43** Hernia (röntgenfoto).



SPIT

Soms wordt hernia verward met **spit**. Spit treedt vaak plotseling op na een verkeerde beweging. Bij spit verkrampen spieren onder in de rug. Dit veroorzaakt rugpijn, waardoor iemand moeite heeft met opstaan. De pijn kan enkele dagen tot soms een paar weken aanhouden. Het beste is om te blijven bewegen, dan gaat de verkramping het snelst weg. Het is niet verstandig om zwaar te tillen, langdurig in één houding te zitten of langdurig stil te staan. De rug warm houden helpt ook.

Overgewicht, een verkeerde lichaamshouding en weinig bewegen vergroten de kans op spit.

WB OPDRACHT 34 EN 35 BLZ. 32

Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet in een afbeelding de botten van het skelet kunnen herkennen en benoemen.

- De schedel.
 - Botten van de schedel: voorhoofdsbeen, wandbeenderen, achterhoofdsbeen, slaapbeenderen, wiggenbeenderen, jukbogen, neusbeenderen, bovenkaak, onderkaak.
- De romp.
 - Wervelkolom: halswervels, borstwervels, lendenwervels, heiligbeen, staartbeen.
 - Borstkas: borstwervels, ribben, borstbeen.
 - Schoudergordel: schouderbladen, sleutelbeenderen.
 - Bekkengordel: heupbeenderen, heiligbeen.
- De ledematen (armen en benen).
 - Arm: opperarmbeen, ellepijp, spaakbeen, handwortelbeentjes, middenhandsbeentjes, vingerkootjes.
 - Been: dijbeen, knieschijf, scheenbeen, kuitbeen, voetwortelbeentjes, middenvoetsbeentjes, teenkootjes.

DOELSTELLING 2

Je moet de functies van het skelet kunnen noemen en de relatie tussen de vorm en functie van botten kunnen beschrijven.

- Het skelet zorgt dat je rechtop kunt staan.
- Het skelet beschermt tere organen.
- Het skelet maakt beweging mogelijk.
 - De meeste botten van het skelet zijn beweeglijk met elkaar verbonden.
 - Aan botten zitten uitsteeksels waar spieren aan vastzitten.
- Het skelet geeft vorm aan het lichaam.
 - Met een gestroomlijnd lichaam kan een dier sneller bewegen, bijv. in water.
 - De vorm van de poten van een dier heeft te maken met de voortbeweging van het dier. Zoolgangers: lopen op de hele voetzool, bijv. beren, mensen. Teengangers: lopen op de tenen, bijv. katten. Topgangers (hoefgangers): lopen op de toppen van de tenen, bijv. paarden.

DOELSTELLING 3

Je moet de bouw van botten kunnen beschrijven en je moet kunnen beschrijven hoe de samenstelling van botten tijdens het leven verandert.

- Het skelet bestaat uit pijpbeenderen en platte beenderen.
 - Pijpbeenderen: langwerpige botten, zoals ellepijp en dijbeen.
 - Platte beenderen zijn o.a. schedelbeenderen en heupbeenderen.
- Kraakbeen is stevig en goed buigzaam.
 - Bij volwassenen komt kraakbeenweefsel o.a. voor in de neus, in de oorschelpen, in gewrichten en tussen de wervels.
 - Kraakbeencellen liggen in groepjes bij elkaar in de tussencelstof.
- Bot is heel stevig en een beetje buigzaam.
 - Kalkzouten in de tussencelstof geven stevigheid (hardheid). Kalkzouten lossen op in zoutzuur.
 - Lijmstof in de tussencelstof zorgt voor de buigzaamheid. Lijmstof verbrandt in een vlam.
 - Botcellen liggen in de tussencelstof in kringen rondom kanaaltjes.
- Samenstelling van de botten tijdens het leven.
 - Baby's: de beenderen bestaan voornamelijk uit kraakbeenweefsel.
 - Bij het ouder worden verandert het kraakbeenweefsel in botweefsel. Tussen de schedelbeenderen blijven eerst nog ruimten aanwezig: de fontanellen.
 - Kinderen: de beenderen bestaan uit beenweefsel met veel lijmstof en weinig kalkzouten.
 - Ouderen: de beenderen bestaan uit beenweefsel met weinig lijmstof en veel kalkzouten.

DOELSTELLING 4

Je moet de vier manieren waarop botten met elkaar zijn verbonden, kunnen onderscheiden.

- Sommige botten zijn onbeweeglijk met elkaar verbonden.
 - Vergroeid: twee of meer beenderen zijn tot één geheel geworden. Bijv. de wervels van het heiligbeen.
 - Door een naad. Bijv. de schedelbeenderen.
- Sommige botten zijn beweeglijk met elkaar verbonden
 - Door kraakbeen, waardoor een beetje beweging mogelijk is. Bijv. de ribben met het borstbeen, wervels.
 - Door een gewricht, waardoor veel beweging mogelijk is. Bijv. de vingerkootjes, heupbeen en dijbeen.

DOELSTELLING 5

Je moet de bouw en werking van gewrichten kunnen beschrijven.

- Bij een gewricht draait de gewrichtskogel in de gewrichtskom.
 - Kraakbeenlaagjes gaan slijtage tegen en maken de beweging soepeler.
 - Het gewrichtskapsel geeft gewrichtssmeer af, waardoor het gewricht soepel kan bewegen.
 - Gewrichtsbanden en het gewrichtskapsel houden de botten op hun plaats.
- Door de bouw van een gewricht kunnen de botten op bepaalde manieren bewegen.
 - Kogelgewrichten: er is een draaiende beweging mogelijk (schoudergewricht en heupgewricht).
 - Scharniergewrichten: er is alleen een beweging heen en terug mogelijk (tussen vingerkootjes, teenkootjes, opperarmbeen en ellepijp, en dijbeen en scheenbeen).
 - Rolgewricht: het ene bot draait in de lengteas om het andere bot (spaakbeen en ellepijp).

DOELSTELLING 6

Je moet de werking van spieren kunnen beschrijven.

- Skeletspieren zitten met pezen vast aan de botten.
 - Aanhechtingsplaats: de plaats waar een spier aan een bot vastzit.
 - Pezen kunnen zich niet samentrekken.
- Spieren kunnen een bot bewegen door samen te trekken.
 - Een spier die zich samentrekt, wordt korter en dikker.
- Antagonisten: twee spieren die gezamenlijk een bot in een bepaalde richting heen en terug kunnen bewegen.
 - Het samentrekken van antagonisten heeft een tegengesteld effect.
Bijv. armbuigspier (biceps) en armstrekspier (triceps).

DOELSTELLING 7

Je moet het belang van een goede lichaamshouding kunnen aangeven.

- De wervelkolom heeft een dubbele-S-vorm.
 - De vorm wordt in stand gehouden door rugspieren die aan de wervels zijn bevestigd.
 - Tussenwervelschijven werken als schokbrekers.
- Een goede lichaamshouding voorkomt afwijkingen in de vorm van de wervelkolom en daardoor (rug) pijn.

- Door vaak een verkeerde lichaamshouding aan te nemen, kunnen afwijkingen in de vorm van de wervelkolom ontstaan.
- Door een goede lichaamshouding behoudt de wervelkolom de dubbele-S-vorm en vermindert de kans op rugklachten.
- Bij tillen is het belangrijk dat de wervelkolom de dubbele-S-vorm houdt. Houd je zo veel mogelijk aan de regels voor goed tillen.
- Door regelmatige lichaamsbeweging en sporten versterk je de rugspieren. Hierdoor heb je minder snel last van rugpijn.

DOELSTELLING 8

Je moet van enkele sportblessures kunnen beschrijven wat er aan de hand is en hoe ze kunnen worden behandeld.

- Bij sportblessures spelen vaak meerdere factoren een rol.
 - Bijv.: ruw spel, weinig ervaring, slechte conditie, overbelasting, oververmoeidheid, slecht materiaal en slechte of geen warming-up en cooling-down.
- Spierscheuring.
 - Oorzaak: een te sterke inspanning of een plotselinge beweging.
 - Een spierscheuring kan genezen door rust.
- Botbreuk.
 - Oorzaak: meestal een val of ruw spel.
 - Om te genezen moeten de bothelften in de goede stand staan. Soms moeten de bothelften worden gezet.
- Voetbalknie: in het kniegewricht is een meniscus beschadigd.
 - Oorzaak: bijvoorbeeld een draaibeweging van het lichaam, terwijl het onderbeen blijft staan.
 - Vaak moet een beschadigde meniscus operatief worden behandeld.
- Kneuzing: een beschadiging van weefsel zonder dat er iets is gescheurd of gebroken.
 - Oorzaak: meestal een stoot, een stomp of een trap.
 - Een gekneusde plek zwelt op, o.a. door een inwendige bloeding.
 - Een kneuzing geneest meestal door rust.
 - Verzwikking: een kneuzing van een gewricht.
- Ontwrichting: de gewrichtskogel schiet uit de gewrichtskom.
 - Een arts moet de gewrichtskogel weer op zijn plaats brengen in de gewrichtskom.

- Ontstekingen van de aanhechtingsplaatsen van spieren.
 - Oorzaak: overbelasting van de spieren.
 - Bij een tenniselleboog is de aanhechtingsplaats van een elleboogspier ontstoken.
 - Ontstekingen genezen meestal door rust.
- RSI ontstaat door vaak dezelfde beweging te maken.
 - RSI kan worden tegengegaan door een goede zithouding en een goede werkplek.
- Veel blessures worden behandeld door de plek te koelen.
 - Koelen vermindert een inwendige bloeding.
 - Koelen vermindert een zwelling.
 - Koelen vermindert de pijn.

EXTRA DOELSTELLING 9

Je moet in afbeeldingen van het skelet van zoogdieren de botten kunnen benoemen en verschillen met het skelet van de mens kunnen noemen.

- Tussen het skelet van zoogdieren en het skelet van de mens zijn veel overeenkomsten.
- Bij veel zoogdieren ontbreken bepaalde botten in het skelet, bijv. de knieschijf.

EXTRA DOELSTELLING 10

Je moet kunnen beschrijven wat er aan de hand is bij hernia en spit.

- Een tussenwervelschijf bestaat uit kraakbeen en een geleïachtige kern.
 - De geleïachtige kern geeft de tussenwervelschijf veerkracht.
- Rughernia: een breuk van het kraakbeen van een tussenwervelschijf.
 - De geleïachtige kern kan tegen een zenuw drukken waardoor rugpijn ontstaat die uitstraalt naar de benen.
- Spit: verkramping van de spieren onder in de rug.
 - Spit treedt meestal plotseling op na een verkeerde beweging.
 - Bij spit straalt de rugpijn niet uit naar de benen.
 - Een slechte lichaamshouding, overgewicht en veel zitten vergroten de kans op spit.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit teksten.
- Je hebt geoefend in het werken met de microscoop.
- Je hebt geoefend in het maken van tekeningen.
- Je hebt geoefend in het doen van onderzoek.
- Je hebt het belang van een goede lichaamshouding en gezond sporten geleerd.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een preparateur en met een fysiotherapeut. Ook heb je kennisgemaakt met toepassingen in de wetenschap en de dagelijkse praktijk die te maken hebben met dit thema.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

Om de botten van het skelet te kunnen zien, laten specialisten in ziekenhuizen vaak een röntgenfoto maken. In afbeelding 44 zie je drie röntgenfoto's. Noteer de namen van de genummerde botten.

▼ Afb. 44



DOELSTELLING 2

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Door je skelet kun je rechtop staan.
Noteer drie andere functies van het skelet van de mens.
- 2 In afbeelding 45 zie je wervels van een walvis. Een deel is aangegeven met de letter P.
Bij welke functie van het skelet speelt deel P een rol?

▼ **Afb. 45**

- 3 Baby's die al kunnen staan, hebben vaak kromme benen.
Welke functie van het skelet is bij baby's nog niet volledig aanwezig?
- 4 Hoe noem je een lichaamsvorm die geschikt is om in het water snel te bewegen?

Dieren kunnen op hun hele voet lopen, op hun tenen of op de toppen van hun tenen.

- 5 Hoe noem je dieren die op hun hele voet lopen?
- 6 Hoe noem je dieren die op de top van hun tenen lopen?
- 7 Tot welke groep hoort het dier van afbeelding 46?

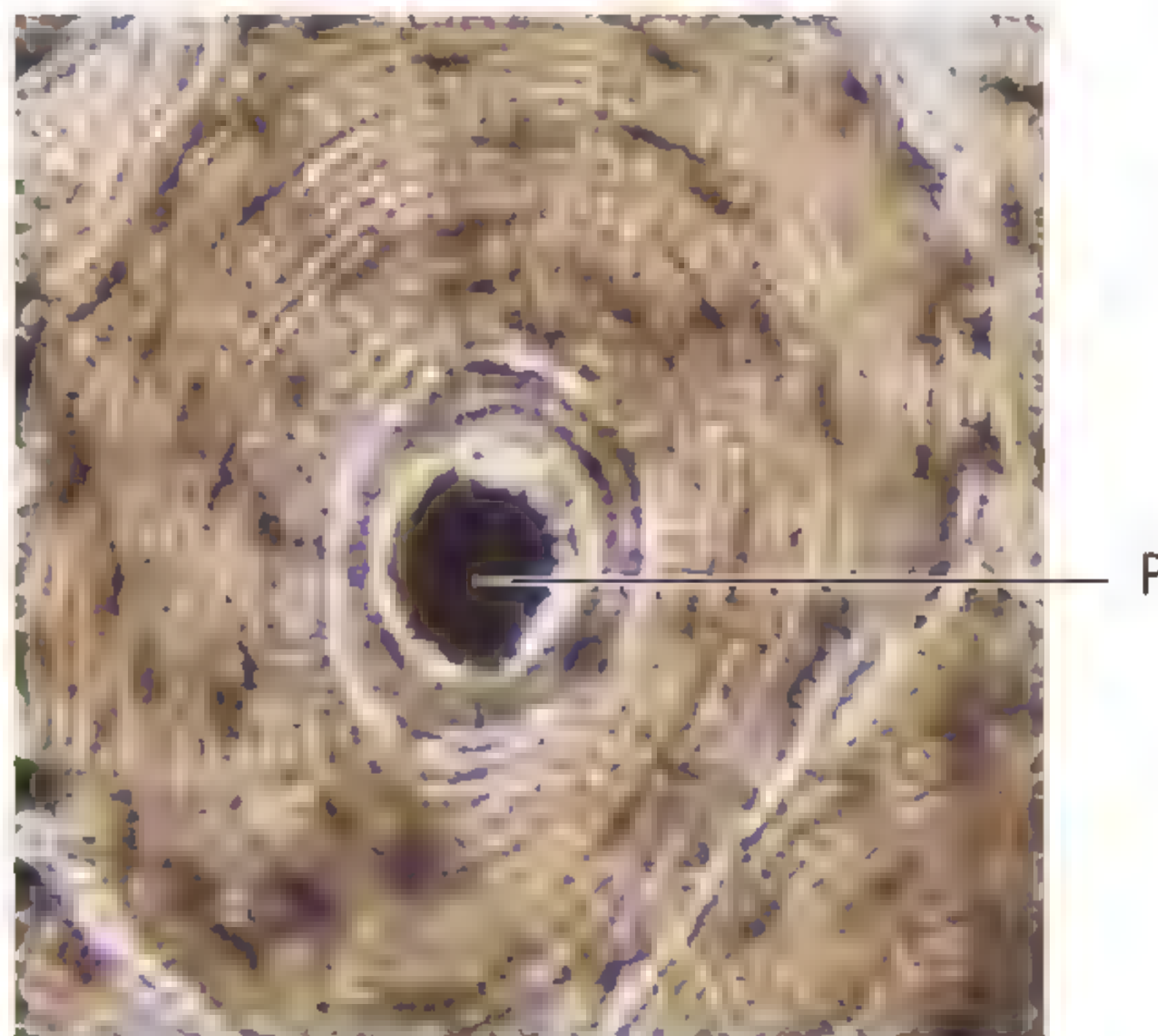
▼ **Afb. 46****DOELSTELLING 3**

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Waaruit bestaan botten van pasgeboren baby's voornamelijk?
- 2 Welk bestanddeel van de tussencelstof geeft de stevigheid (hardheid) aan botweefsel?
- 3 In afbeelding 47 zie je een biologiedocent die een kippenbotje laat zien dat een speciale behandeling heeft ondergaan.
Welke behandeling heeft dit botje ondergaan?

▼ **Afb. 47**

Afbeelding 48 is een microscopische foto van een stukje weefsel van de mens.

▼ **Afb. 48**

- 4 Welk type weefsel zie je op de foto?
- 5 Wat geeft P in afbeelding 48 aan?
- 6 Op röntgenfoto's van beenderen zien de kalkhoudende delen er witter uit naarmate ze meer kalkzouten bevatten. In afbeelding 49 zie je twee röntgenfoto's van een hand (de foto's hebben een verschillende vergroting).
Welke van beide foto's is de foto van een hand van een kind? Leg je antwoord uit.

▼ Afb. 49



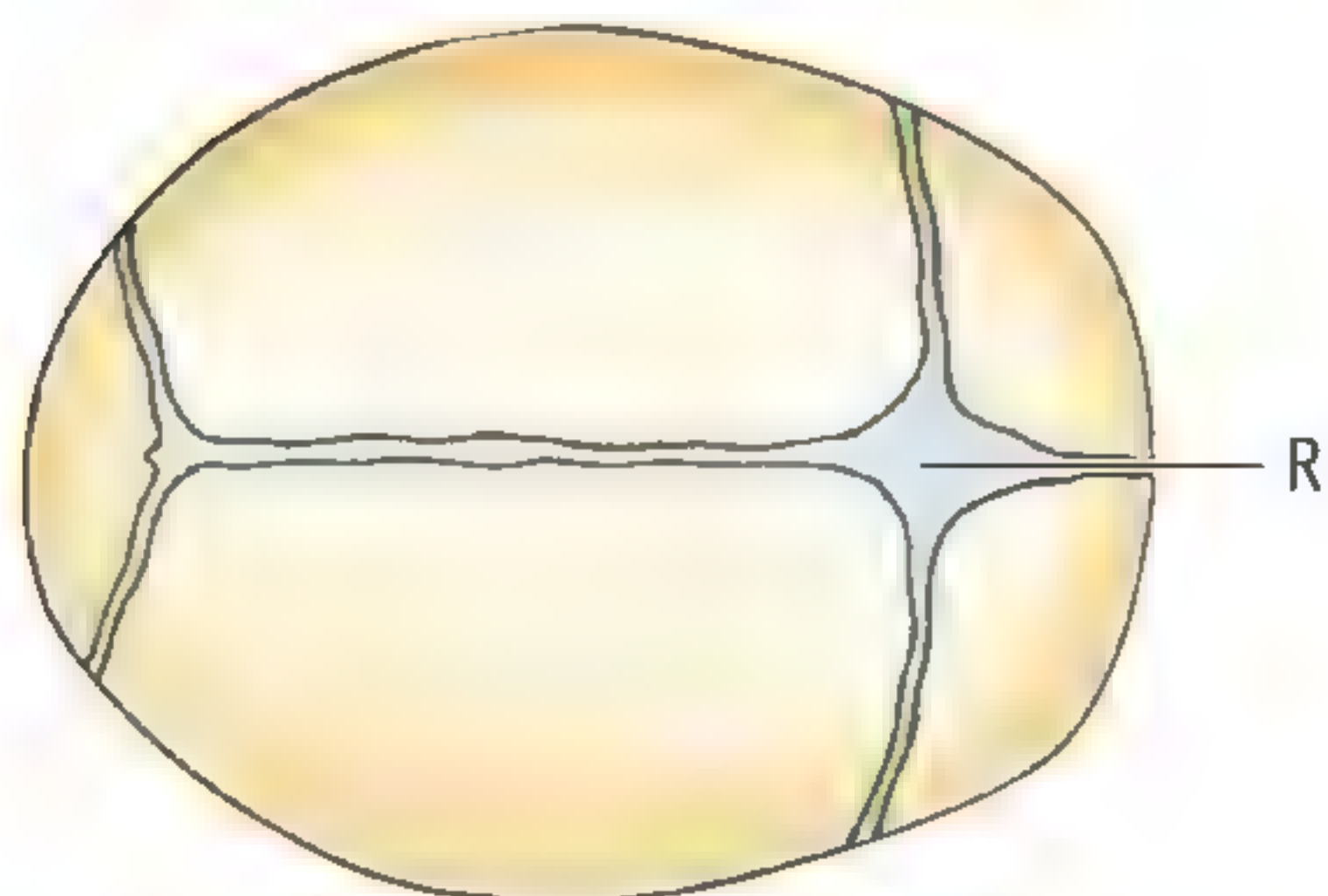
1



2

- 7 Afbeelding 50 is een schematische tekening van de schedel van een pasgeboren baby van bovenaf gezien.
Hoe heet het deel dat met R is aangegeven?

▼ Afb. 50

**DOELSTELLING 4**

Op het scoreblad staat een schema met de vier manieren waarop beenderen met elkaar kunnen zijn verbonden.

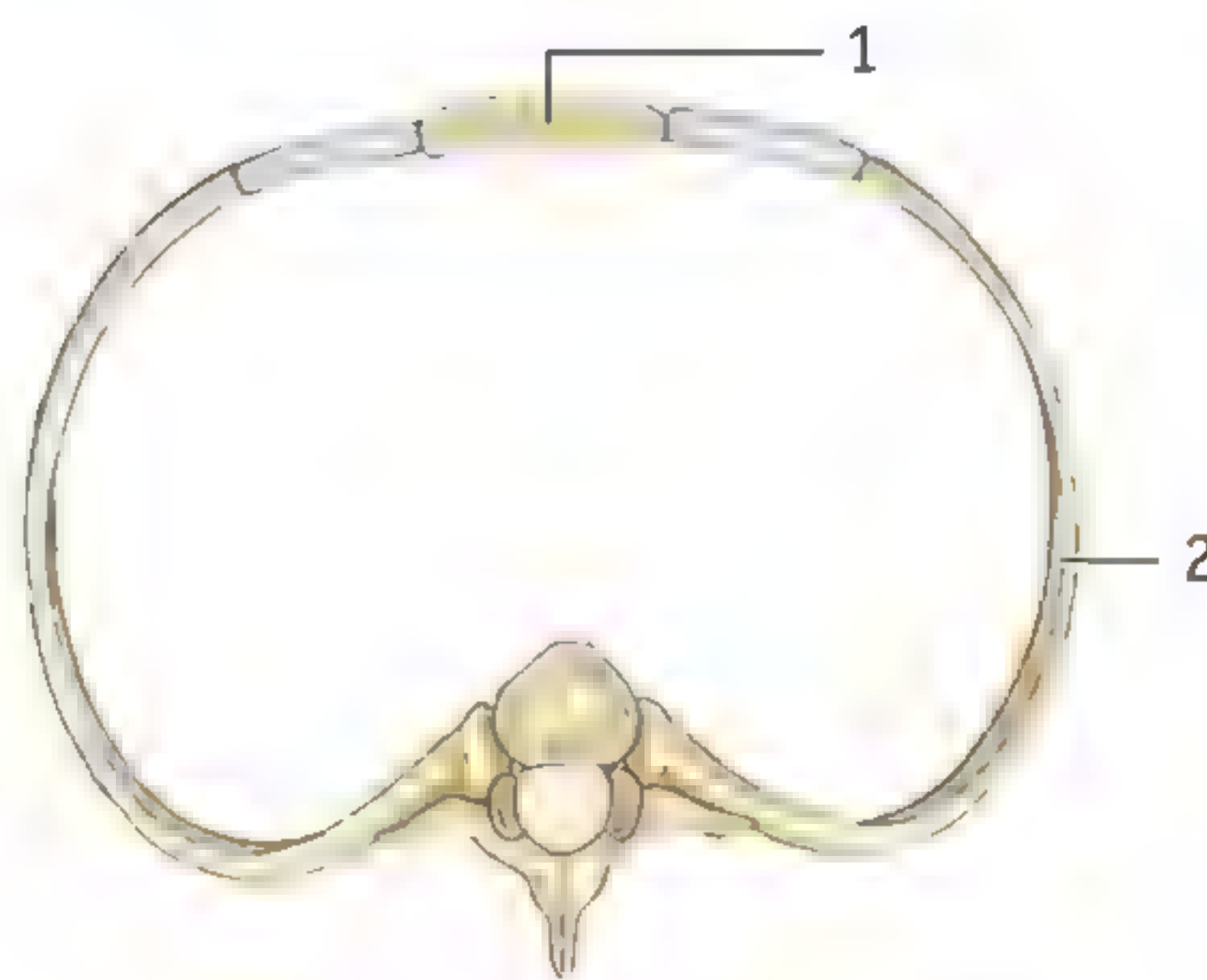
Beantwoord de volgende vragen door kruisjes te zetten in de juiste kolom(men).

- 1 Bij welke verbinding zijn twee of meer beenderen tot één geheel geworden?
- 2 Bij welke twee verbindingen is geen beweging mogelijk?

In afbeelding 51 is een deel van het skelet van de mens schematisch getekend.

- 3 Welke verbinding is er tussen de delen 1 en 2 in de afbeelding?
- 4 Welke andere verbinding komt in dit deel van het skelet voor?

▼ Afb. 51



- 5 In afbeelding 52 is een deel van de schedel van een hond weergegeven.
Welke verbinding wordt in de afbeelding aangegeven met R?
- 6 Hoe is de onderkaak verbonden met de rest van de schedel?

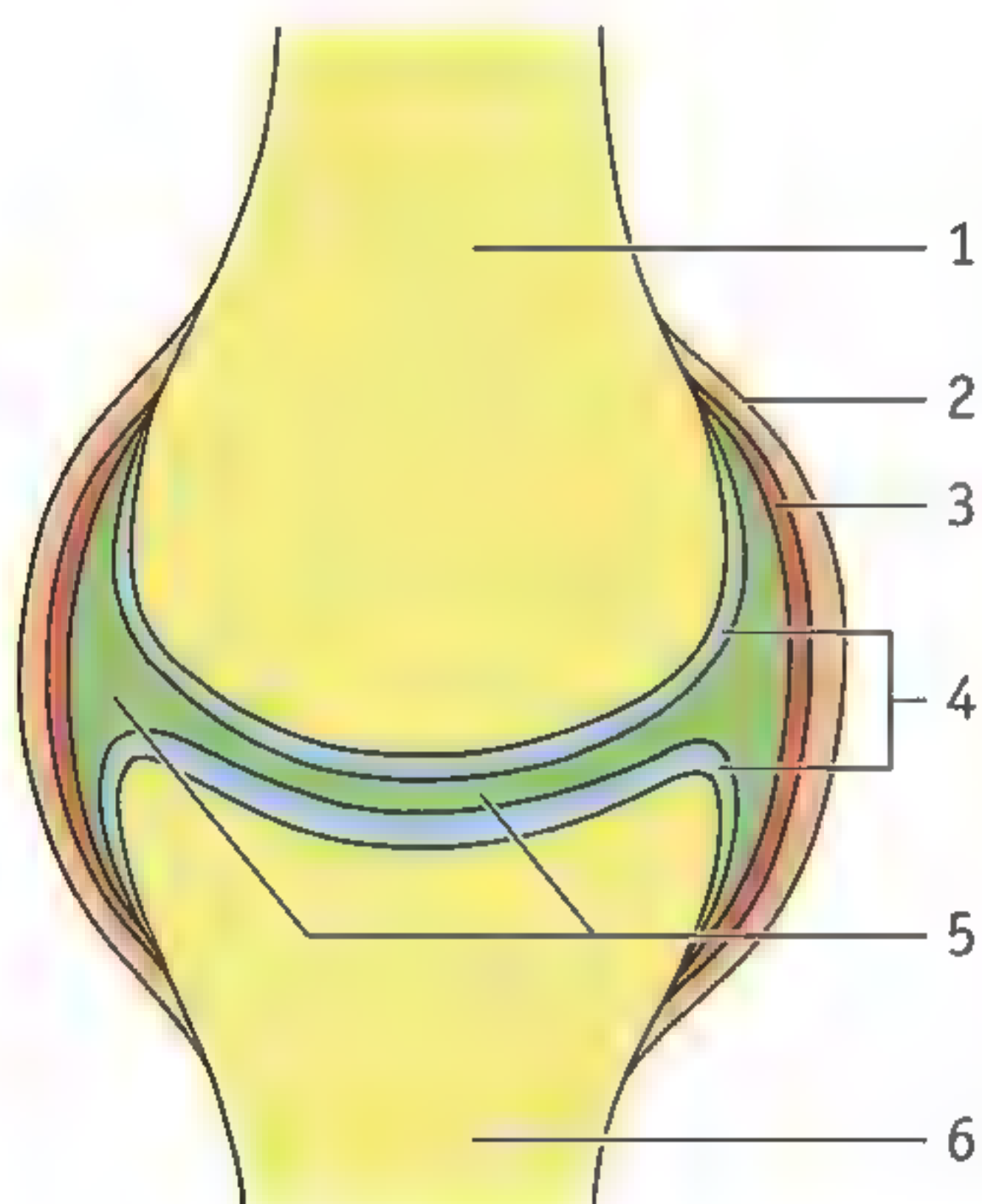
▼ Afb. 52



DOELSTELLING 5

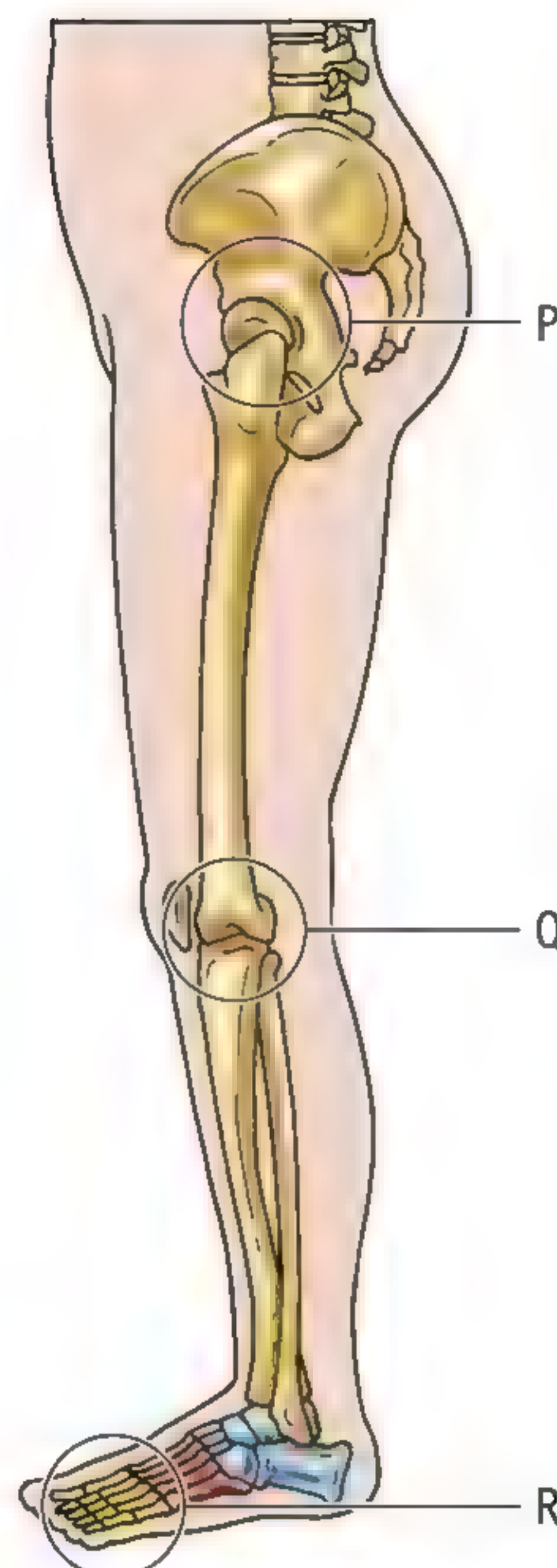
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.
In afbeelding 53 is een gewricht schematisch getekend.
De vragen 1 en 2 gaan over deze afbeelding.

▼ Afb. 53



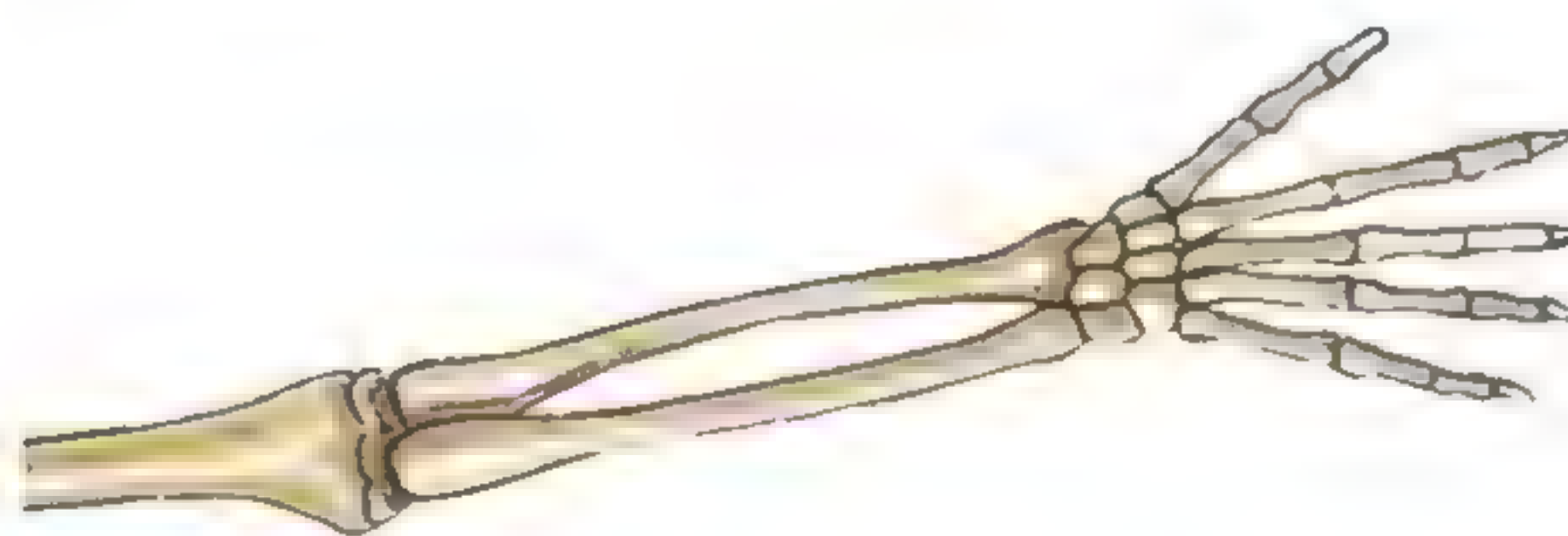
- 1 Welk van de genummerde delen geeft het gewrichtskapsel aan?
 - A 2.
 - B 3.
 - C 4.
 - D 5.
- 2 Welke van de aangegeven delen hebben als functie de botten soepel ten opzichte van elkaar te laten bewegen?
 - A 1 en 6.
 - B 2 en 3.
 - C 3 en 5.
 - D 4 en 5.
- 3 In afbeelding 54 is een been van een mens getekend. In de tekening zijn drie gewrichten aangegeven met de letters P, Q en R. Welke letter geeft of welke letters geven een scharniergewricht aan?
 - A Alleen Q.
 - B Alleen R.
 - C Alleen Q en R.
 - D Zowel P, Q als R.

▼ Afb. 54



- 4 In afbeelding 55 is een deel van het skelet getekend. Komt in dit deel van het skelet een kogelgewricht voor? En een rolgewricht?
 - A Geen kogelgewricht en ook geen rolgewricht.
 - B Wel een kogelgewricht, maar geen rolgewricht.
 - C Wel een rolgewricht, maar geen kogelgewricht.
 - D Zowel een rolgewricht als een kogelgewricht.

▼ Afb. 55



DOELSTELLING 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

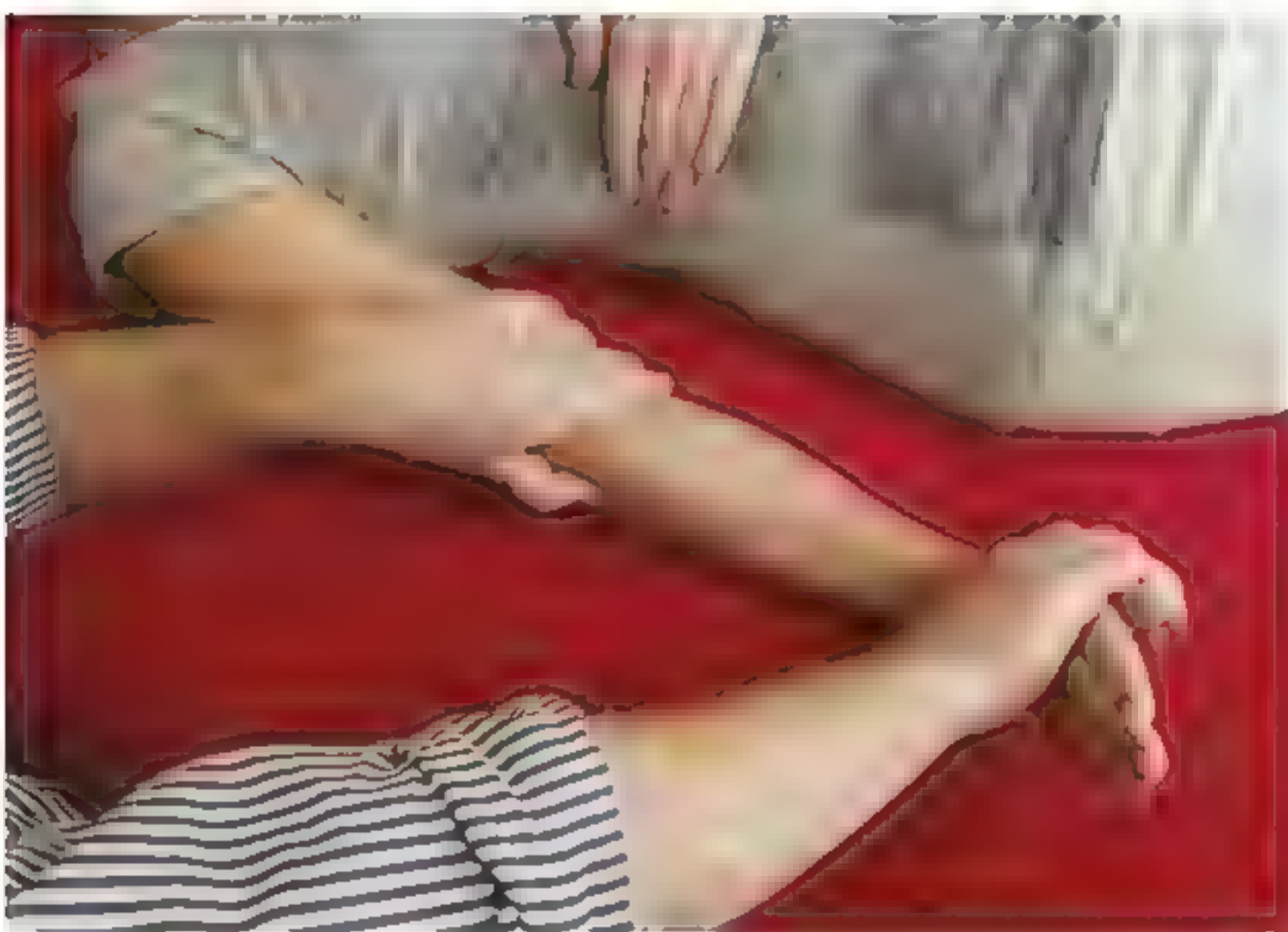
- 1 Een arts onderzoekt een armbleedure. De arts vraagt de patiënt zijn hand omhoog te bewegen terwijl hij zelf de hand tegenhoudt. In afbeelding 56.1 zie je hoe de arts de arm tijdens dit onderzoek vasthoudt. In afbeelding 56.2 is een deel van een arm schematisch getekend.

Spier P zit met pees Q vast aan het opperarmbeen. Spier P is aan de rechterkant, buiten de afbeelding, verbonden met de hand. Door samentrekken van spier P beweegt de hand omhoog.

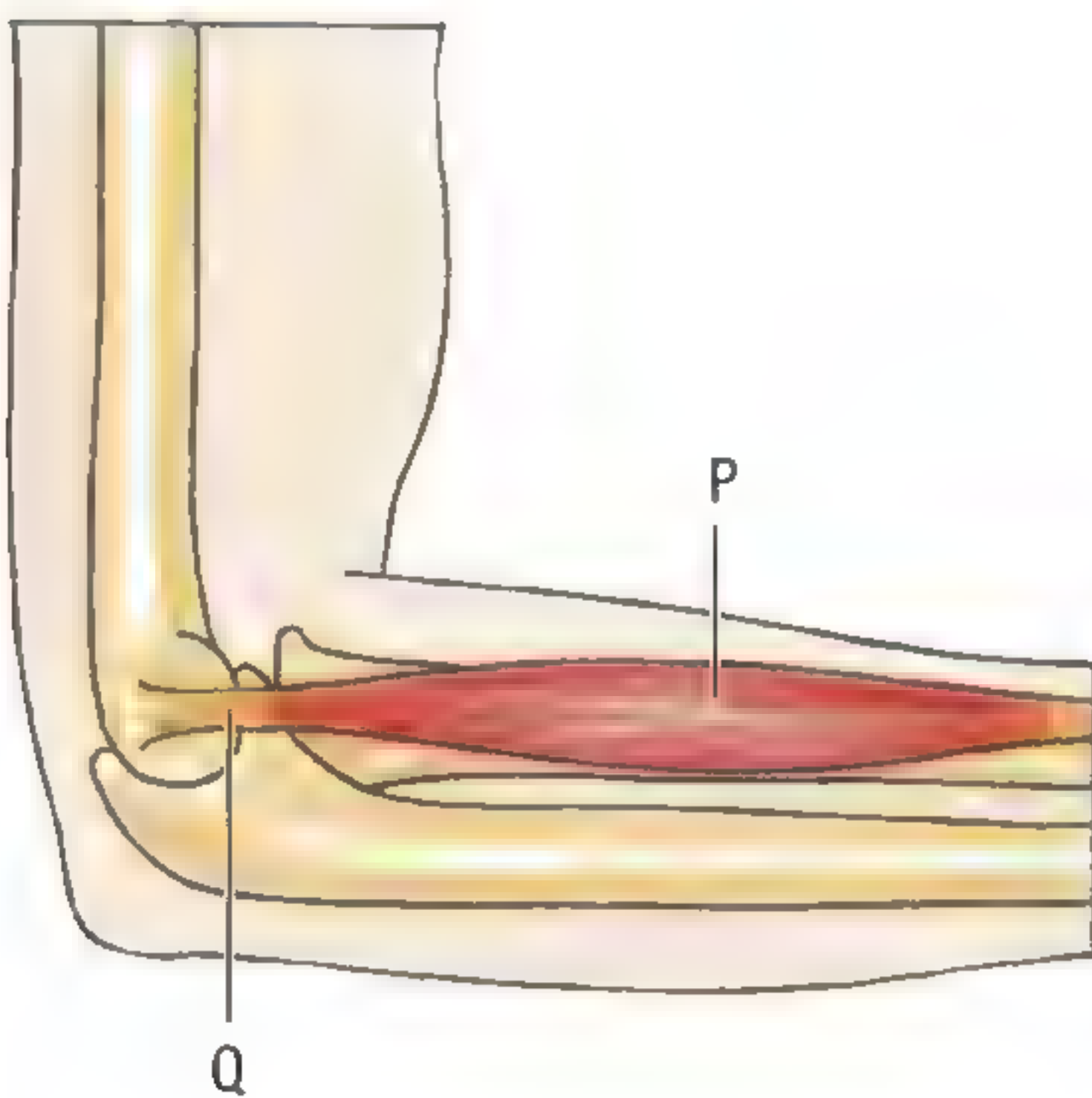
Wordt spier P tijdens het naar boven bewegen van de hand korter of blijft de spier even lang? En pees Q?

- A Spier P en pees Q worden beide korter.
- B Spier P wordt korter, Pees Q blijft even lang.
- C Spier P blijft even lang, pees Q wordt korter.
- D Spier P en pees Q blijven beide even lang.

▼ Afb. 56



1



2

- 2 In afbeelding 57 zie je een leerling die een rekoefening doet. Welke spier wordt bij deze oefening uitgerekt?

- A De voorste dijspier.
- B De kuitspier.
- C De achterste dijspier.
- D De scheenbeenspier.

▼ Afb. 57



- 3 Een biologiedocent vraagt aan twee leerlingen wat antagonisten zijn. Raoul zegt dat antagonisten spieren zijn die elkaar tegenwerken.

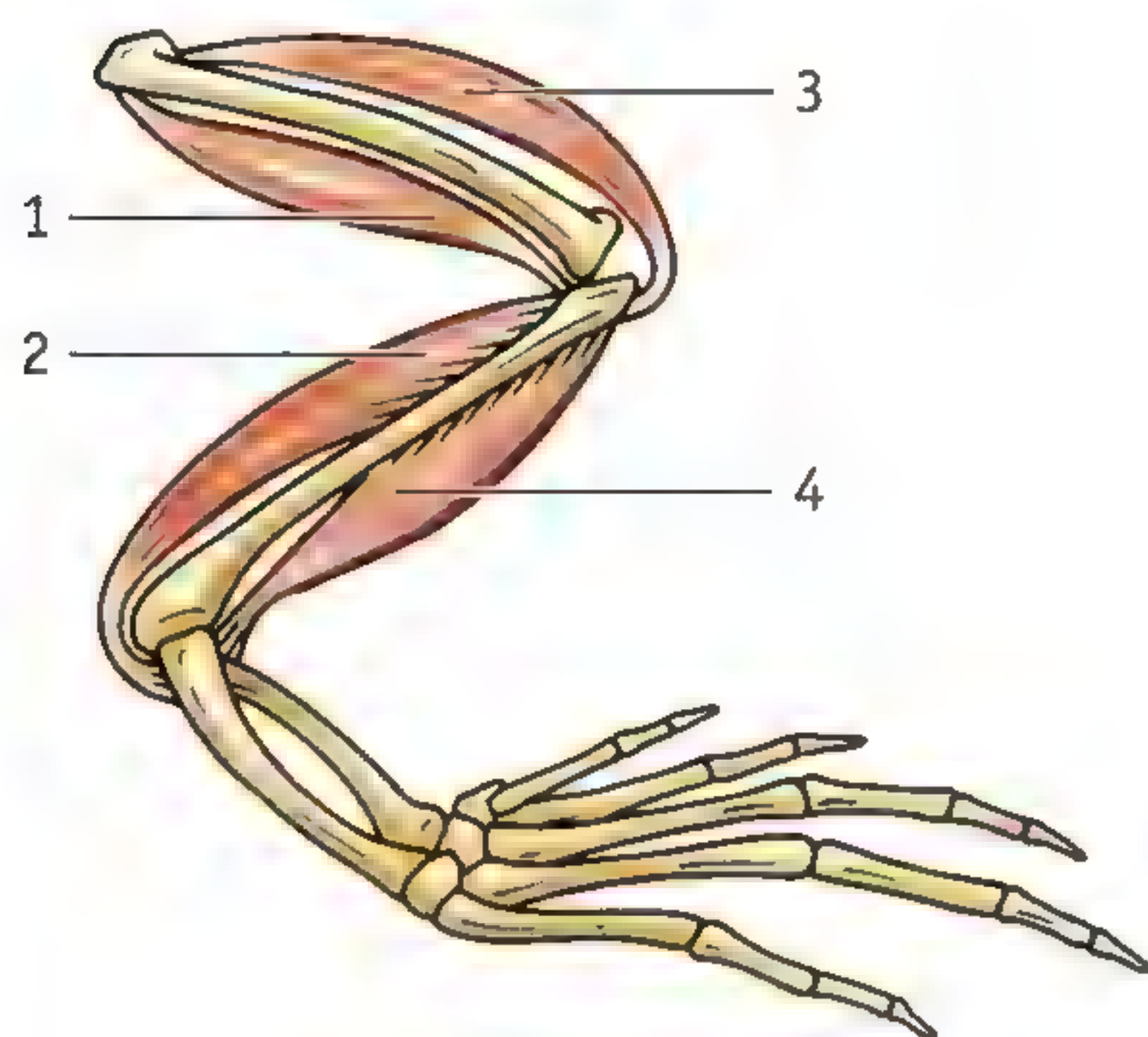
Soumia zegt dat antagonisten spieren zijn waarvan het samentrekken een tegengesteld effect heeft.

Wie heeft (hebben) gelijk?

- A Raoul en Soumia hebben beiden gelijk.
- B Alleen Raoul heeft gelijk.
- C Alleen Soumia heeft gelijk.
- D Ze hebben allebei ongelijk.

De volgende gegevens horen bij de vragen 4 en 5.
In afbeelding 58 zijn de beenderen en enkele spieren in de achterpoot van een kikker schematisch getekend.

▼ Afb. 58



- 4 Als een kikker opspringt, strekt hij zijn achterpoten. Welke twee spieren trekken zich dan samen?
- A De spieren 1 en 2.
 - B De spieren 1 en 4.
 - C De spieren 2 en 3.
 - D De spieren 2 en 4.
- 5 Welke twee spieren zijn antagonisten van elkaar?
- A De spieren 1 en 2.
 - B De spieren 2 en 3.
 - C De spieren 2 en 4.
 - D De spieren 3 en 4.

DOELSTELLING 7

Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 59 zie je een leerling op school met een computer werken.

- 1 Welke klachten kunnen ontstaan als de leerling regelmatig zo moet werken?
- 2 Hoe noem je de vorm die de wervelkolom van de mens heeft bij een goede lichaamshouding?
- 3 Hoe heet het kraakbeen dat zich tussen de wervels van de wervelkolom bevindt?
- 4 Op welke twee manieren worden schokken in je rug gedempt?

In afbeelding 60 tilt een man een kind op.

- 5 Houdt de man zich aan de regels voor goed tillen?
- 6 Kan de man last krijgen van rugpijn als hij vaak op deze manier tilt?

▼ Afb. 59



▼ Afb. 60



DOELSTELLING 8

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Henny krijgt tijdens de gymles een basketbal tegen zijn duim. Zijn duim vertoont de volgende verschijnselen:
 - 1 De huid rondom de duim wordt rood en warm.
 - 2 De duim heeft een abnormale stand.
 - 3 Er ontstaat een zwelling.
 - 4 Hij kan de duim niet meer bewegen.
 Welke van deze verschijnselen wijzen erop dat hier niet alleen sprake is van een kneuzing?
 - A De verschijnselen 1 en 2.
 - B De verschijnselen 1 en 4.
 - C De verschijnselen 2 en 3.
 - D De verschijnselen 2 en 4.

Afbeelding 61 is een artikel over een blessure die kan voorkomen bij het gebruik van een smartphone. De vragen 2 tot en met 4 gaan over dit artikel.

▼ Afb. 61

Duimklachten door smartphone

Kinderen die vaak een smartphone bedienen met hun duimen, kunnen klachten aan het duimgewricht krijgen. Bij de aanhechtingsplaatsen van de spieren die de duim bewegen, kunnen in de pezen kleine scheurtjes ontstaan. Dit veroorzaakt pijn die kan uitstralen naar de hele onderarm, waardoor het bewegen van de hand pijnlijk wordt.

De volgende symptomen kunnen voorkomen:

- zeurende pijn in de muis van de hand, polsen en onderarm;
- tinteling in de vingers;
- koud gevoel in handen en onderarmen;
- gevoelloosheid in handen en onderarmen.

Wat kun je doen?

Bij erge pijn kun je de duim koelen met bijvoorbeeld ijswater. Op het moment dat de ergste pijn verdwenen is, kun je beginnen met de opbouw van de belasting.

Bij deze opbouw is pijn het signaal om rust te nemen. Let op: overschrijd de pijngrens niet, want dat vertraagt de genezing. Je kunt enige tijd een brace dragen als ondersteuning. Het is verstandig om dan tegelijk het typen met de duimen af te wisselen met het typen met de vingers en vooral niet te lang achter elkaar de smartphone te bedienen.



- 2 Van wat voor soort blessure is hier sprake?
- A Kneuzing.
B RSI.
C Spierscheuring.
D Verzwikking.
- 3 Het koelen heeft voordelen en nadelen. Welke combinatie van voordeel en nadeel is juist?

	Voordeel	Nadeel
A	Bij een lagere temperatuur herstelt de duim sneller.	De doorbloeding neemt af waardoor het herstel langer duurt.
B	Bij een lagere temperatuur herstelt de duim sneller.	Het vocht in de duim wordt dikker waardoor die minder goed kan bewegen.
C	De pijn neemt af.	De doorbloeding neemt af waardoor het herstel langer duurt.
D	De pijn neemt af.	Het vocht in de duim wordt dikker waardoor die minder goed kan bewegen.

- 4 In de tekst staat dat je de pijngrens niet moet overschrijden. Wat wordt hiermee bedoeld?
- A Dat je erg voorzichtig moet zijn bij het typen.
B Dat je bij het typen wel wat pijn mag voelen, maar dat het niet heel zeer mag doen.
C Dat je met typen moet stoppen zodra je pijn voelt.
D Dat je niet te lang moet typen, omdat je dan oververmoeid raakt.
- 5 Waarom wordt bij een botbreuk een gipsverband aangelegd?
- A Om de bothelften in de goede stand te houden.
B Om de pijn te verminderen.
C Om inwendige bloedingen tegen te gaan.
D Om zwellingen tegen te gaan.

- 6 In afbeelding 62 staat een artikel over een blessure tijdens het handballen. Op grond van de gegevens in het artikel kun je bepalen welke blessure Anna waarschijnlijk heeft opgelopen.

Welke blessure heeft zij waarschijnlijk opgelopen?

- A Een kneuzing.
- B Een ontwrichting.
- C Een spierscheuring.
- D Een tennisarm.

▼ Afb. 62

Tijdens handbalwedstrijd geblesseerd

Tijdens een handbalwedstrijd voelde Anna plotseling een scherpe pijn in haar triceps. Dit gebeurde tijdens het gooien op het doel. Haar verzorger behandelt de blessure direct met ijs. Na een uur kan Anna nog steeds haar arm niet belasten, maar aan haar arm is niets te zien.



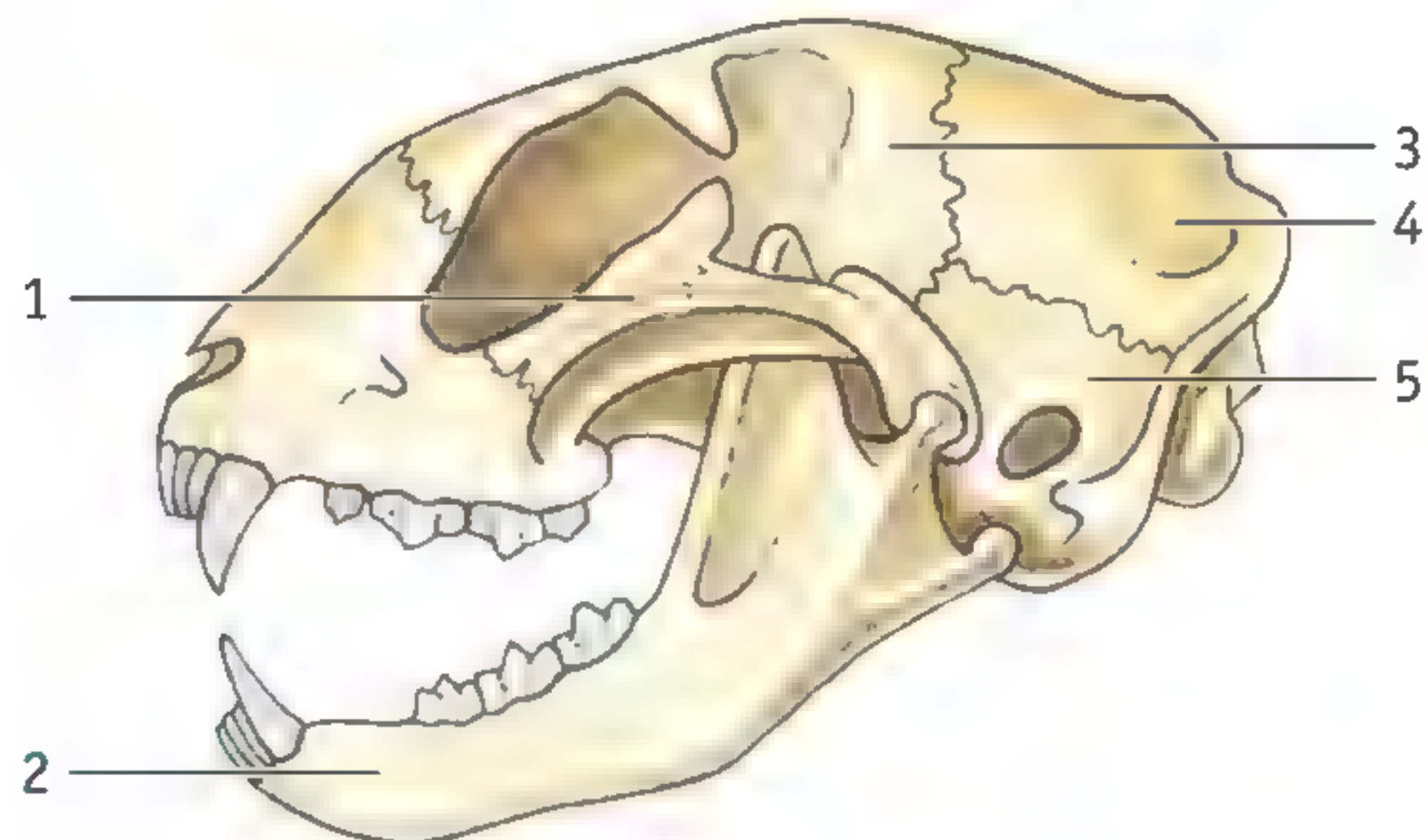
EXTRA DOELSTELLING 9

Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 63 is de schedel van een kat getekend.

- 1 Met welk nummer wordt een slaapbeen aangegeven?
- 2 Met welk nummer wordt een jukbeen aangegeven?

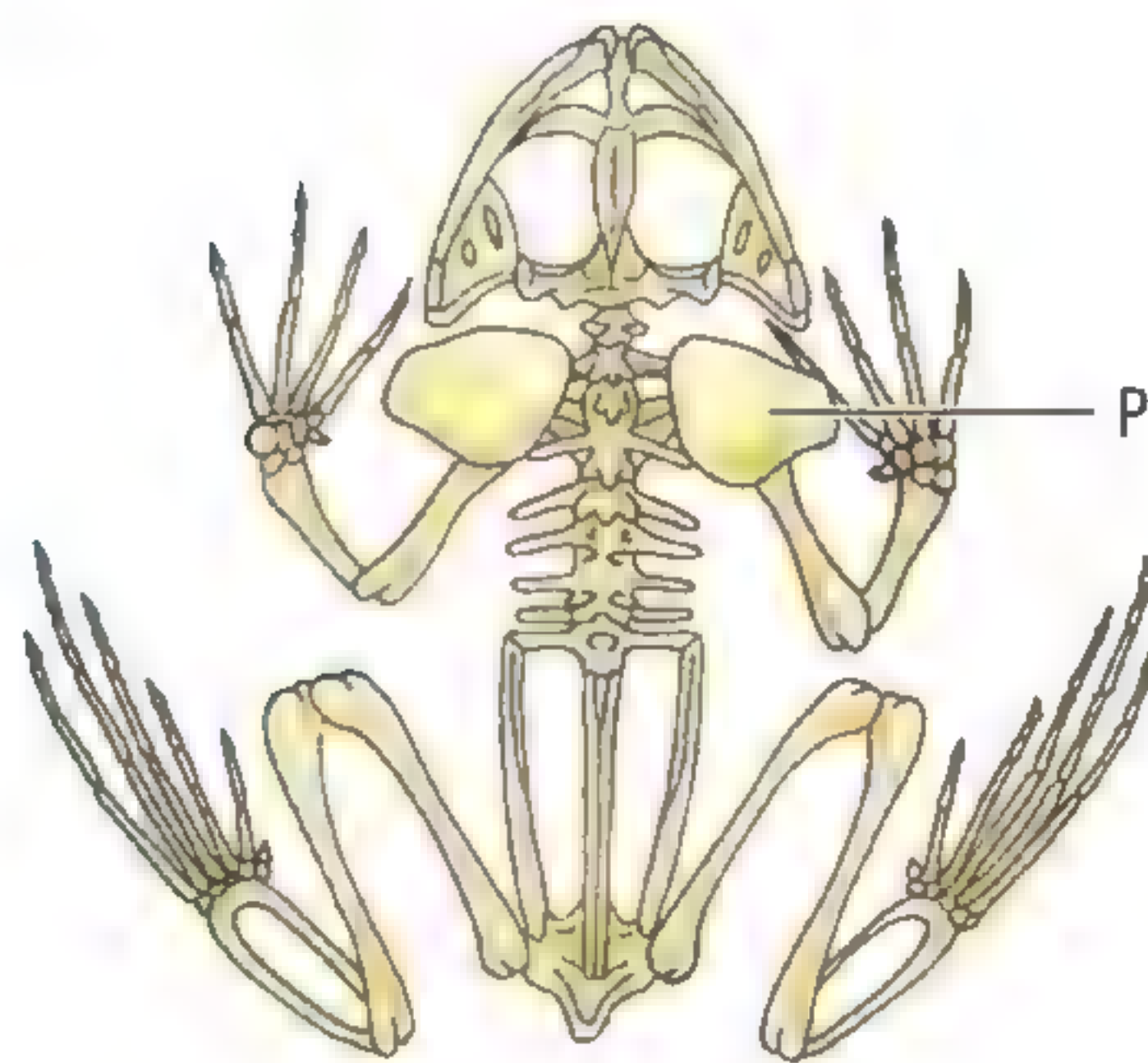
▼ Afb. 63



In afbeelding 64 is het skelet van een kikker getekend.

- 3 Hoe heet bot P?
- 4 Het skelet van een achterpoot van de kikker wordt vergeleken met het skelet van een been van de mens.
Noem twee botten die in het been van de mens wel voorkomen, maar bij de kikker ontbreken.

▼ Afb. 64

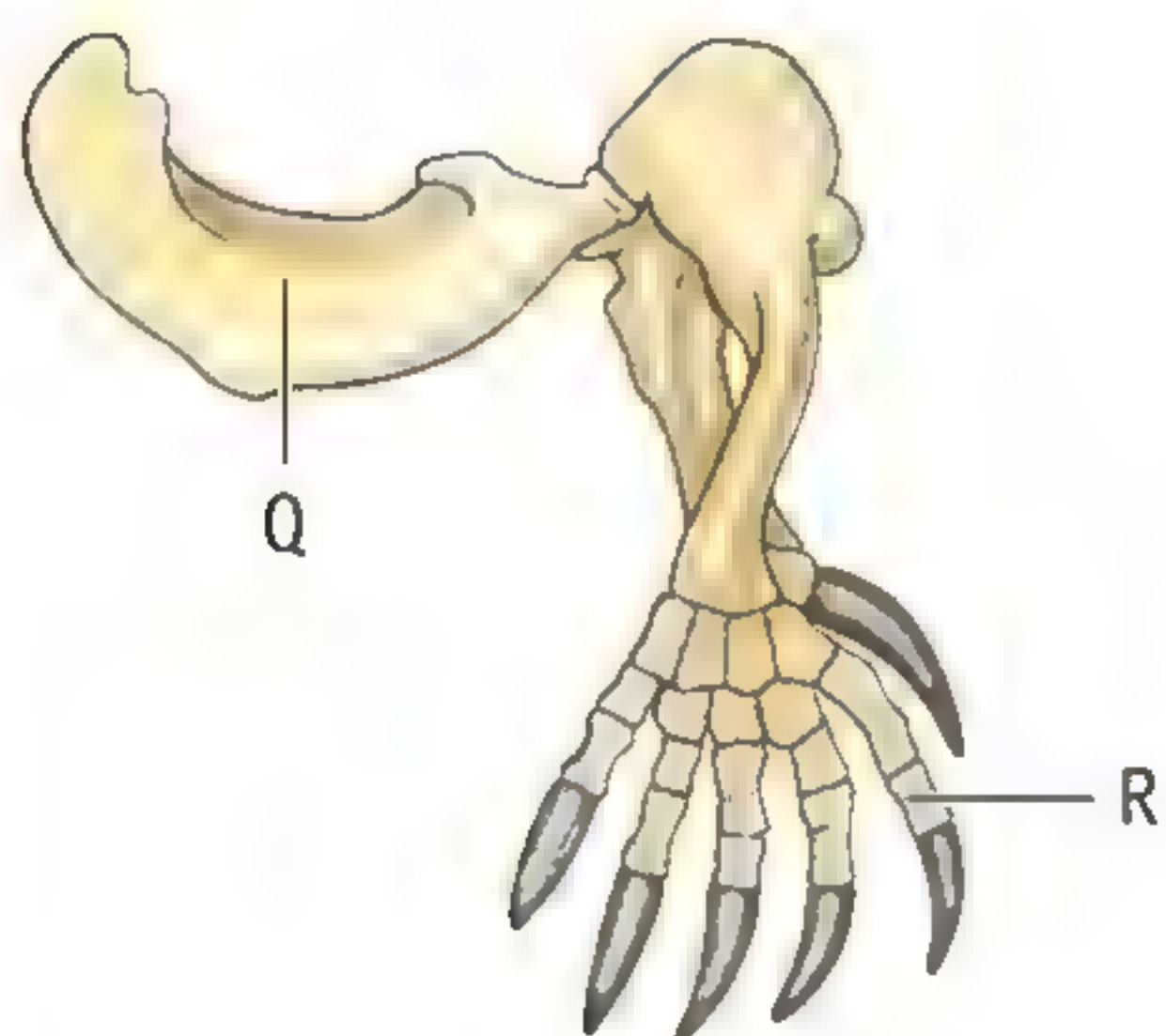


In afbeelding 65 is een voorpoot van een mol getekend.

5 Hoe heet bot Q?

6 Hoe heet bot R?

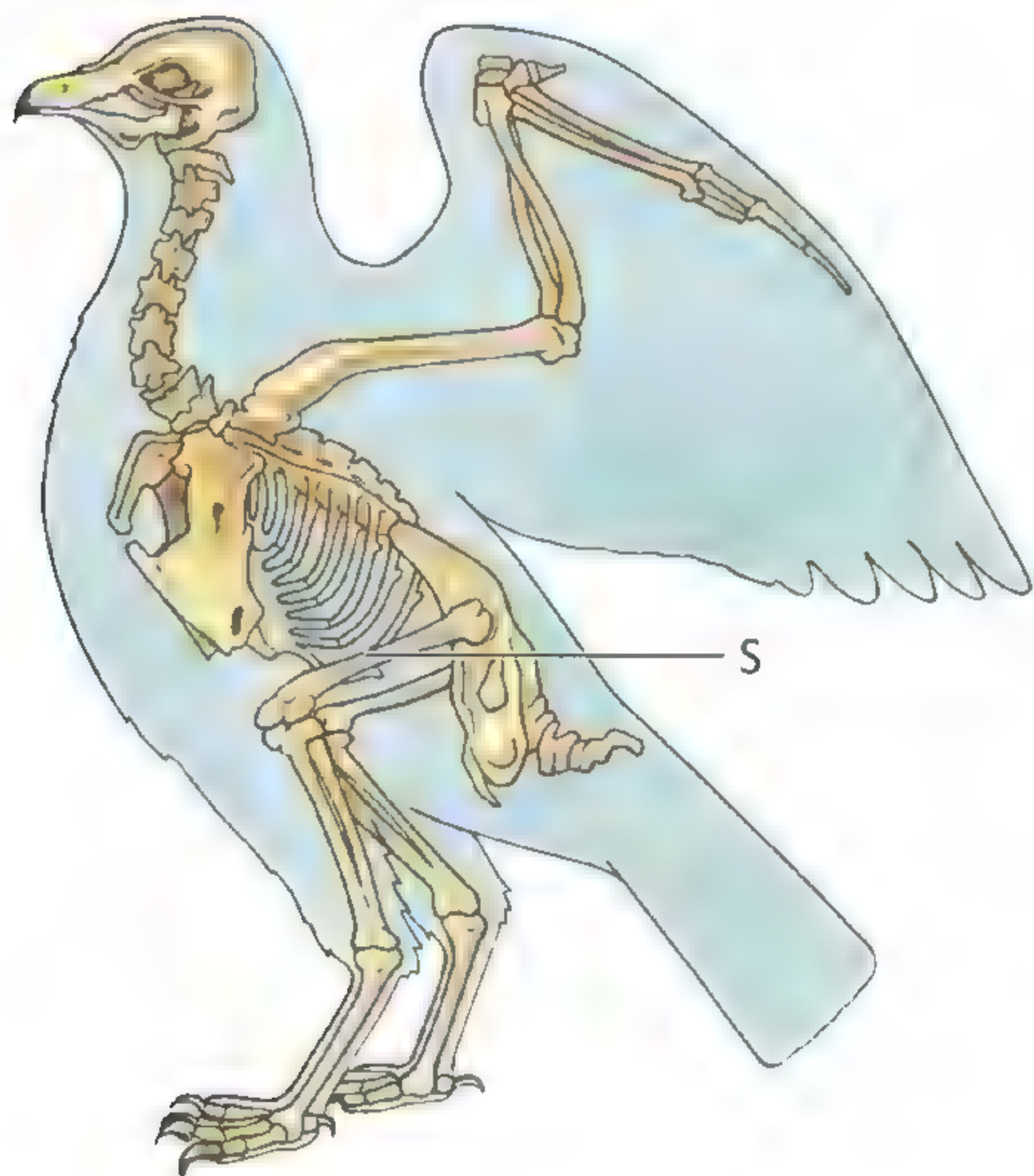
▼ Afb. 65



In afbeelding 66 is het skelet van een havik getekend.

7 Hoe heet bot S?

▼ Afb. 66



EXTRA DOELSTELLING 10

Op het scoreblad staat een schema met twee rugaandoeningen: hernia en spit.

Beantwoord de volgende vragen door in de juiste kolom(men) een kruisje te zetten.

- 1 Bij welke aandoening straalt de rugpijn uit naar een been?
- 2 Welke aandoening ontstaat door een breuk?
- 3 Welke aandoening ontstaat plotseling?
- 4 Welke aandoening wordt veroorzaakt door verkrampte spieren?
- 5 Welke aandoeningen worden door tussenwervelschijven veroorzaakt?

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingstof uit drie onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek.

1 De stevigheid van voeten

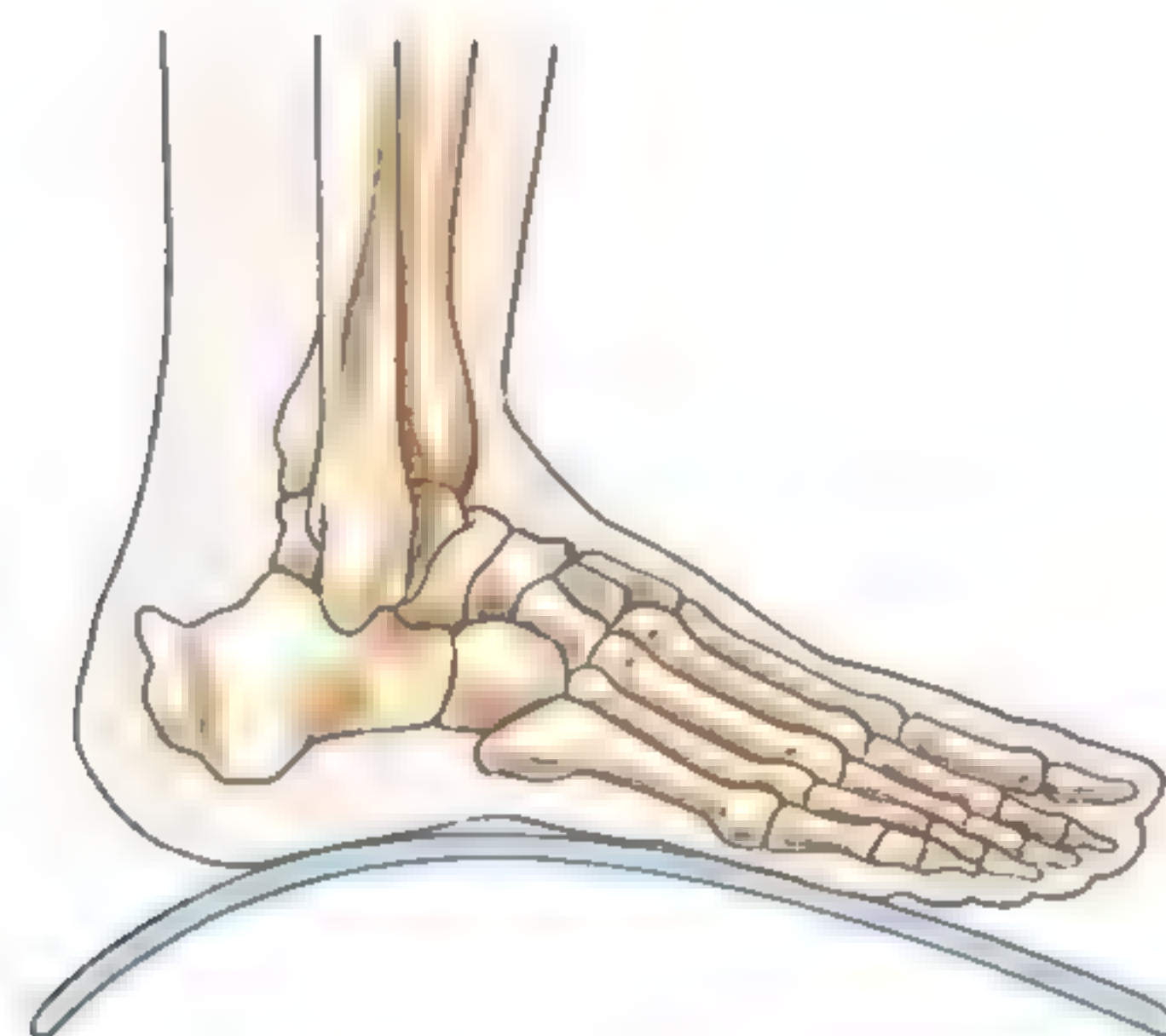
Bij veel constructies worden gebogen vormen toegepast. In afbeelding 67 bijvoorbeeld zie je een spoorwegbrug die uit bogen bestaat. Bij je voeten kom je deze vorm ook tegen (zie afbeelding 68). De onderkant van je voeten is **gewelfd** (gebogen). In deze verrijkingstof ga je onderzoeken wat daarvan het nut is. Je moet een proef uitvoeren, voetafdrukken maken (zie afbeelding 69) en vragen beantwoorden.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 35

► **Afb. 67** Een spoorwegbrug.



▼ **Afb. 68** Een voet is gewelfd.



▼ **Afb. 69** Een voetafdruk.

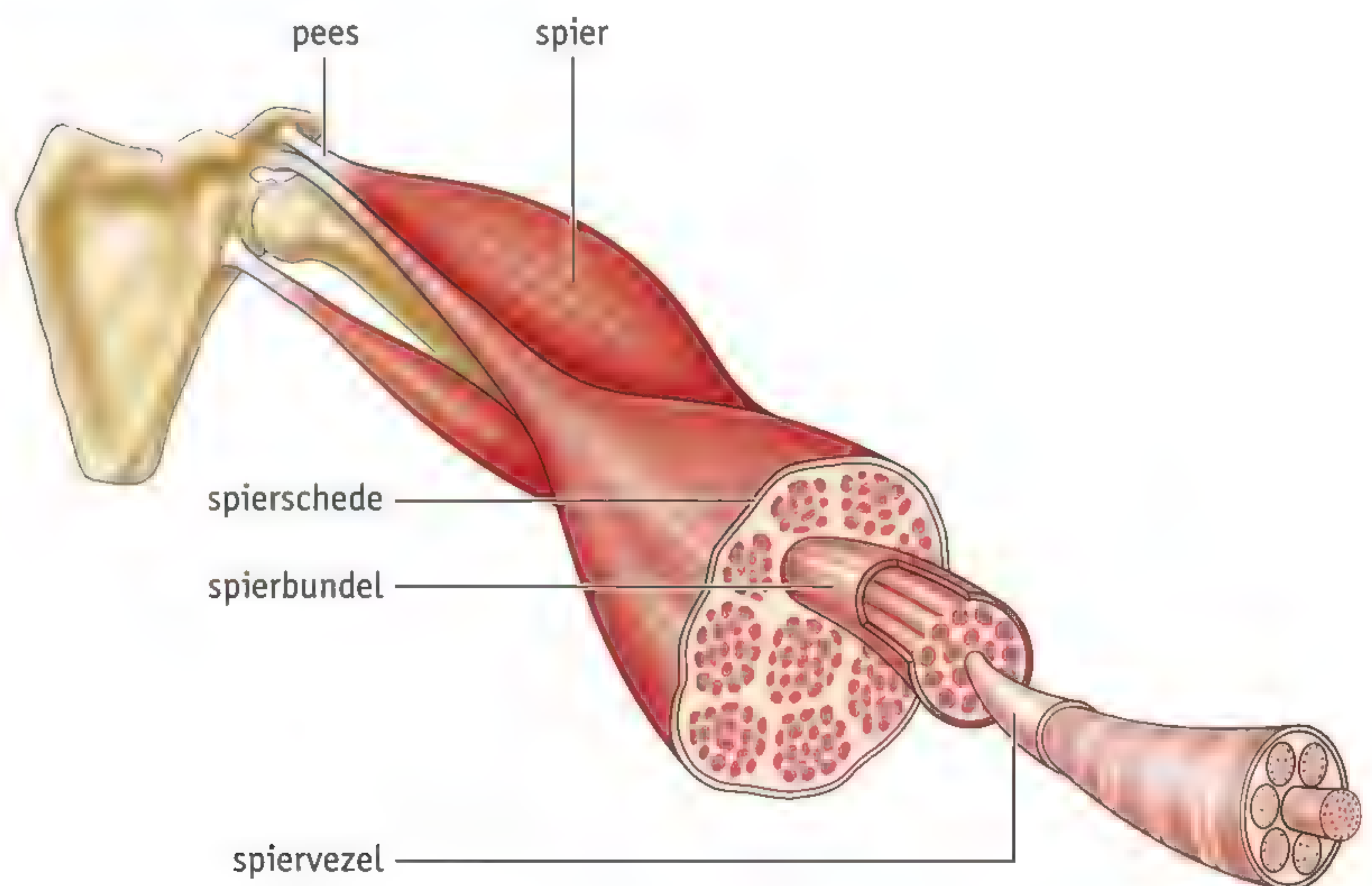


2 Spierweefsel

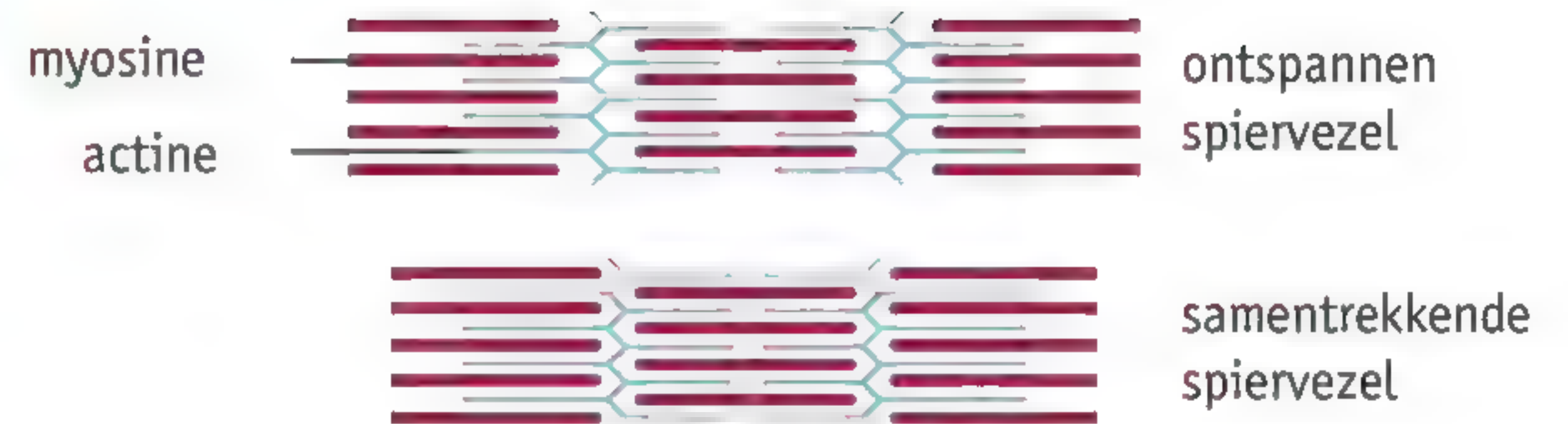
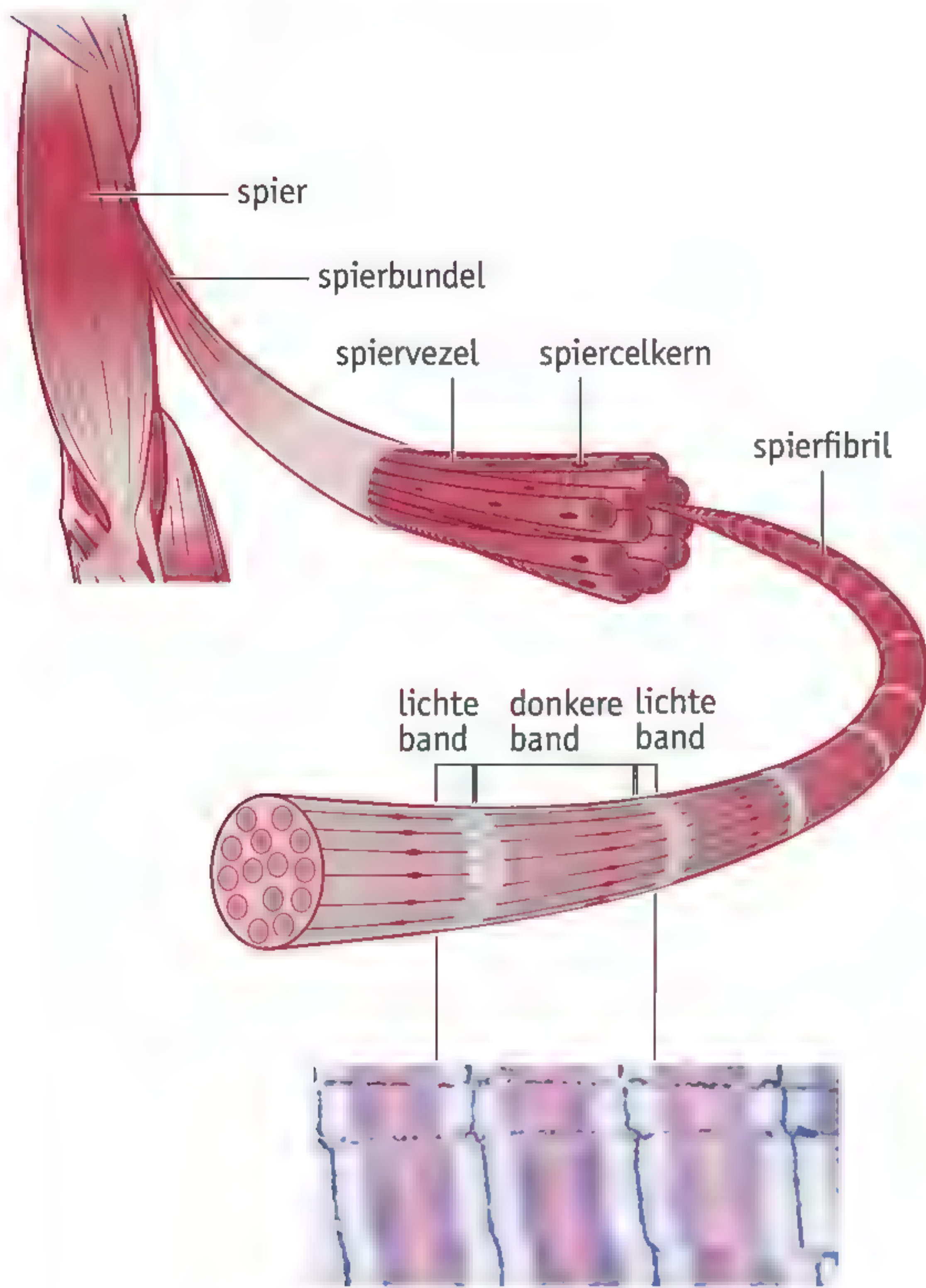
In de basisstof heb je geleerd dat spieren zorgen voor beweging doordat ze kunnen samentrekken. In deze verrijkingstof leer je hoe een spier gebouwd is en ook dat er verschillende soorten spierweefsels zijn. Je moet vragen beantwoorden en je gaat met een microscoop spierweefsel bekijken.

Een spier is omgeven door de **spierschede**, die aan beide kanten van de spier uitloopt in een **pees** (zie afbeelding 70). Een skeletspier bestaat uit een aantal **spierbundels** die elk ook weer worden omgeven door een laag bindweefsel. Een spierbundel bestaat uit een aantal **spiervezels**. Spiervezels bestaan uit spierfibrillen. Een spierfibril bestaat uit de eiwitten actine en myosine. Als een spier samentrekt, schuiven actine- en myosinemoleculen in elkaar, waardoor de spier korter en dikker wordt. Op plaatsen waar de moleculen elkaar overlappen, is de kleur wat donkerder dan op plaatsen waar ze elkaar niet overlappen. Als je skeletspierweefsel onder een microscoop bekijkt, zie je daardoor allemaal streepjes in het spierweefsel (zie afbeelding 71). Dit soort spierweefsel heet **dwarsgestreept spierweefsel**.

▼ Afb. 70 De bouw van een spier.



▼ Afb. 71 Dwarsgestreept spierweefsel.



In spieren die je niet kunt controleren, zoals de spieren in je darmen, liggen de spierfibrillen niet zo netjes naast elkaar. Daardoor zie je geen streepjes. Dit type spierweefsel heet **glad spierweefsel**.

Dwarsgestreept spierweefsel kan zich snel en krachtig samentrekken. De samentrekking van glad spierweefsel gaat langzamer. Glad spierweefsel raakt dan ook niet zo snel vermoeid als dwarsgestreept spierweefsel.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 37

3 Krachtpatsers

Iedereen heeft spieren. We gebruiken onze spieren om onze botten te laten bewegen. Zo kunnen we bijvoorbeeld lopen of een koffer tillen. Maar we kunnen niet allemaal het wereldrecord sprint verbeteren, en ook zijn we niet allemaal even sterk. Onze spierstelsels verschillen dus van elkaar. We zijn ook niet allemaal even lang en even zwaar. Lengte en gewicht beïnvloeden onze snelheid en kracht. Lange mensen bijvoorbeeld kunnen grotere passen nemen dan korte mensen. En wie veel traint, krijgt dikkere en sterkere spieren, doordat er meer spierweefsel ontstaat.

Om te bepalen wie het sterkst is, worden bij verschillende sporten mensen ingedeeld in gewichtsklassen. Om te kijken welk dier het sterkst is, gebruiken wetenschappers ook een objectieve manier om dieren te vergelijken. Ze berekenen hoe vaak een dier zijn eigen lichaamsgewicht kan tillen. Uit de berekeningen blijkt dat de blinde hoornmijt het sterkste dier ter wereld is. Deze mijt weegt 0,1 mg en kan twaalfhonderd keer zijn eigen gewicht dragen. Ook de mestkever is een krachtpatser. Deze kever kan mestballen tillen die duizend keer zwaarder zijn dan hijzelf. Tot slot zijn mieren ook heel sterk: zij kunnen wel vijftig keer hun eigen lichaamsgewicht tillen.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 39

► Afb. 72 Krachtpatsers.



1 een mens



2 een mestkever

6

Waarneming, regeling en gedrag



BASISSTOF

1	Reageren op je omgeving	52
2	De huid	56
3	De neus en de tong	58
4	De oren	60
5	De ogen	65
6	Het zenuwstelsel	69
7	Gedrag	72
8	Het hormoonstelsel	78

EXTRA BASISSTOF

9	De hersenen	82
10	De weg die impulsen afleggen	85

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

Samenvatting	88
Diagnostische toets	92

VERRIJKINGSSTOF

1	Gezichtsbedrog	100
2	Diepte zien	102
3	Cirkelpuzzel	103



Dit thema heet: Waarneming, regeling en gedrag. Je kunt dingen om je heen waarnemen: je kunt ze zien, horen, ruiken, proeven of voelen. Bij het waarnemen gebruik je zintuigen. Door je zintuigen houd je contact met je omgeving. Je kunt daardoor reageren op wat er om je heen gebeurt.

Je kunt op veel manieren reageren, bijvoorbeeld door te praten, te lachen of te bewegen. Alle activiteiten bij elkaar vormen je gedrag.

Om de processen in je lichaam goed te laten verlopen, moet er veel worden geregeld. Het zenuwstelsel en het hormoonstelsel spelen hierbij een belangrijke rol.

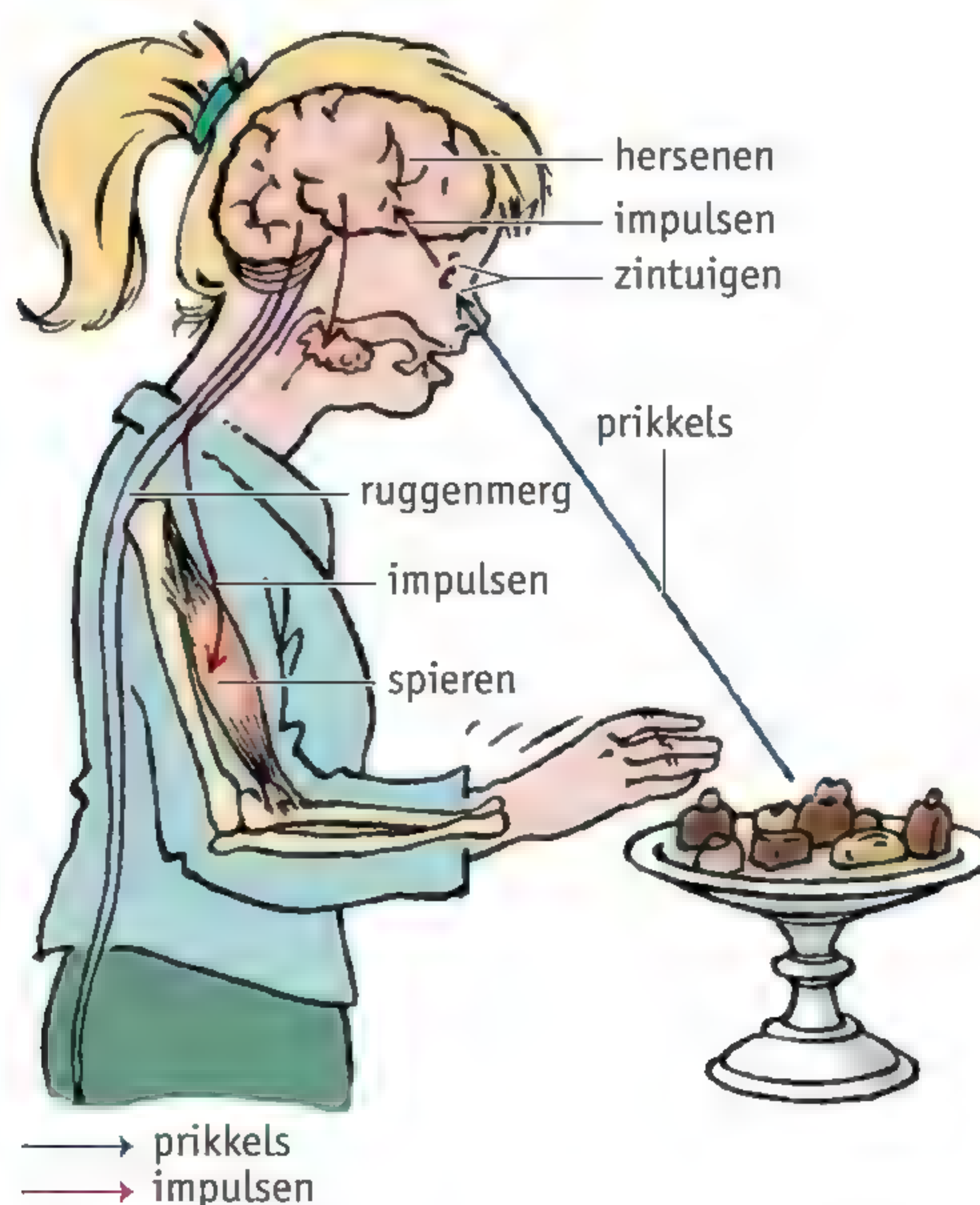
Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Reageren op je omgeving

Je ziet en ruikt chocoladebonbons op een schaaltje. Je krijgt er zin in en begint te 'watertanden'. Je pakt een stukje chocolade en eet dit op. In afbeelding 1 is getekend wat er daarbij in je lichaam gebeurt.

Als je de chocolade ziet en ruikt, gebruik je de **zintuigen** in je ogen en in je neus. Deze zintuigen geven seintjes af, die via **zenuwen** naar je **hersenen** gaan. Je hersenen verwerken deze seintjes en reageren door het afgeven van andere seintjes. Deze seintjes gaan via zenuwen naar je **armspieren**. Doordat je armspieren zich samentrekken, kun je het stukje chocolade aanpakken en naar je mond brengen.

► Afb. 1 'Watertanden'.

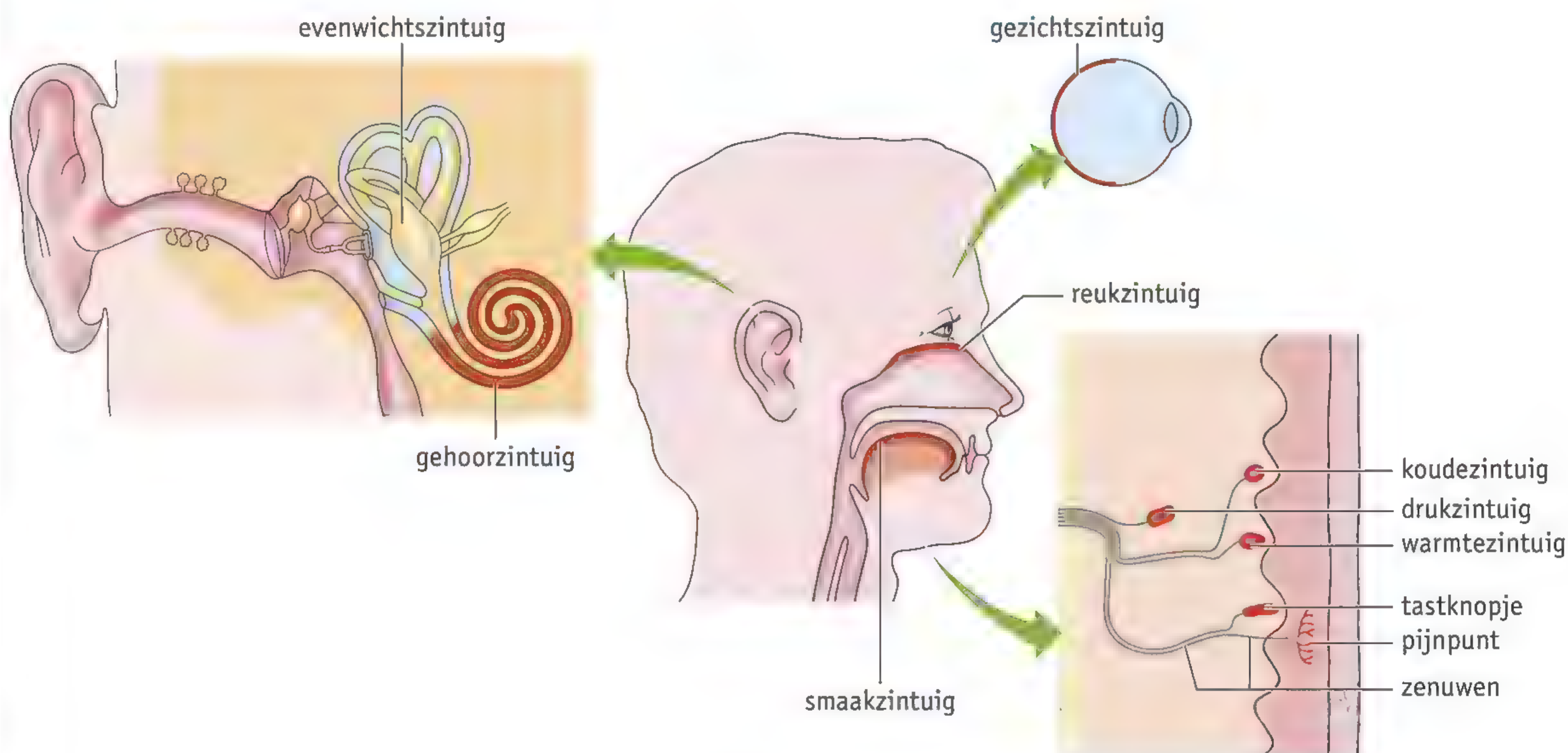


ZINTUIGEN

In je lichaam komen veel zintuigen voor. De bekendste zintuigen liggen in je ogen en in je oren. Maar er liggen ook zintuigen in je neus, in je tong en in je huid. Al je zintuigen samen vormen het **zintuigenstelsel**. In afbeelding 2 is de ligging van enkele zintuigen weergegeven. Je ziet dat in je oren twee typen zintuigen voorkomen: de **gehoorzintuigen** en de **evenwichtszintuigen**. In je huid liggen zintuigen waarmee je iets kunt voelen. Je kunt echter op verschillende manieren iets voelen. In je huid liggen dan ook verschillende soorten zintuigen: warmtezintuigen, koudezintuigen, drukzintuigen en tastzintuigen.

Warmtezintuigen reageren wanneer je huid in aanraking komt met iets dat warmer is dan je huid. **Koudezintuigen** reageren wanneer je huid in aanraking komt met iets dat kouder is. **Drukzintuigen** reageren wanneer er op je huid wordt gedrukt. Drukzintuigen liggen diep in je huid. **Tastzintuigen** reageren op lichte aanrakingen van je huid. Met je tastzintuigen kun je waarnemen hoe voorwerpen aanvoelen, bijvoorbeeld glad, ruw, hard of zacht. De tastzintuigen liggen in **tastknopjes** (zie afbeelding 2).

▼ **Afb. 2** Ligging van enkele zintuigen.
Op de roodgekleurde plaatsen
liggen zintuigcellen.



Een zintuig is een orgaan dat reageert op bepaalde invloeden uit de omgeving. Zo'n invloed uit de omgeving op een organisme heet een **prikkel**. Voorbeelden van prikkels zijn licht(stralen), geluiden, geuren en aanrakingen. Doordat onze zintuigen prikkels opvangen, kunnen we allerlei dingen waarnemen.

In de zintuigen liggen **zintuigcellen**. Zintuigcellen zijn aangesloten op **zenuwen**. Als zintuigcellen prikkels opvangen, ontstaan in de zintuigcellen **impulsen**. Impulsen zijn een soort elektrische signalen ('seintjes'). Impulsen worden door zenuwen naar de hersenen geleid.

▼ Afb. 3 Een niet-adequate prikkel.



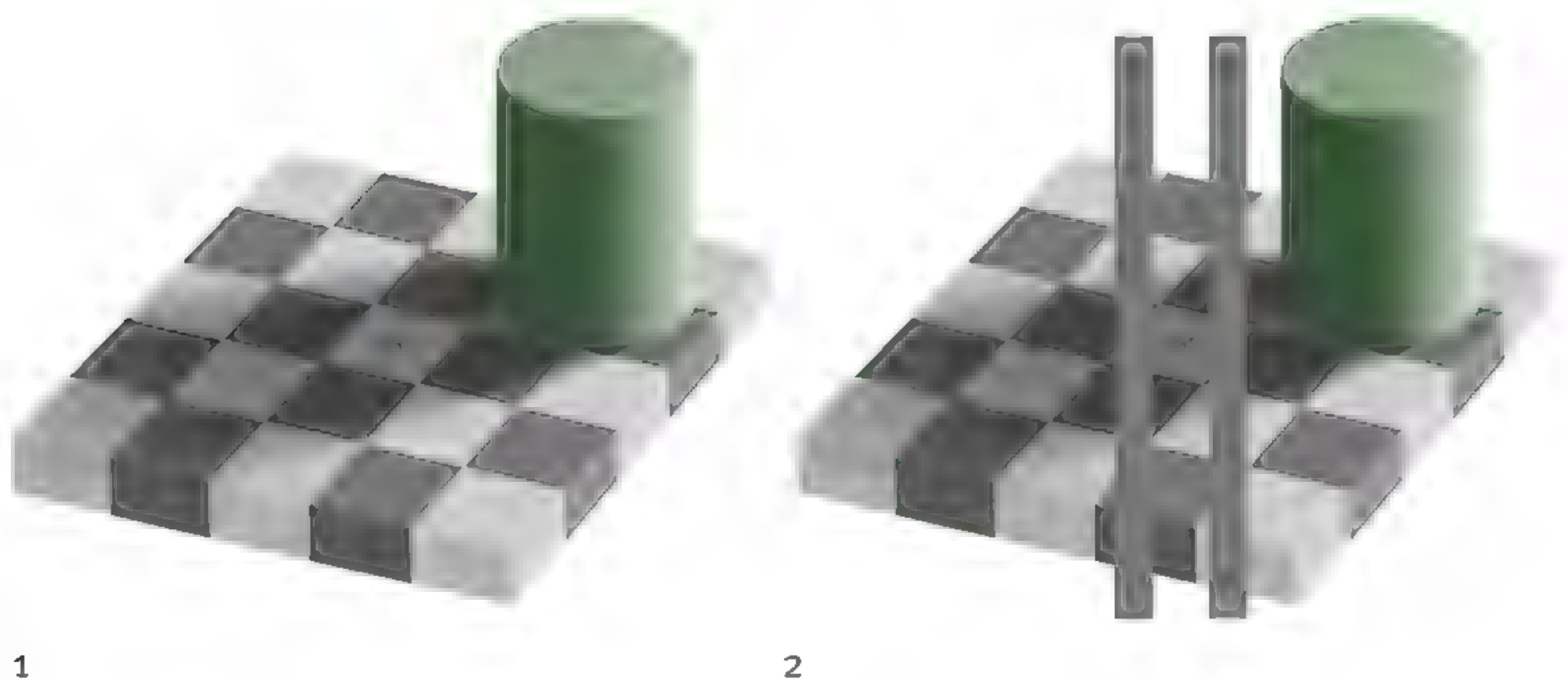
HET ONTSTAAN VAN IMPULSEN

In zintuigcellen ontstaan alleen impulsen als een prikkel sterk genoeg is. De kleinste prikkelsterkte die een impuls veroorzaakt, heet de **drempelwaarde**. Als een prikkel zwakker is dan de drempelwaarde, ontstaan er geen impulsen in de zintuigcellen. Een heel zacht geluid hoor je bijvoorbeeld niet. Elk type zintuigcel heeft voor elk soort prikkel een bepaalde drempelwaarde. De drempelwaarde van de zintuigcellen in je ogen is voor lichtprikkel erg laag. De zintuigcellen in je ogen zijn daardoor speciaal gevoelig voor lichtprikkel. Licht noemen we daarom de **adequate prikkel** voor de zintuigcellen in je ogen. Een adequate prikkel is het type prikkel waar een zintuigcel speciaal gevoelig voor is. Voor deze prikkel heeft de zintuigcel een lage drempelwaarde.

Elk type zintuigcel heeft een eigen specifieke adequate prikkel. Toch kunnen zintuigcellen ook andere, niet-adequate prikkels waarnemen (zie afbeelding 3). De drempelwaarde voor deze niet-adequate prikkels is echter veel hoger. Als je bijvoorbeeld je ogen dichtdoet en met je vingers zacht op je ogen drukt, zie je niets. De prikkelsterkte is dan lager dan de drempelwaarde. Maar als je een flinke dreun op je ogen krijgt, zie je 'sterretjes'. Door de dreun ontstaan er in de ogen impulsen. Deze impulsen worden naar de hersenen geleid, en zorgen ervoor dat je sterretjes waarneemt.

De drempelwaarde voor een prikkel is niet altijd even hoog. Wanneer een prikkel enige tijd aanhoudt, ontstaan er in de zintuigcellen minder impulsen. Dit verschijnsel heet **gewenning**. Als gevolg van gewenning voel je bijvoorbeeld na enige tijd de druk van je kleren op je lichaam niet meer. Ook de **motivatie** speelt een rol. Als je heel aandachtig luistert, hebben de zintuigcellen in je oren een lage drempelwaarde voor geluiden. Ten slotte kunnen ook de grote hersenen je waarnemingen beïnvloeden. In afbeelding 4.1 zie je bijvoorbeeld dat vlak A donkerder is dan vlak B. Door twee balken door de vlakken A en B te trekken zoals in afbeelding 4.2, zie je dat beide vlakken in werkelijkheid even donker zijn. Bij het verwerken van de impulsen 'maken' de grote hersenen het verschil in donker en licht.

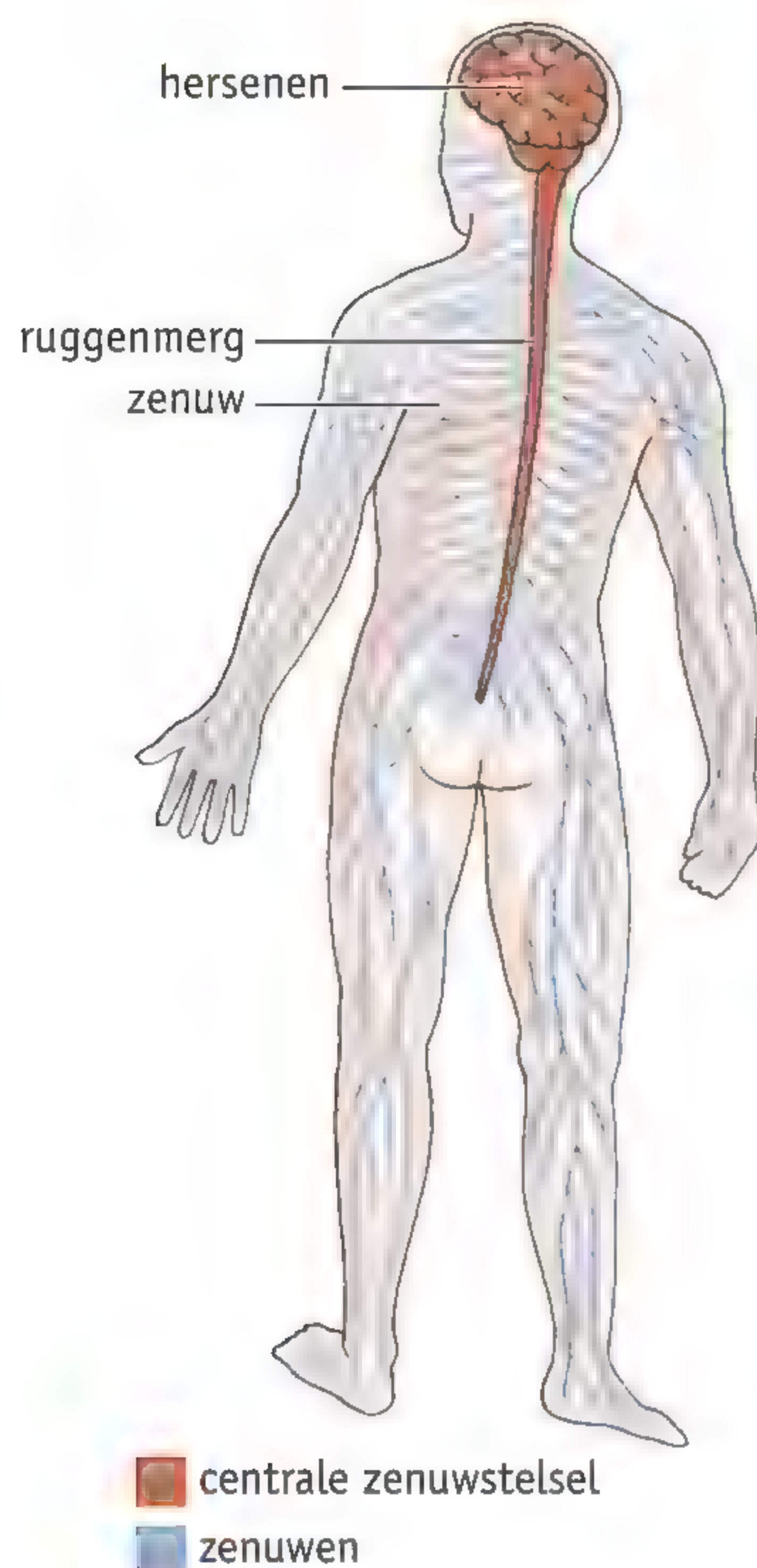
► Afb. 4 Waarnemingen worden beïnvloed door de grote hersenen.



1

2

▼ **Afb. 5** Het zenuwstelsel (schematisch).



HET ZENUWSTELSEL

Zintuigcellen geven impulsen door aan zenuwen. In deel 1a heb je geleerd dat alle zenuwen deel uitmaken van het zenuwstelsel.

In afbeelding 5 is het zenuwstelsel van de mens schematisch getekend.

Het zenuwstelsel bestaat uit het **centrale zenuwstelsel** en uit **zenuwen**.

Het centrale zenuwstelsel bestaat uit de **hersenen** en het **ruggenmerg**. De zenuwen verbinden het centrale zenuwstelsel met alle lichaamsdelen.

In afbeelding 1 heb je een voorbeeld gezien van de werking van het zenuwstelsel. De impulsen die in afbeelding 1 in de zintuigcellen van je ogen ontstaan, worden door zenuwen naar je hersenen geleid. De impulsen die in zintuigcellen in je neus ontstaan, worden door een andere zenuw naar je hersenen geleid.

Je hersenen verwerken de impulsen die van al je zintuigen afkomen. Daardoor word je je bewust van de dingen die je waarneemt. Je kunt dan ook bewust reageren op de prikkels die je zintuigen hebben opgevangen. Als je bewust reageert, ontstaan er impulsen in je hersenen. In afbeelding 1 worden deze impulsen door zenuwen naar je speekselklieren en naar spieren in je arm geleid. Je speekselklieren reageren op de impulsen door speeksel af te scheiden. Hierdoor ga je 'watertanden'. Bepaalde armspieren reageren op de impulsen door zich samen te trekken. Hierdoor kun je een stukje chocolade aanpakken en naar je mond brengen.

Een zintuig reageert op prikkels door impulsen af te geven. Het zenuwstelsel verwerkt de impulsen die van de zintuigen afkomen. Ook regelt het zenuwstelsel de werking van spieren en klieren.

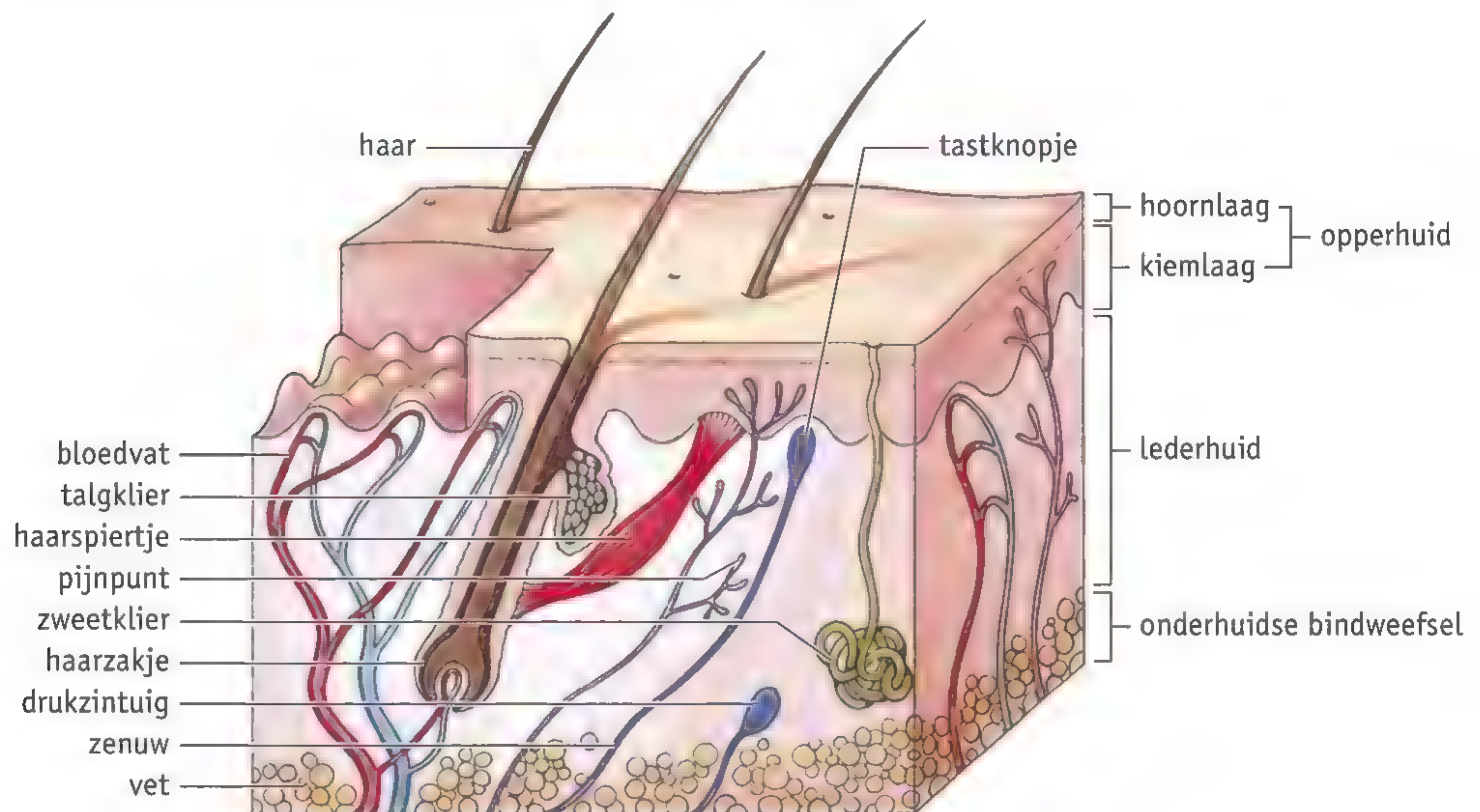
Behalve prikkels die door zintuigen zijn opgevangen, kun je ook **pijn** waarnemen. Pijn neem je waar met **pijnpunten**. Dat zijn de uiteinden van bepaalde zenuwen. In afbeelding 2 zie je pijnpunten in de huid liggen. Pijnpunten komen op allerlei plaatsen in je lichaam voor, ook in dieper gelegen organen.

WB OPDRACHT 1 T/M 6 BLZ. 42

2 De huid

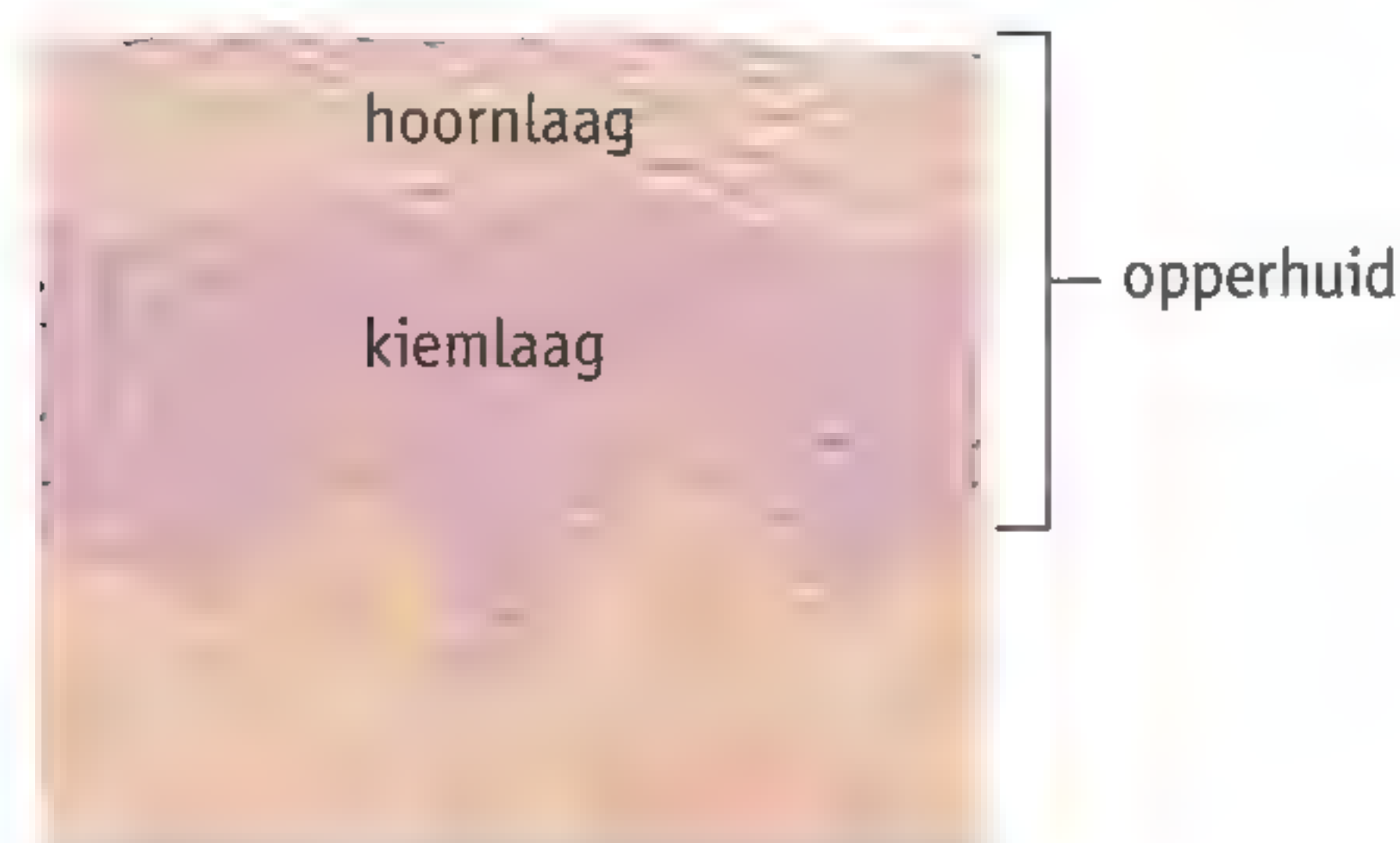
Je hebt geleerd dat de huid verschillende zintuigen bevat waarmee je kunt voelen. In afbeelding 6 is een doorsnede van de huid schematisch getekend. De huid bestaat uit twee delen: de opperhuid en de lederhuid.

▼ **Afb. 6** De huid en het onderhuidse bindweefsel (schematisch).



De **opperhuid** bestaat uit twee lagen: de hoornlaag en de kiemlaag. De **hoornlaag** bestaat uit resten van dode, verhoornde cellen. De hoornlaag beschermt je lichaam tegen beschadiging, tegen uitdroging en tegen ziekteverwekkers (bacteriën). De **kiemlaag** bestaat uit levende cellen (zie afbeelding 7). De onderste laag cellen van de kiemlaag deelt zich voortdurend. Daardoor komen er steeds nieuwe kiemlaagcellen bij. De kiemlaagcellen die daarboven liggen, schuiven op naar buiten. Deze cellen verhoornen. Dat wil zeggen dat ze veel hoornstof maken. Hoornstof komt ook voor in nagels en in haren. Als de cellen zijn verhoornd, sterven ze af.

► **Afb. 7** De verhoorning van de opperhuid (schematisch).



De hoornlaag slijt aan de buitenkant steeds af. Op sommige plaatsen (bijvoorbeeld bij de voetzolen) is de hoornlaag extra dik. We noemen dat **eelt** (zie afbeelding 8).

Door de opperhuid heen steken **haren**. Een haar is in de huid omgeven door een **haarzakje**. Een haarzakje is een uitstulping van de kiemlaag in de lederhuid. Een haar groeit van onder uit het haarzakje. In de haarzakjes bevinden zich **talgklieren**, die **talg** produceren. Talg is vettig en houdt de haren en de hoornlaag soepel.

► **Afb. 8** Een eeltvrijl waarmee teveel eelt afgevijld kan worden.



In de **lederhuid** liggen de warmte-, koude-, druk- en tastzintuigen. De tastzintuigen liggen in tastknopjes, die vlak onder de kiemlaag liggen (zie afbeelding 6). De drukzintuigen liggen dieper in de huid. De warmte-, koude-, druk- en tastzintuigen werken samen bij het voelen. Verder liggen er in de lederhuid **zenuwen** met **pijnpunten**, **haarspiertjes**, **bloedvaten** en **zweetklieren** (zie afbeelding 6). De zweetklieren produceren zweet, vooral als je het warm hebt. Door verdamping van zweet koelt je lichaam af. In de puberteit ontstaan nieuwe zweetklieren.

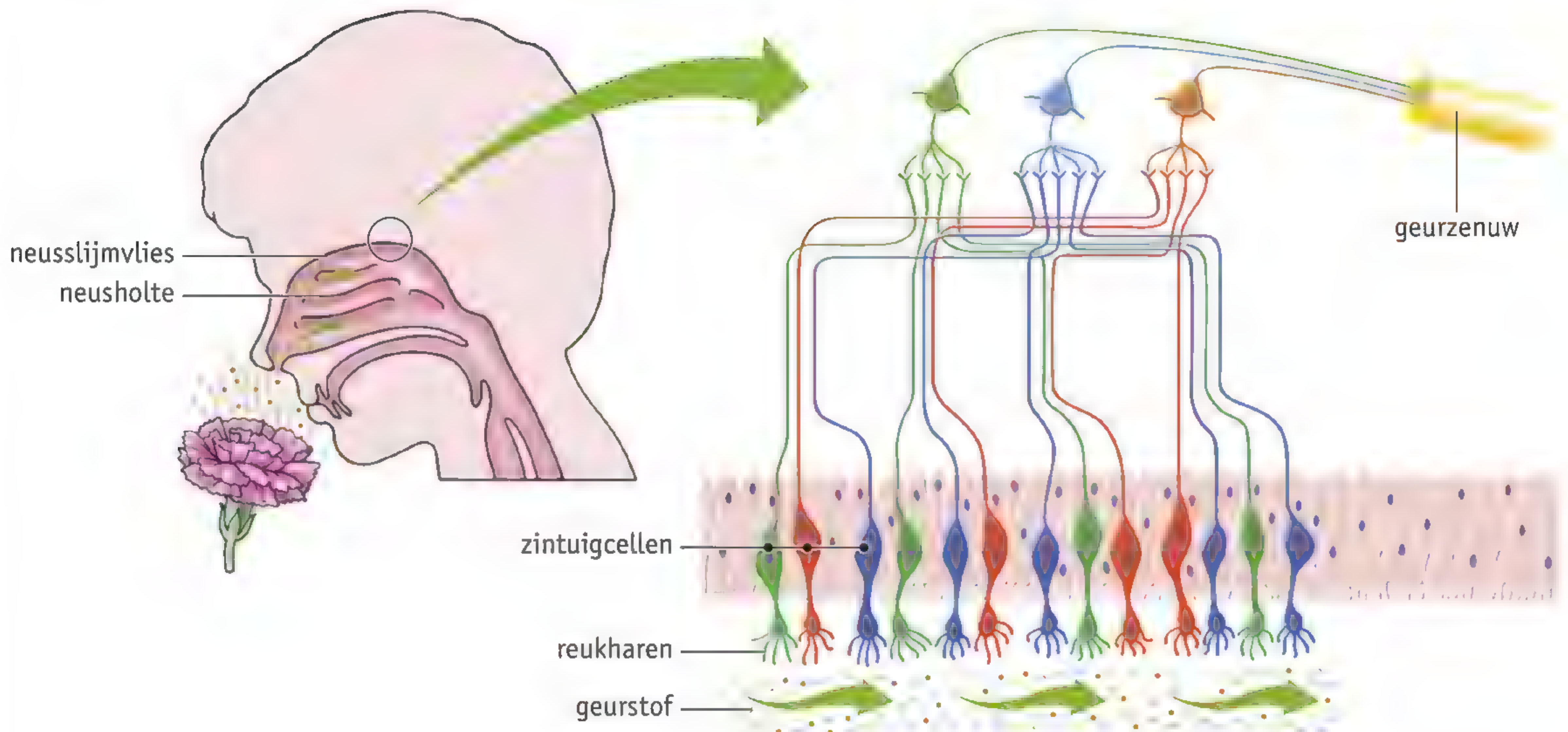
Onder de huid ligt het **onderhuidse bindweefsel**. Hierin ligt vet opgeslagen dat dient als reservevoedsel. Het vet vormt ook een isolerende laag, waardoor warmteverlies van het lichaam wordt tegengegaan.

WB OPDRACHT 7 T/M 10 BLZ. 47

3 De neus en de tong

In de neus bevindt zich het **reukzintuig**. De neusholte is van binnen bekleed met **neusslijmvlies**. In het bovenste deel van het neusslijmvlies liggen zintuigcellen met **reukharen**. Deze zintuigcellen worden geprikkeld als er geurende gassen bij komen. In deze zintuigcellen ontstaan dan impulsen, die door zenuwen naar de hersenen worden geleid.

▼ Afb. 9



De meeste geuren bestaan uit allerlei verschillende geurstoffen. Wanneer je de geur van een bloem inademt, stromen deze geurstoffen langs de reukharen van de zintuigcellen (zie afbeelding 9). In het neusslijmvlies zitten veel verschillende reukzintuigcellen. Elk type reukzintuigcel is gevoelig voor een bepaalde geurstof. Alle reukzintuigcellen bij elkaar geven een bepaald geurpatroon van impulsen door aan de reukzenuw. Je hersenen vertalen deze impulsen en je ruikt de bloem.

In het oppervlak van de tong bevinden zich de **smaakzintuigen**. Over de tong lopen veel fijne groefjes. Aan de zijkanten van die groefjes liggen **smaakknopjes** (zie afbeelding 10). In de smaakknopjes liggen smaakzintuigcellen.

De smaakzintuigcellen in de tong kunnen slechts vier verschillende smaken onderscheiden: zoet, zout, zuur en bitter. Voor elk van deze vier smaken zijn er aparte smaakknopjes. Bij alle andere smaken die je proeft, speelt het reukzintuig in de neus een belangrijke rol.

WB OPDRACHT 11 EN 12 BLZ. 51

▼ **Afb. 10** De smaakzintuigen (schematisch).



4 De oren

In basisstof 1 heb je geleerd dat in de oren de gehoorzintuigen en de evenwichtszintuigen liggen. Als je praat over je oren, bedoel je meestal alleen je oorschelpen (zie afbeelding 11). De gehoororganen liggen echter voor het belangrijkste deel in je schedel.

► **Afb. 11** Oorschelp.

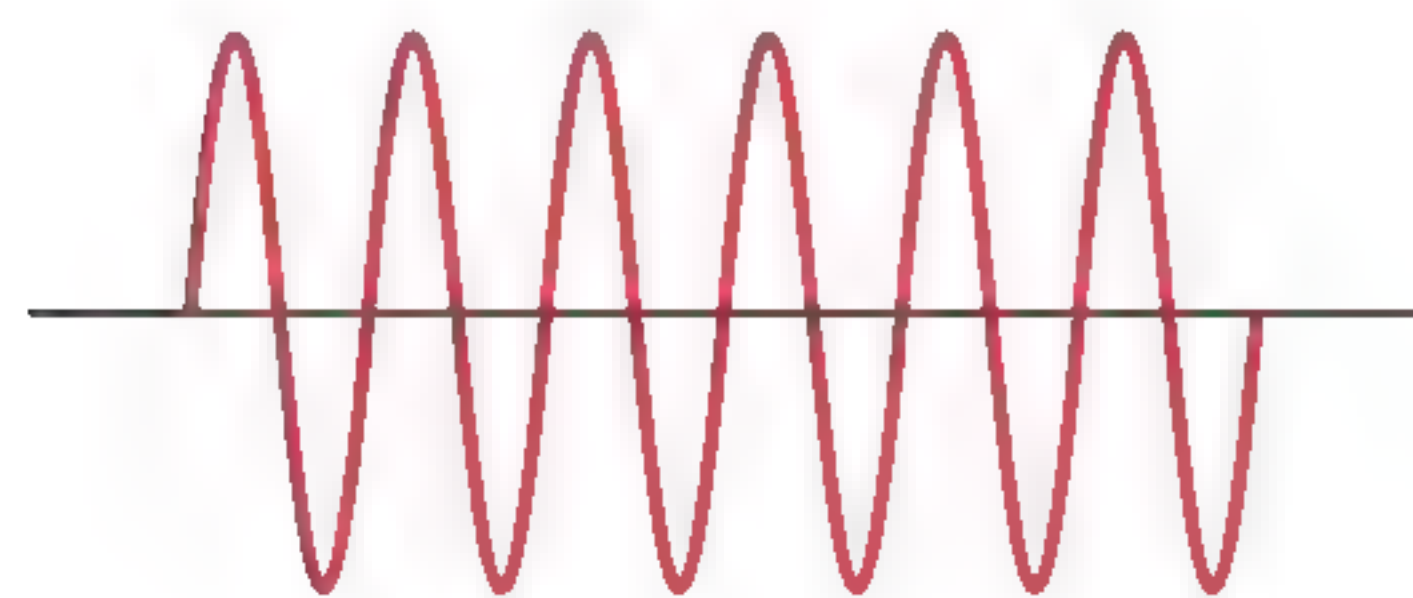


GELUIDEN

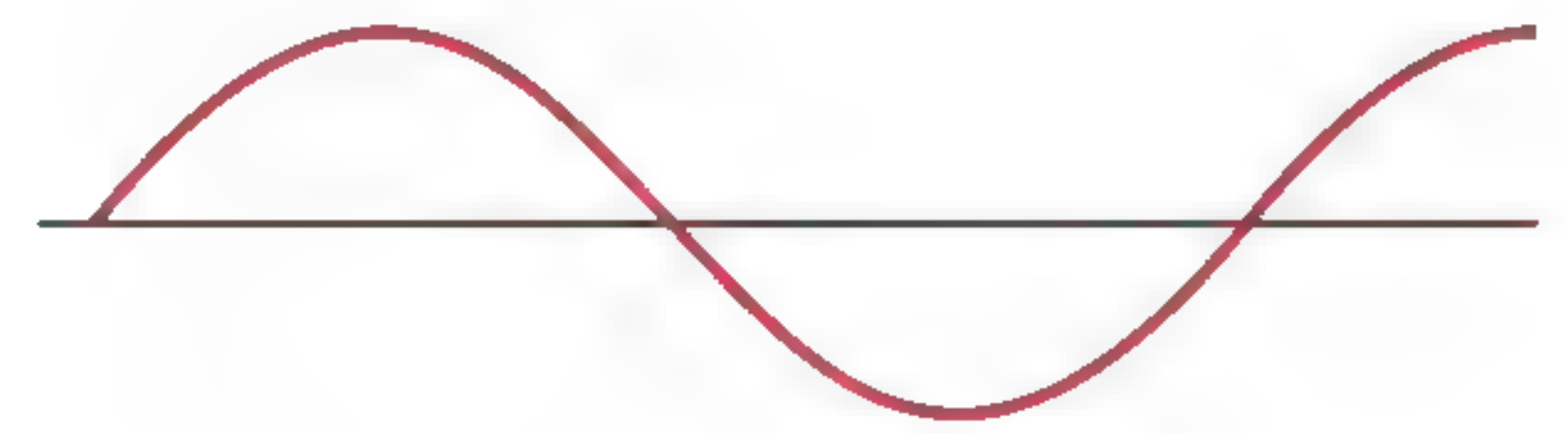
Met je **gehoorzintuigen** neem je geluiden waar. Geluiden zijn trillingen van de lucht. Als de lucht snel trilt, is het geluid hoog. Als de lucht langzaam trilt, is het geluid laag. Hebben de trillingen een grote uitslag, dan is het geluid hard. En als de trillingen een kleine uitslag hebben, is het geluid zacht (zie afbeelding 12).

Een geluid dat steeds hoger wordt, zul je op een bepaald moment niet meer kunnen horen. Welke toonhoogten je nog net kunt horen, is onder andere afhankelijk van je leeftijd. Naarmate je ouder wordt, kun je steeds minder hoge tonen horen.

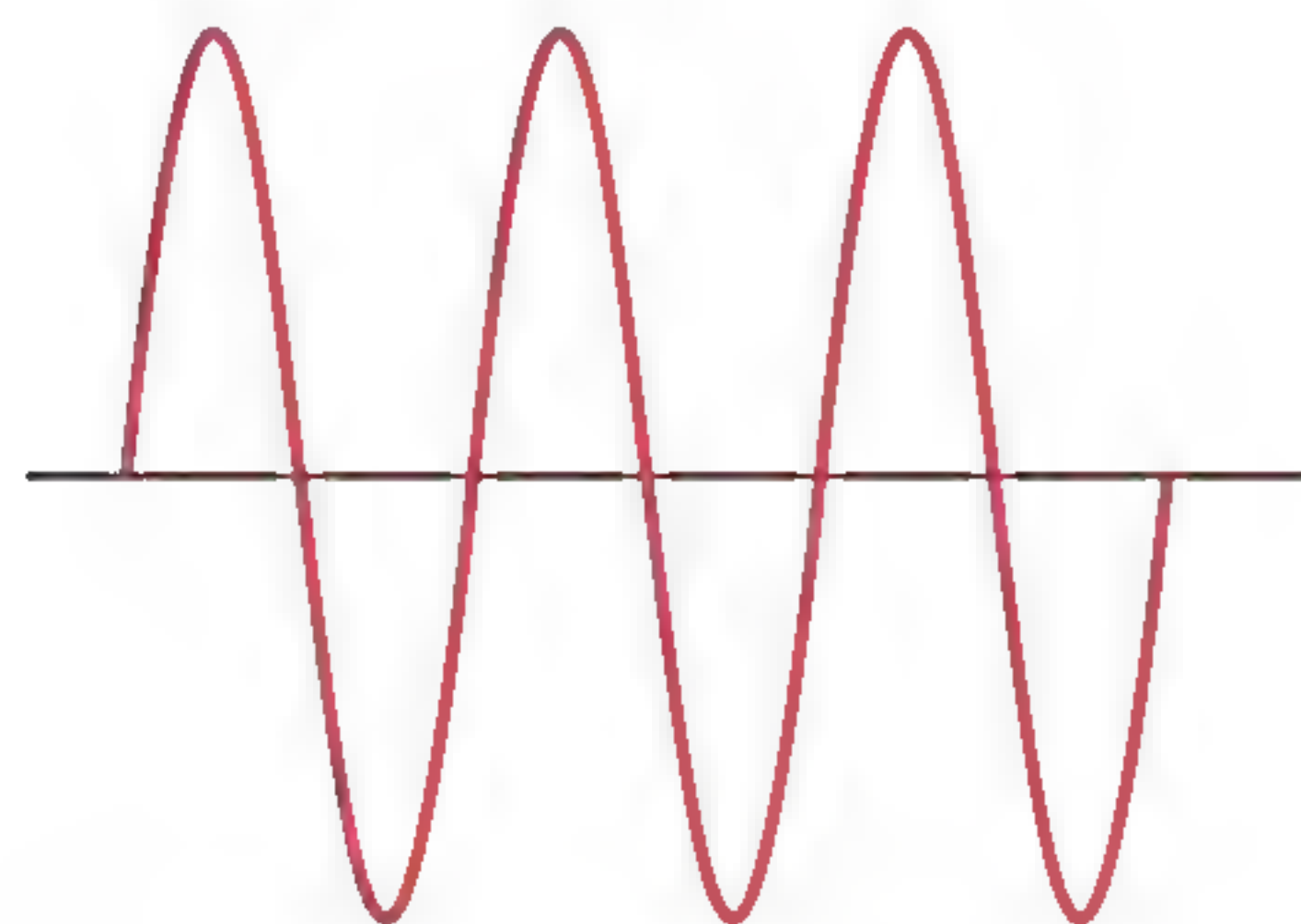
► **Afb. 12** Geluiden zijn trillingen van de lucht.



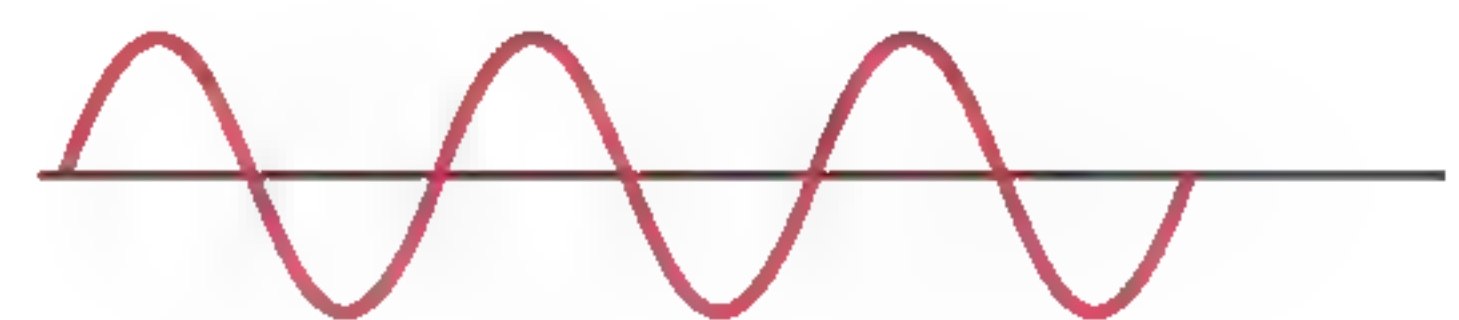
1 hoog geluid



2 laag geluid



3 hard geluid

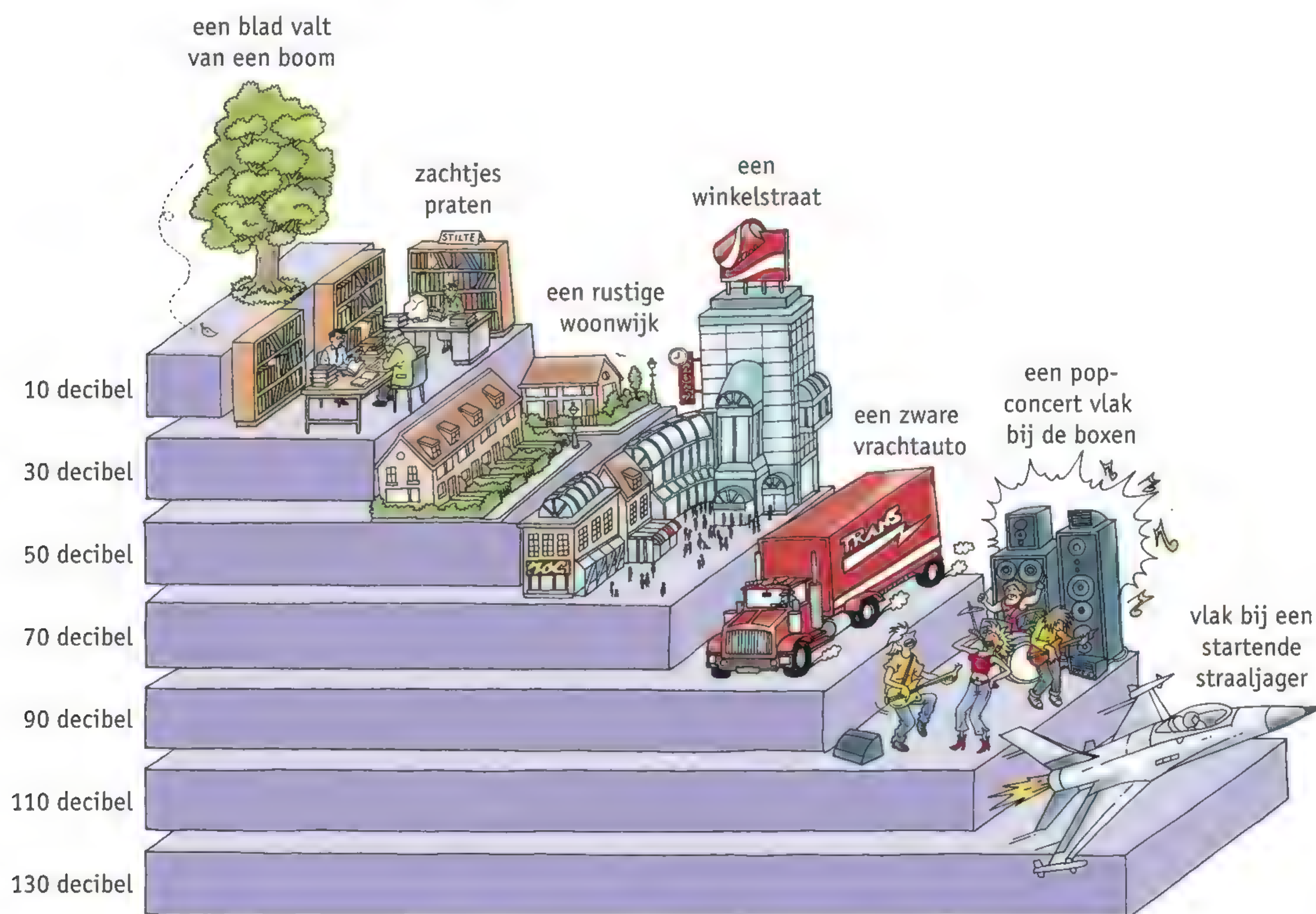


4 zacht geluid

Het **volume** (de sterkte) van een geluid wordt uitgedrukt in **decibel**. In afbeelding 13 is een schaal van geluidssterkten weergegeven. Geluiden vanaf 80 decibel kunnen leiden tot gehoorschade, als je deze geluiden vaak en langdurig hoort. Je kunt dan steeds minder goed horen (zie afbeelding 14). Op de lange duur kun je zelfs doof worden. Geluiden vanaf 130 decibel veroorzaken hevige oorpijnen.

WB OPDRACHT 13 BLZ. 53

▼ **Afb. 13** Schaal van geluidssterkten in decibel.



▼ Afb. 14

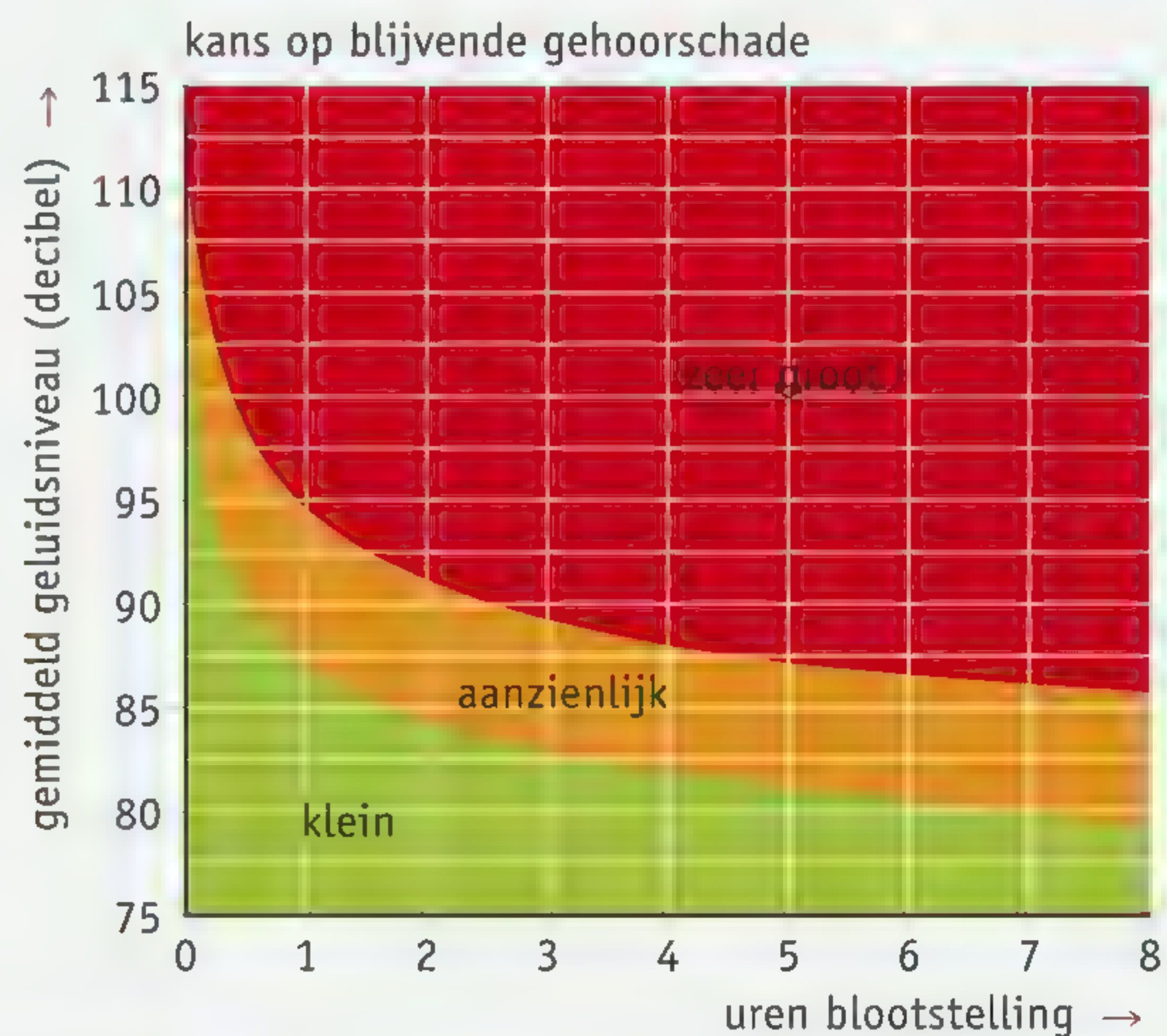
Gehoorschade door muziek uit oortelefoontjes

AMSTERDAM – Bijna driekwart van de jongeren weet dat ze kans hebben op gehoorschade als ze zich in een club of discotheek te lang aan lawaai blootstellen. Maar ook de veelgebruikte oortelefoontjes uit muziekspelers zijn een groot risico. Harde muziek en lawaai waren er vroeger ook, maar de huidige jongeren lopen veel meer kans op gehoorschade. Ze luisteren vaker en langer via oordopjes of koptelefoons naar muziek en de volumeknop gaat regelmatig op het maximum. Muziekdragers zoals iPods en andere mp3-spelers, zijn lichter en kleiner dan ooit en jongeren hebben ze dus heel vaak bij zich. Er staan enorme hoeveelheden muziek op deze geluidsdragers en de accu's gaan steeds langer mee. De blootstellingsduur aan geluiden

boven 80 decibel is dan ook enorm toegenomen. Sinds 2013 is daarom een volumebegrenzer op muziekspelers verplicht en krijg je een melding als je het geluid harder zet dan 85 decibel.

Het probleem is dat jongeren wel weten dat harde muziek niet goed is, maar ze merken de gevolgen niet direct. Gehoorschade bouwt zich langzaam op. Veel jongeren nemen daardoor nooit voorzorgsmaatregelen om gehoorschade te voorkomen of te beperken, hoewel ze zich bewust zijn van de gevaren.

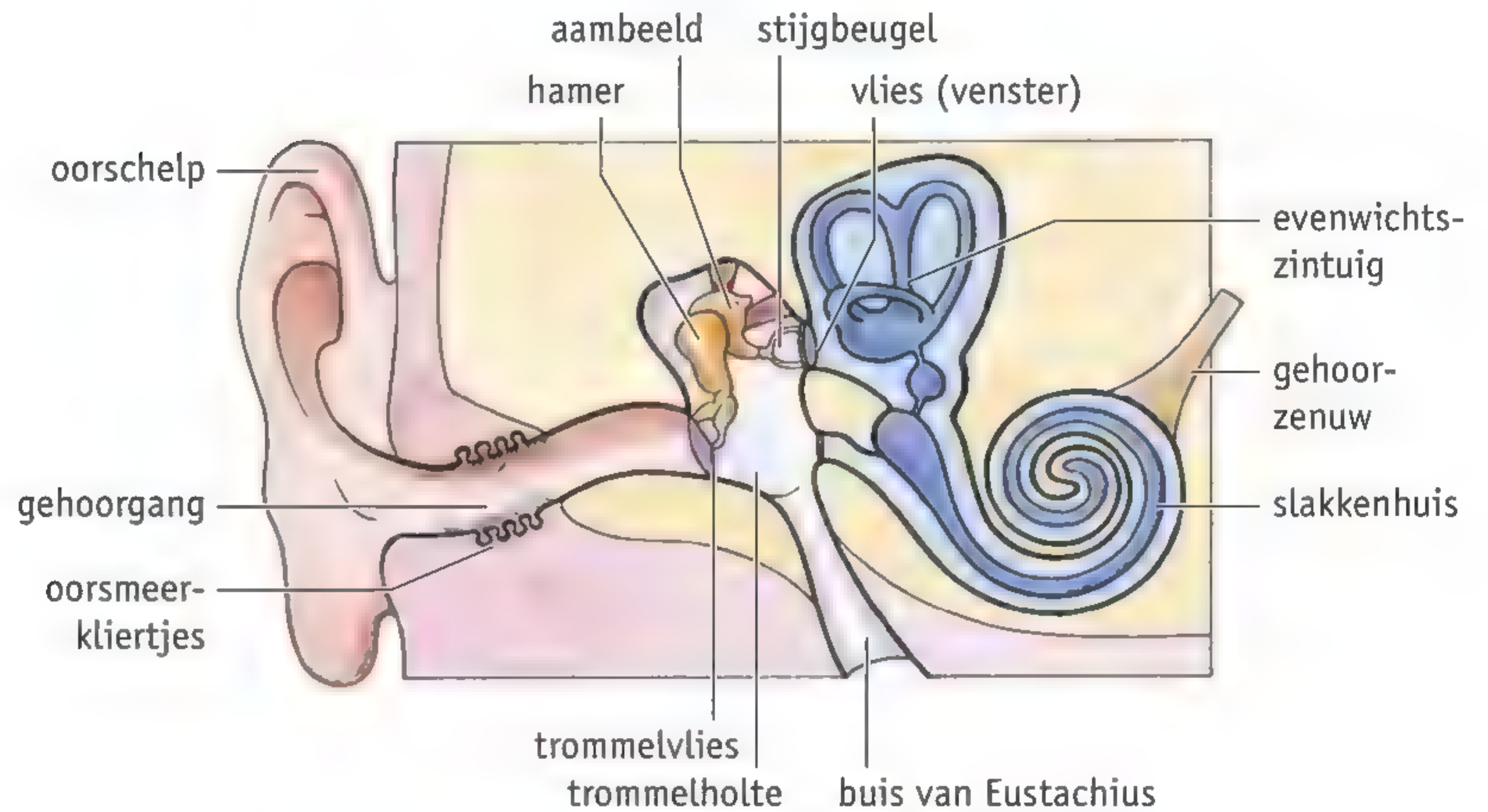
Een gehoortoestel blijkt niet geliefd. Maar liefst 85 procent van de ondervraagde jongeren zegt dat ze het dragen van een gehoortoestel een probleem of zelfs een groot probleem zouden vinden.



DE BOUW VAN DE OREN

In afbeelding 15 is de bouw van een oor schematisch getekend. In een oor liggen een **gehoorzintuig** en een evenwichtszintuig. De **oorschelp** dient voor het opvangen van geluiden. De geluiden komen via de **gehoorgang** bij het **trommelvlies**. Ze kunnen het trommelvlies in trilling brengen. In de gehoorgang liggen **oorsmeerkliertjes** die oorsmeer produceren. Het oorsmeer houdt het trommelvlies soepel, zodat het goed kan trillen.

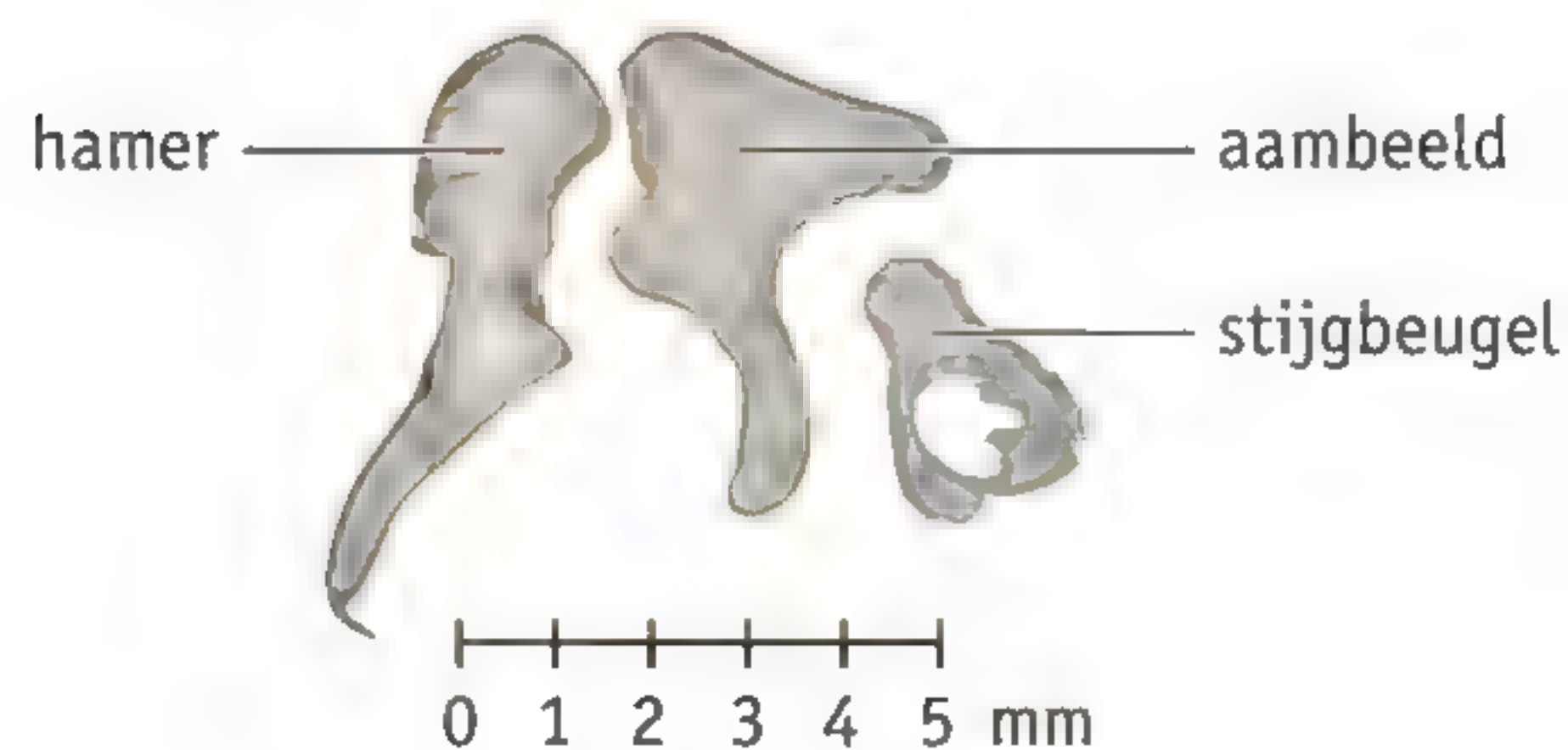
► **Afb. 15** Een oor (schematisch).



Achter het trommelvlies ligt de **trommelholte**. Hierin bevinden zich drie **gehoorbeentjes**: **hamer**, **aambeeld** en **stijgbeugel** (zie afbeelding 16). De stijgbeugel is verbonden met een **vlies** in het **slakkenhuis**. We noemen dit vlies een **venster**.

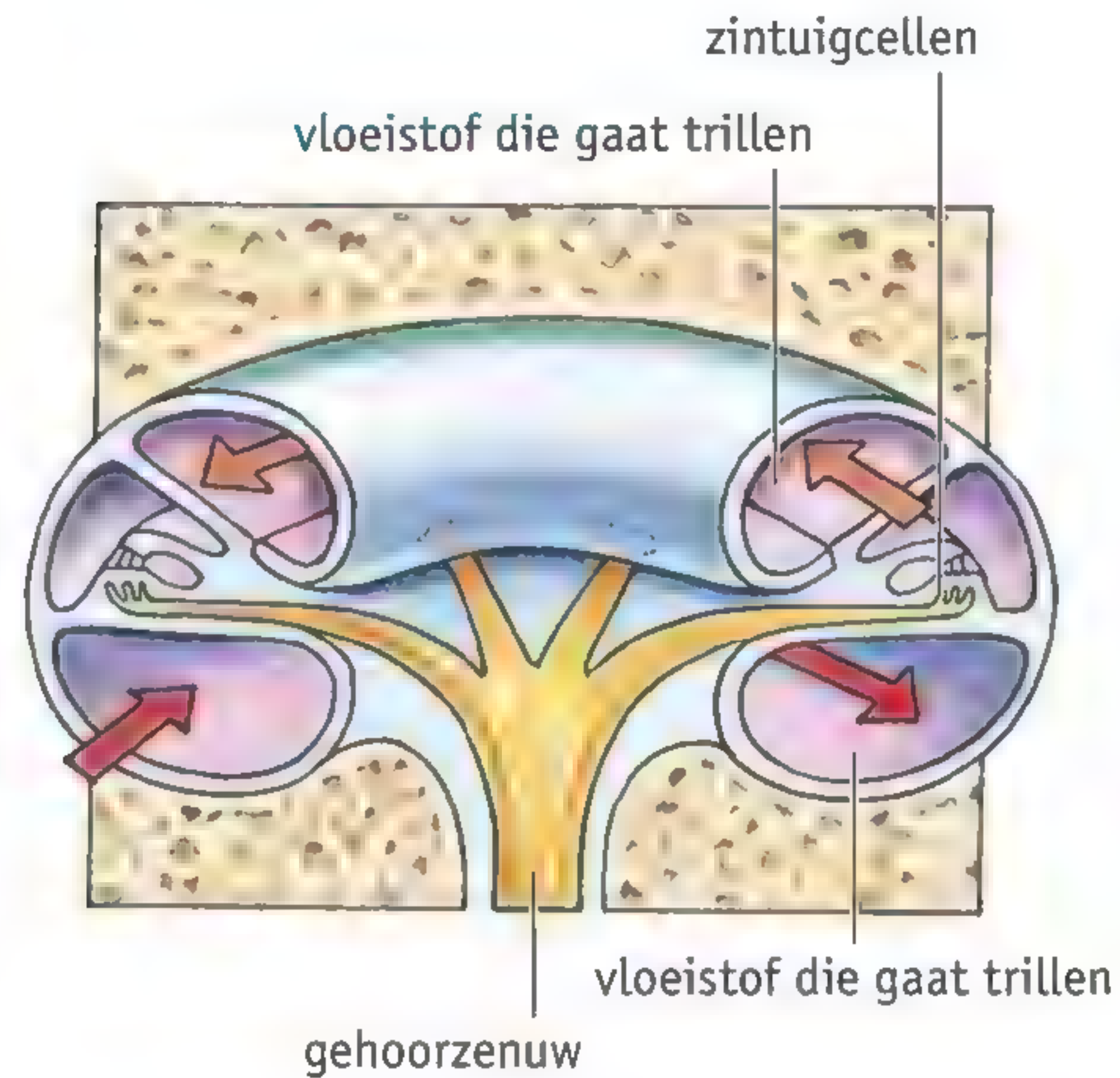
Het trommelvlies brengt de gehoorbeentjes aan het trillen. De gehoorbeentjes geven de trillingen door aan het venster in het slakkenhuis. Het slakkenhuis bestaat uit drie kanalen, die als een spiraal zijn opgerold. Alle drie de kanalen zijn met een vloeistof gevuld. Een van deze kanalen begint bij het vlies (venster) dat met de stijgbeugel is verbonden. Als dit vlies door de gehoorbeentjes in trilling wordt gebracht, gaat de vloeistof in de kanalen van het slakkenhuis trillen.

► **Afb. 16** Gehoorbeentjes.



In het middelste van de drie kanalen liggen **zintuigcellen** (zie afbeelding 17). Deze worden door de trillingen van de vloeistof geprikkeld. In de zintuigcellen ontstaan dan impulsen. De zintuigcellen zijn verbonden met de **gehoorzenuw**, die de impulsen naar de hersenen geleidt.

► **Afb. 17** Kanalen in het slakkenhuis (doorsnede, schematisch).



De trommelholte is door de **buis van Eustachius** verbonden met de keelholte. De wanden van de buis van Eustachius liggen gewoonlijk tegen elkaar aan gedrukt. Bij bepaalde bewegingen (slikken, gapen) gaat de buis van Eustachius open. Hierdoor kan er lucht vanuit de keelholte naar de trommelholte gaan, of omgekeerd. De luchtdruk aan beide zijden van het trommelvlies wordt dan gelijk. Dit is nodig om het trommelvlies goed te kunnen laten trillen.

WB OPDRACHT 14 T/M 16 BLZ. 54

5 De ogen

▼ Afb. 18



De **gezichtszintuigen** liggen in de ogen. Je ogen zijn tere organen. Ze liggen goed beschermd in je oogkassen (zie afbeelding 18). De **wenkbrauwen** zorgen ervoor dat zweet of ander vocht langs de ogen loopt en niet erin. De **wimpers** beschermen de ogen tegen vuil en tegen te fel licht.

DE UITWENDIGE BOUW VAN DE OGEN

Het witte gedeelte van het oog heet het **harde oogvlies**. Dit is een stevig vlies dat het oog bescherming geeft. Het gekleurde gedeelte van het oog heet **iris** of **regenboogvlies**. In de iris zit een opening: de **pupil**. De pupil is te zien als een zwarte **ronde vlek**. Over de iris en de pupil heen ligt het **hoornvlies** (zie afbeelding 19.2).

Onder de huid boven de ogen liggen **traanklieren**. Deze produceren **traanvocht**. Door te knipperen verspreiden de **oogleden** het traanvocht over de ogen. Het traanvocht beschermt de ogen tegen uitdroging en reinigt de ogen. Het spoelt kleine stofjes of prikkelende stoffen weg. Dat merk je bijvoorbeeld als je aan een ui ruikt. De geur van de ui prikkelt zintuigcellen in het hoornvlies. De traanklieren ontvangen daardoor impulsen van zenuwcellen en gaan meer traanvocht produceren. In de ooghoeken zitten twee kleine openingen. Hierdoor komt het traanvocht terecht in de **traanbuizen** en wordt afgevoerd naar de neusholte.

WB OPDRACHT 17 EN 18 BLZ. 56

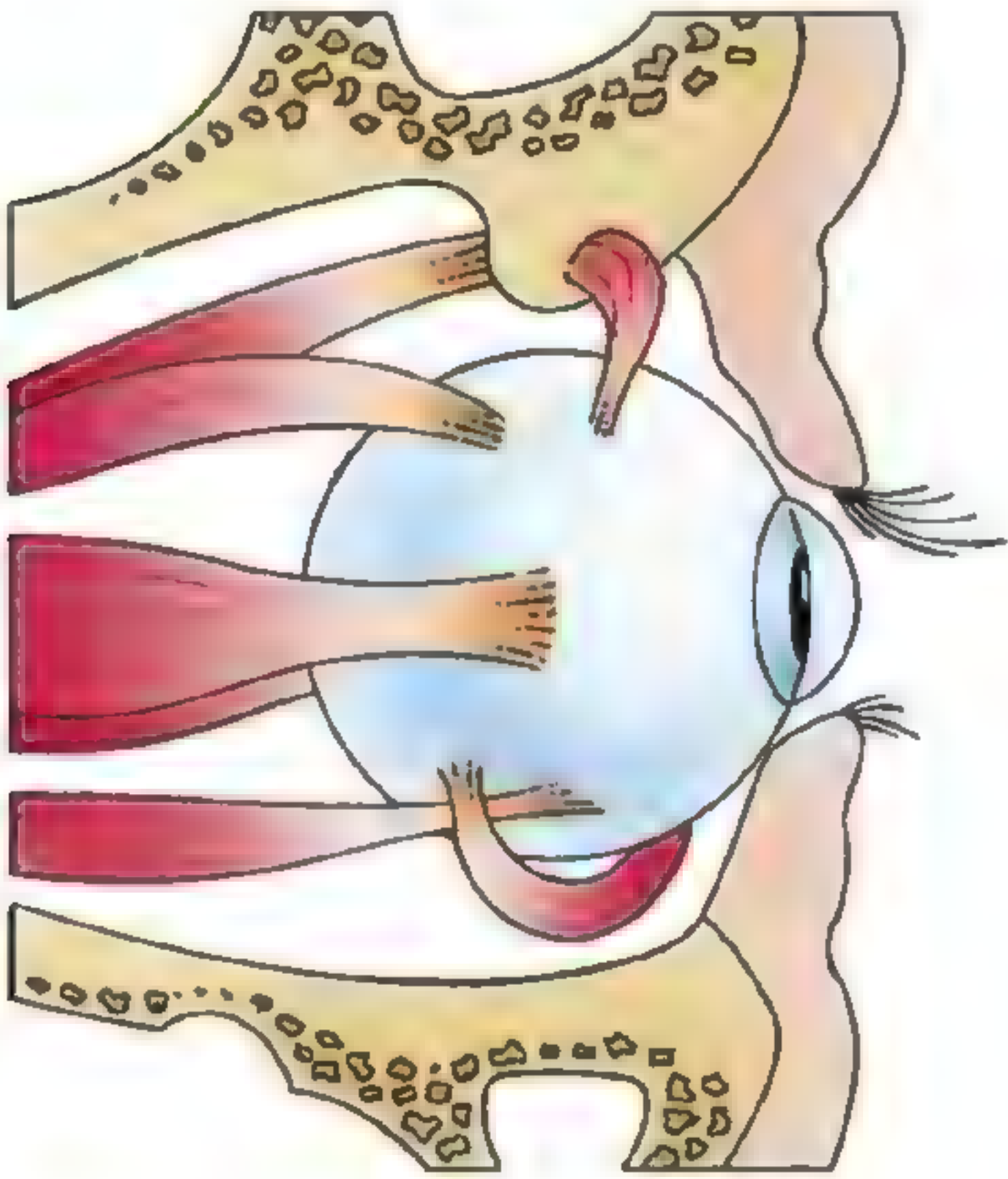
▼ Afb. 19 Een oog.



▼ Afb. 20



▼ Afb. 21 Oogspieren (schematisch).



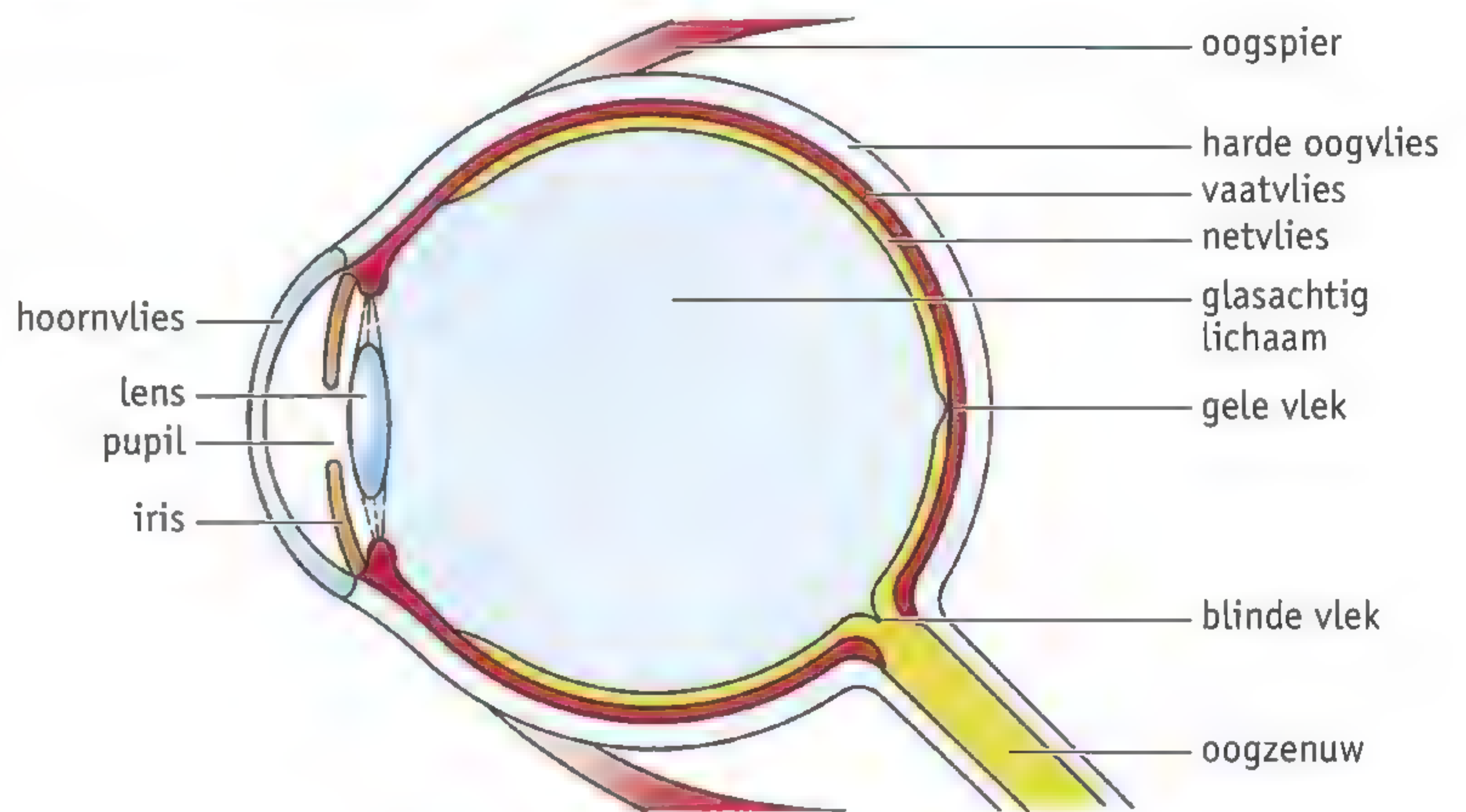
DE INWENDIGE BOUW VAN DE OGEN

In beide oogkassen zijn links, rechts, boven en onder verschillende **oogspieren** aan het harde oogvlies bevestigd (zie afbeelding 21). De oogspieren draaien de ogen in de gewenste richting.

In afbeelding 22 is een doorsnede van een oog schematisch getekend.

Een oog is voor het grootste deel gevuld met een geleachtige massa: het **glasachtig lichaam**. De wand van een oog bestaat uit drie lagen. De buitenste laag is het **harde oogvlies**, dat wit van kleur is. Aan de voorkant van het oog gaat het harde oogvlies over in het **hoornvlies**. Het hoornvlies is doorzichtig, zodat licht het oog binnen kan vallen.

▼ Afb. 22 Een oog (doorsnede, schematisch).



De middelste laag is het **vaatvlies**. Deze laag bevat veel bloedvaten. Het vaatvlies zorgt voor de voeding van een groot deel van het oog. Aan de voorkant van het oog gaat het vaatvlies over in de **iris (regenboogvlies)**. De **pupil** is de opening in de iris. Door de pupil dringt licht verder het oog binnen. De binnenste laag van de wand van een oog heet **netvlies**. Hierin liggen de zintuigcellen. Deze worden geprikkeld wanneer er licht op valt. In de zintuigcellen ontstaan dan impulsen. De **oogzenuw** geleidt de impulsen naar de hersenen.

In het centrum van het netvlies ligt de **gele vlek**. Met de zintuigcellen in de gele vlek kun je het scherpst zien. Als je naar iets kijkt, draai je je ogen zó dat je vooral de gele vlek gebruikt bij het kijken. De plaats van het netvlies waar de oogzenuw het oog verlaat, heet **blinde vlek**. In de blinde vlek liggen geen zintuigcellen. Het netvlies wordt door het glasachtig lichaam op zijn plaats gehouden.

Achter de iris en de pupil bevindt zich de **lens**. De lens zorgt ervoor dat je scherp kunt zien.

▼ Afb. 23 Iris en pupil.



1 als er fel licht het oog binnenvalt



2 als er zwak licht het oog binnenvalt

DE PUPILREFLEX

Er valt niet altijd evenveel licht je ogen binnen. Als er fel licht je ogen binnenvalt, kunnen de zintuigcellen in het netvlies worden beschadigd. Daarom moet je nooit recht in de zon kijken. Je hebt geleerd dat de wimpers je ogen beschermen tegen te fel licht. Bij fel licht knijp je je ogen bijna dicht. De zintuigcellen in het netvlies worden ook tegen fel licht beschermd doordat de grootte van de pupil verandert. We noemen dit de **pupilreflex**.

Met de pupilreflex wordt de hoeveelheid licht geregeld die op het netvlies valt. Als er fel licht je ogen binnenvalt, wordt de iris groot (zie afbeelding 23.1). De pupil wordt daardoor klein. Een kleine pupil laat weinig licht door. Zo worden de zintuigcellen in het netvlies beschermd tegen fel licht.

Als er zwak licht je ogen binnenvalt, wordt de iris klein (zie afbeelding 23.2). De pupil wordt daardoor groot. Een grote pupil laat veel licht door. Daardoor kun je toch zien als het bijna donker is.

Het groter en kleiner worden van de pupil wordt veroorzaakt door spieren in de iris. In de iris bevinden zich kringsspieren en straalsgewijs lopende spieren. De **kringspieren** lopen rondom de pupil. Als ze zich samentrekken, wordt de pupil kleiner. De **straalsgewijs lopende spieren** lopen van de pupil naar de buitenkant van de iris. Als ze zich samentrekken, wordt de pupil groter (zie afbeelding 24). Een optometrist gebruikt oogdruppels (zie afbeelding 25). Daardoor is de pupilreflex uitgeschakeld en kan de optometrist het netvlies en het vaatvlies goed bestuderen.

WB OPDRACHT 23 EN 24 BLZ. 60

▼ Afb. 24 Spieren in de iris (schematisch).



1 fel licht: kringsspieren maken de pupil klein



2 zwak licht: straalsgewijs lopende spieren maken de pupil groot

▼ Afb. 25

Optometrist

Hallo, ik ben Otto. Ik werk als optometrist in een ziekenhuis. Daar doe ik oogheelkundig onderzoek en verricht ik metingen. Ik controleer bijvoorbeeld of iemand staar heeft. Bij een persoon met staar is de lens troebel geworden.

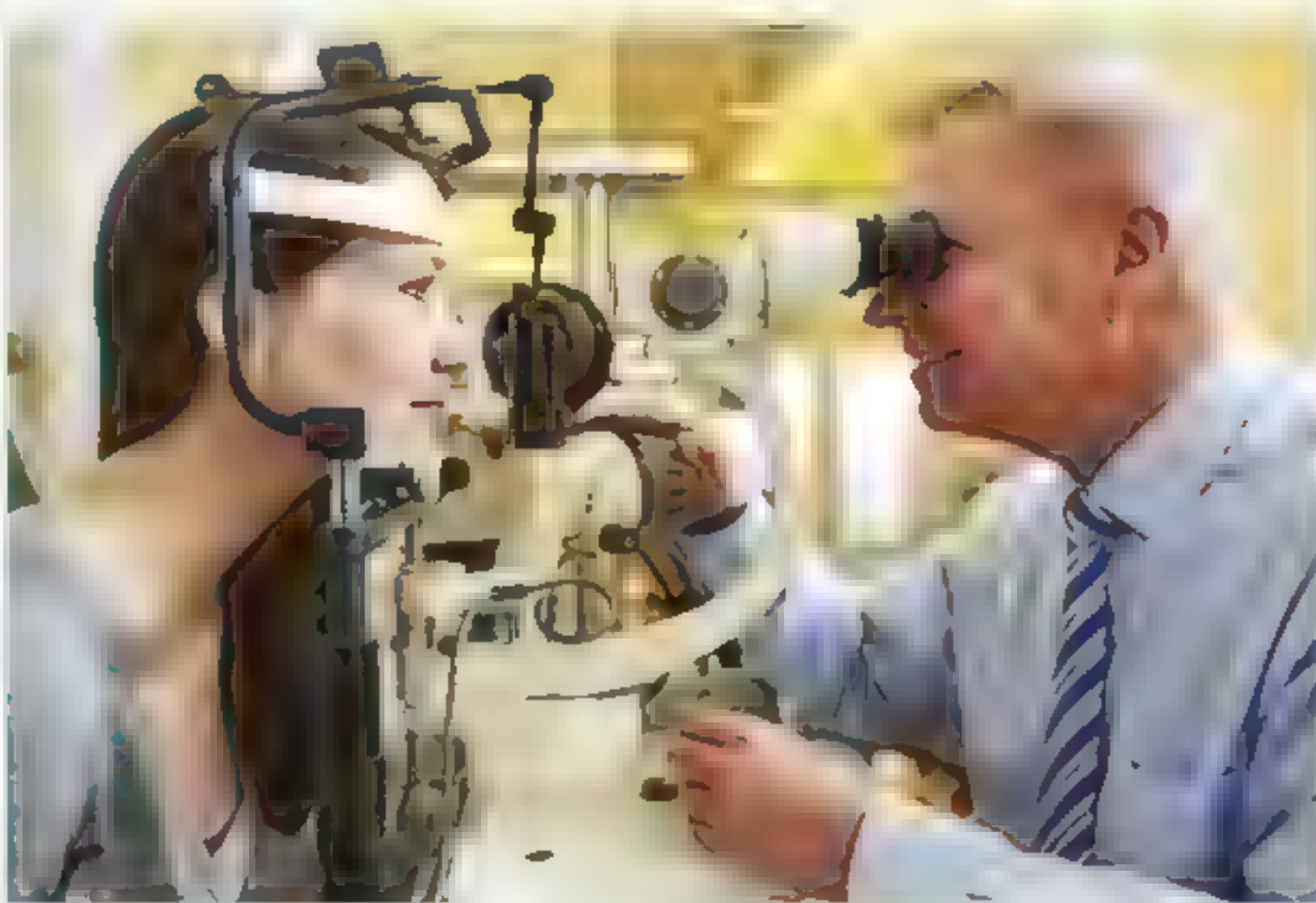
Veel patiënten krijgen oogdruppels waardoor de pupil groot blijft, ook als er veel licht op het oog valt. Bij een grote pupil kan ik met een spleetlamp (zie afbeelding 25.1) het netvlies en het vaatvlies goed bekijken. Bij mensen met diabetes (suikerziekte) kunnen de kleine bloedvaatjes van het vaatvlies beschadigd raken. Daardoor functioneren de zintuigcellen van het netvlies ook niet goed meer en kan zo iemand slechter gaan zien of zelfs blind worden. Het is belangrijk dat dit tijdig wordt opgespoord. Bij mensen met diabetes maak ik foto's van het vaatvlies (zie afbeelding 25.2), waarna de oogarts de foto's verder bestudeert.

Bij bepaalde oogaandoeningen kan de oogzenuw beschadigd raken. Met de spleetlamp is een deel van de oogzenuw te zien, waardoor beschadigingen tijdig opgespoord kunnen worden.

Veel mensen dragen contactlenzen (zie afbeelding 25.3). Contactlenzen worden op het hoornvlies gedragen. Het hoornvlies is bij de meeste mensen niet zuiver rond. Door de vorm van het hoornvlies te meten, kunnen contactlenzen op maat gemaakt worden.

Om optometrist te kunnen worden, moet je de hbo-opleiding optometrie volgen.

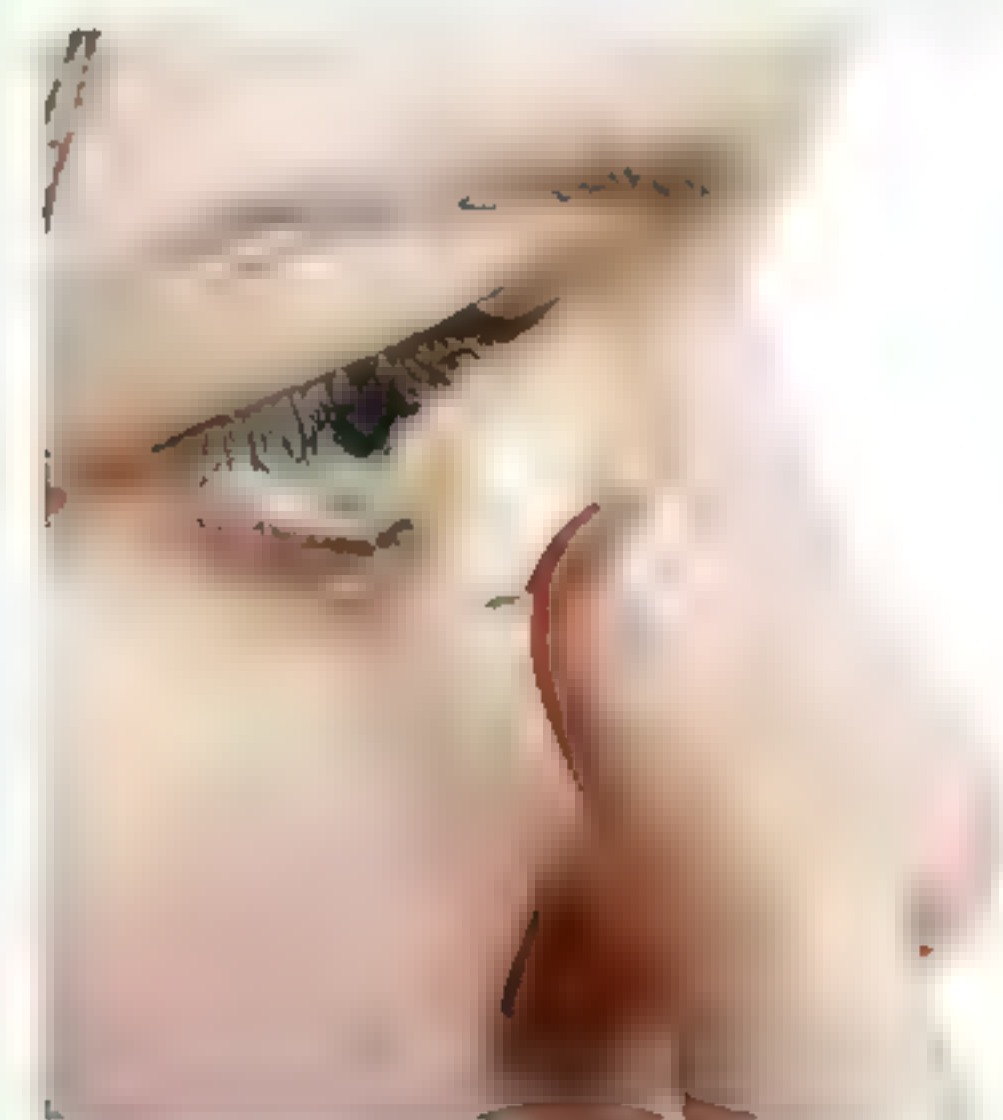
Ik vind dit een leuke baan. Je werkt met veel verschillende mensen en met apparatuur waarmee je nauwkeurig om moet gaan.



1



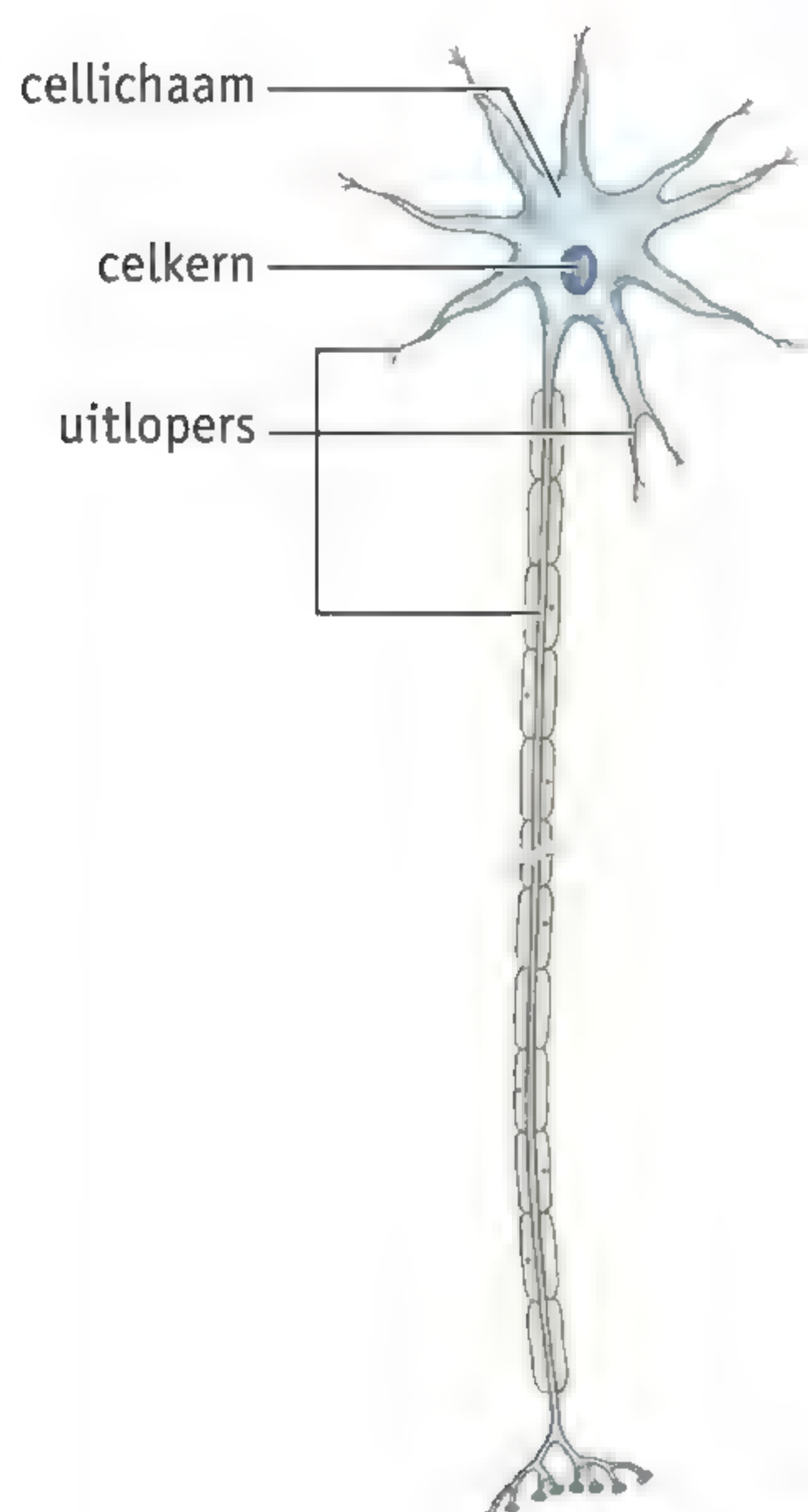
2



3

6 Het zenuwstelsel

▼ **Afb. 26** Een zenuwcel (schematisch).



Je hebt geleerd dat in zintuigcellen impulsen kunnen ontstaan. Deze impulsen worden via zenuwen naar je hersenen geleid. De zenuwen en de hersenen maken deel uit van het zenuwstelsel.

Het zenuwstelsel bevat miljoenen **zenuwcellen**. Elke zenuwcel is opgebouwd uit een cellichaam en uitlopers (zie afbeelding 26).

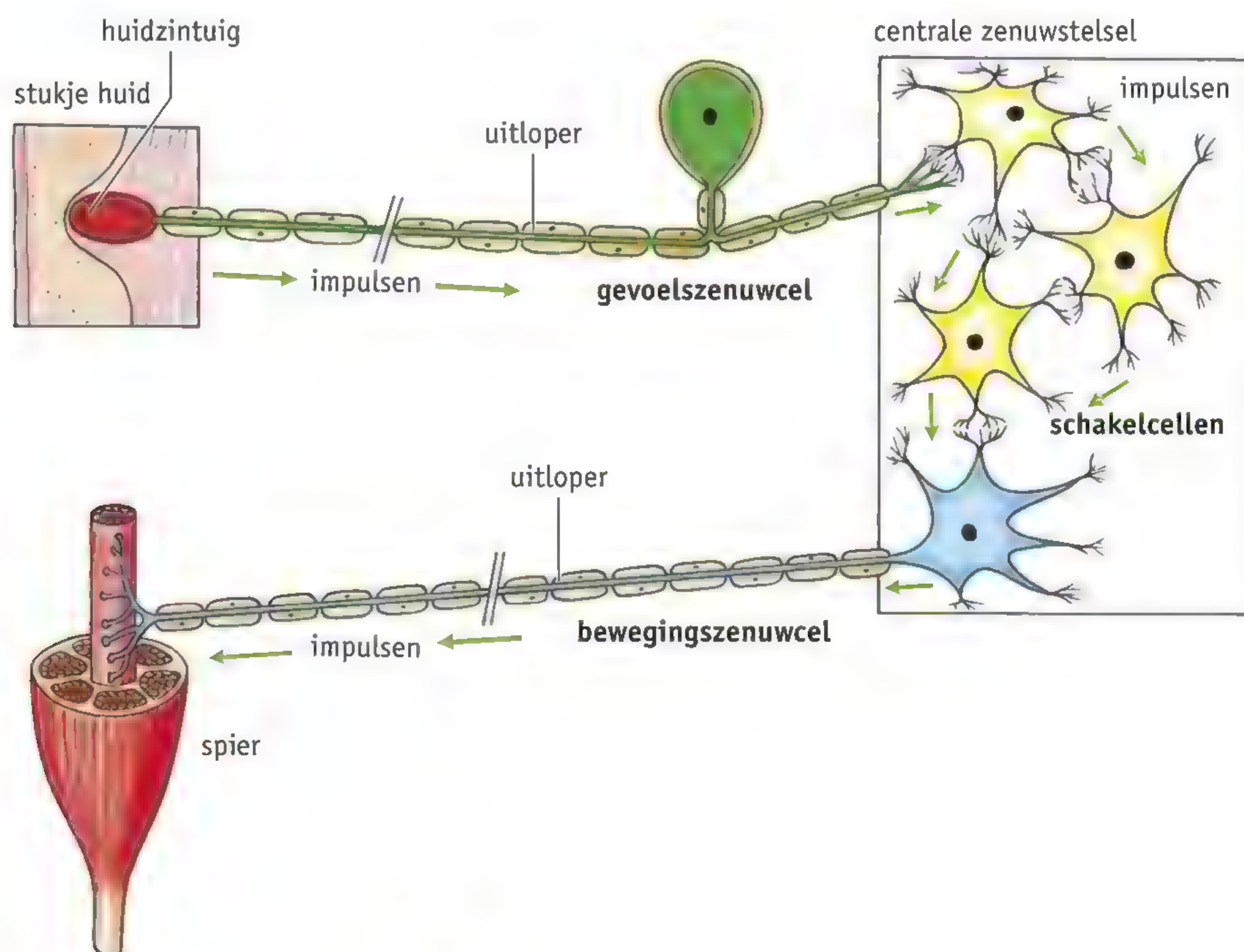
Het **cellichaam** van een zenuwcel is het deel waarin zich de celkern bevindt. De cellichamen van zenuwcellen liggen in of vlak bij het centrale zenuwstelsel.

Door de **uitlopers** worden de impulsen voort geleid. Er zijn uitlopers die impulsen naar het cellichaam toe geleiden en uitlopers die impulsen van het cellichaam af geleiden. Uitlopers kunnen de impulsen ook doorgeven aan andere (zenuw)cellen. Uitlopers kunnen heel lang zijn.

We onderscheiden drie typen zenuwcellen: gevoelszenuwcellen, bewegingszenuwcellen en schakelcellen (zie afbeelding 27).

Gevoelszenuwcellen geleiden impulsen van zintuigen naar het centrale zenuwstelsel. De cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen vlak bij het centrale zenuwstelsel. Een gevoelszenuwcel heeft één lange uitloper, die impulsen naar het cellichaam toe geleidt. Soms is deze uitloper wel een meter lang, bijvoorbeeld bij een gevoelszenuwcel die impulsen geleidt van een zintuigcel in een teen naar het cellichaam vlak bij het ruggenmerg.

▼ **Afb. 27** Typen zenuwcellen (schematisch).



Bewegingszenuwcellen geleiden impulsen van het centrale zenuwstelsel naar spieren of klieren (zie afbeelding 27). De cellichamen van bewegingszenuwcellen liggen *in* het centrale zenuwstelsel. Een bewegingszenuwcel heeft één lange uitloper (soms wel een meter lang), die impulsen van het cellichaam af geleidt.

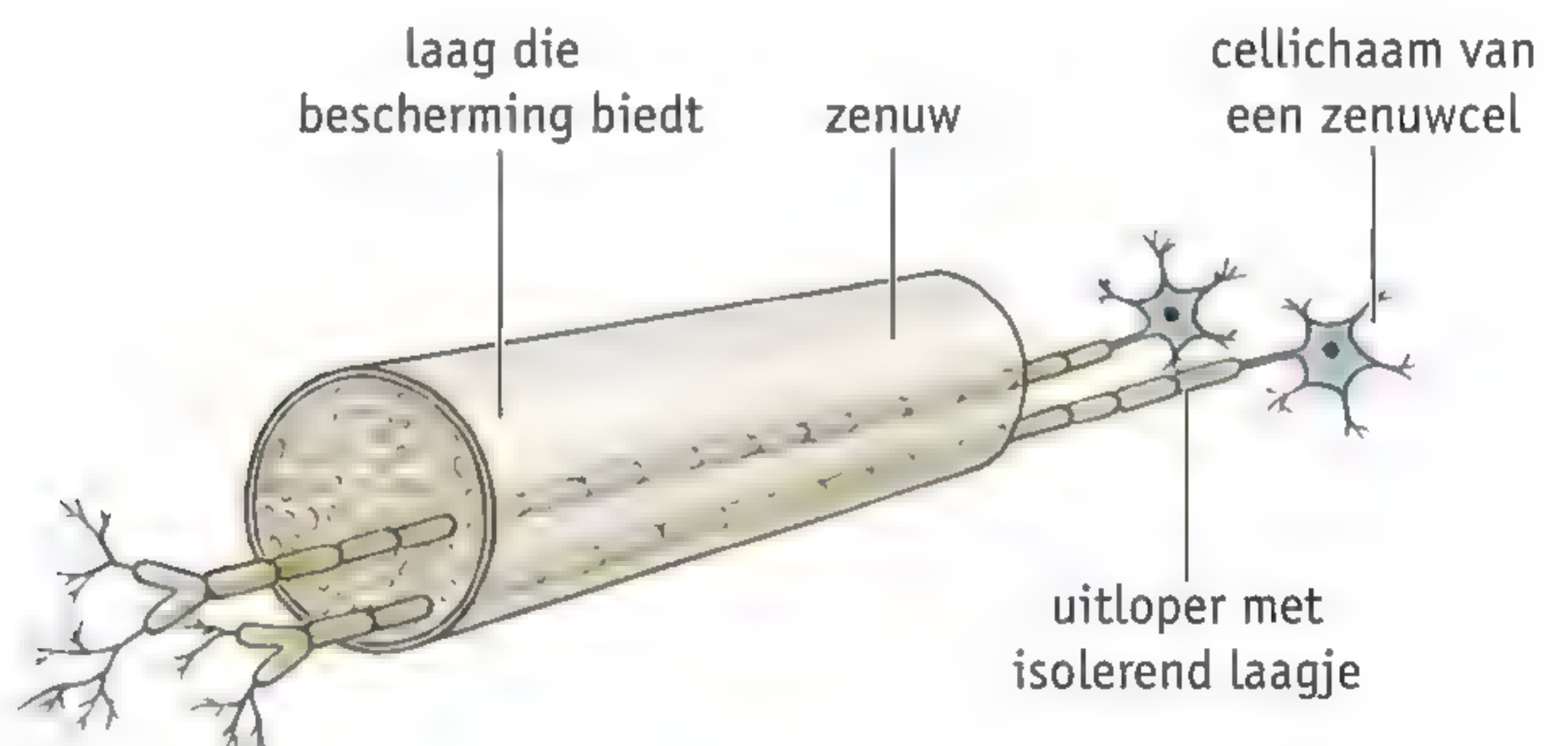
Schakelcellen geleiden impulsen binnen het centrale zenuwstelsel. Ze verbinden de uitlopers van gevoelszenuwcellen met de uitlopers van bewegingszenuwcellen (zie afbeelding 27). Schakelcellen liggen *in hun geheel* in het centrale zenuwstelsel. Schakelcellen zijn onderling verbonden door middel van uitlopers.

WB OPDRACHT 25 EN 26 BLZ. 62

ZENUWEN

In werkelijkheid wordt nooit één impuls via één uitloper naar het centrale zenuwstelsel of naar een spier of klier geleid. In werkelijkheid worden via duizenden uitlopers tegelijk impulsen voort geleid. De uitlopers liggen bij elkaar in een **zenuw** (zie afbeelding 28). Elke uitloper in een zenuw is omgeven door een **dun laagje**. Dat laagje isoleert de uitlopers van elkaar. Om een zenuw heen ligt een stevige laag die bescherming biedt.

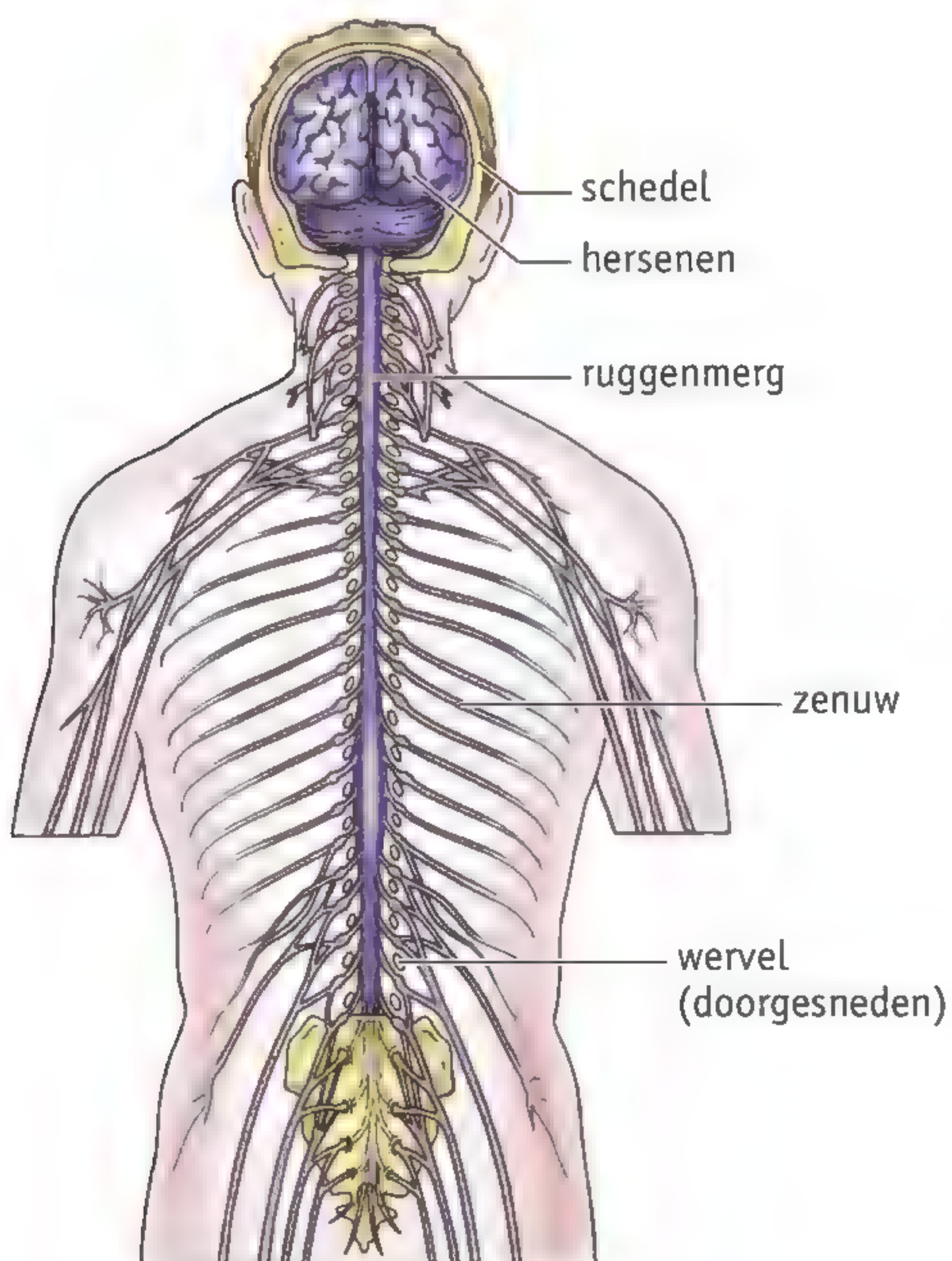
▼ **Afb. 28** Zenuw met enkele zenuwcellen (schematisch).



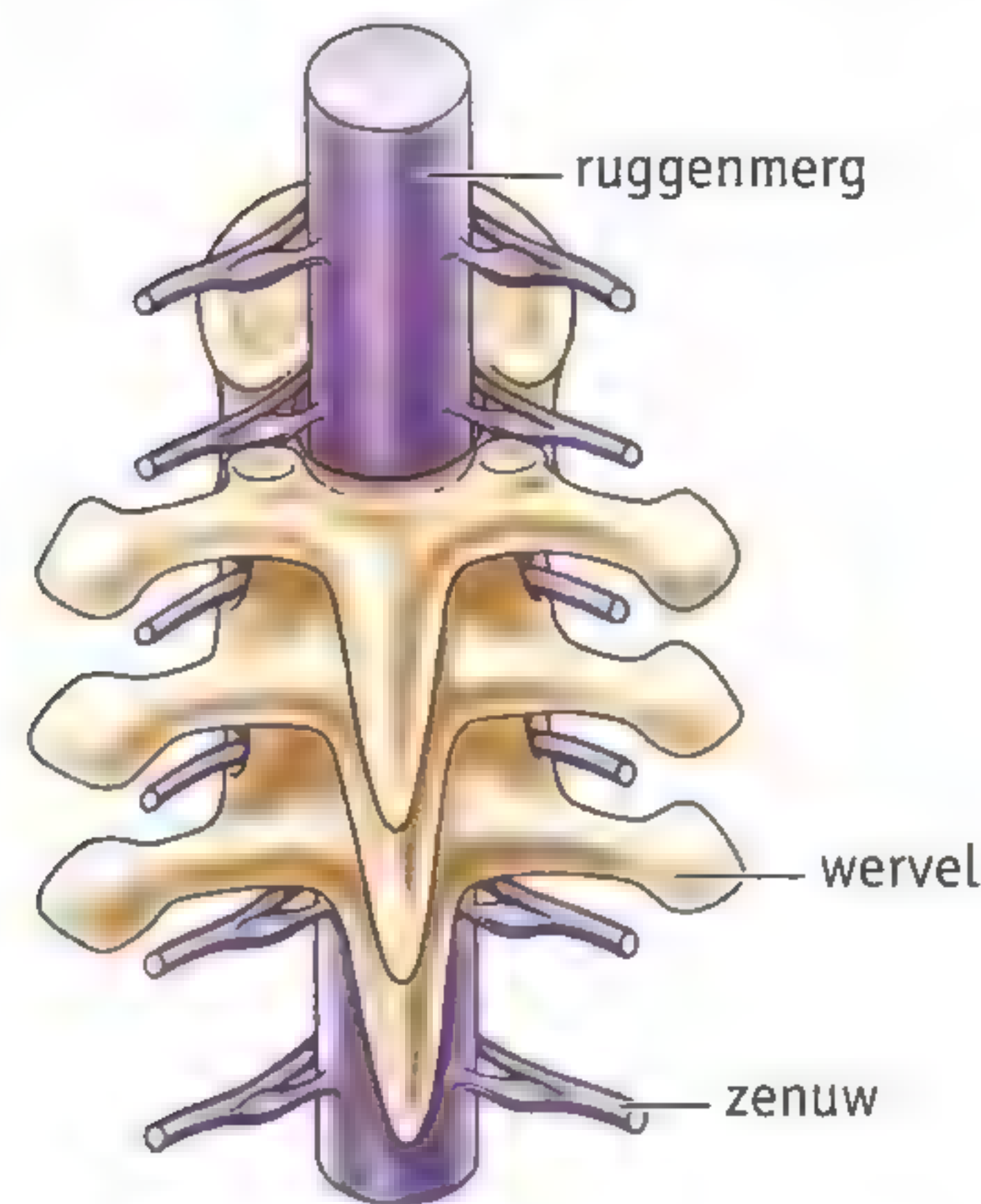
De zenuwen verbinden het centrale zenuwstelsel met alle lichaamsdelen. Delen van het hoofd en de hals zijn door zenuwen rechtstreeks verbonden met de hersenen. Delen van de romp en van de ledematen zijn door zenuwen verbonden met het ruggenmerg (zie afbeelding 29). Via het ruggenmerg worden impulsen naar de hersenen geleid.

Het ruggenmerg begint bij de hersenen en eindigt bij de lendenwervels onder in de rug. Het ruggenmerg is omgeven door de wervels van de wervelkolom (zie afbeelding 30).

▼ **Afb. 29** Delen van romp en ledematen zijn door zenuwen verbonden met het ruggenmerg.



▼ Afb. 30 Ligging van het ruggenmerg in de wervelkolom.



Zenuwen kunnen heel lang zijn, soms wel een meter. De impulsen leggen dan een grote afstand af door de zenuwen. Toch ben je in staat heel snel te reageren. De impulsen worden dus met grote snelheid door het zenuwstelsel voort geleid. Wanneer een zenuw afgekneld raakt, voel je een vreemde tinteling (zie afbeelding 31).

WB OPDRACHT 27 BLZ. 63

▼ Afb. 31

Wat is er aan de hand bij een slaaparm of slaapbeen?

Je wordt wakker en voelt je arm of been vreemd tintelen. Je wilt je arm optillen, maar dat lukt niet meer. Naast de vreemde tinteling voel je verder niks meer in je arm of been. Vrijwel iedereen heeft er weleens last van gehad. Dit verschijnsel noemen we slapende ledematen. Je hebt dan op je arm of been gelegen waardoor bloedvaten en zenuwen zijn afgekneld. Wanneer de afknelling stopt, verdwijnt even later het tintelende gevoel en kun je je arm of been weer gewoon bewegen. Door het afgeknelde lichaamsdeel worden impulsen niet goed meer voort geleid. Mede door het gebrek aan bloed met verse voedingsstoffen en zuurstof, wordt je arm of been slap en bleek en kun je hem tijdelijk niet bewegen. Het vreemde tintelende gevoel is de waarneming in je hersenen dat bepaalde zenuwen geen impulsen doorgeven en andere zenuwen juist heel veel. De tinteling is een waarschuwing dat je van houding moet veranderen.



7 Gedrag

Alles wat een mens of dier doet, zoals lachen en naar iets kijken, is **gedrag**. Ook geluiden maken, slapen, geurstoffen afgeven en zelfs gewoon stilstaan zijn voorbeelden van gedrag.

Gedrag van organismen bestaat uit **handelingen** die met elkaar samenhangen. Die handelingen hebben samen een doel. In afbeelding 32 zie je dat bij een jagende lynx. Het jachtgedrag van de lynx bestaat uit een serie handelingen, zoals spieden en sluipen. Het jachtgedrag heeft als doel eten om in leven te blijven (zelfregulatie). De handelingen zoals spieden, sluipen en een prooi bespringen volgen elkaar vaak in een vaste volgorde op. Als het effect van de ene handeling leidt tot een volgende handeling, spreken we van een **gedragsketen**. Het effect van spieden bijvoorbeeld is een prooi opmerken. Dat leidt tot de volgende handeling: sluiplopen, en dit gaat zo telkens verder.

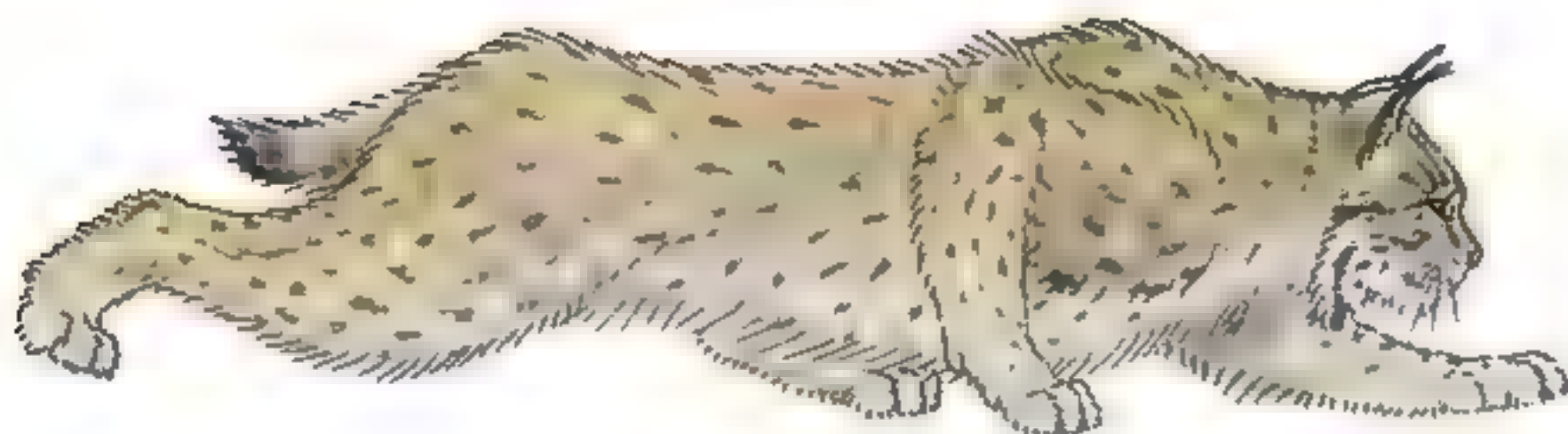
▼ **Afb. 32** Het jachtgedrag van de lynx bestaat uit een gedragsketen.



1 spieden



2 sluiplopen



3 sluipen



4 bespringen en doden



5 prooislepen



6 prooi eten

HOE WORDT GEDRAG VEROORZAAKT?

In basisstof 1 heb je geleerd dat een **prikkel** een invloed uit de omgeving op een organisme is. Je hebt ook geleerd dat zintuigen reageren op prikkels, waardoor impulsen via zenuwen naar je hersenen gaan. In afbeelding 33 zie je daar een voorbeeld van. Het meisje ziet op internet een nieuw liedje van haar favoriete groep. In haar hersenen wordt zij zich bewust van die prikkel. Vervolgens reageert zij op de prikkel: ze gaat er even goed voor zitten, ze klikt het liedje aan en luistert naar de muziek. Er gaan dan impulsen naar haar spieren. Een reactie op een prikkel heet een **respons**.

► **Afb. 33** Gedrag is een respons op een prikkel.



▼ **Afb. 34** Motivatie en prikkels zijn de oorzaak van gedrag.



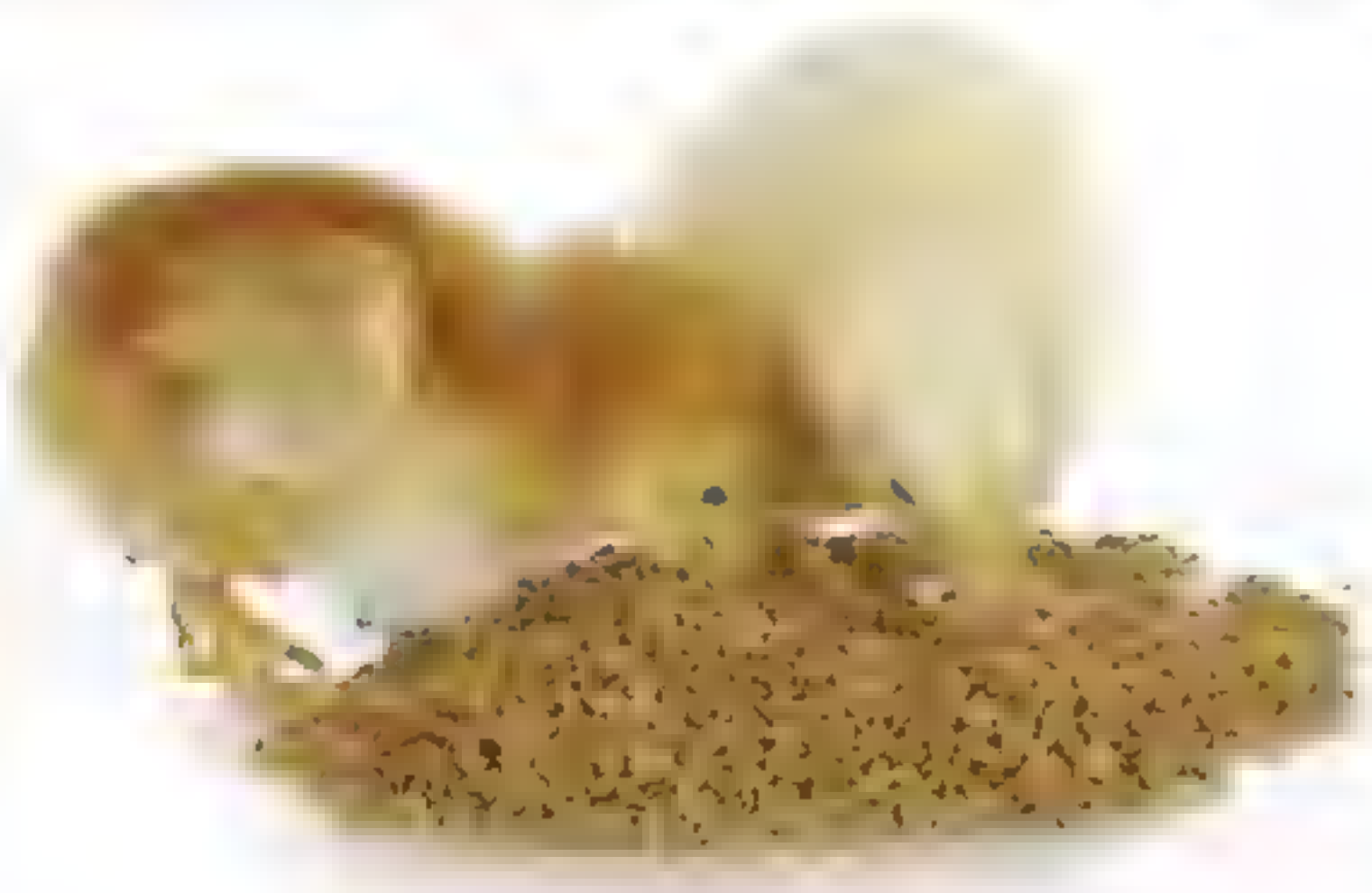
Er bestaan verschillende soorten prikkels. Iemand kan honger krijgen en gaan eten. De honger is een prikkel die *in* het lichaam ontstaat. Dit wordt een **inwendige prikkel** genoemd. Er zijn ook prikkels die van *buiten* het lichaam komen: je ruikt bijvoorbeeld vers gebakken brood. Deze prikkels van buiten het lichaam kun je via je zintuigen waarnemen en worden **uitwendige prikkels** genoemd.

De **motivatie** is de bereidheid tot het verrichten van bepaald gedrag (zie afbeelding 34). Als je al veel hebt gegeten, is je motivatie erg laag om nog een boterham te eten. De prikkel: 'het zien van de boterham' leidt dan niet tot eetgedrag. Maar wanneer je honger hebt, is je motivatie om te eten erg hoog. Dezelfde prikkel: 'het zien van een boterham' zal dan wel leiden tot een respons. Wanneer de prikkelsterkte erg hoog is en de motivatie laag, kun je toch een respons vertonen. Na een stevige maaltijd schep je je bord niet nog een keer vol, maar een heerlijk toetje met aardbeien, ijs en slagroom lust je nog wel en leidt tot een respons.

HOE WORDT GEDRAG BEPAALD?

Veel gedrag van dieren en mensen is **aangeleerd**. Een reiger leert bijvoorbeeld waar veel kikkers te vinden zijn en een peuter leert met een lepel eten. Biologen toonden aan dat gedrag ook bepaald kan zijn door **erfelijke factoren** (zie afbeelding 35).

▼ Afb. 35

ONDERZOEK VOEDSELPIKKEN VAN KUIKENS: ERFELIJK OF AANGELEERD?	
Probleemstelling	Is voedselpikken van de kuikens van een kip erfelijk gedrag of aangeleerd gedrag?
Hypothese	Voedselpikken is aangeleerd.
Experiment	Pasgeboren kuikens worden een kapje over de kop gedaan, waardoor zij niets meer kunnen zien. Daarna worden de kuikens losgelaten in een ruimte zonder andere kippen met kippenvoer op de grond. Vervolgens wordt het kapje over hun kop verwijderd.
Resultaten	 De kuikens beginnen direct te pikken naar het kippenvoer.
Conclusie	

▼ Afb. 36



FUNCTIE VAN GEDRAG

Dieren en mensen kunnen reageren op prikkels en vertonen zo allerlei gedrag. Ze kunnen voedsel zoeken en bij schadelijke prikkels uit de buurt blijven (zelfregulatie). Dieren kunnen zich voortplanten (reproductie). Ze kunnen de rangorde bepalen ten opzichte van soortgenoten (interactie). Door evolutie is het gedrag van dieren en mensen in de loop van de tijd telkens aangepast aan de veranderende omgeving. Mensen zijn bijvoorbeeld van jagers en verzamelaars veranderd in landbouwers en veehouders. Tegenwoordig hebben veel mensen zich gespecialiseerd in een bepaald dienstverlenend beroep, zoals automonteur of chirurg. Telkens blijft gedrag met de grootste **overlevingskans** voortbestaan. Tegenwoordig geeft het uitvoeren van dienstverlenende beroepen voor veel mensen de grootste overlevingskans. Veel gedrag van mensen en dieren heeft uiteindelijk te maken met het vergroten van hun overlevingskans (zie afbeelding 36).

WB OPDRACHT 28 EN 29 BLZ. 64

BEÏNVLOEDING VAN GEDRAG

Er zijn veel stoffen die de werking van zintuigen, zenuwstelsel en je gedrag beïnvloeden. Voorbeelden daarvan zijn **alcohol**, sommige **medicijnen** en **drugs**. Van deze middelen wordt alcohol het meest gebruikt. In deze basisstof gaan we in op enkele effecten van alcohol. In klas 2 leer je meer over de effecten van alcohol.

ALCOHOL

Iedereen heeft zijn eigen redenen om wel of geen alcohol te gebruiken. Vaak wordt als reden genoemd: erbij willen horen, nieuwsgierigheid, verveling, ontspanning en gezelligheid. Ook stoer doen kan een reden zijn om te drinken. Sommige mensen drinken om hun problemen te vergeten. Redenen om niet te drinken zijn: het is slecht voor je gezondheid of jammer van het geld. Sommige mensen hebben slechte ervaringen met alcohol. Ook zijn er mensen die geen behoefte hebben aan alcohol of er niet in geïnteresseerd zijn. In de islam is het drinken van alcohol verboden. Alcoholhoudende dranken worden meestal in drie groepen ingedeeld: bier, wijn en sterkedrank. Daarnaast zijn de laatste jaren veel alcoholhoudende mixdranken te koop (zie afbeelding 37).

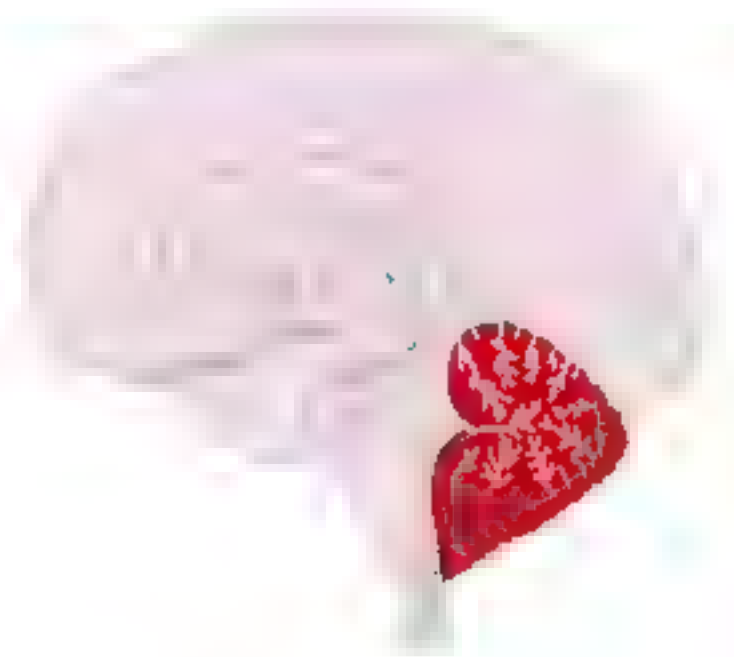
► Afb. 37 Alcoholische dranken.



Alcohol is een stof met een **verdovende werking**. Dit heeft allerlei effecten op je stemming en gedrag. Zo vallen remmingen weg, verminderen je geheugen en concentratie en verdwijnt je zelfkritiek. Hoe meer je drinkt, hoe sterker de effecten.

Wanneer een volwassene af en toe enkele glazen alcoholhoudende dranken gebruikt, kan deze persoon daar plezier aan beleven. Maar het drinken van alcohol heeft ook schadelijke effecten. Wanneer jongeren alcohol drinken, zijn de schadelijke effecten veel groter dan voor volwassenen. Je hersenen ontwikkelen zich tot ongeveer 24-jarige leeftijd. Alcohol verstoort deze ontwikkeling (zie afbeelding 38). Deze schadelijke effecten van alcohol zijn blijvend (zie afbeelding 39).

▼ **Afb. 38** Schadelijke effecten van alcohol op verschillende hersendelen.

Hersendeel	Betrokken bij	Ontwikkeling grotendeels af	Effect alcohol
 Kleine hersenen	bewegingen, evenwicht	rond 12 tot 14 jaar	beschadigd, volumeafname
 Hippocampus	leren en geheugen	rond 16 jaar	volume 10–35% kleiner bij veeldrinkers, slechter geheugen
 Voorste deel grote hersenen	denken, plannen, organiseren, besluiten, beoordelen, impulscontrole, stemming	rond 24 jaar	volumeafname, slechtere scores bij intelligentietesten
 Uitlopers van zenuwcellen overal in de hersenen	alle hersenfuncties, communicatie hersencellen	rond 24 jaar	minder verbindingen tussen hersencellen

Naar: STAP, Nederlands Instituut voor Alcoholbeleid, Factsheet Alcohol en het puberbrein.

▼ Afb. 39

Schadelijke effecten van alcohol op jongeren

De laatste jaren blijkt uit steeds meer onderzoek dat alcohol drinken vooral op jonge leeftijd schadelijk is. Dat komt doordat je hersenen zich tot rond je 24e jaar ontwikkelen. Alcohol verstoort deze ontwikkeling. Bepaalde hersendelen worden kleiner en uitlopers van veel zenuwcellen raken beschadigd. Tot ver in de twintig worden er veel verbindingen aangelegd tussen de zenuwcellen in de hersenen. Bij tieners die veel hebben gedronken, zie je op hersenscans dat de hersenverbindingen zijn verzwakt, ze zijn aangevreten door de alcohol. Deze schade halen ze nooit meer in. Wanneer deze verbindingen in je jeugd niet goed worden aangelegd, heeft dit in je verdere leven blijvende gevolgen, zoals geheugenstoornissen, leerstoornissen, depressies, afname van intelligentie

of emotionele problemen. Wat er in de hersenen ontbreekt, wordt later niet alsnog aangelegd.

Maar er liggen nog meer problemen op de loer. Jongeren die vroeg beginnen met alcohol drinken, hebben later een veel grotere kans om verslaafd te raken aan alcohol. Ze kunnen dan niet meer zonder alcohol. Verder gaan jongeren vaak naar disco's, kroegen en evenementen. De kans om dan bij agressie en geweld betrokken te raken, is in verhouding groot. Ten slotte hebben jongeren door het gebruik van alcohol ook meer kans om verkeersslachtoffer te worden dan oudere verkeersdeelnemers. Geen prettig vooruitzicht dus voor jongeren die vroeg beginnen met alcohol drinken. Zeker niet als zij vaak of veel alcohol in één keer drinken.



Door de verdoovende werking van alcohol op de hersenen verminderen je waarnemingsvermogen en je reactievermogen tijdelijk. In Nederland vallen elk jaar ongeveer tweehonderd doden en drieduizend ernstig gewonden in het verkeer als gevolg van alcoholgebruik. Het percentage jongeren onder alcoholverkeersslachtoffers is hoog.

De laatste jaren maakt men zich steeds meer zorgen om het drinkgedrag van jongeren. Sommige jongeren drinken al op jonge leeftijd alcohol, maar het wordt steeds duidelijker dat het drinken van alcohol op jonge leeftijd erg schadelijk is. Daarom is in 2014 de leeftijdsgrens om alcohol te mogen kopen, verhoogd van 16 naar 18 jaar.

8

Het hormoonstelsel

In deze basisstof leer je wat hormonen zijn en hoe ze werken. In afbeelding 40 lees je dat bij Bram een bepaald hormoon niet goed werkt.

▼ Afb. 40 Bram.

Diabetes

Toen hij 18 maanden was, kreeg Bram plotseling diabetes mellitus (suikerziekte). Bij diabetes is de werking van het hormoon insuline verstoord. Daardoor is de hoeveelheid glucose (een suiker) in het bloed niet goed geregeld. Door zijn diabetes let hij goed op wat hij eet en drinkt. Niet leuk, maar toch ervaart Bram zijn diabetes allerminst als een handicap.

Bram is 13 jaar en moet zichzelf twee keer per dag een injectie met het hormoon insuline geven. In afbeelding 40.1 tot en met 40.3 zie je hoe dat gaat. Diabetes veroorzaakt op de lange duur vaak wel schade aan het lichaam. 'Maar iemand met diabetes is geen buitenbeentje,' zegt zijn moeder. 'Wie zich goed aan de regels houdt, kan veel schade beperken en vaak net zo volwaardig leven als ieder ander.' Bram is een fanatiek tennisser en doet voor de rest vergelijkbare dingen als andere jongens van zijn leeftijd.

Er zijn verschillende typen diabetes. Diabetes type 1 en 2 komen het meeste voor. Bram heeft diabetes type 1. Door een fout maakt het lichaam dan helemaal geen insuline meer. Bij mensen met diabetes type 2 maakt het lichaam te weinig insuline. Overgewicht en weinig

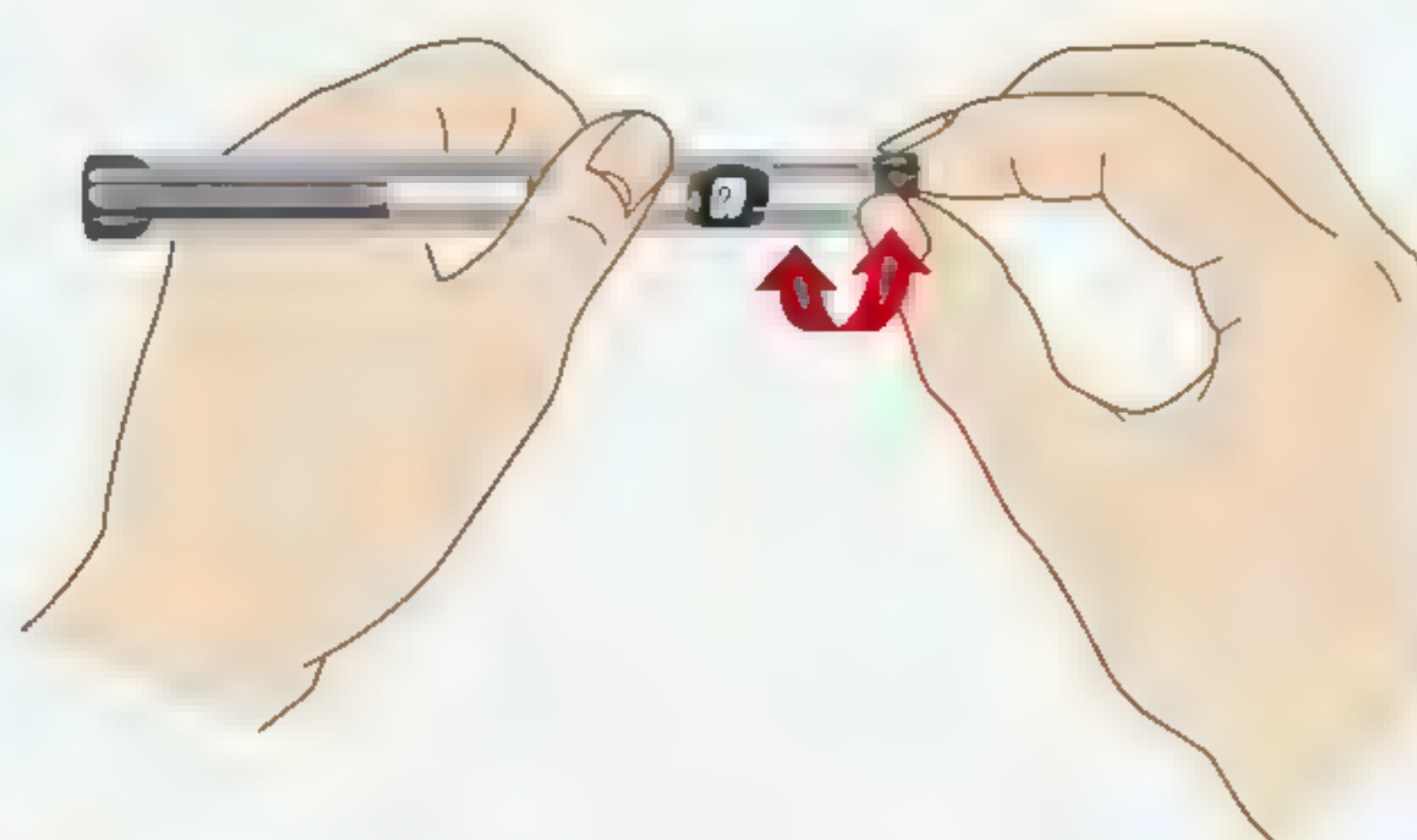


bewegen vergroten de kans op diabetes type 2. Vooral oudere mensen krijgen diabetes type 2.

Het aantal mensen met diabetes type 2 stijgt flink. Ook steeds meer jongeren krijgen nu diabetes type 2. Vooral door overgewicht en weinig bewegen neemt het aantal mensen met diabetes type 2 toe. En dat is slecht nieuws voor jongeren. Van diabetes kun je meestal niet genezen en jongeren met diabetes hebben een lange periode van hun leven diabetes. Hoe langer iemand diabetes heeft, hoe ernstiger de gevolgen van de ziekte, zoals oogproblemen, nierziekte en hart- en vaatziekten.



1 glucosegehalte van het bloed meten (soms)

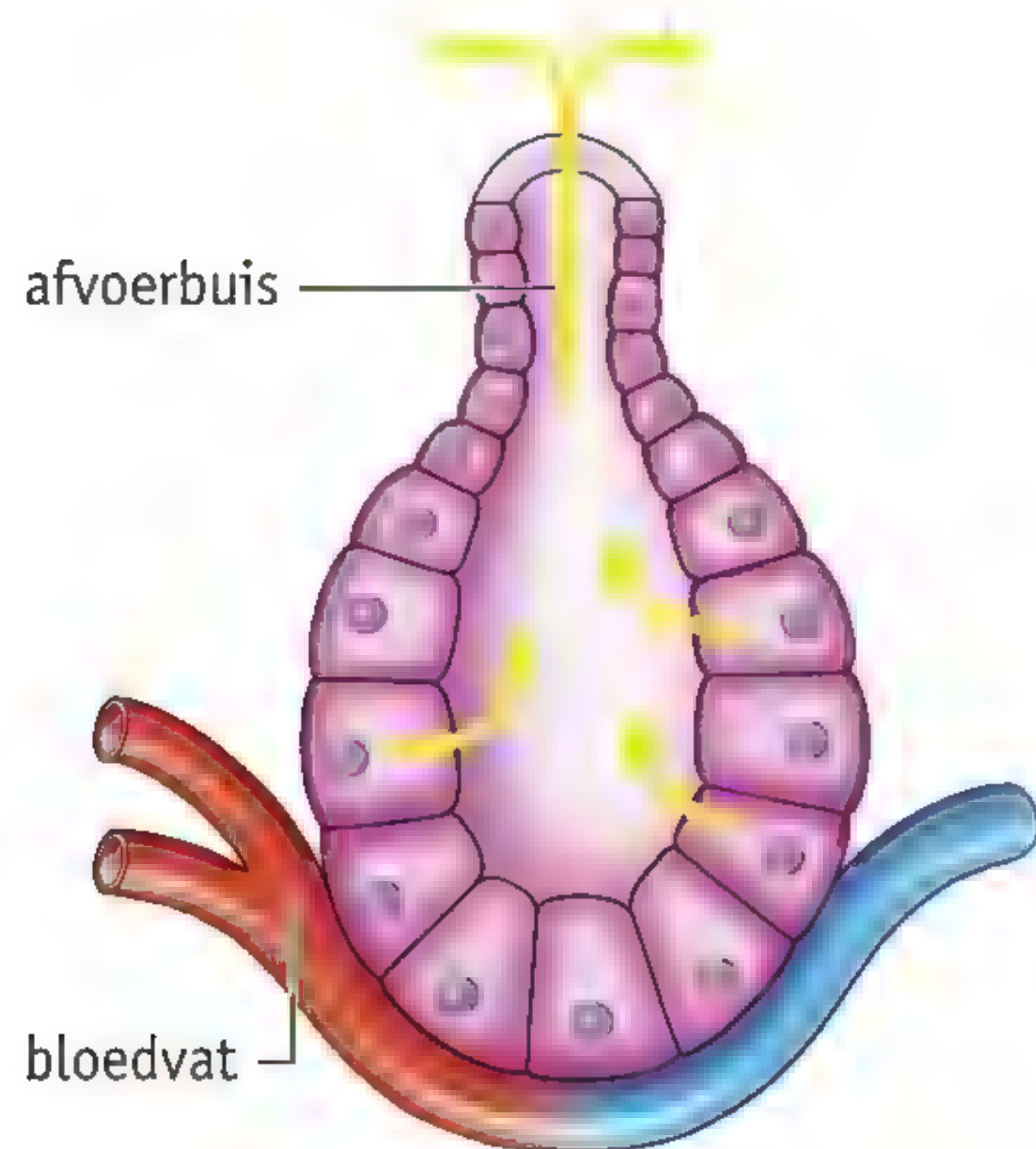


2 dosis insuline instellen

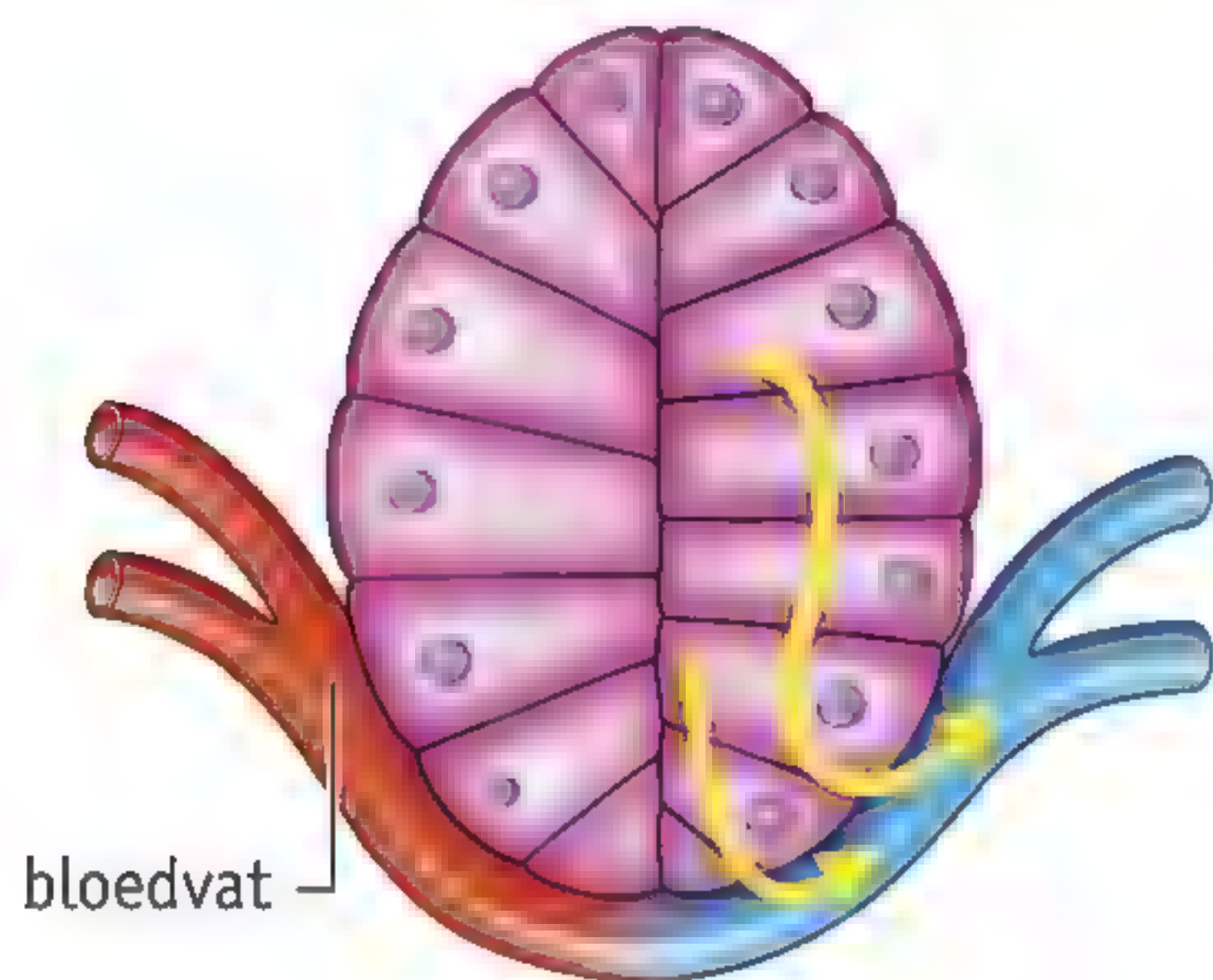


3 insuline injecteren

▼ Afb. 41 Klieren (schematisch).



1 klier met afvoerbuis



2 hormoonklier

HORMONEN

Bij het regelen van processen in je lichaam werkt het zenuwstelsel vaak samen met het hormoonstelsel. Het hormoonstelsel bestaat uit een aantal **hormoonklieren**. Je hebt geleerd dat een klier een orgaan is dat bepaalde stoffen produceert. Hormoonklieren produceren **hormonen**. Hormonen zijn stoffen die de werking van bepaalde organen regelen.

Bij veel klieren worden de geproduceerde stoffen afgevoerd via afvoerbuizen (zie afbeelding 41.1). Voorbeelden van zulke klieren zijn speekselklieren, zweetklieren en traanklieren.

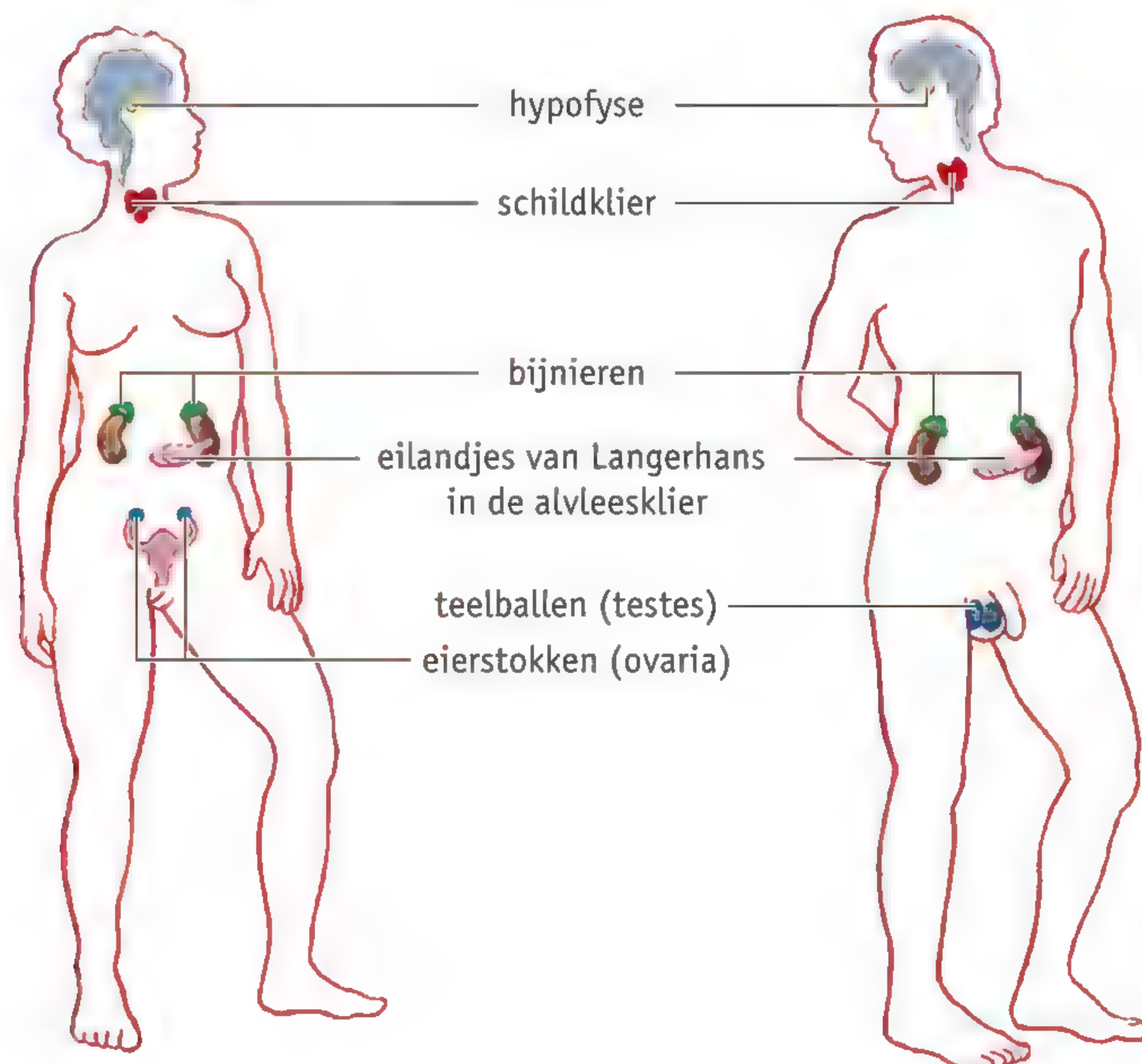
Hormoonklieren geven de hormonen af aan het bloed dat door de hormoonklier stroomt. Veel hormoonklieren hebben dan ook geen afvoerbuizen (zie afbeelding 41.2). Via het bloed komen de hormonen in het hele lichaam terecht. De hormonen zijn echter alleen werkzaam in weefsels en organen die er gevoelig voor zijn.

Het hormoonstelsel regelt vooral langzame, langdurige processen. Hormonen zijn onder andere van invloed op de stofwisseling, voortplanting, groei en ontwikkeling.

Belangrijke hormoonklieren zijn de hypofyse, de schildklier, de eilandjes van Langerhans in de alvleesklier, de bijniere, de eierstokken en de teelballen. In afbeelding 42 is de ligging van deze hormoonklieren getekend.

WB OPDRACHT 32 T/M 34 BLZ. 67

▼ Afb. 42 De ligging van enkele belangrijke hormoonklieren.



REGELING VAN HET GLUCOSEGEHALTE VAN HET BLOED

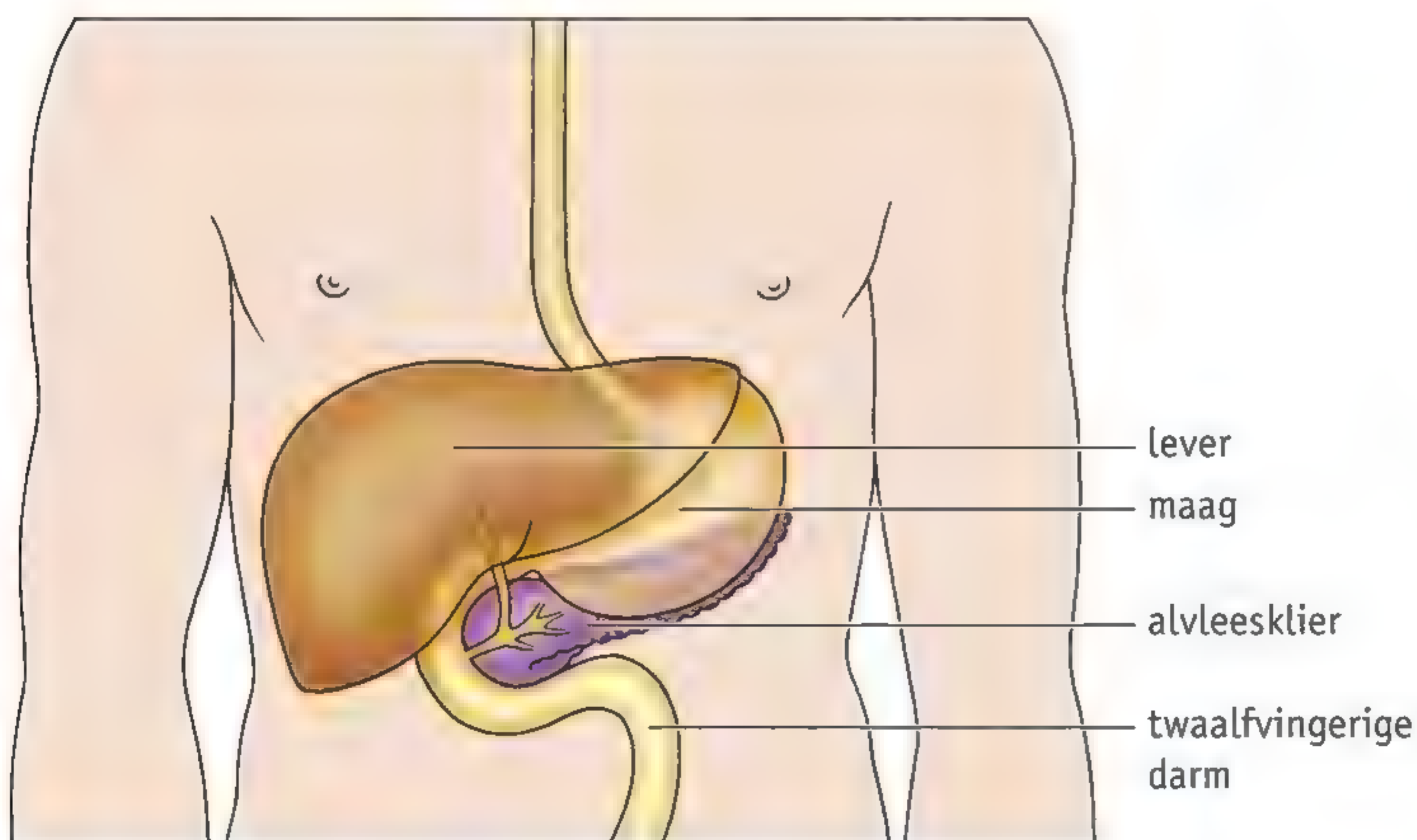
In thema 2 Planten heb je geleerd dat **glucose** een suiker is die door planten bij de fotosynthese wordt gemaakt. In ons voedsel afkomstig van planten zit ook glucose. Glucose is een brandstof voor de cellen in je lichaam. Bij de vertering van voedsel wordt glucose door de wand van de dunne darm heen opgenomen in het bloed. Na een maaltijd kan veel glucose in het bloed terechtkomen. Bepaalde hormonen uit de alvleesklier regelen de hoeveelheid glucose in het bloed.

De **eilandjes van Langerhans** zijn groepjes cellen die tussen de cellen van de alvleesklier liggen (zie afbeelding 43). De alvleesklier is een verteringsklier. De eilandjes van Langerhans produceren de hormonen **insuline** en **glucagon**. Deze hormonen regelen het **glucosegehalte** van het bloed.

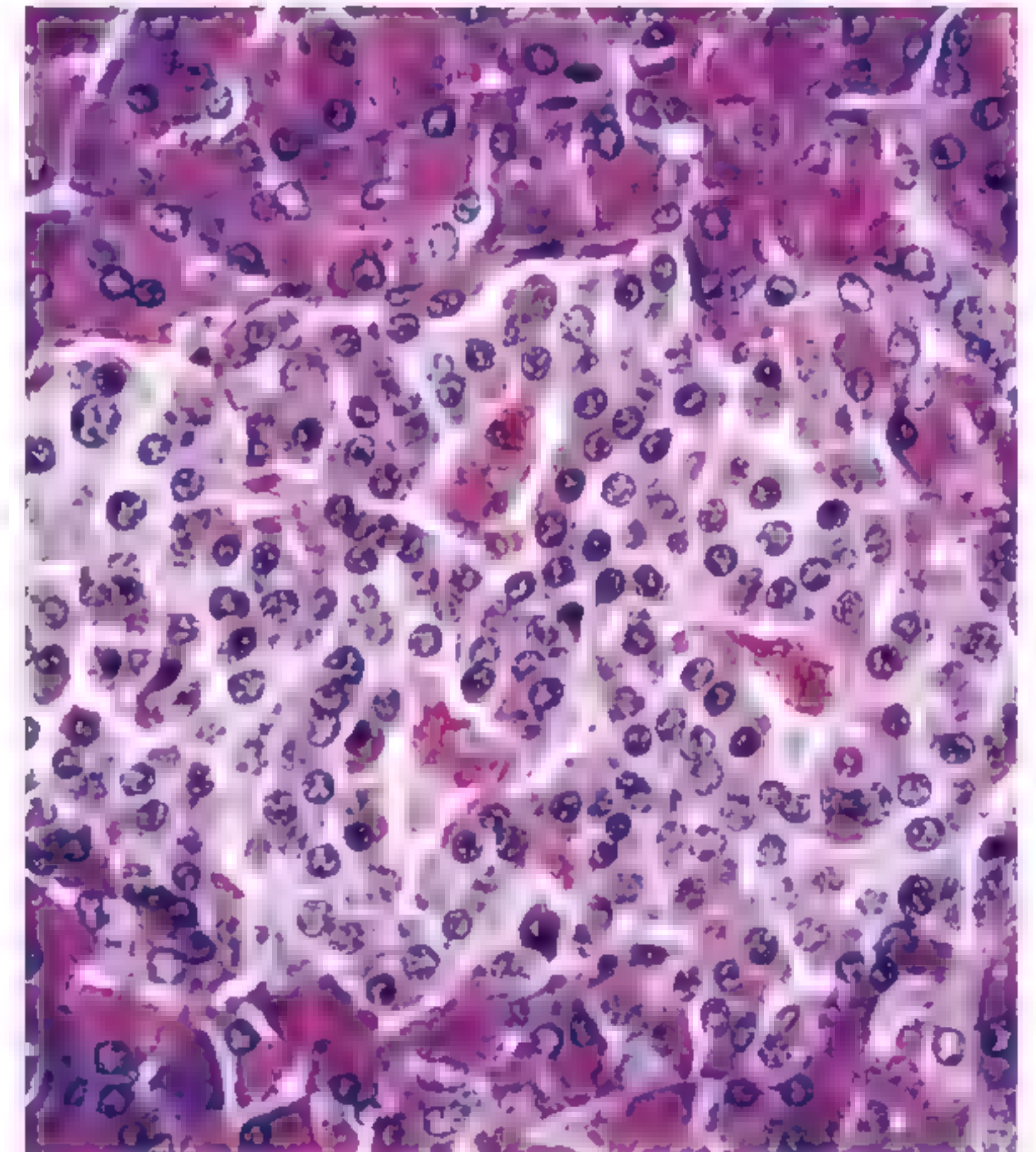
Bloed bevat gemiddeld 0,1% glucose. Het glucosegehalte van het bloed wordt ook wel de **bloedsuikerspiegel** genoemd. Onder invloed van insuline en glucagon wordt de bloedsuikerspiegel min of meer constant gehouden.

Na een maaltijd kan het glucosegehalte hoger worden dan 0,1%. De eilandjes van Langerhans reageren daarop door veel insuline te produceren. Onder invloed van insuline wordt glucose in de lever en in spieren omgezet in **glycogeen**. Glycogeen is een reservestof die wordt opgeslagen in de lever en in spieren. Door het omzetten van glucose in glycogeen daalt het glucosegehalte van het bloed.

▼ Afb. 43 Eilandjes van Langerhans.



1 ligging van de alvleesklier



2 een eilandje van Langerhans
(microscopische foto)

In afbeelding 40 heb je gelezen dat Bram door zijn diabetes zich twee keer per dag een injectie met het hormoon insuline moet geven. Bij mensen met **diabetes** (suikerziekte) produceren de eilandjes van Langerhans te weinig insuline. Daardoor wordt er minder glucose omgezet in glycogeen, waardoor het glucosegehalte van het bloed stijgt. Het glucosegehalte van het bloed kan tot maximaal 0,16% oplopen. Stijgt het glucosegehalte tot boven 0,16%, dan wordt er glucose met de urine uitgescheiden. Men zegt dan: 'Er zit suiker in de urine.'

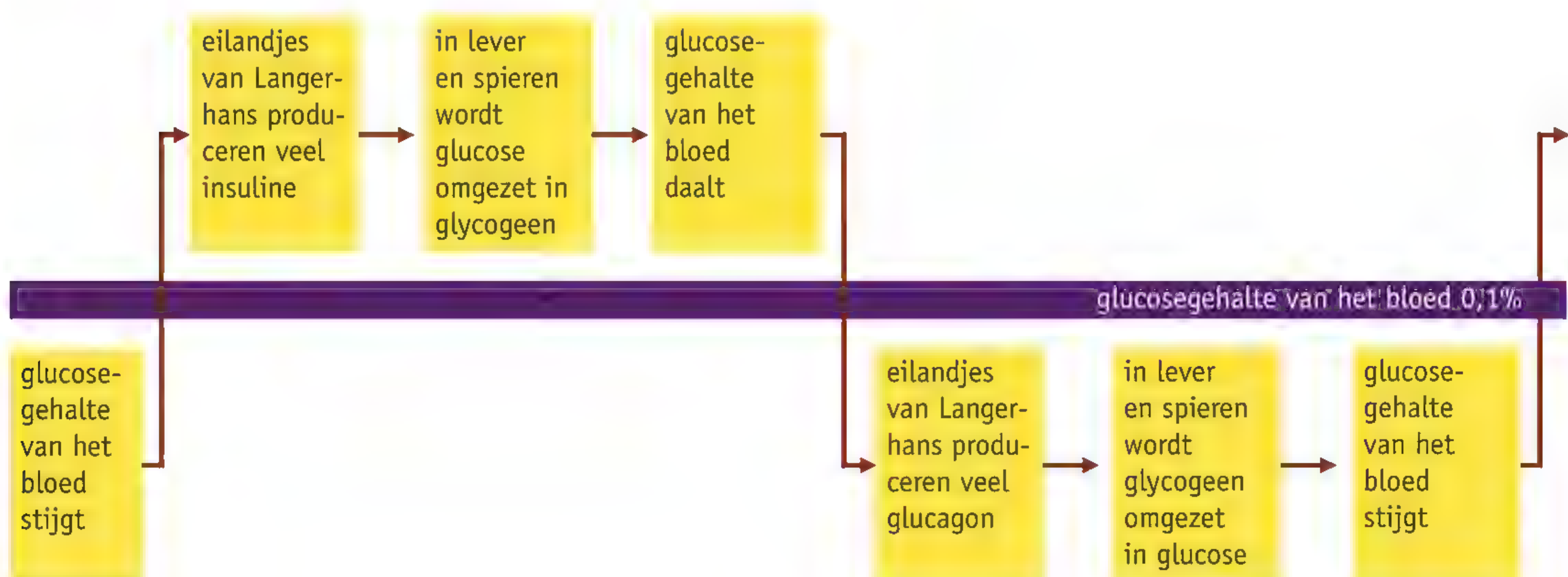
Iemand met nog niet ontdekte diabetes is onder andere erg moe en heeft dorst. Met een bloedprikje kan getest worden of iemand diabetes heeft. Om het insulinetekort bij een diabetespatiënt aan te vullen, kunnen mensen met diabetes extra insuline toegediend krijgen. Meestal wordt diabetespatiënten geleerd bij zichzelf insuline in te spuiten. De hoeveelheid insuline die wordt ingespoten en de hoeveelheid voedsel die de patiënt gebruikt, moeten goed op elkaar worden afgestemd.

Glucose is de meest gebruikte brandstof in cellen. Bij lichamelijke inspanning vindt in cellen veel verbranding van glucose plaats. De cellen onttrekken dan glucose aan het bloed. Als het glucosegehalte van het bloed lager wordt dan 0,1%, produceren de eilandjes van Langerhans veel glucagon. Onder invloed van glucagon wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed. Hierdoor stijgt het glucosegehalte van het bloed.

In afbeelding 44 is de regeling van het glucosegehalte van het bloed schematisch weergegeven.

WB OPDRACHT 35 T/M 37 BLZ. 68

▼ **Afb. 44** Regeling van het glucosegehalte van het bloed.

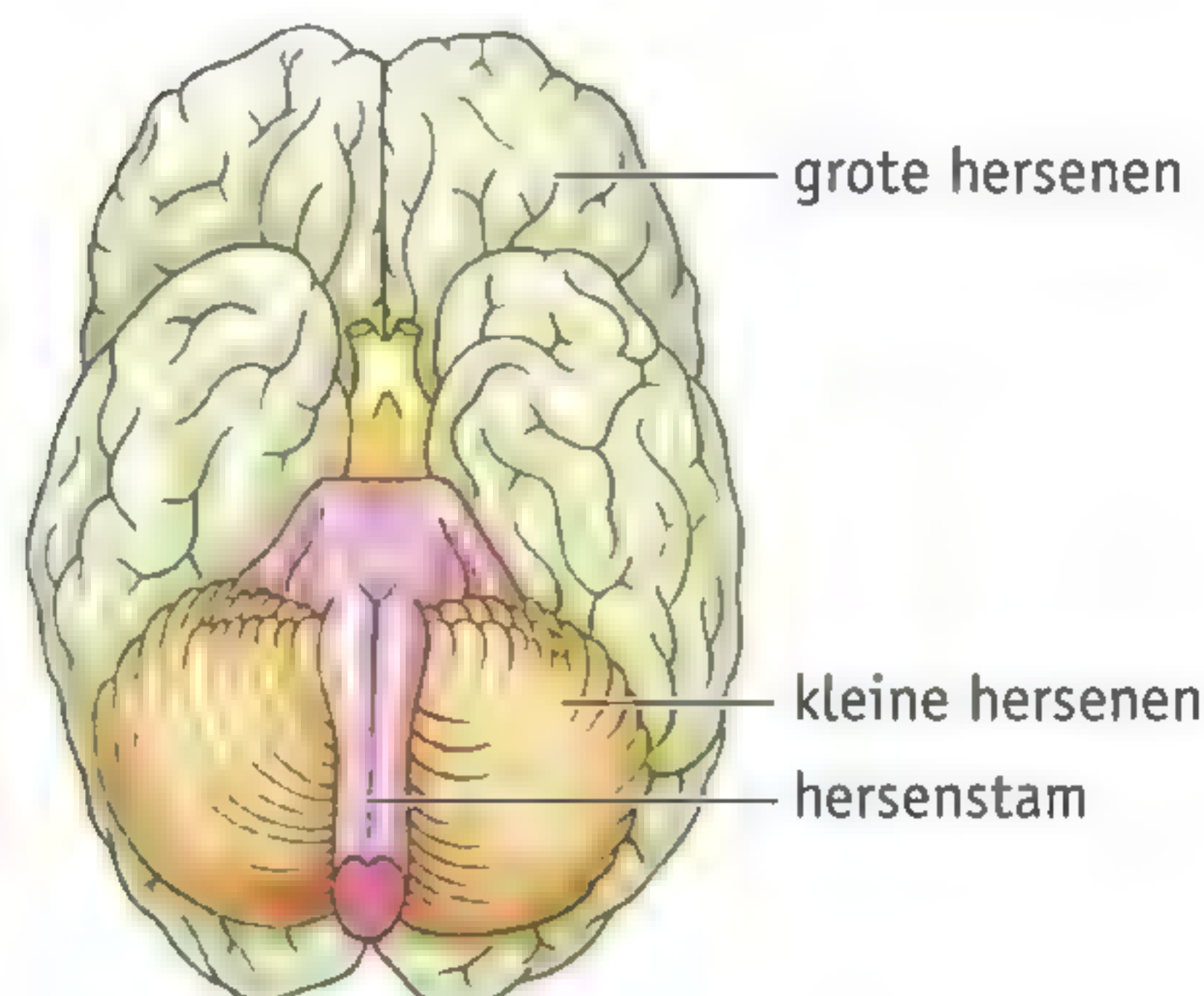


9 De hersenen

De **hersenen** bestaan uit de hersenstam, de grote hersenen en de kleine hersenen (zie afbeelding 45).

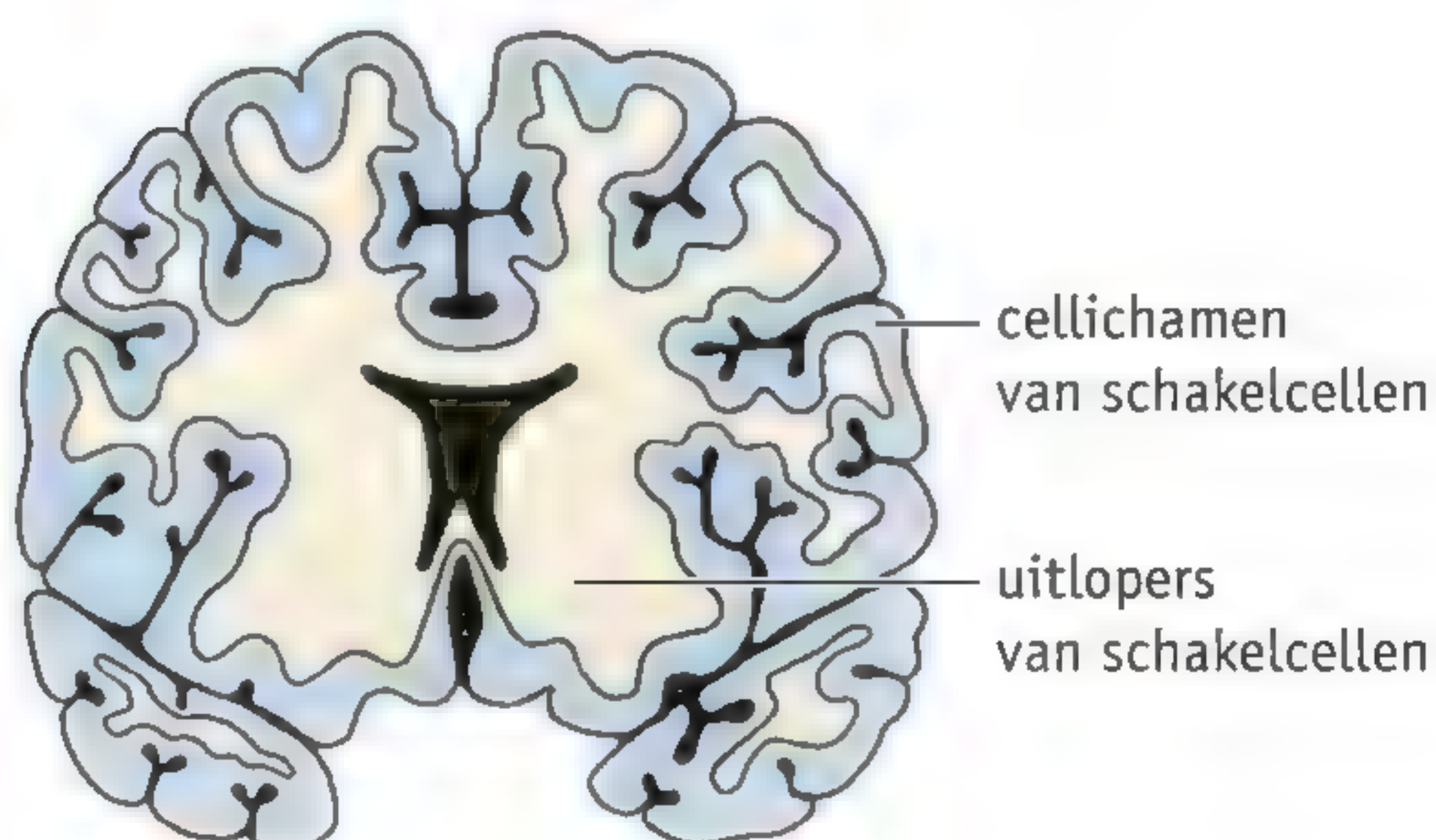
De **hersenstam** ligt in het verlengde van het ruggenmerg. De hersenstam geleidt impulsen van het ruggenmerg naar de grote en kleine hersenen en in omgekeerde richting. Delen van het hoofd en de hals zijn door middel van zenuwen verbonden met de hersenstam. Via deze zenuwen komen impulsen die afkomstig zijn van zintuigen, in hoofd en hals de hersenstam binnen. De hersenstam geeft deze impulsen door aan de grote en kleine hersenen. Ook geeft de hersenstam de impulsen die afkomstig zijn van de grote en kleine hersenen door aan zenuwen die naar de spieren en klieren in hoofd en hals lopen.

► **Afb. 45** De hersenen (onderaanzicht).



De grote hersenen en de kleine hersenen bestaan elk uit twee helften: een linkerhelft en een rechterhelft. Vooral de grote hersenen zijn sterk geplooid (zie afbeelding 46). In de **schors** (het buitenste gedeelte) van de grote en de kleine hersenen liggen veel cellichamen van schakelcellen. De hersenschors heeft een grijze kleur en wordt ook wel grijze stof genoemd. In het **merg** (het binnenste gedeelte) liggen veel uitlopers van schakelcellen. Het merg van de grote en kleine hersenen is lichter van kleur dan de schors en wordt ook wel witte stof genoemd. De lichtere kleur wordt veroorzaakt door de isolerende laagjes die om de uitlopers heen liggen.

► **Afb. 46** De grote hersenen (dwarsdoorsnede).

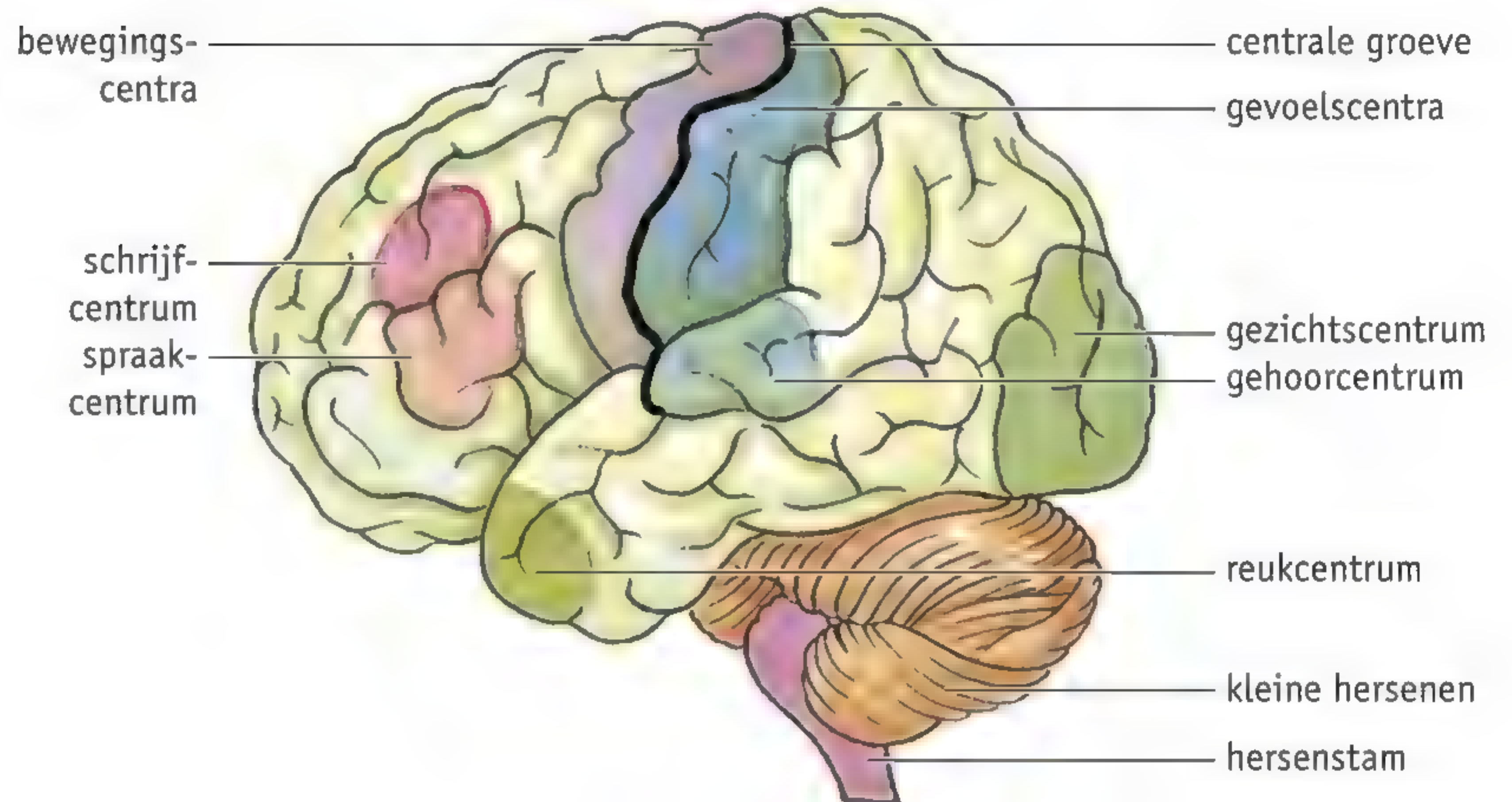


HERSENCENTRA

In de **grote hersenen** komen zeer veel impulsen aan, afkomstig van zintuigen. Pas als deze impulsen in de schors van de grote hersenen zijn verwerkt, word je je bewust van een prikkel. De *plaats* waar impulsen in de grote hersenen aankomen en worden verwerkt, bepaalt de aard van de waarnemingen die je doet. In de grote hersenen liggen de cellichamen van de schakelcellen in groepen bij elkaar: de **hersencentra** (zie afbeelding 47). Een dramatisch ongeluk was een van de eerste aanwijzingen voor het bestaan van hersencentra (zie afbeelding 48).

We onderscheiden gevoelscentra en bewegingscentra. Voor elk lichaamsdeel is er in elke hersenhelft een gevoelscentrum en een bewegingscentrum.

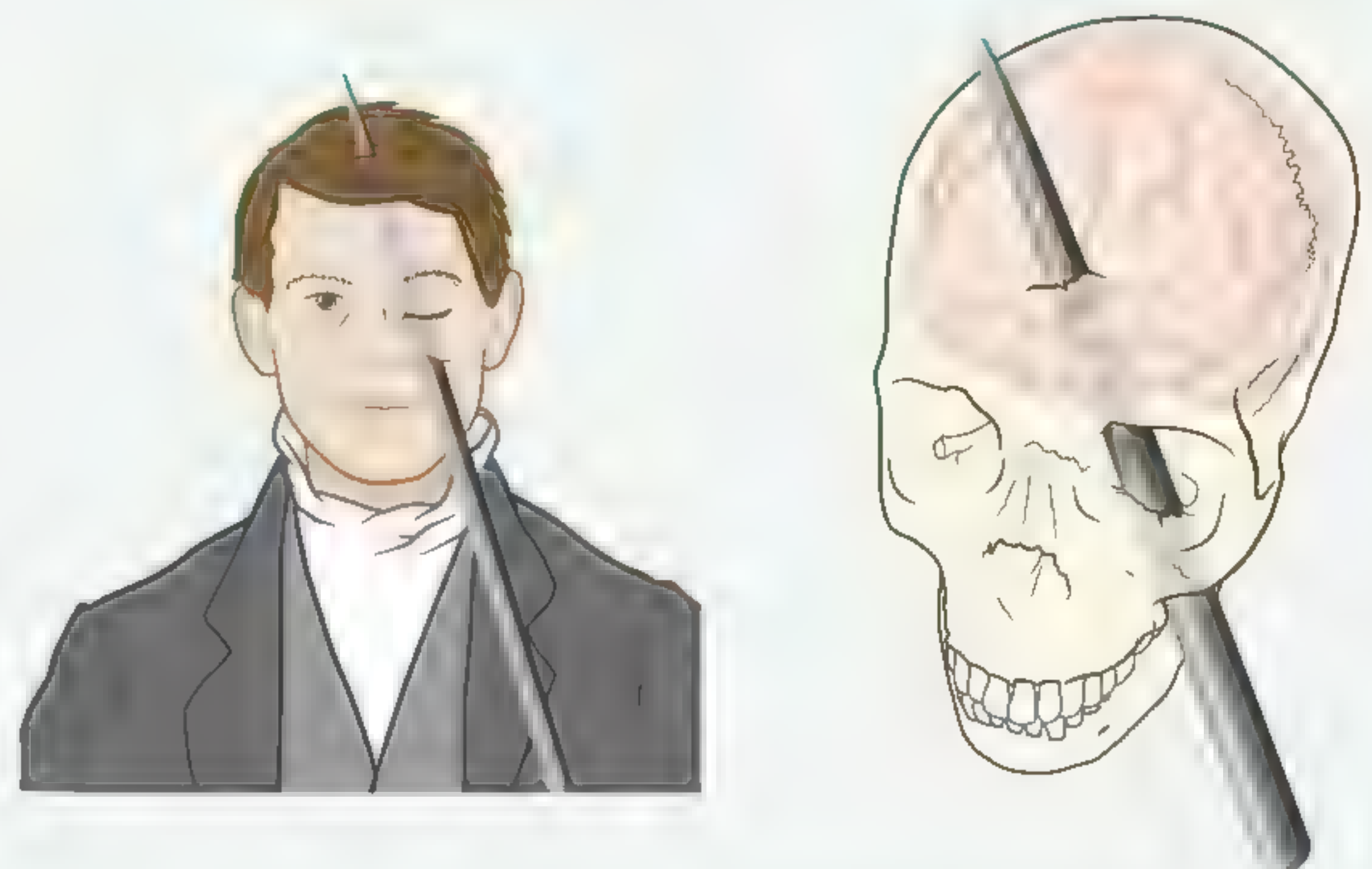
► **Afb. 47** De hersenen met de ligging van de hersencentra (schematisch).



▼ **Afb. 48**

Een dramatisch ongeval

In 1848 werd het hoofd van Phineas Gage doorboord met een ijzeren staaf als gevolg van een dynamietexplosie. Ondanks grote verwoesting in het voorste deel van zijn hersenen overleefde Phineas het ongeluk. Zijn oog was wel verwoest, maar na het ongeluk veranderde verder alleen zijn persoonlijkheid sterk. Van een rustige hardwerkende man veranderde hij in een asociale, onaangepaste persoon. Dit voorval vormde een van de eerste aanwijzingen dat bepaalde delen van de hersenen een specifieke functie hebben.



GEVOELSCENTRA EN BEWEGINGSCENTRA

De meeste **gevoelscentra** liggen bij elkaar in de hersenschors achter de **centrale groeve** (zie afbeelding 47). De gevoelscentra voor gezicht, gehoor en reuk liggen apart in de hersenschors.

In de gevoelscentra worden binnenkomende impulsen verwerkt. In de gezichtscentra bijvoorbeeld komen impulsen aan die afkomstig zijn van je ogen. Doordat deze impulsen worden verwerkt, zie je iets. Als er een storing optreedt in de gezichtscentra kun je blind worden, terwijl je ogen goed blijven functioneren. Doordat binnenkomende impulsen in de gevoelscentra van de grote hersenen worden verwerkt, vindt **bewuste gewaarwording** (bewuste waarneming) van prikkels plaats.

De meeste **bewegingscentra** liggen bij elkaar in de hersenschors vóór de centrale groeve. De bewegingscentra voor schrijven en spreken liggen apart in de hersenschors.

In de bewegingscentra kunnen impulsen ontstaan. Deze impulsen kunnen via de hersenstam, het ruggenmerg en bewegingszenuwcellen naar spieren worden geleid. Deze impulsen veroorzaken bewegingen die je bewust maakt. We noemen dit **bewuste bewegingen** of **gewilde bewegingen**.

KLEINE HERSENEN

Vaak voer je veel bewegingen tegelijkertijd uit. De **kleine hersenen** zorgen ervoor dat alle bewegingen op elkaar zijn afgestemd. De kleine hersenen zorgen voor de **coördinatie** van alle bewegingen van je lichaam. Als je bijvoorbeeld al rennend je armen uitstrekt om een bal te vangen, neem je met je ogen de beweging van de bal waar. In je kleine hersenen worden deze waarnemingen gecombineerd met de beweging die je zelf maakt. Hierdoor ben je in staat tijdens het rennen een bal te vangen. Ook zorgen de kleine hersenen ervoor dat je je evenwicht kunt bewaren (zie afbeelding 49).

WB OPDRACHT 38 BLZ. 71

▼ **Afb. 49** De kleine hersenen zorgen voor de coördinatie van alle bewegingen.



1 bij het vangen van een bal



2 bij het bewaren van het evenwicht

10 De weg die impulsen afleggen

Bij het reageren op prikkels kunnen impulsen op verschillende manieren door het zenuwstelsel worden voort geleid. We onderscheiden hierbij **bewuste reacties** en **reflexen**.

BEWUSTE REACTIES

Iemand duwt je opzij. Je voelt de duw, kijkt opzij en duwt terug. In dit geval ben je je bewust van het duwen voordat je reageert. Het terugduwen is een **bewuste reactie** (zie afbeelding 50). Op het moment dat je wordt geduwd, gaan er impulsen van zintuigcellen in je huid via gevoelszenuwcellen naar schakelcellen in je ruggenmerg. De schakelcellen in het ruggenmerg geven via hun uitlopers de impulsen door aan schakelcellen in de hersenstam. Deze geleiden de impulsen verder naar schakelcellen in de grote hersenen. De impulsen komen aan in gevoelscentra en worden daar verwerkt. Hierbij word je je van het duwen bewust.

▼ Afb. 50 Een bewuste reactie.



Op dat moment kun je kiezen: opzij kijken en terugduwen, of niets doen. Je kiest voor opzij kijken en terugduwen. Op dat moment ontstaan in bewegingscentra van je grote hersenen impulsen. Deze impulsen worden via uitlopers naar schakelcellen in de kleine hersenen, de hersenstam en het ruggenmerg geleid. Vanuit de hersenstam gaan impulsen via bewegingszenuwcellen naar spieren in je nek: je draait je hoofd om en kijkt opzij. Vanuit het ruggenmerg gaan impulsen via bewegingszenuwcellen naar spieren in je romp en ledematen: je duwt terug. Je kleine hersenen coördineren de bewegingen, zodat je je evenwicht niet verliest.

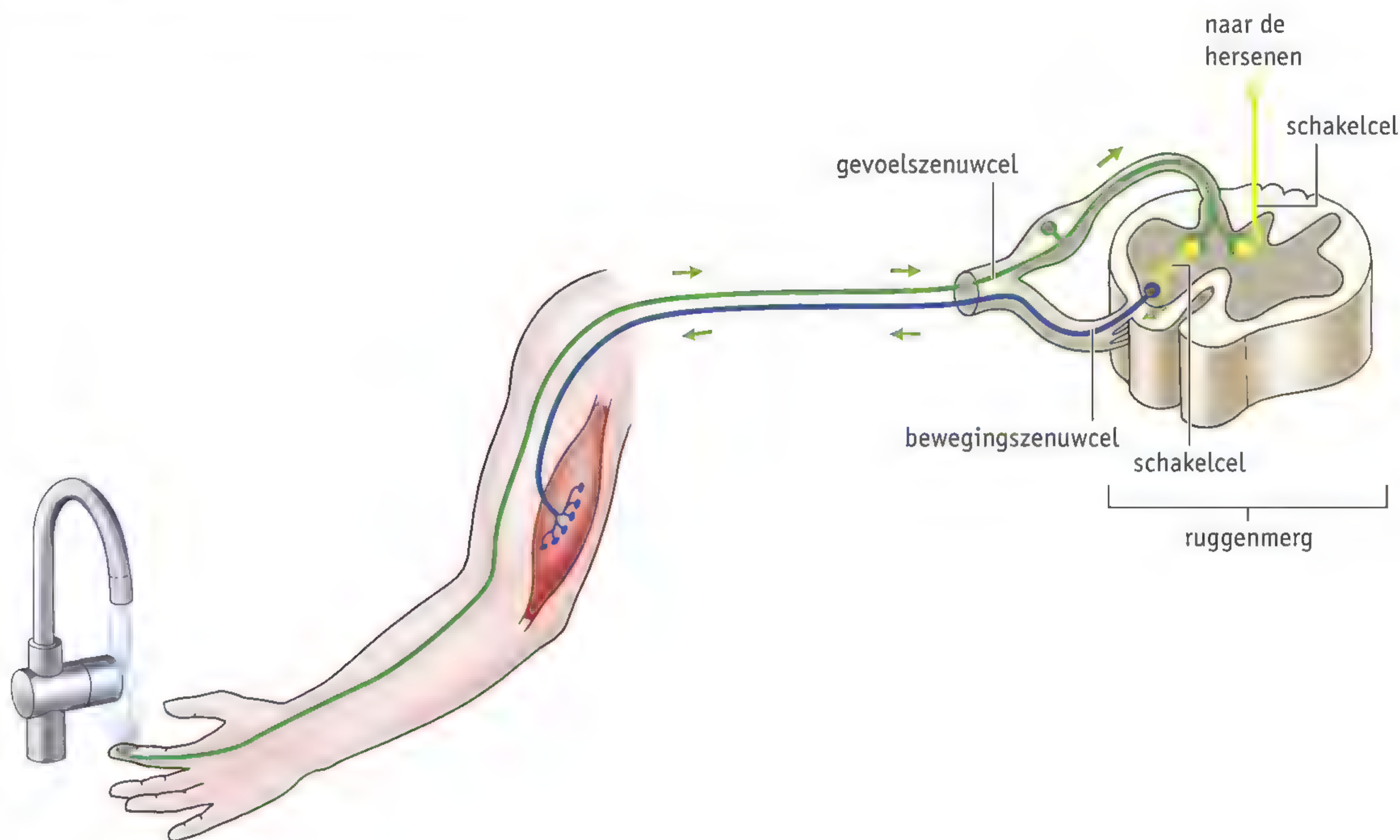
REFLEXEN

In opdracht 39 heb je gezien dat je onderbeen reageerde op een tik op de kniepees. De reactie van je onderbeen op de tik is een voorbeeld van een **reflex**.

Een reflex is een **vaste, snelle, onbewuste reactie** op een bepaalde prikkel. Andere voorbeelden van reflexen zijn de terugtrekreflex, de ooglidreflex en de pupilreflex.

In afbeelding 51 is een voorbeeld van een **terugtrekreflex** schematisch getekend. Je wilt je hand afspoelen. Het water blijkt heel heet te zijn. Als je in aanraking komt met het hete water, trek je je hand direct terug. Pas daarna voel je de pijn.

▼ Afb. 51 Terugtrekreflex (schematisch).



Door het hete water op je hand ontstaan in bepaalde zintuigcellen in je huid impulsen. Deze impulsen worden via gevoelszenuwcellen naar schakelcellen in je ruggenmerg geleid. De schakelcellen geleiden de impulsen direct door naar bewegingszenuwcellen. De bewegingszenuwcellen geleiden de impulsen naar spiercellen in je armspieren. Hierdoor trekken je armspieren zich samen, waardoor je arm terugtrekt.

Ook geleiden schakelcellen in je ruggenmerg impulsen naar je hersenen (zie afbeelding 51). De weg van het ruggenmerg via de hersenstam naar de grote hersenen is echter langer dan de weg van het ruggenmerg naar de armspieren. Daardoor trek je eerst je hand terug en voel je pas daarna de pijn. De snelheid van reflexen is vaak nodig om je lichaam te beschermen tegen beschadigingen. In afbeelding 52 vind je nog meer voorbeelden van reflexen. De weg die impulsen bij een reflex afleggen, wordt een **reflexboog** genoemd. De reflexbogen van het hoofd en de hals verlopen via de hersenstam. De reflexbogen van de romp en de ledematen verlopen via het ruggenmerg. De grote hersenen maken geen deel uit van reflexbogen. Toch komen bij veel reflexen ook impulsen in de grote hersenen aan. Bij het practicum over de kniepeesreflex heb je de tik gevoeld.

WB OPDRACHT 40 EN 41 BLZ. 73

▼ Afb. 52

Reflexen

Wanneer je eet of drinkt, zorgt de slikreflex ervoor dat het voedsel in je slokdarm terechtkomt en niet in je luchtpijp of je longen. Gaat er toch iets mis en komt er wat eten of drinken in je luchtwegen, dan treedt de hoestreflex in werking. Door zeer krachtige uitademing tijdens het hoesten worden je luchtwegen weer gereinigd. Op dezelfde manier werkt de niesreflex.

Wanneer prikkelende stoffen je neus binnenkomen, wordt geprobeerd de neus te reinigen door een zeer krachtige niesende uitademing. Als je iets erg vies ruikt, kun je een kokhalsreflex krijgen. In je maag kan bijvoorbeeld door giftig voedsel of te veel alcohol een braakreflex in werking worden gezet.

Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet de werking van zintuigen kunnen beschrijven. Ook moet je de zintuigen kunnen noemen met hun ligging en hun adequate prikkels.

- Zintuig: een orgaan dat reageert op prikkels.
 - Prikkel: een invloed uit het milieu op een organisme.
- Als zintuigcellen prikkels opvangen, ontstaan in de zintuigcellen impulsen.
 - Impulsen zijn elektrische signalen ('seintjes'), die van de zintuigen via zenuwen naar de hersenen worden geleid.
 - De hersenen verwerken de impulsen die van de zintuigen afkomen.
 - Drempelwaarde: de kleinste prikkelsterkte die een impuls veroorzaakt.
- Adequate prikkel: het type prikkel waar een zintuigcel speciaal gevoelig voor is.
 - Voor deze prikkel heeft de zintuigcel een lage drempelwaarde.
- De drempelwaarde is niet altijd even hoog.
 - Gewenning: wanneer een prikkel enige tijd aanhoudt, ontstaan in de zintuigcellen minder impulsen.
 - De motivatie beïnvloedt de drempelwaarde.

	Ligging	Adequate prikkel
Gezichtszintuigen	in de ogen	licht
Gehoorzintuigen	in de oren	geluid
Evenwichtszintuigen	in de oren	zwaartekracht
Reukzintuig	in de neus	geur
Smaakzintuigen	in de tong	smaak
Warmtezintuigen	in de huid	warmte
Koudezintuigen	in de huid	koude
Drukszintuigen	in de huid	druk
Tastzintuigen	in de huid	lichte aanraking

DOELSTELLING 2

Je moet de delen van de huid en van het onderhuidse bindweefsel kunnen noemen met hun functies en kenmerken.

- Opperhuid: hoornlaag en kiemlaag.
 - Hoornlaag (dode, verhoornde celresten): bescherming tegen beschadiging, uitdroging en ziekteverwekkers (bacteriën).

- Kiemlaag (levende cellen): de onderste laag cellen deelt zich voortdurend. Hierdoor wordt de steeds afslijtende hoornlaag aangevuld.
- Eelt: een erg dikke hoornlaag.
- Haar met haarzakje (uitstulping van de kiemlaag) en talgklieren.
 - Talg houdt de haren en de hoornlaag soepel.
- Lederhuid met zintuigen, zenuwen, pijnpunten, haarspiertjes, bloedvaten en zweetklieren.
 - Zintuigen: warmte-, koude-, druk- en tastzintuigen.
 - Tastknopjes liggen vlak onder de opperhuid.
 - Drukszintuigen liggen dieper in de huid.
 - Pijnpunten (de uiteinden van bepaalde zenuwen): nemen pijn waar. Pijnpunten komen overal in het lichaam voor.
 - Zweetklieren: produceren zweet. Door verdamping van zweet koelt het lichaam af.
- Onderhuidse bindweefsel.
 - Hierin ligt vet opgeslagen. Het vet dient als reservevoedsel en heeft een isolerende werking.

DOELSTELLING 3

Je moet kunnen beschrijven hoe het proeven van verschillende smaken in zijn werk gaat.

- In de zijanten van groefjes in de tong liggen smaakknopjes.
 - In de smaakknopjes liggen zintuigcellen.
 - Er zijn aparte smaakknopjes voor de smaken zoet, zuur, zout en bitter.
 - Het proeven van alle andere smaken komt tot stand doordat het reukzintuig dan geuren waarneemt.

DOELSTELLING 4

Je moet de delen van een oor kunnen noemen met hun functies en kenmerken.

- Oorschelp: vangt geluiden op.
 - Geluiden zijn trillingen van de lucht.
 - Bij hoge geluiden trilt de lucht snel; bij lage geluiden langzaam.
 - Bij harde geluiden hebben de trillingen een grote uitslag; bij zachte geluiden een kleine uitslag.
- Gehoorgang: geleidt geluiden naar het trommelvlies.
 - Oorsmeerkliertjes: produceren oorsmeer, dat het trommelvlies soepel houdt.
- Trommelvlies: wordt door geluiden in trilling gebracht.
- Trommelholte: holte achter het trommelvlies, gevuld met lucht.
 - Gehoorbeentjes (hamer, aambeeld, stijgbeugel): geven de trillingen van het trommelvlies door aan een vlies (venster) in het slakkenhuis.

- **Slakkenhuis:** bevat een vloeistof en zintuigcellen.
 - Onder invloed van de trillingen van de vloeistof ontstaan in de zintuigcellen impulsen.
- **Gehoorzenuw:** geleidt impulsen naar de hersenen.
- **Buis van Eustachius:** verbindt de trommelholte met de keelholte.
 - Bij slikken of gapen gaat de buis van Eustachius open. Hierdoor kan de luchtdruk aan beide zijden van het trommelvlies gelijk blijven.

DOELSTELLING 5

Je moet de organen rondom een oog en de delen van het oog kunnen noemen met hun functies en kenmerken.

- **Organen rondom een oog:**
 - **Wenkbrauwen:** zorgen ervoor dat zweet (vocht) langs de ogen loopt en niet erin.
 - **Wimpers:** beschermen de ogen tegen vuil en te fel licht.
 - **Traanklieren:** produceren traanvocht. Traanvocht beschermt de ogen tegen uitdroging en spoelt kleine stofjes en prikkelende stoffen weg.
 - **Oogleden:** verspreiden traanvocht over de ogen en beschermen de ogen tegen vliegjes e.d.
 - **Traanbuizen:** hierdoor wordt overtollig traanvocht afgevoerd naar de neusholte.
- **Delen van het oog:**
 - **Oogspieren:** draaien het oog in de gewenste richting.
 - **Harde oogvlies (wit):** stevig, geeft bescherming.
 - **Hoornvlies (doorzichtig):** de voortzetting van het harde oogvlies aan de voorkant.
 - **Vaatvlies:** bevat veel bloedvaten; zorgt voor de voeding van een groot deel van het oog.
 - **Iris of regenboogvlies (gekleurd):** de voortzetting van het vaatvlies aan de voorkant.
 - **Pupil:** opening in de iris.
 - **Lens:** achter de iris en de pupil. De lens zorgt ervoor dat je scherp kunt zien.
 - **Netvlies:** bevat zintuigcellen. In de zintuigcellen ontstaan onder invloed van lichtstralen impulsen.
 - **Gele vlek:** plaats in het centrum van het netvlies. Met de zintuigcellen in de gele vlek kun je het scherpst zien.
 - **Oogzenuw:** geleidt impulsen naar de hersenen.
 - **Blinde vlek:** plaats van het netvlies waar de oogzenuw het oog verlaat. De blinde vlek bevat geen zintuigcellen.
 - **Glasachtig lichaam (geleiachtig):** houdt het netvlies op zijn plaats.

DOELSTELLING 6

Je moet kunnen beschrijven hoe de pupilreflex de grootte van de pupil regelt.

- **Functie van de pupilreflex:** regelen van de hoeveelheid licht die op het netvlies valt.
 - De pupilreflex beschermt de zintuigcellen in het netvlies tegen te fel licht.
- **De iris bevat kringspieren en straalsgewijs lopende spieren.**
 - Als er fel licht op het netvlies valt, trekken de kringspieren zich samen en ontspannen de straalsgewijs lopende spieren zich. Hierdoor wordt de pupil kleiner.
 - Als er zwak licht op het netvlies valt, ontspannen de kringspieren zich en trekken de straalsgewijs lopende spieren zich samen. Hierdoor wordt de pupil groter.

DOELSTELLING 7

Je moet de delen en de functies van het zenuwstelsel kunnen noemen.

- **Delen van het zenuwstelsel:**
 - het centrale zenuwstelsel: hersenen en ruggenmerg;
 - zenuwen.
- **Zenuwen verbinden alle delen van het lichaam met het centrale zenuwstelsel.**
 - Delen van hoofd en hals zijn via zenuwen met de hersenen verbonden.
 - Delen van romp en ledematen zijn via zenuwen met het ruggenmerg verbonden.
- **Functies van het zenuwstelsel:**
 - verwerken van impulsen afkomstig van zintuigen;
 - regelen van de werking van spieren en klieren.

DOELSTELLING 8

Je moet de bouw van een zenuwcel en van een zenuw kunnen beschrijven.

- **Bouw van een zenuwcel:**
 - cellichaam met celkern;
 - uitlopers die impulsen naar het cellichaam toe geleiden;
 - uitlopers die impulsen van het cellichaam af geleiden.
- **Zenuw:** een bundel uitlopers van zenuwcellen, omgeven door een stevige, beschermende laag.
 - Elke uitloper is omgeven door een isolerend laagje.

DOELSTELLING 9

Je moet de bouw en functie van drie typen zenuwcellen kunnen benoemen.

- Gevoelszenuwcellen.
 - Functie: impulsen geleiden van zintuigen naar het centrale zenuwstelsel.
 - De cellichamen liggen vlak bij het centrale zenuwstelsel.
 - Ze hebben één lange uitloper die impulsen naar het cellichaam toe geleidt.
- Bewegingszenuwcellen.
 - Functie: impulsen geleiden van het centrale zenuwstelsel naar spieren of klieren.
 - De cellichamen liggen in het centrale zenuwstelsel.
 - Ze hebben één lange uitloper die impulsen van het cellichaam af geleidt.
- Schakelcellen.
 - Functie: impulsen geleiden binnen het centrale zenuwstelsel.
 - Ze liggen in hun geheel in het centrale zenuwstelsel.

DOELSTELLING 10

Je moet kunnen beschrijven wat gedrag is en waardoor gedrag wordt veroorzaakt. Ook moet je kunnen benoemen waardoor gedrag wordt bepaald.

- Gedrag: alles wat een mens of dier doet.
 - Gedrag bestaat uit handelingen die met elkaar samenhangen.
 - De handelingen hebben samen een doel. Veel gedrag heeft te maken met het vergroten van de overlevingskans van een mens of dier.
 - Gedragketen: handelingen die elkaar in een vaste volgorde opvolgen, waarbij het effect van de ene handeling leidt tot een volgende handeling.
- Gedrag wordt veroorzaakt door prikkels.
 - Respons: een reactie op een prikkel.
 - Inwendige prikkel: prikkel die in het lichaam ontstaat (bijv. honger).
 - Uitwendige prikkel: prikkel die van buiten het lichaam komt.
 - Motivatie: de bereidheid te reageren op prikkels.
- Gedrag wordt voor een deel bepaald door erfelijke factoren en is voor een deel aangeleerd.

DOELSTELLING 11

Je moet enkele effecten van alcohol kunnen noemen.

- Alcohol beïnvloedt de werking van het zenuwstelsel en het gedrag.
 - Het waarnemingsvermogen en het reactievermogen nemen tijdelijk af.
- Jongeren zijn extra gevoelig voor de werking van alcohol en hebben daardoor:
 - meer kans op blijvende hersenschade;
 - meer kans op verslaving;
 - meer kans om betrokken te raken bij agressie en geweld;
 - meer kans om verkeersslachtoffer te worden.

DOELSTELLING 12

Je moet de bouw en functie van het hormoonstelsel kunnen beschrijven en in een afbeelding de belangrijkste hormoonklieren kunnen benoemen.

- Het hormoonstelsel bestaat uit hormoonklieren die hormonen produceren.
 - Veel hormoonklieren hebben geen afvoerbuï: de hormonen worden afgegeven aan het bloed.
 - Hormonen regelen de werking van weefsels en organen die er gevoelig voor zijn.
 - Hormonen zijn o.a. van invloed op de stofwisseling, voortplanting, groei en ontwikkeling.
- Ligging van de belangrijkste hormoonklieren.
 - Hypofyse: onder tegen de hersenen aan, tussen de beide hersenhelften in.
 - Schildklier: in de hals, voor het strottenhoofd, tegen de luchtpijp aan.
 - Eilandjes van Langerhans: in de alvleesklier.
 - Bijniere: als kapjes op de nieren.
 - Eierstokken: in de buikholte.
 - Teelballen: in de balzak.

DOELSTELLING 13

Je moet de werking kunnen beschrijven van de hormonen uit de eilandjes van Langerhans.

- De eilandjes van Langerhans produceren insuline en glucagon.
 - Insuline en glucagon regelen het glucosegehalte van het bloed (de bloedsuikerspiegel). Het glucosegehalte wordt min of meer constant gehouden.
 - Bij een hoog glucosegehalte van het bloed produceren de eilandjes van Langerhans veel insuline. Onder invloed van insuline wordt glucose in de lever en in spieren omgezet in glycogeen. Glycogeen wordt opgeslagen.

- Bij een laag glucosegehalte van het bloed produceren de eilandjes van Langerhans veel glucagon. Onder invloed van glucagon wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed.
- Diabetes (suikerziekte): er wordt te weinig insuline gevormd, waardoor het glucosegehalte van het bloed te hoog wordt.
 - Er kan dan glucose worden uitgescheiden met de urine.

EXTRA DOELSTELLING 14

Je moet de delen van de hersenen kunnen noemen met hun functies en kenmerken.

- De hersenen bestaan uit de grote hersenen, de kleine hersenen en de hersenstam.
- Bouw van de grote hersenen en van de kleine hersenen:
 - schors: aan de buitenkant, grijs van kleur, bevat veel cellichamen van schakelcellen;
 - merg: aan de binnenkant, lichter van kleur, bevat veel uitlopers van schakelcellen.
- Functies van de grote hersenen:
 - verwerken van impulsen afkomstig van zintuigen (bewuste gewaarwordingen);
 - regelen van gewilde bewegingen (bewuste reacties).
- Hersencentra: delen van de grote hersenen met speciale functies.
 - In gevoelscentra (bijv. gehoorcentra, gezichtscentra) worden binnenkomende impulsen verwerkt. De plaats waar impulsen aankomen en worden verwerkt, bepaalt van welke prikkel je je bewust wordt.
 - In bewegingscentra (bijv. schrijfcentra, spreekcentra) ontstaan impulsen voor gewilde bewegingen (bewuste reacties).
- Functie van de kleine hersenen:
 - coördineren van bewegingen (o.a. het handhaven van het evenwicht).
- Functies van de hersenstam:
 - geleiden van impulsen van het ruggenmerg naar de grote en kleine hersenen en omgekeerd;
 - geleiden van impulsen van zenuwen in hoofd en hals naar de grote en kleine hersenen en omgekeerd.

EXTRA DOELSTELLING 15

Je moet kunnen omschrijven wat een reflex is en je moet een reflexboog kunnen beschrijven.

- Reflex: een vaste, snelle, onbewuste reactie op een bepaalde prikkel.
 - De snelheid is vaak nodig om het lichaam te beschermen tegen beschadigingen.
 - Reflexen hebben een functie bij het handhaven van bepaalde houdingen en bij bewegingen van het lichaam.
 - Voorbeelden: terugtrekreflex, kniepeesreflex, ooglidreflex, pupilreflex.
- Reflexboog: de weg die impulsen afleggen bij een reflex.
 - Onder invloed van prikkels ontstaan in zintuigcellen impulsen.
 - Via gevoelszenuwcellen worden de impulsen naar schakelcellen in het ruggenmerg of in de hersenstam geleid.
 - Schakelcellen geleiden impulsen direct door naar bewegingszenuwcellen.
 - Bewegingszenuwcellen geleiden impulsen naar spiercellen waardoor spieren zich samentrekken.
 - De reflexbogen van hoofd en hals verlopen via de hersenstam.
 - De reflexbogen van romp en ledematen verlopen via het ruggenmerg.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geleerd hoe je de blinde vlek kunt aantonen.
- Je hebt geleerd hoe je de pupilreflex kunt aantonen.
- Je hebt geoefend in het uitvoeren van een onderzoek.
- Je hebt geoefend in het weergeven van resultaten.
- Je hebt geoefend in het trekken van een conclusie.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geleerd hoe je de kniepeesreflex bij iemand kunt testen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een optometrist. Ook heb je kennisgemaakt met toepassingen van biologie in de wetenschap en de dagelijkse praktijk die te maken hebben met dit thema.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

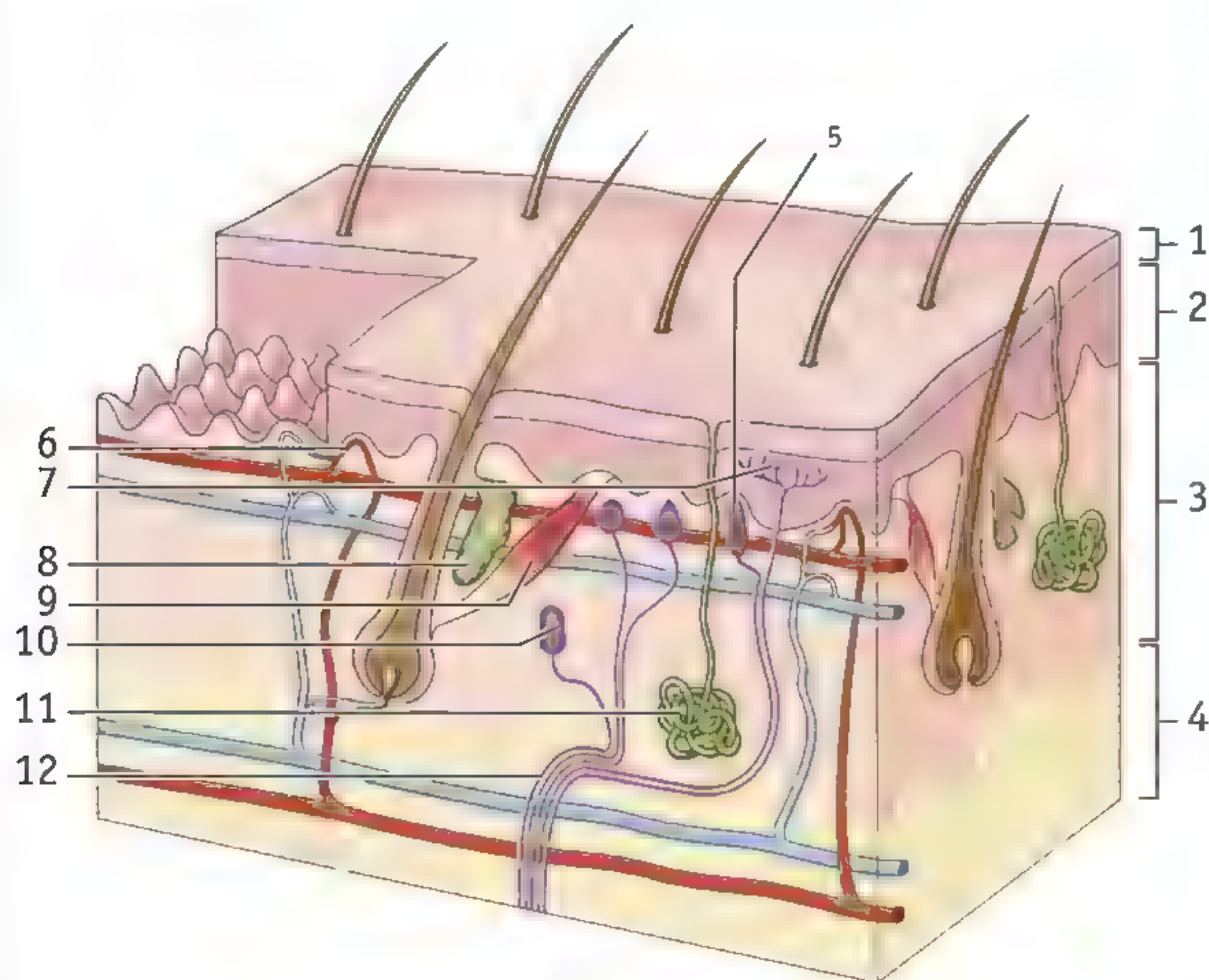
Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Een zintuig is een orgaan dat reageert op invloeden uit het milieu.
- 2 Een invloed uit het milieu op een organisme noemen we een impuls.
- 3 De drempelwaarde van een zintuigcel is de kleinste prikkelsterkte die een impuls veroorzaakt.
- 4 Een zintuigcel die speciaal gevoelig is voor een bepaalde prikkel heeft een hoge drempelwaarde voor die prikkel.
- 5 Een adequate prikkel is een prikkel onder de drempelwaarde.
- 6 Door gewenning voel je de druk van je kleren op je lichaam niet meer.
- 7 Drukszintuigen liggen in de oren.

DOELSTELLING 2

In afbeelding 53 is een doorsnede van de huid en van het onderhuidse bindweefsel schematisch getekend. Beantwoord de volgende vragen.

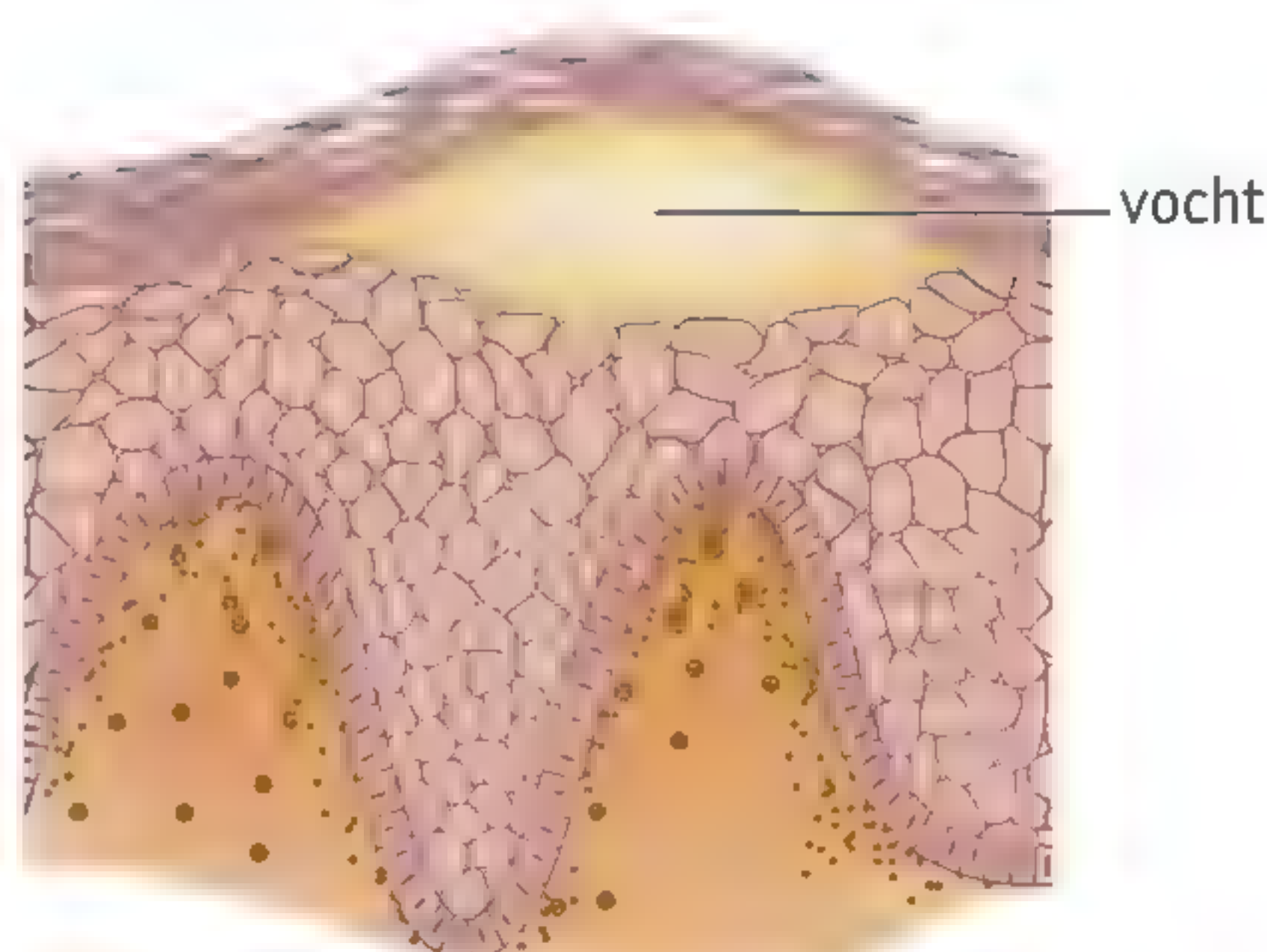
▼ Afb. 53



- 1 Met welk nummer is een pijnpunt aangegeven?
- 2 Met welk nummer is de laag aangegeven die bescherming biedt tegen uitdroging?

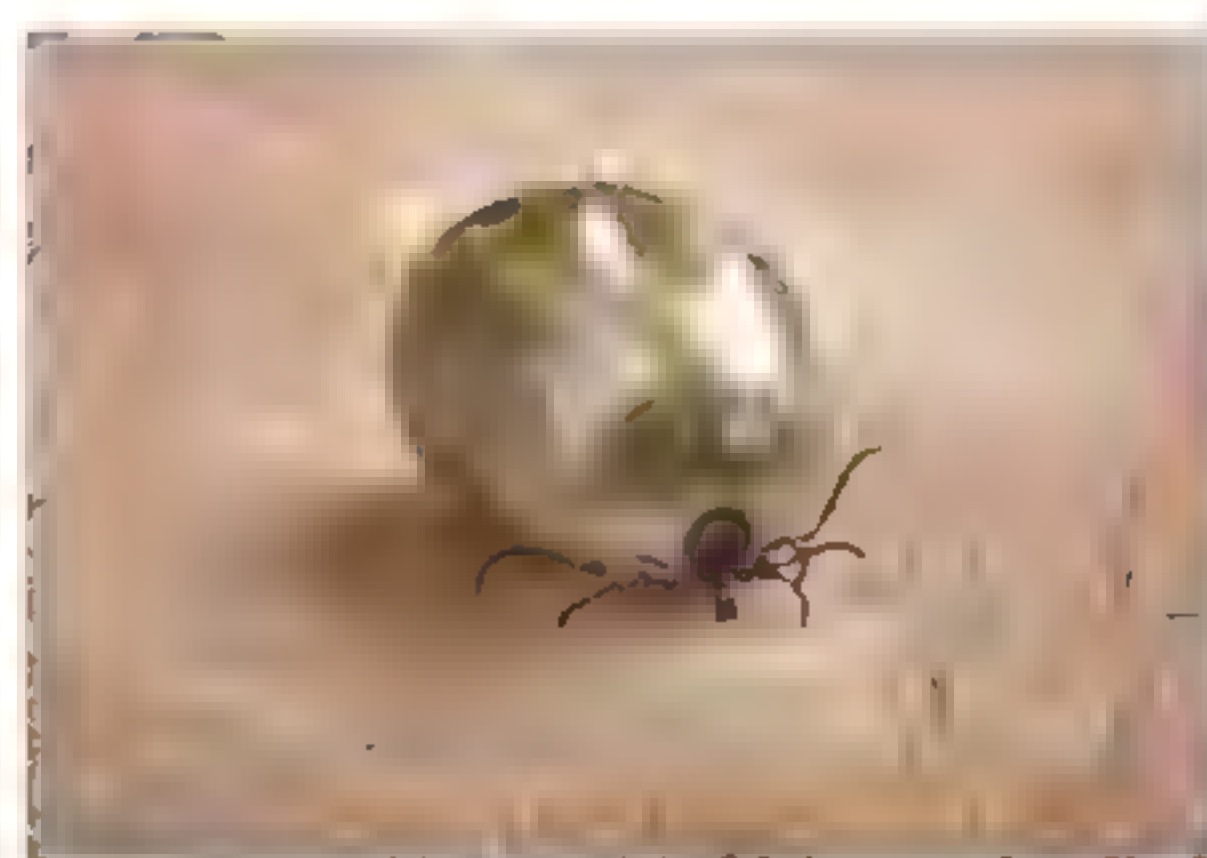
- 3 In welke van de genummerde lagen ligt vet opgeslagen?
- 4 In welke van de genummerde lagen vinden de meeste celdelingen plaats?
- 5 Met welk nummer kan een orgaan zijn aangegeven waarin bij lichte aanraking impulsen ontstaan?
- 6 Met welk nummer is een orgaan aangegeven waarin een stof wordt geproduceerd die zorgt voor afkoeling van het lichaam?
- 7 Iemand heeft snel last van vet haar. Welke stof wordt bij deze persoon veel geproduceerd door de hoofdhuid?
- 8 Als kleuter wordt bijna iedereen met het waterpokkenvirus besmet. De verschijnselen van waterpokken zijn koorts, blaasjes op de huid en jeuk. De blaasjes ontstaan doordat zich vocht verzamelt tussen twee lagen van de huid (zie afbeelding 54). Geef de namen van de twee lagen waartussen zich het vocht van zo'n blaasje bevindt.

▼ Afb. 54



- 9 Een teek is een geleedpotig dier dat zijn voedsel haalt uit het bloed van vogels en zoogdieren. Ook bij de mens kan een teek zich in de huid vastbijten en bloed met voedingsstoffen opzuigen (zie afbeelding 55). Hoe heet de huidlaag waaruit een teek voedingsstoffen zal opzuigen?

▼ Afb. 55

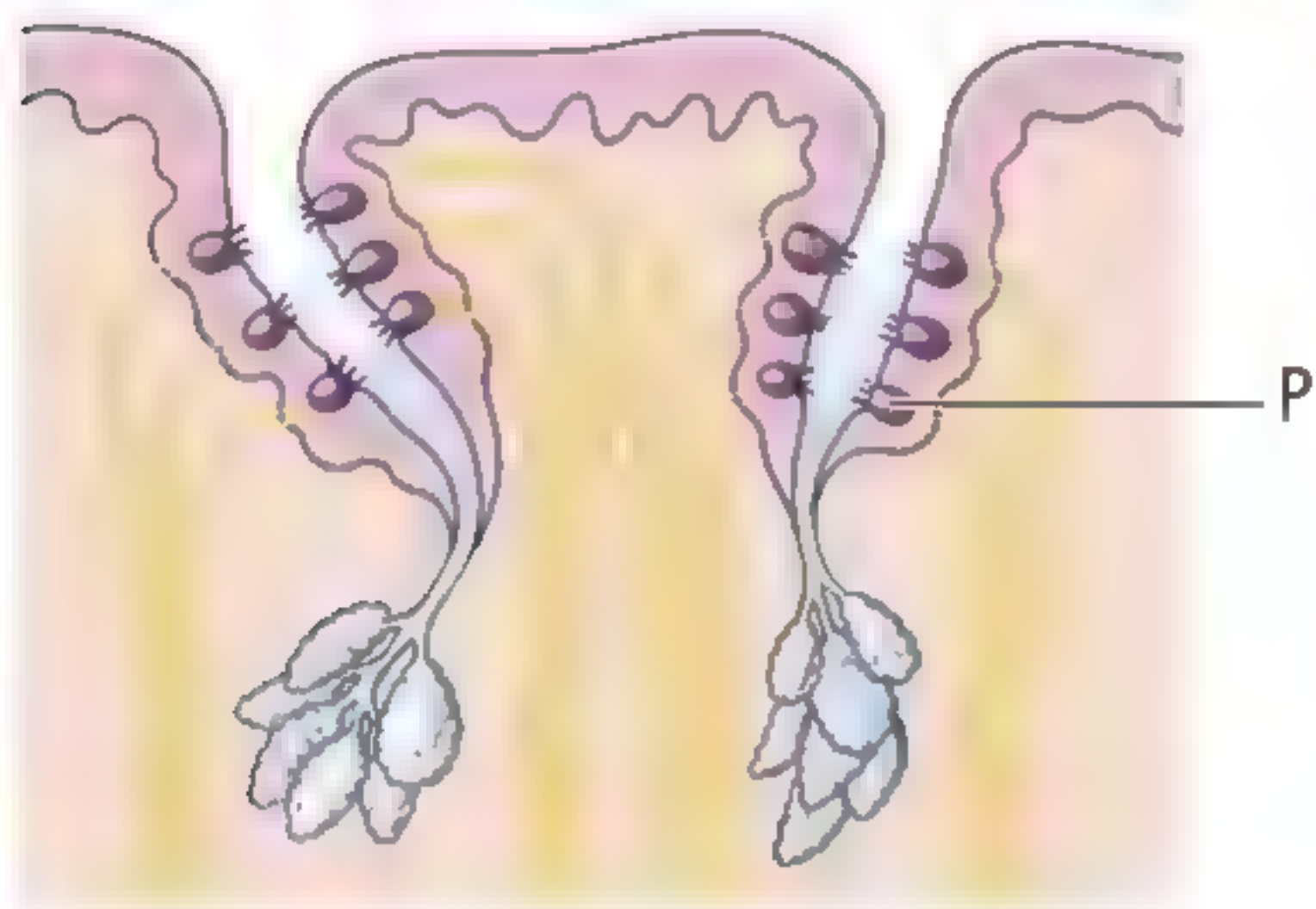


Beantwoord de volgende vragen

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 In afbeelding 56 is een tastknopje aangegeven met P.
- 2 Als je je ogen en je neus dichthoudt, kun je beter proeven.
- 3 Als je verkouden bent, kun je minder goed proeven.
- 4 Eén smaakknopje in je tong kan vier smaken onderscheiden.

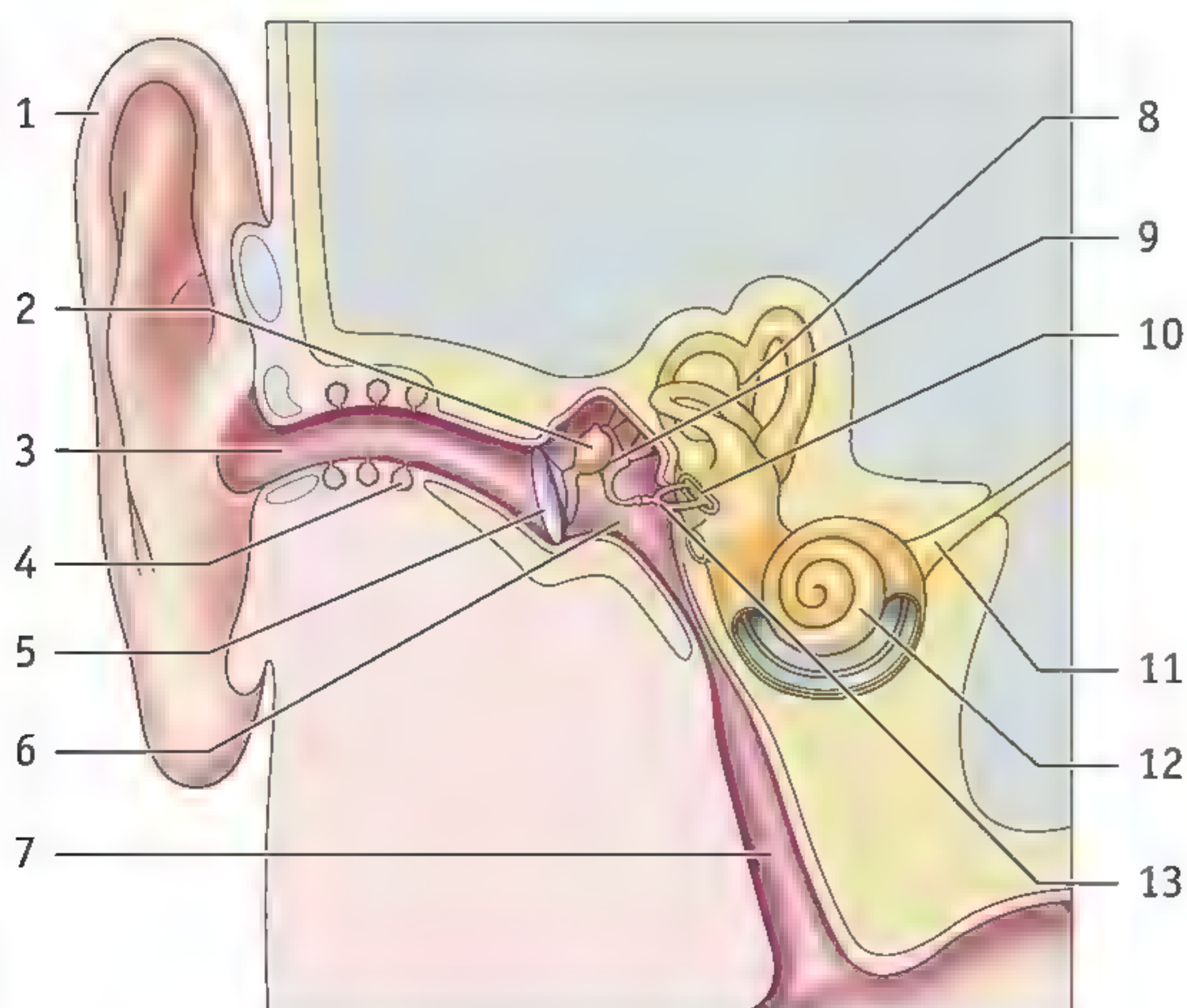
▼ Afb. 56



Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 57 is een doorsnede van een oor schematisch getekend.
Langs welke weg worden in afbeelding 57 geluidstrillingen door delen van het oor geleid?
- A Van deel 5 via deel 6 naar deel 12.
- B Van deel 5 via deel 2 naar deel 9.
- C Van deel 9 via deel 7 naar deel 9.
- D Van deel 9 via deel 6 naar deel 12.

▼ Afb. 57



- 2 Wibi Soerjadi is een beroemde Nederlandse concertpianist. In 2009 raakte een deel van zijn gehoor tijdelijk aangetast. In afbeelding 57 is dat deel met nummer 11 aangegeven. Door de aantasting van deel 11 werd het geluid dat Wibi hoorde, vervormd en hoorde hij dus iets anders dan hij speelde.
Twee leerlingen doen een bewering over de oorzaak van het vervormde geluid dat Wibi hoorde. Stien zegt dat geluidstrillingen in zijn gehoor werden vervormd.
Zeger zegt dat impulsen niet goed werden doorgegeven aan zijn hersenen.
Wie heeft (hebben) gelijk?
- A Geen van beiden.
- B Alleen Stien.
- C Alleen Zeger.
- D Zowel Stien als Zeger.

- 3 In afbeelding 58 lees je dat delen van het oor beschadigd kunnen raken als gevolg van harde geluiden.
In welk van de genummerde delen van afbeelding 57 treden deze beschadigingen op?
- A In deel 5.
- B In deel 10.
- C In deel 11.
- D In deel 12.

▼ Afb. 58

Jongeren doen weinig om gehoorschade te voorkomen

AMSTERDAM – Bijna driekwart van de jongeren weet dat ze kans hebben op gehoorschade, als ze zich door mp3-spelers, discotheken, dj-party's of festivals te lang aan lawaai blootstellen, maar zij doen niets om zulke schade te voorkomen. Gehoorschade als gevolg van lawaai ontstaat als de haartjes van zintuigcellen in het oor beschadigd raken door de harde geluiden.



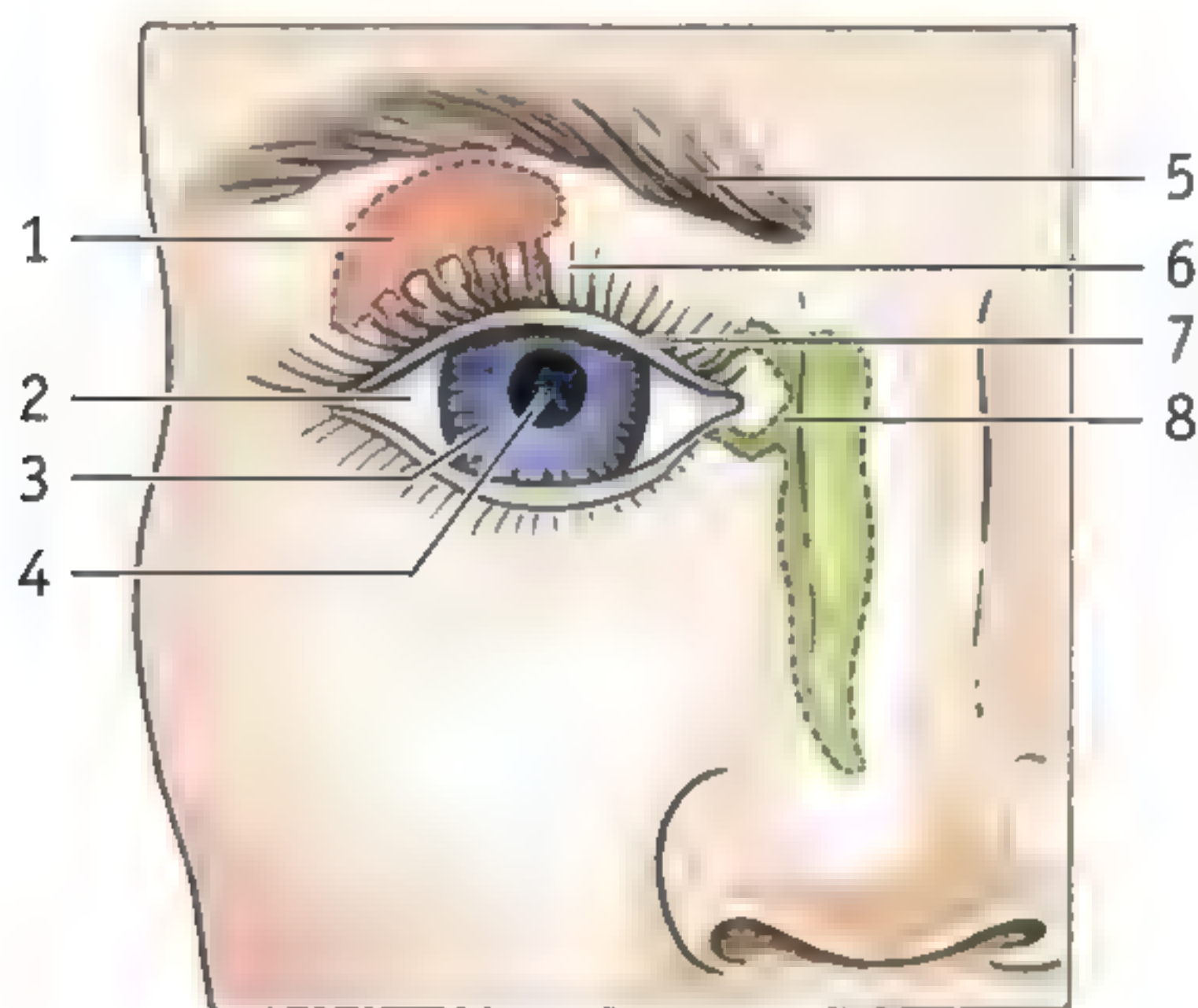
DOELSTELLING 5

In afbeelding 59 is een gedeelte van een gezicht getekend. Enkele delen zijn genummerd.

Beantwoord de volgende meerkeuzevraag over deze afbeelding.

- 1 Welk deel of welke delen van de genummerde delen beschermt of beschermen het oog tegen te fel licht?
 - A Alleen deel 5.
 - B Alleen de delen 3 en 6.
 - C Alleen de delen 3, 4 en 5.
 - D De delen 3, 4, 5 en 6.

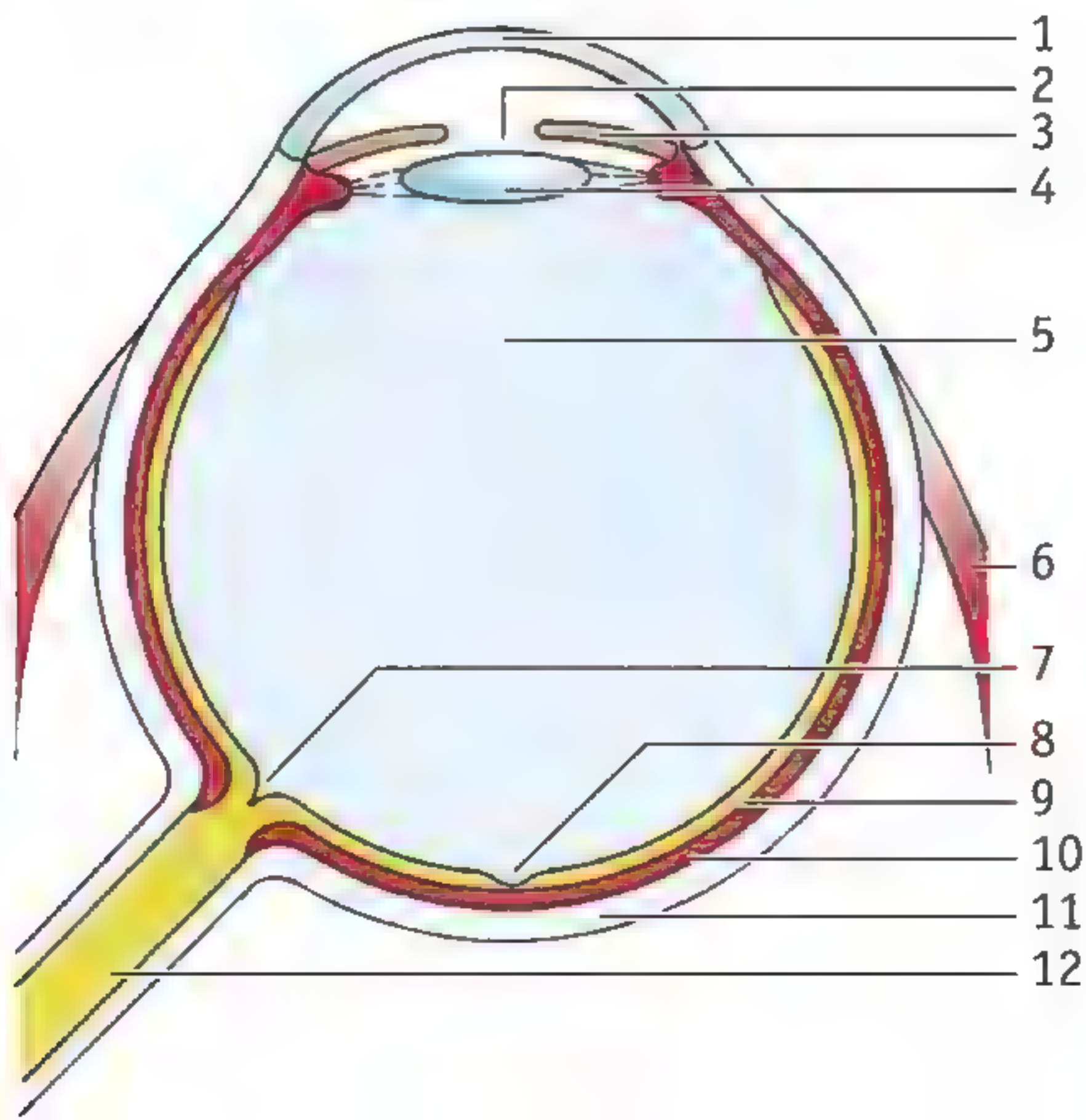
▼ Afb. 59



- 2 In afbeelding 60 is een doorsnede van een oog schematisch getekend. Welk deel van het oog heeft vooral als taak het binnenste van het oog te beschermen? En welk deel heeft vooral als taak te zorgen voor de voeding van een groot deel van het oog?

Bescherming	Voeding
A deel 6	deel 10
B deel 6	deel 11
C deel 11	deel 6
D deel 11	deel 10

▼ Afb. 60



- 3 Bevatten de delen 7 en 9 zintuigcellen? Zo ja, is er verschil tussen het aantal zintuigcellen in deze delen?
 - A Beide delen bevatten geen zintuigcellen.
 - B Beide delen bevatten evenveel zintuigcellen.
 - C Deel 7 bevat meer zintuigcellen dan deel 9.
 - D Deel 9 bevat meer zintuigcellen dan deel 7.

- 4 Hier staan vier delen van een oog van de mens:

- 1 glasachtig lichaam;
- 2 hoornvlies;
- 3 lens;
- 4 pupil.

Lichtstralen veroorzaken impulsen in het netvlies. Door welke van de genoemde delen zijn de lichtstralen achtereenvolgens gegaan voordat ze het netvlies bereikten?

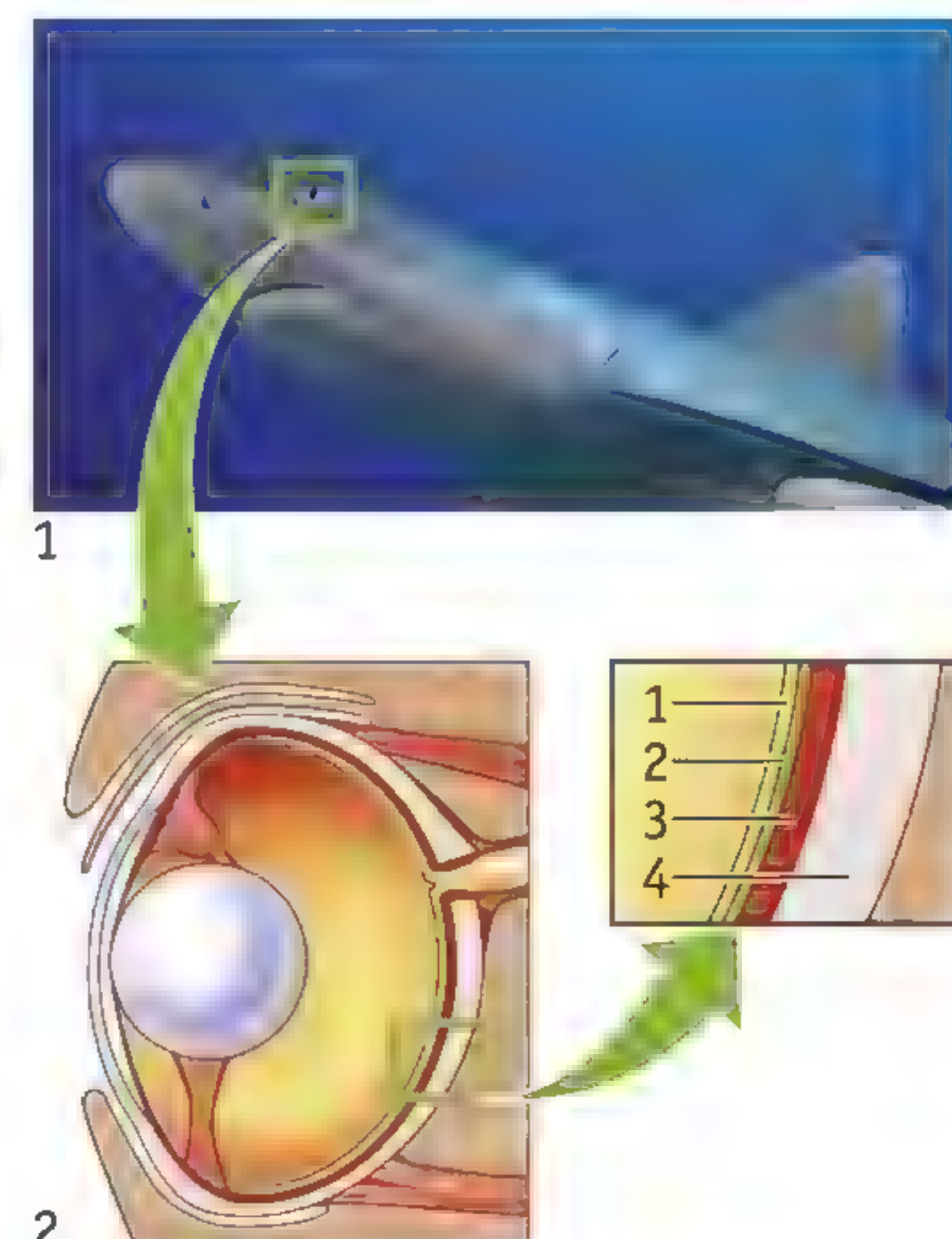
- A 2 - 4 - 1 - 3.
- B 2 - 4 - 3 - 1.
- C 3 - 4 - 1.
- D 3 - 2 - 4.

- 5 Veel haaien zijn vooral bij weinig licht actief. De bouw van een haaienoog komt vrijwel overeen met die van een mensenoog. In een haaienoog bevindt zich vlak achter het netvlies een extra laag, het *tapetum*. Het tapetum kaatst licht dat niet direct op zintuigcellen van het netvlies valt, naar de zintuigcellen toe. Hierdoor kan een haai bij weinig licht toch voldoende zien. In afbeelding 61.2 is een doorsnede van een haaienoog schematisch getekend.

Welk cijfer geeft het tapetum aan?

- A 1.
- B 2.
- C 3.
- D 4.

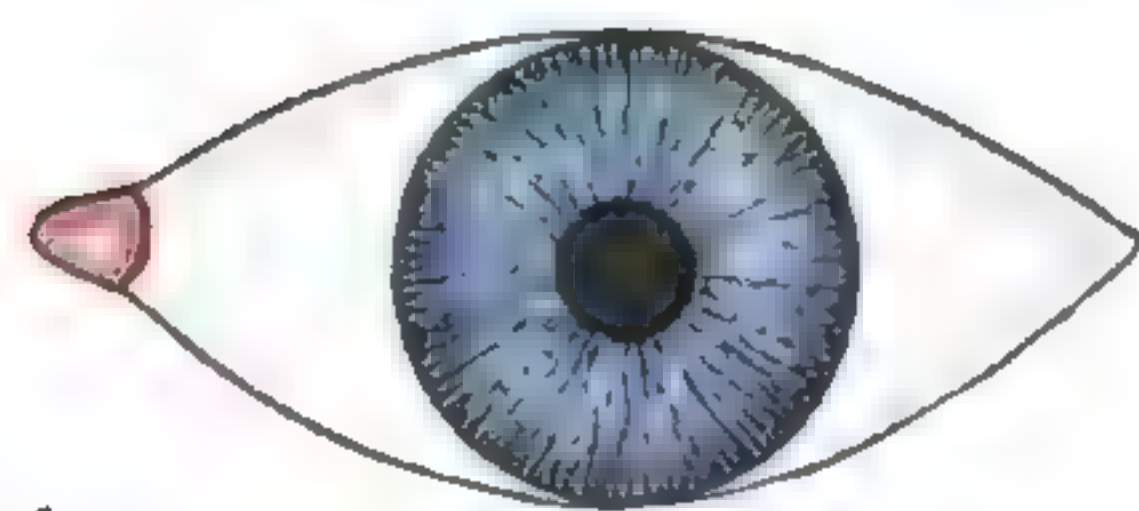
▼ Afb. 61



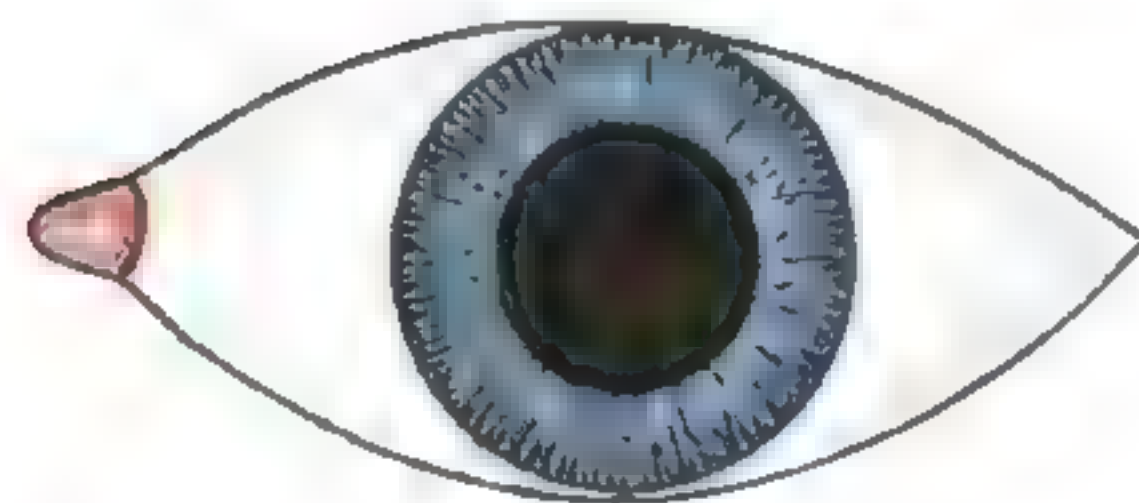
DOELSTELLING 6

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.

- 1 Wat is de functie van de pupilreflex?
 - A Het regelen van de hoeveelheid licht die op het netvlies valt.
 - B Ervoor zorgen dat je scherp kunt zien.
- 2 Olav laat elke avond zijn hond uit. Op een avond is het erg donker. Er is geen enkel licht te zien. Plotseling schijnt het felle licht van een naderende auto in zijn ogen. Half verblind loopt hij door. In afbeelding 62 is twee keer een oog van Olav weergegeven, zoals het er heeft uitgezien tijdens zijn wandeling. Welke van deze tekeningen bevat de meest waarschijnlijke weergave van de grootte van de pupillen van Olav, vóórdat het felle licht in zijn ogen scheen?
 - A Tekening 1.
 - B Tekening 2.

▼ Afb. 62

1



2

- 3 Op het moment dat Olav het felle licht van de auto in zijn ogen krijgt, vindt in zijn ogen de pupilreflex plaats. Welke spieren in de irissen van Olav trekken zich op dat moment samen?
 - A De kringspieren.
 - B De straalsgewijs lopende spieren.
- 4 In afbeelding 63 is het oog van een persoon gefotografeerd. Welke spieren van dit oog zijn ontspannen tijdens het maken van de foto?
 - A De kringspieren.
 - B De straalsgewijs lopende spieren.

▼ Afb. 63**DOELSTELLING 7**

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

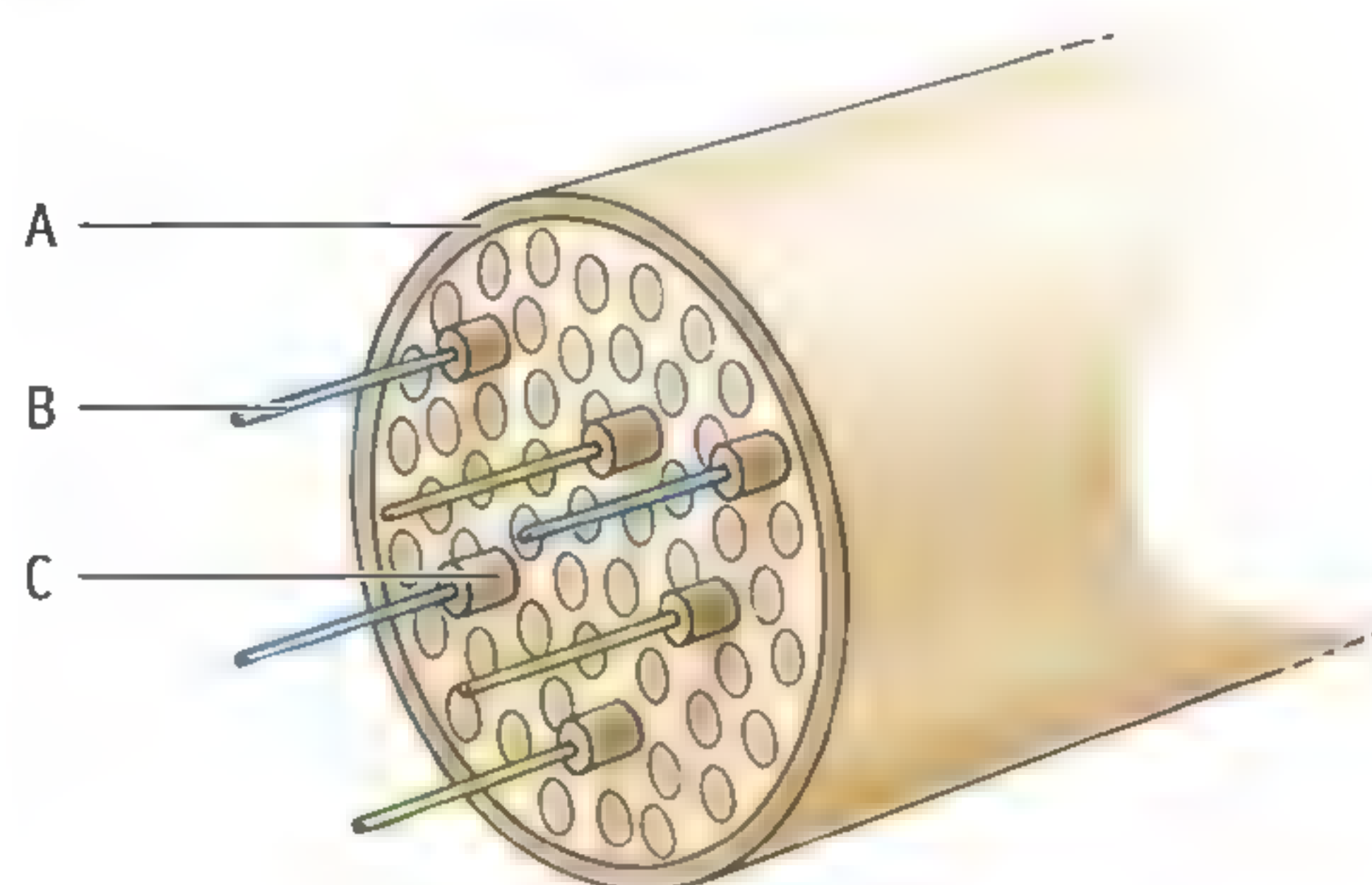
- 1 Het centrale zenuwstelsel bestaat uit hersenen, ruggenmerg en zenuwen.
- 2 Je tong is via een zenuw verbonden met je hersenen.
- 3 Er loopt een zenuw van je linkerhand naar je hersenen.
- 4 Het zenuwstelsel kan de werking van een speekselklier regelen.

DOELSTELLING 8

Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 64 is een zenuw schematisch getekend.

- 1 Welke letter geeft een uitloper van een zenuwcel aan?
- 2 Wat is de functie van deel C?
- 3 Wat is de functie van deel A?

▼ Afb. 64

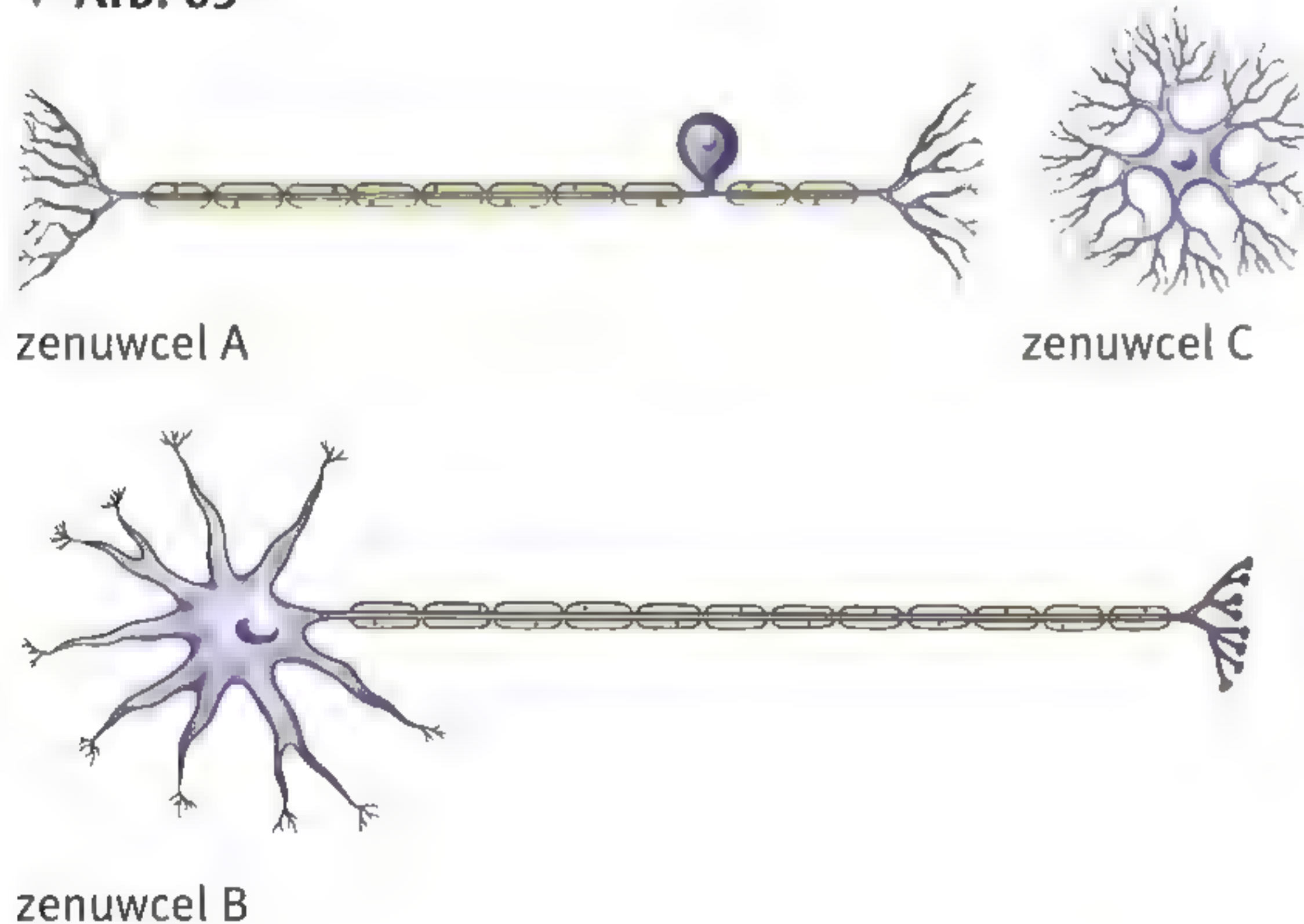
DOELSTELLING 9

In afbeelding 65 zijn drie typen zenuwcellen weergegeven. Op het scoreblad staat een schema met de drie typen zenuwcellen.

Beantwoord de volgende vragen door kruisjes te zetten in de juiste kolom(men).

- 1 Welk type zenuwcel is zenuwcel A?
- 2 Welk type zenuwcel is zenuwcel B?
- 3 Welk type zenuwcel is zenuwcel C?
- 4 Welke zenuwcellen geleiden impulsen van het centrale zenuwstelsel naar klieren?
- 5 Van welke zenuwcellen liggen de cellichamen buiten het centrale zenuwstelsel?
- 6 Welke zenuwcellen hebben één lange uitloper die impulsen naar het cellichaam toe geleidt?
- 7 Welke zenuwcellen komen voor in het hoofd van een mens?

▼ Afb. 65



Als een veulen honger krijgt, gaat het zuigen aan de tepels van de merrie (het moederpaard). Zodra het veulen gaat zuigen (zie afbeelding 66), worden zintuigen in de tepels geprikkeld. Deze zintuigen geven impulsen door aan het ruggenmerg van de merrie.

▼ Afb. 67



Onder invloed van deze impulsen wordt in het hoofd van het paard een hormoon gevormd.

- 8 Via welk type zenuwcellen worden de impulsen die ontstaan door het zuigen naar het ruggenmerg geleid?
- 9 Via welk type zenuwcellen worden de impulsen van het ruggenmerg naar het hoofd van de merrie geleid?

▼ Afb. 66



DOELSTELLING 10

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 In afbeelding 67 zie je het gedrag van een jong eendje tijdens de laatste dagen in het ei en tijdens het uitkomen van het kuikentje. Leg met gedraging 3 en 4 uit waarom je de gedragingen 1 tot en met 6 een gedragsketen zou kunnen noemen.
- 2 Zijn de gedragingen 1 tot en met 6 alleen erfelijk bepaald, alleen aangeleerd of zowel erfelijk bepaald als aangeleerd?

De volgende informatie hoort bij vraag 3 en 4.

Een eendenkuikentje wordt door een snoek in zijn poot gebeten. Het eendje ziet de snoek niet, maar piept hard en probeert weg te zwemmen.

- 3 Wordt het piepen veroorzaakt door een inwendige prikkel of door een uitwendige prikkel?
- 4 Wat is de respons van het eendenkuikentje?

DOELSTELLING 11

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

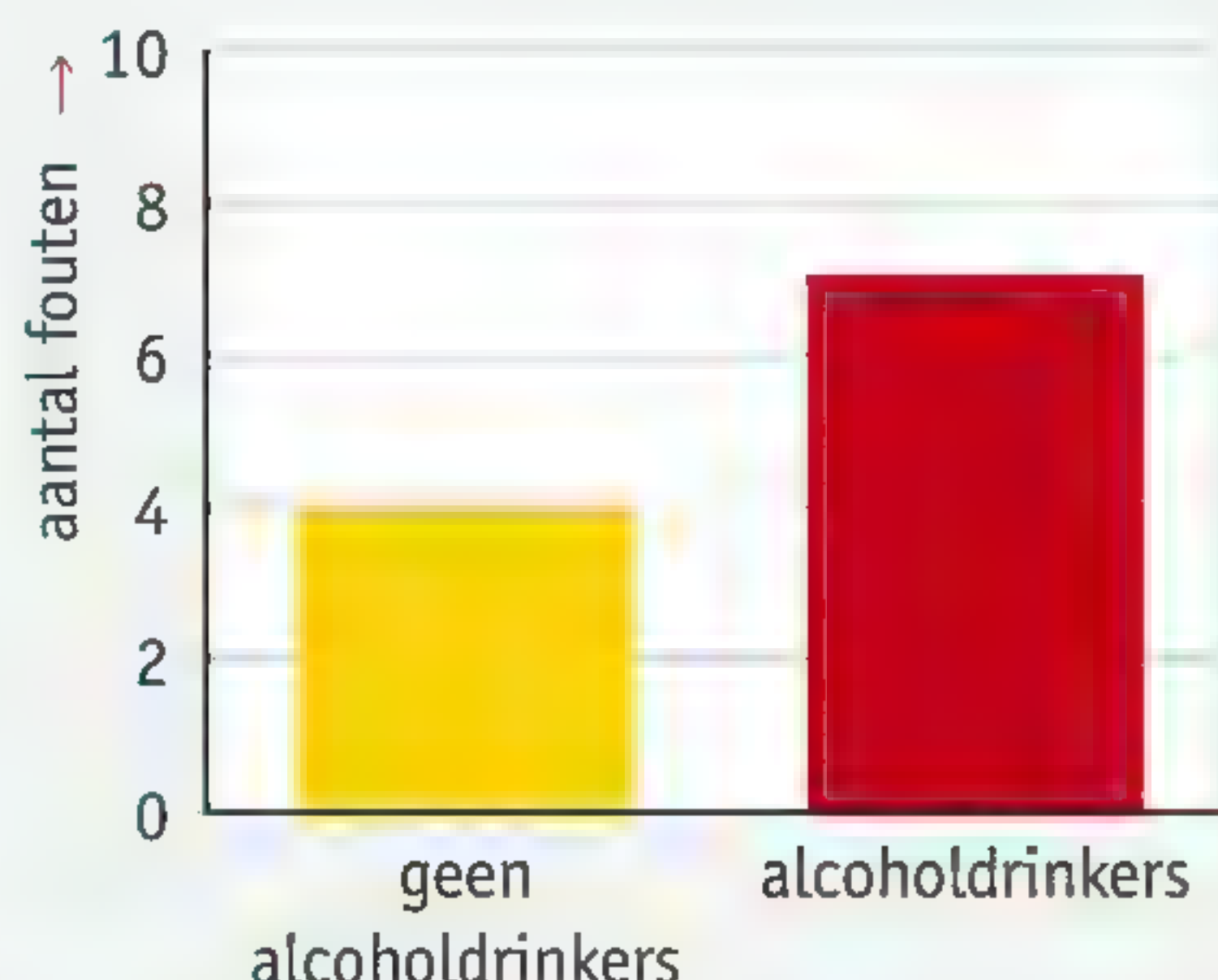
- 1 Uit afbeelding 68 blijkt dat het drinken van alcohol hersenschade bij jongeren veroorzaakt.
- 2 Uit afbeelding 68 blijkt dat het drinken van veel alcohol blijvende hersenschade bij jongeren veroorzaakt.
- 3 Wanneer 15- tot 25-jarigen met evenveel alcohol op als 40- tot 50-jarigen een voertuig besturen, hebben zij gemiddeld evenveel kans om verkeersslachtoffer te worden.
- 4 Jongeren die op 14-jarige leeftijd beginnen met regelmatig alcohol drinken, hebben evenveel kans om later verslaafd te raken aan alcohol als jongeren die op 20-jarige leeftijd beginnen met regelmatig alcohol drinken.

▼ Afb. 68

De invloed van alcohol op leerprestaties van jongeren

Wetenschappers onderzochten de invloed van alcohol op de leerprestaties van jongeren van ongeveer 20 jaar oud. Twee groepen jongeren werden getest. Jongeren uit de ene groep hadden regelmatig vijf glazen alcohol of meer gedronken per keer. Jongeren uit de andere groep dronken geen alcohol. Twee weken voor de test mocht niemand meer alcohol drinken.

De test bestond uit het leren van groepjes van telkens twee woorden. Daarna werden ze overhoord: ze hoorden het ene woord en ze moesten het andere woord noemen. Van beide groepen werd het gemiddeld aantal fouten berekend (zie het diagram).

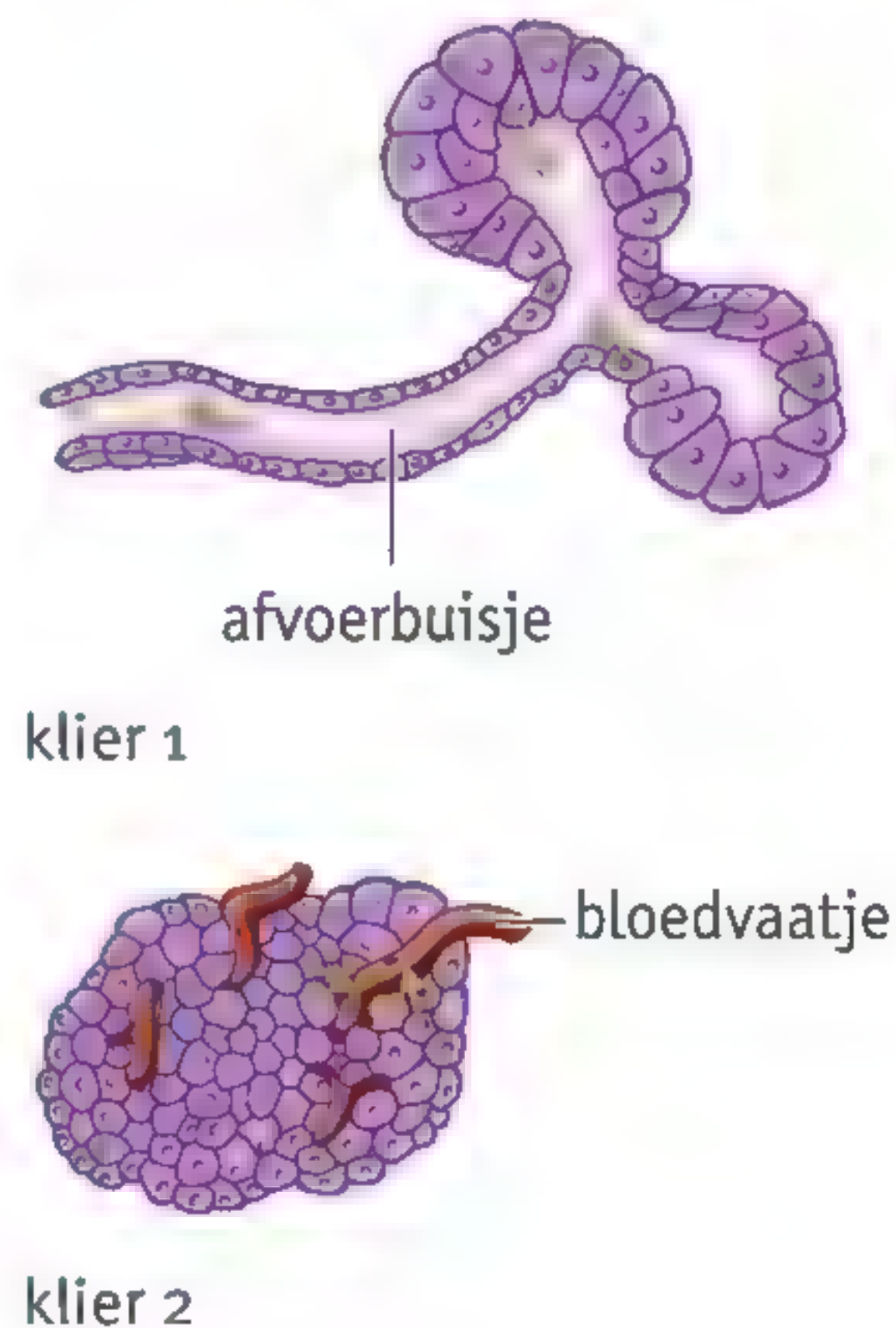


DOELSTELLING 12

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Wat is de functie van hormonen?
 - A Hormonen regelen de werking van weefsels en organen die er gevoelig voor zijn.
 - B Hormonen verwerken de impulsen die afkomstig zijn van zintuigcellen.
 - C Hormonen zorgen voor de voeding van veel hormoonklieren.
 - D Hormonen zorgen voor vaste, snelle reacties op bepaalde prikkels.
- 2 In afbeelding 69 zie je twee klieren. Welke van deze twee klieren is het meest waarschijnlijk een schildklier?
 - A Geen van beide klieren.
 - B Alleen klier 1.
 - C Alleen klier 2.

▼ Afb. 69



- 3 Drie hormoonklieren zijn: een bijnier, een eilandje van Langerhans en de schildklier. Welke van deze hormoonklieren ligt in het lichaam het dichtst bij de hypofyse?
 - A De bijnier.
 - B Het eilandje van Langerhans.
 - C De schildklier.

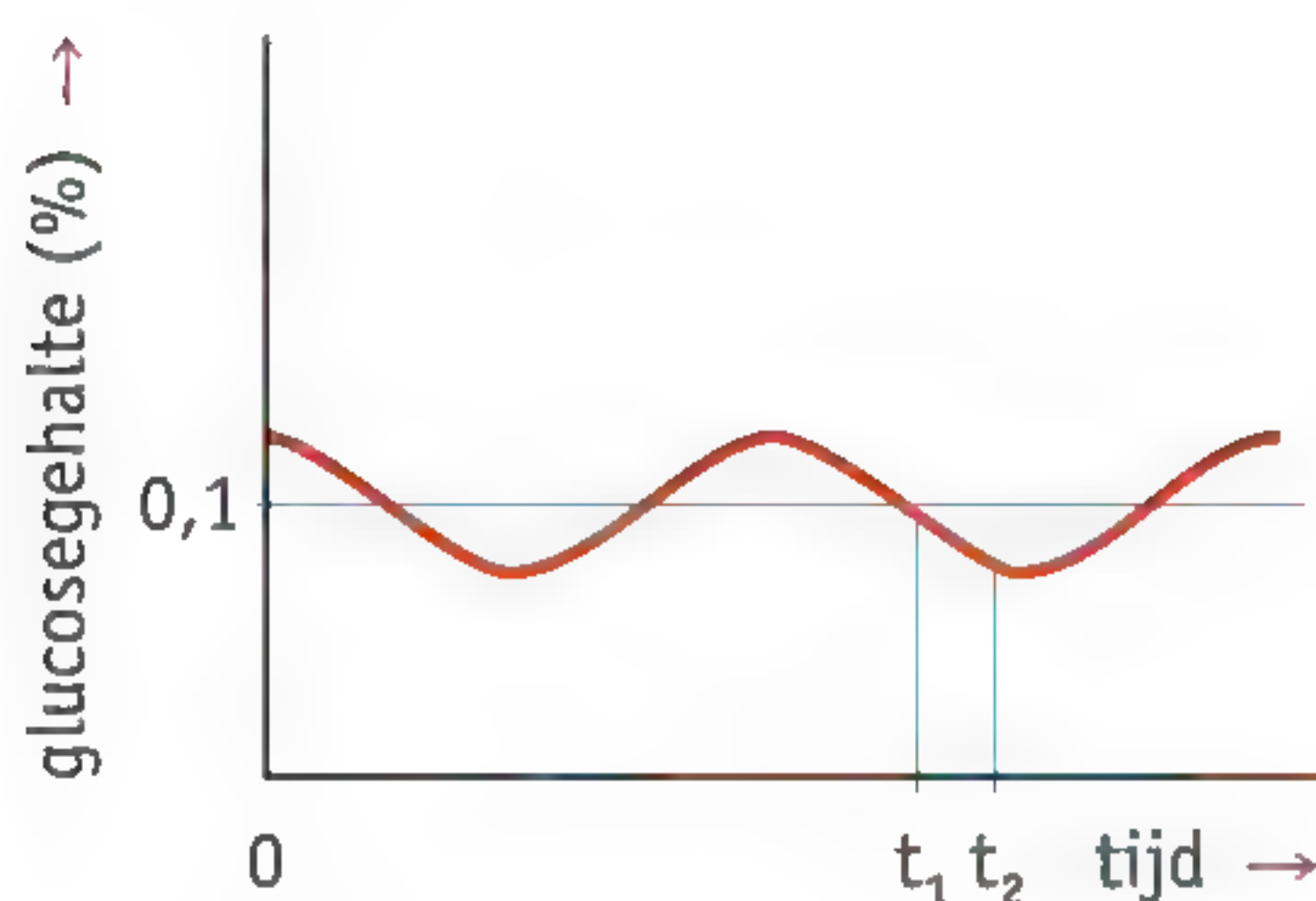
DOELSTELLING 13

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.

- 1 Welke invloed heeft insuline op het glucosegehalte van het bloed?
 - A Onder invloed van insuline wordt het glucosegehalte van het bloed verhoogd.
 - B Onder invloed van insuline wordt het glucosegehalte van het bloed verlaagd.

- 2 Het bloed bij de mens bevat gemiddeld 0,1% glucose.
Wanneer produceren de eilandjes van Langerhans veel insuline?
- A Als het glucosegehalte van het bloed hoger is dan 0,1%.
 - B Als het glucosegehalte van het bloed lager is dan 0,1%.
- 3 Gedurende enige tijd wordt bij iemand het glucosegehalte van het bloed bepaald. Het verband tussen het glucosegehalte van het bloed en de tijd wordt uitgezet in een diagram (zie afbeelding 70). Van welk hormoon neemt de hoeveelheid in het bloed toe tussen de tijdstippen t_1 en t_2 ?
- A Van insuline.
 - B Van glucagon.

▼ Afb. 70



- 4 Welk hormoon wordt bij diabetes onvoldoende geproduceerd?
- A Insuline.
 - B Glucagon.

EXTRA DOELSTELLING 14

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

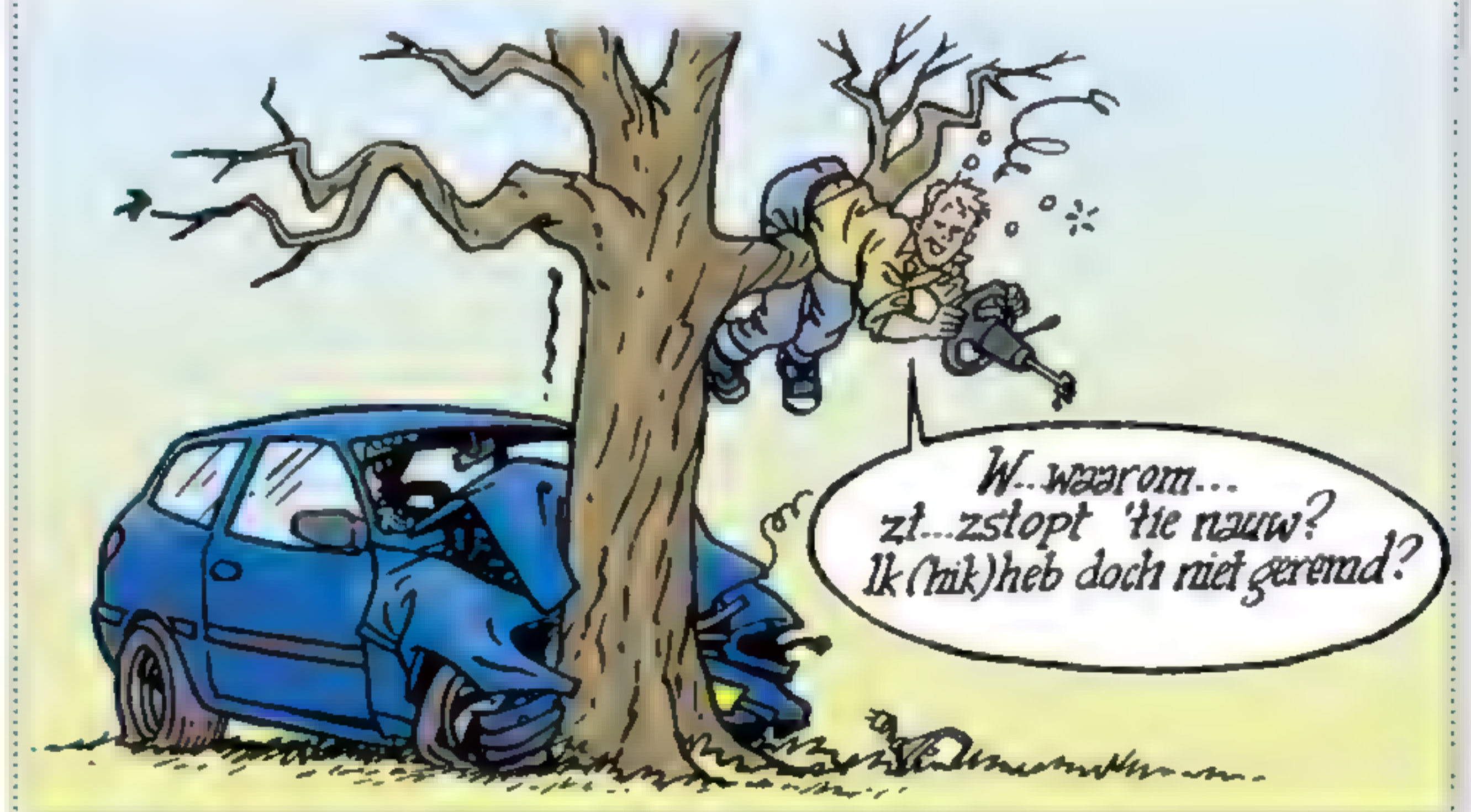
- 1 Delen van de hersenen zijn:
- 1 bewegingscentra in de hersenschors;
 - 2 gevoelscentra in de hersenschors;
 - 3 de hersenstam;
 - 4 de kleine hersenen.
- Welke van deze delen zijn betrokken bij het typen van een bericht op je mobiel?
- A Alleen de delen 1 en 2.
 - B Alleen de delen 2 en 3.
 - C Alleen de delen 1, 3 en 4.
 - D De delen 1, 2, 3 en 4.

- 2 In afbeelding 71 staat een artikel. Blijkt uit dit artikel dat alcohol invloed heeft op de grote hersenen?
- En op de kleine hersenen?
- A Niet op de grote hersenen en niet op de kleine hersenen.
 - B Alleen op de grote hersenen.
 - C Alleen op de kleine hersenen.
 - D Zowel op de grote hersenen als op de kleine hersenen.

▼ Afb. 71

Noodstop

Op een avondje uit had Hans behoorlijk veel bier op. Daardoor was hij overmoedig geworden en stapte hij toch in zijn auto om naar huis te rijden. Hij had niet door dat hij alles minder goed zag en hoorde, dat hij traag reageerde en dat het vermogen om zijn spieren te coördineren door de alcohol was verminderd. Al snel kwam zijn auto tot stilstand tegen een boom. Gelukkig kwam Hans zelf met de schrik vrij. Twee uur na het ongeluk kan hij nog steeds niet goed op zijn benen staan. Hij praat nog steeds moeizaam en lallend.



- 3 Je ziet een mug op je arm zitten en je voelt dat hij je prikt. De mug zuigt zich vol met bloed. Bij het zien van de mug zijn er impulsen, afkomstig van je ogen, in de grote hersenen aangekomen. Zijn deze impulsen daarbij via het ruggenmerg gegaan?
- Bij het voelen van de prik zijn er impulsen, afkomstig van de huid van je arm, in de grote hersenen aangekomen. Zijn deze impulsen daarbij via het ruggenmerg gegaan?

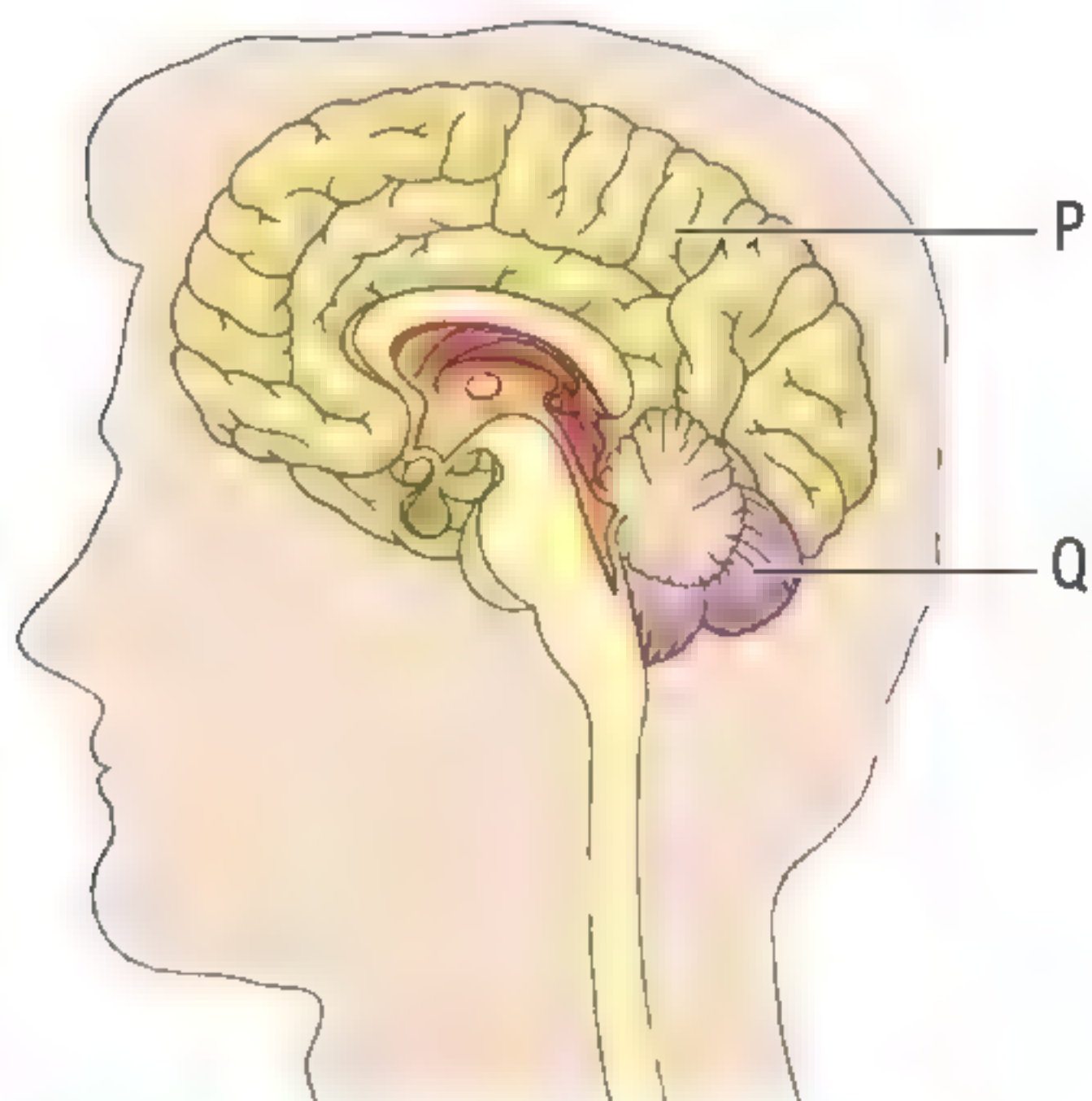
Bij het zien	Bij het voelen
A ja	ja
B ja	nee
C nee	ja
D nee	nee

- 4 In afbeelding 72 is een hoofd met de hersenen schematisch getekend. Iemand hoort een harde knal en draait zijn hoofd om. In welk van de aangegeven delen vindt bewustwording van dit geluid plaats? En in welk deel van de hersenen ontstaan het eerst de impulsen waardoor zijn hoofd draait?

Bewustwording in Impulsen ontstaan in

A deel P.	deel P.
B deel P.	deel Q.
C deel Q.	deel P.
D deel Q.	deel Q.

▼ Afb. 72



EXTRA DOELSTELLING 15

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Hier staan drie bewegingen die je met je been kunt maken.
- Je been snel optrekken wanneer net een spijker door je schoenzool heen in je voet komt.
 - Je been optillen om de veters van je schoen vast te maken.

- 3 Terwijl je rechtop staat, je been onbewust verplaatsen omdat je evenwicht dreigt te verliezen.

Welke van deze bewegingen van je been worden veroorzaakt door een reflex?

- A Alleen beweging 1 en 2.
- B Alleen beweging 1 en 3.
- C Alleen beweging 2 en 3.
- D Beweging 1, 2 en 3.

Iemand brandt zich aan heet water en trekt in een reflex zijn hand terug (zie afbeelding 73). Over deze reflex gaan de vragen 2 en 3.

▼ Afb. 73



- 2 Bij de reflex van afbeelding 73 zijn de volgende cellen betrokken:

- bewegingszenuwcellen;
- gevoelszenuwcellen;
- schakelcellen;
- spiercellen;
- zintuigcellen.

In welke volgorde zijn deze cellen bij het optreden van deze reflex betrokken?

- A 2 – 5 – 4 – 3 – 1.
- B 4 – 1 – 3 – 2 – 5.
- C 5 – 1 – 2 – 3 – 4.
- D 5 – 2 – 3 – 1 – 4.

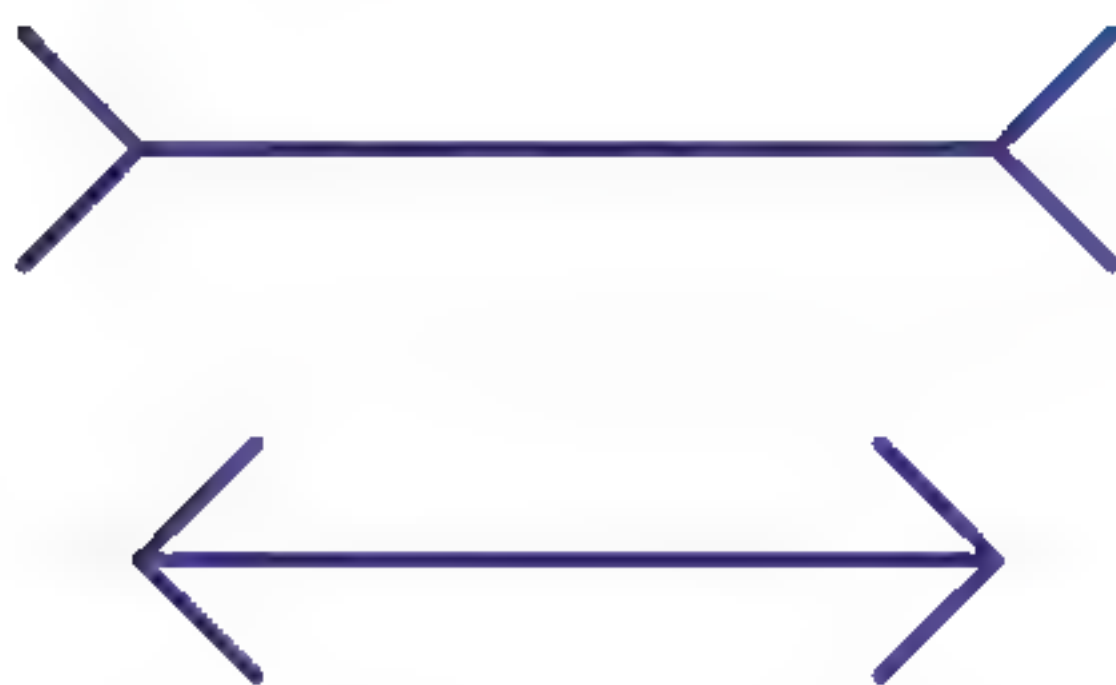
- 3 Waar liggen de schakelcellen in deze reflexboog?

- A In de grote hersenen.
- B In de kleine hersenen.
- C In de hersenstam.
- D In het ruggenmerg.

De verrijkingsstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingsstof uit drie onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek.

1 Gezichtsbedrog

▼ Afb. 74



De hersenen verwerken de impulsen die van de zintuigen afkomen. Soms gebeurt dat verwerken niet helemaal goed. Als je dingen denkt te zien die er niet zijn, kan er sprake zijn van **gezichtsbedrog**. In deze verrijkingsstof leer je enkele voorbeelden van gezichtsbedrog kennen.

In afbeelding 74 zie je een bekend voorbeeld van gezichtsbedrog. Het lijkt alsof de horizontale lijn in de bovenste figuur langer is dan de horizontale lijn in de onderste figuur. Als je beide lijnen nameet, blijken ze even lang te zijn.

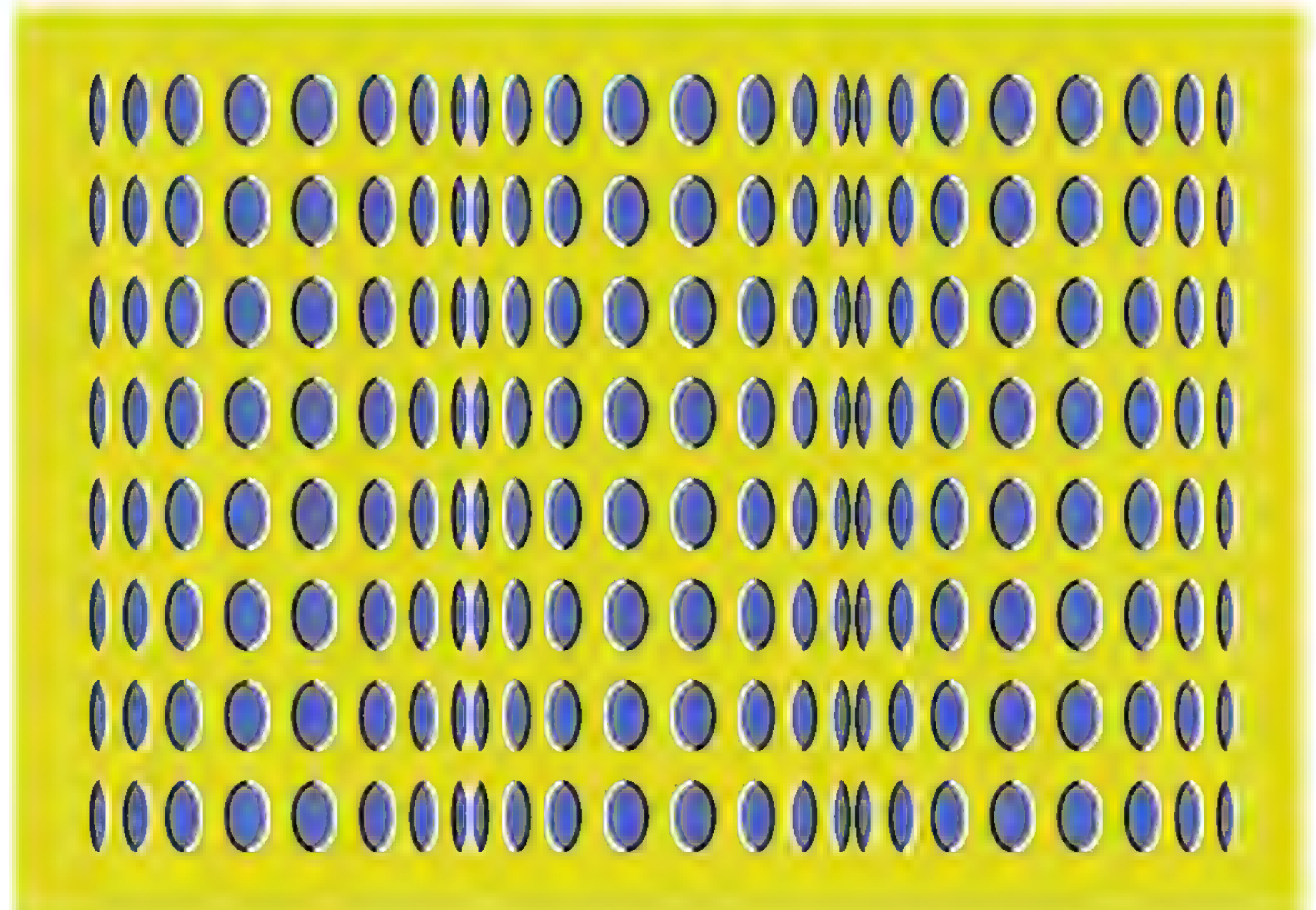
Gezichtsbedrog kan ook optreden door de omgeving waarin figuren zijn geplaatst. In afbeelding 75 zie je drie meisjes. Het meisje rechts op de foto lijkt groter dan het meisje linksonder. In afbeelding 76 zie je een voorbeeld van een bewegende illusie. En er zijn ook afbeeldingen die er op het eerste gezicht normaal uitzien, maar die onmogelijk blijken te zijn (zie afbeelding 77). In afbeelding 78 zie je een puzzel waarbij gezichtsbedrog een rol speelt.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 77

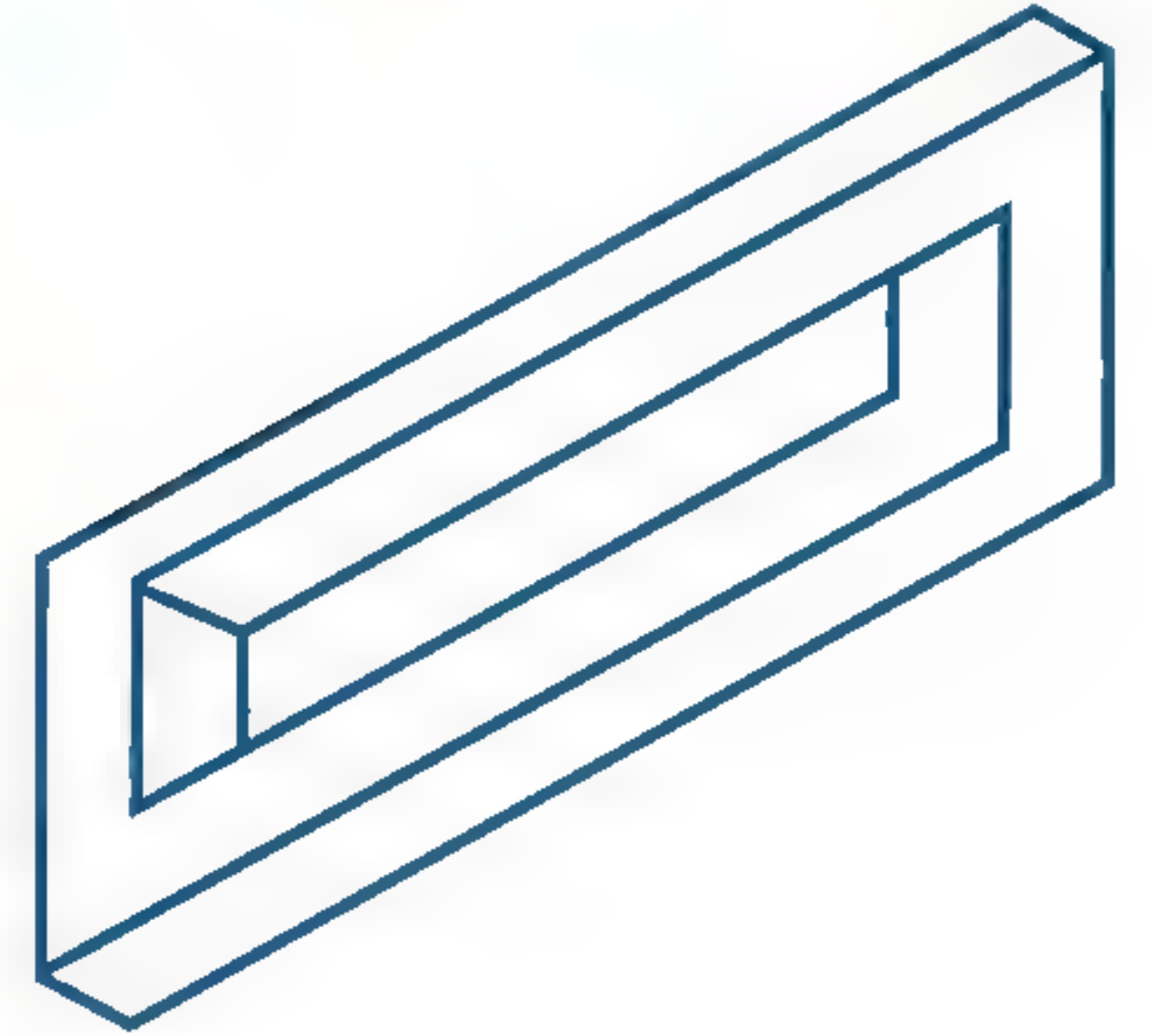
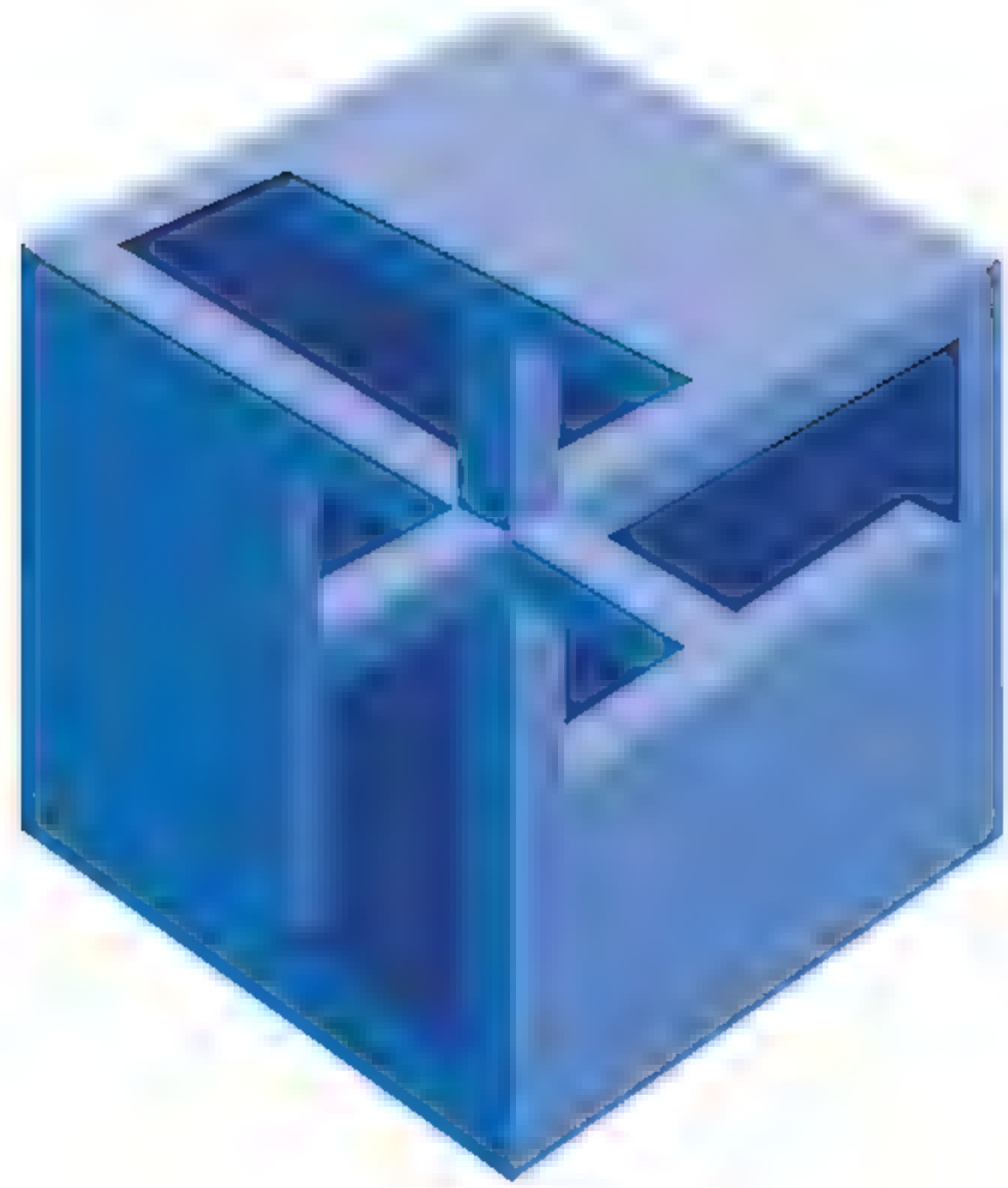
▼ Afb. 75



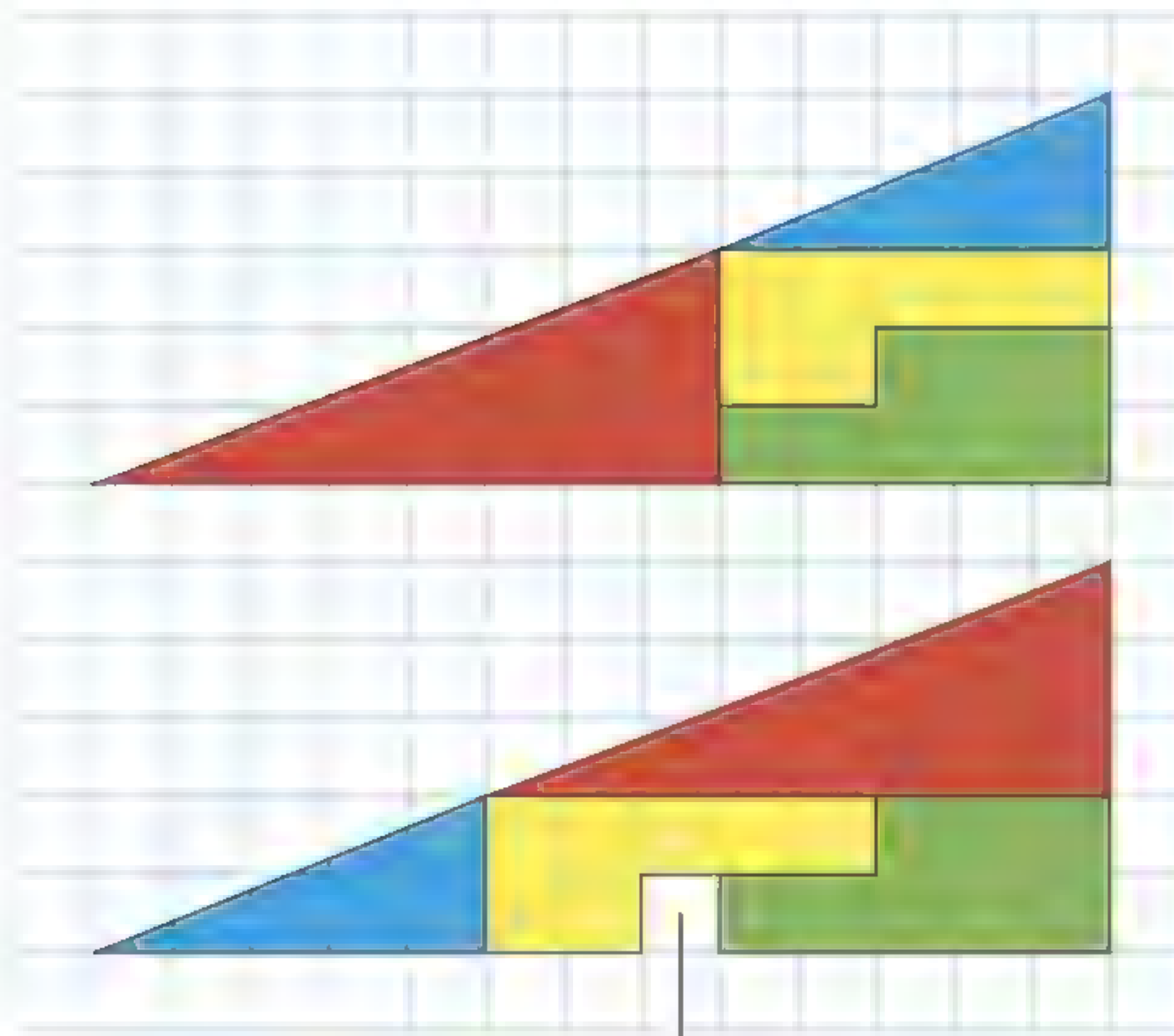
▼ Afb. 76



► **Afb. 77** Onmogelijke figuren.



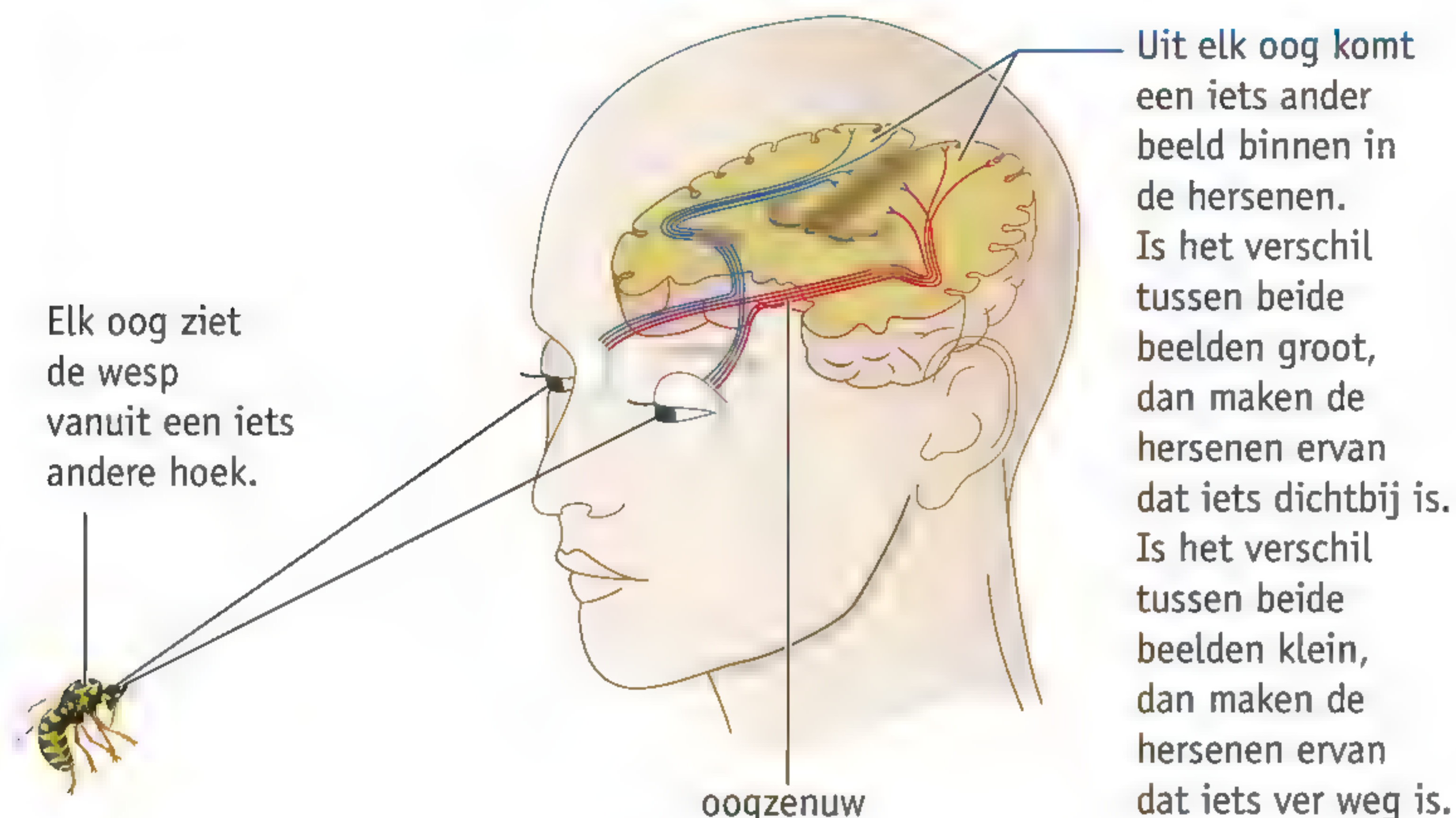
► **Afb. 78** Wigparadox.



waar komt deze
opening vandaan?

2 Diepte zien

▼ Afb. 79



Onze beide ogen zitten gemiddeld op een afstand van ongeveer 6,5 cm van elkaar (van pupil tot pupil). Daardoor ziet elk oog het beeld waar we naar kijken, vanuit een iets andere hoek (zie afbeelding 79). De beelden van beide ogen worden in de gezichtscentra in de grote hersenen met elkaar vergeleken. Het verschil tussen de twee beelden geeft de hersenen informatie over de afstand waarop het voorwerp zich bevindt. Hoe groter het verschil in beelden tussen de twee ogen, hoe dichterbij iets is. Hierdoor kun je **diepte zien** en afstanden schatten. In afbeelding 80 zie je hoe diepte zien in 3D-films werkt.

▼ Afb. 80

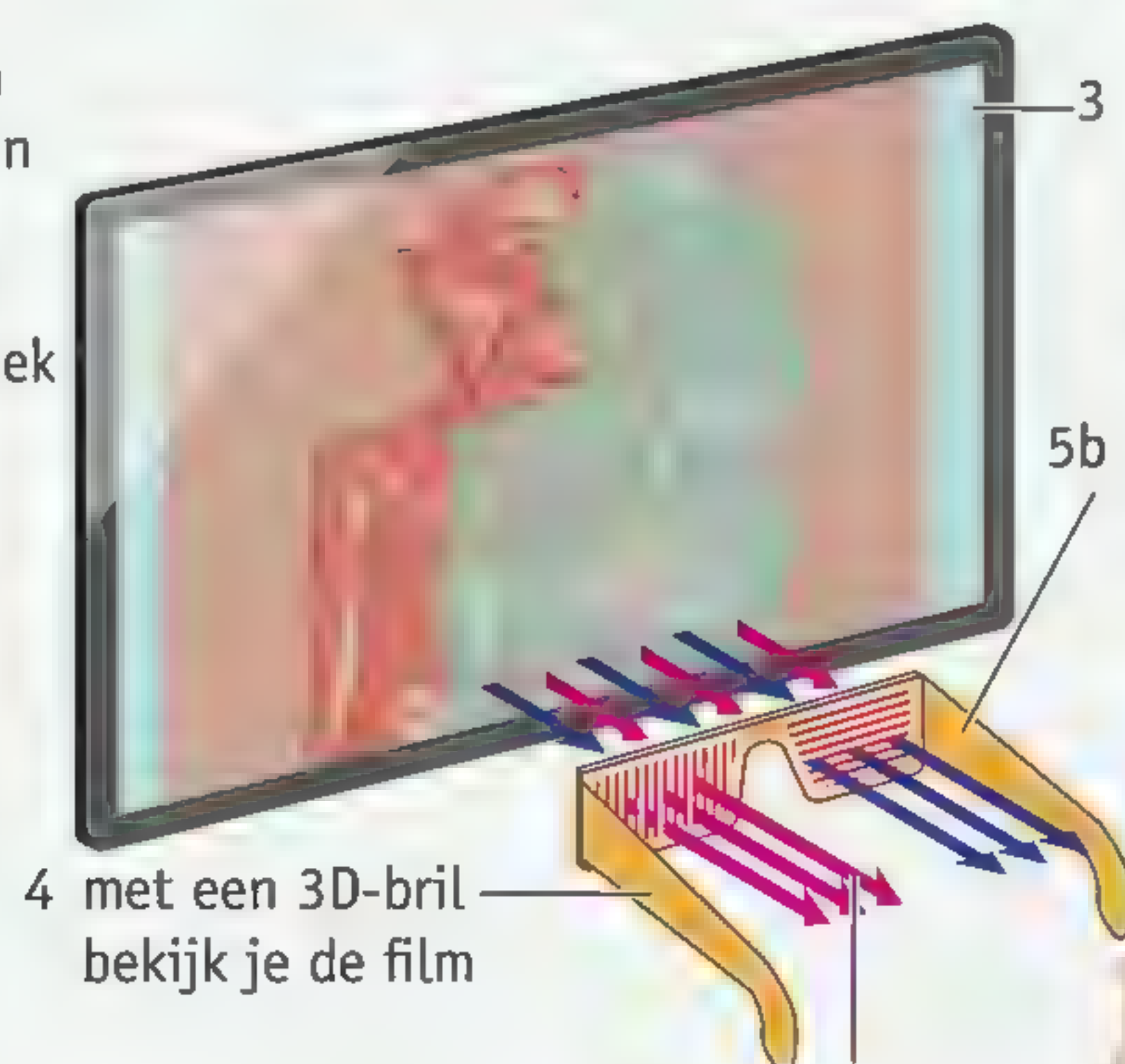
WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 79

3D-films kijken

Als je naar een gewone foto kijkt, zie je geen diepte. Dat komt doordat foto's worden gemaakt met camera's met maar één lens. Om 3D-films te maken, zijn dan ook twee camera's en twee lenzen nodig. Beide camera's nemen de film op vanuit een iets andere hoek. In de bioscoop worden beide beelden van beide camera's over elkaar heen geprojecteerd (zie de afbeelding).

Bij de meeste 3D-films heb je een 3D-bril nodig om de film te bekijken. Een 3D-bril haalt de beelden van beide camera's weer uit elkaar. In elk oog komt zo een verschillend beeld. Je hersenen maken van het verschil tussen beide beelden een 3D-beeld. Een 3D-bril kan op verschillende manieren werken. Je kunt tegenwoordig ook 3D-tv kijken. Dat werkt ongeveer hetzelfde.

- 1 de 3D-film wordt opgenomen met twee camera's A en B aan elkaar vast
- 2 elke camera neemt het beeld op vanuit een iets andere hoek



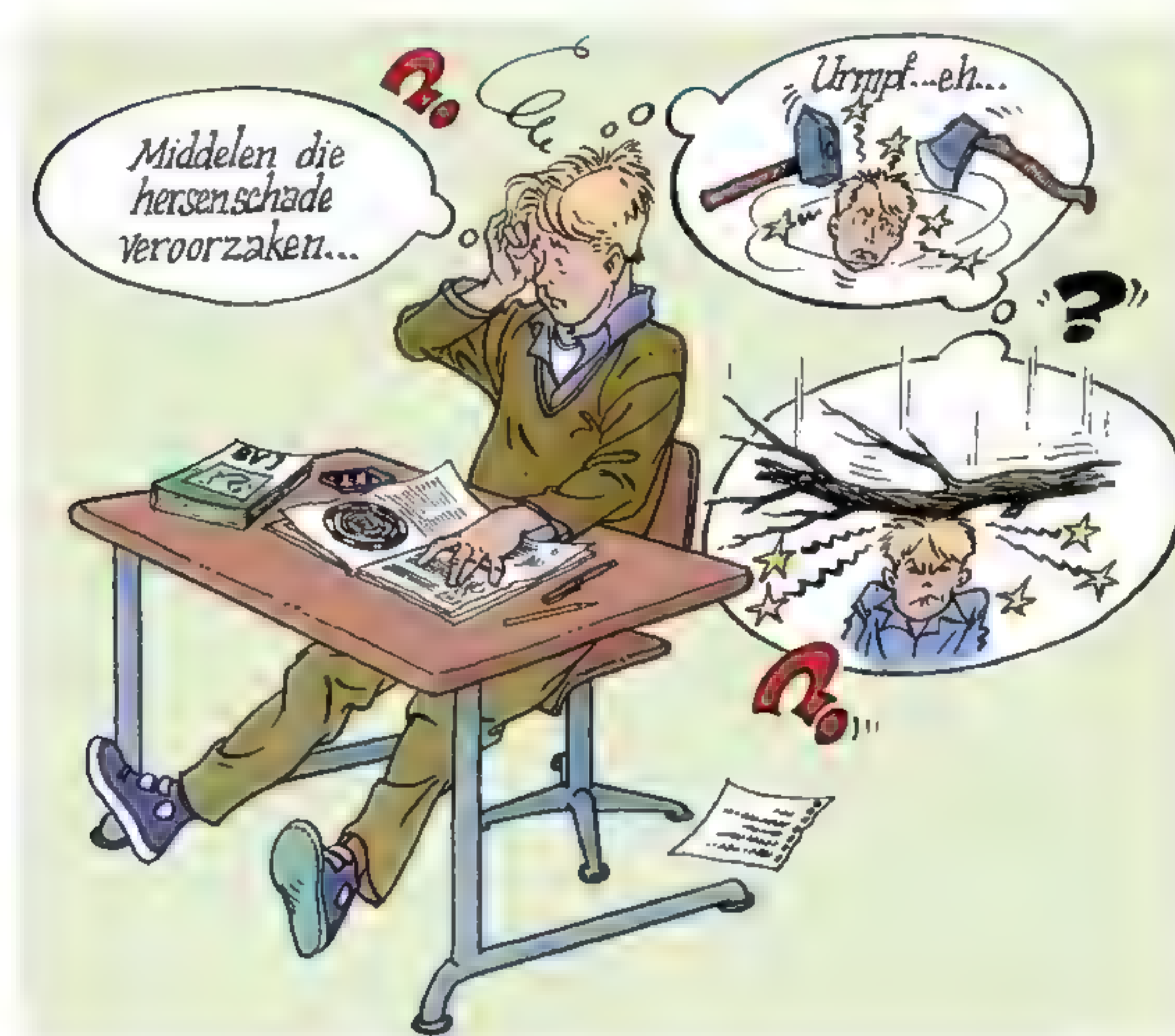
- 6 je hersenen maken van het verschil tussen beide beelden een 3D-waarneming

3 Cirkelpuzzel

In de basisstof heb je allerlei begrippen geleerd. In je werkboek vind je de omschrijvingen van een aantal van deze begrippen. Je gaat de antwoorden in een cirkelpuzzel invullen.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 80

▼ Afb. 81



7

Bloemen, vruchten, zaden



BASISSTOF

1	Bloemen	106
2	Bestuiving	109
3	Bevruchting	113
4	Vruchten en zaden	116
5	Verspreiding van vruchten en zaden	120

EXTRA BASISSTOF

6	Ongeslachtelijke voortplanting	123
7	Mannelijke en vrouwelijke bloemen	128

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

Samenvatting	129
Diagnostische toets	131

VERRIJKINGSSTOF

1	Minder bekende vruchten	138
2	Een bloem bestuderen	139
3	Samengesteldbloemigen	139



Dit thema heet: Bloemen, vruchten, zaden. Bloemen, vruchten en zaden zijn delen van planten. In dit thema ga je deze delen bestuderen. Bloemen, vruchten en zaden spelen een rol bij de voortplanting van planten. Uit bloemen kunnen vruchten en zaden ontstaan. In dit thema leer je hoe dit gebeurt en hoe vruchten en zaden worden verspreid.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Bloemen

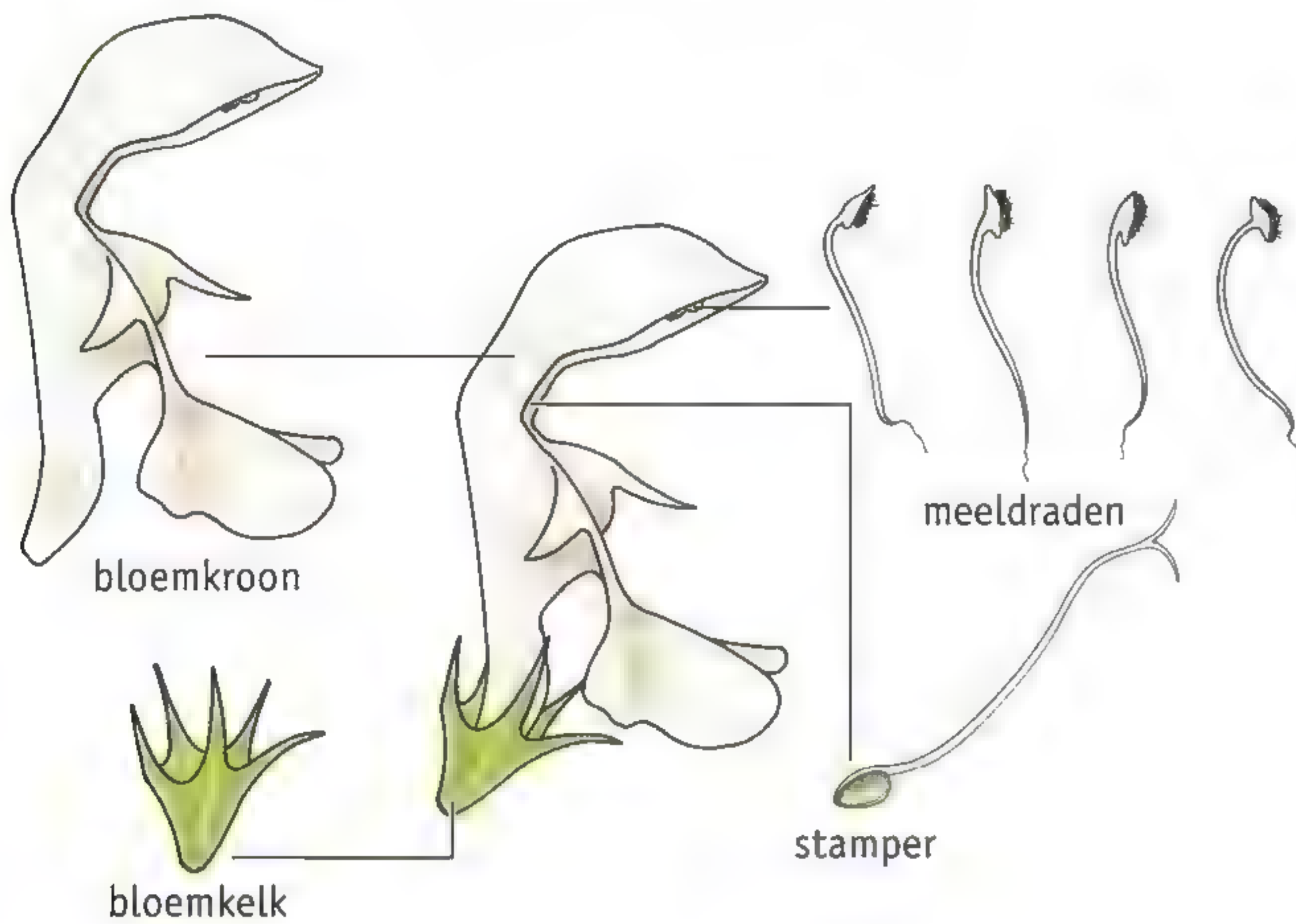
In Nederland worden heel veel bloemen gekweekt en verkocht. Je kunt ze overal op de wereld tegenkomen. De grootste veiling voor bloemen staat in Nederland en met bloemencorso's laten we graag zien hoe mooi Nederlandse bloemen zijn (zie afbeelding 1). Bloemen zijn organen van planten. De functie van bloemen is voortplanten. In de natuur zijn bloemen vaak minder groot en kleurrijk dan gekweekte bloemen.

▼ Afb. 1

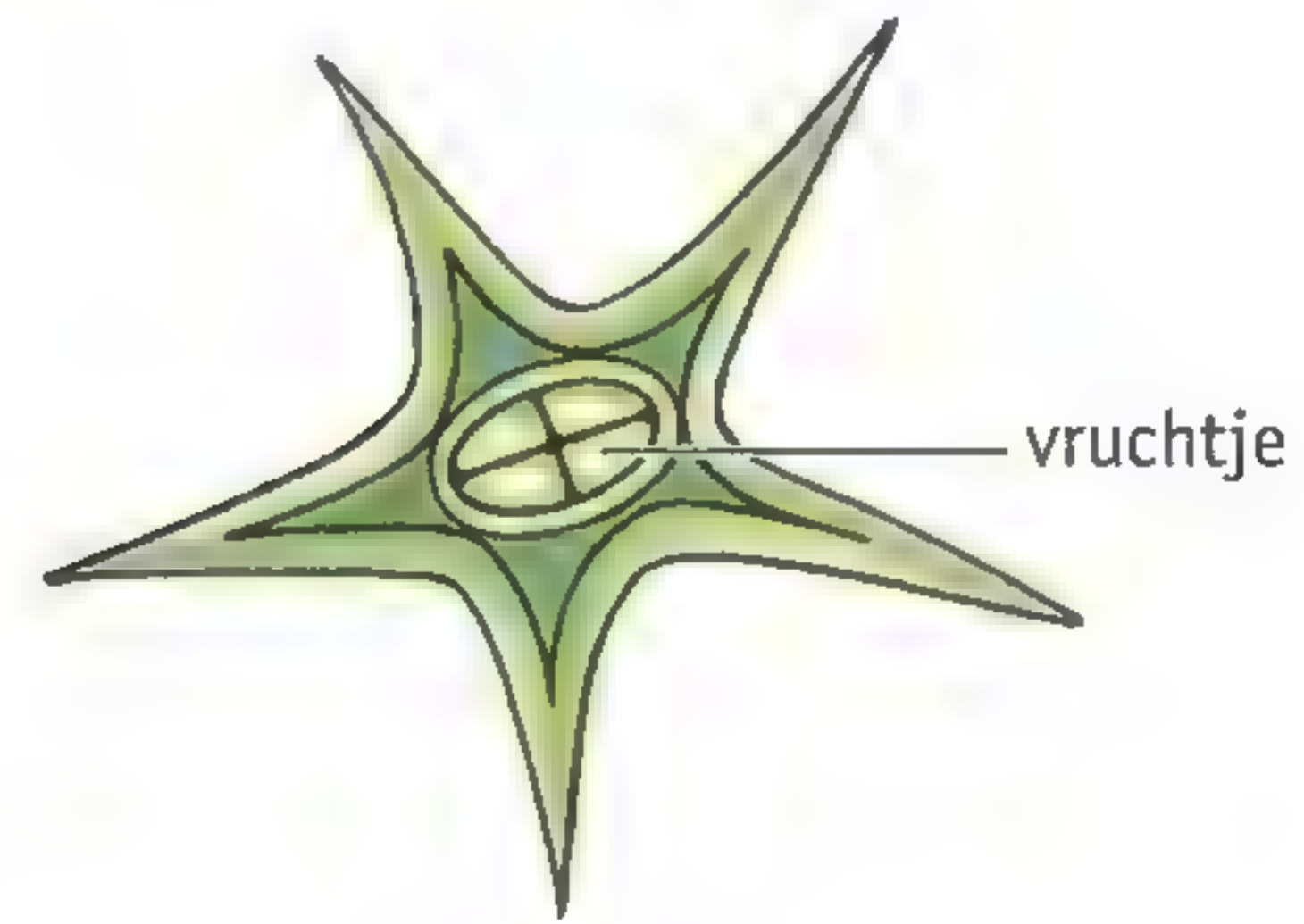


Witte dovenetels groeien veel langs dijken en wegen. Ze lijken een beetje op brandnetels, maar dovenetels 'prikken' niet. De bloem van een witte dovenetel bestaat uit een groen gedeelte en een wit gedeelte. Het groene gedeelte heet de **bloemkelk** en het witte gedeelte de **bloemkroon**. In de bloem zitten de voortplantingsorganen: de **meeldraden** en de **stamper** (zie afbeelding 2). In een uitgebloeide bloem van een witte dovenetel zijn in de bloemkelk vier vruchtjes te zien (zie afbeelding 3).

▼ Afb. 2 Delen van een bloem van de witte dovenetel.



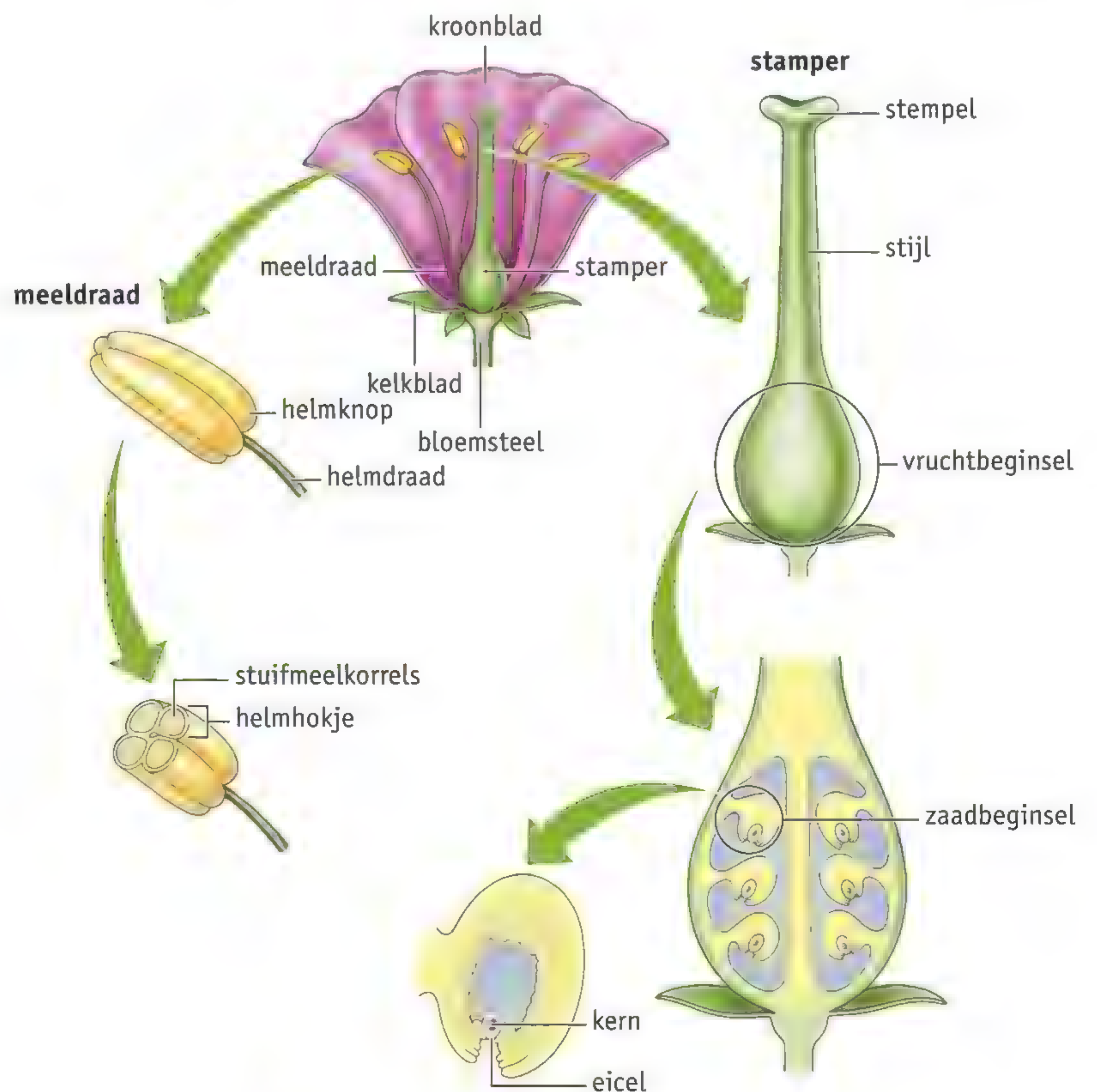
▼ Afb. 3 Bloemkelk met vruchtjes.



DE BOUW EN FUNCTIE VAN BLOEMEN

Bloemen kunnen er heel verschillend uitzien. Toch hebben de meeste bloemen ongeveer dezelfde bouw. In afbeelding 4 is een bloem schematisch getekend.

► Afb. 4 De bouw van een bloem (schematisch).



▼ **Afb. 5** Opvallend gekleurde kroonbladeren (driekleurig viooltje).



▼ **Afb. 6** Bloemen van gras.



De **bloemkelk** bestaat uit **kelkbladeren**. Deze zijn meestal groen. Bij sommige planten zitten de kelkbladeren aan elkaar vast. Dat heet **vergroeid**. Bij andere planten zitten de kelkbladeren los van elkaar. Als de bloem nog in de knop zit, beschermt de bloemkelk de rest van de bloem tegen uitdroging en kou. Als de bloem opengaat, vallen bij sommige bloemen de kelkbladeren direct af. Bij andere bloemen blijven de kelkbladeren langer zitten.

De **bloemkroon** bestaat uit **kroonbladeren**. Bij veel planten zijn de kroonbladeren groot en opvallend gekleurd (zie afbeelding 5). Ze dienen dan voor het aanlokken van insecten. Bij andere planten zijn de kroonbladeren klein en groen (bijvoorbeeld bij grassen). Bij deze planten valt het nauwelijks op dat ze bloemen hebben (zie afbeelding 6). Net als de kelkbladeren kunnen ook de kroonbladeren vergroeid zijn of los van elkaar zitten.

Meeldraden zijn de mannelijke voortplantingsorganen van een plant. Een meeldraad bestaat uit een **helmdraad** en een **helmknop** (zie afbeelding 4). De helmknop bestaat uit **helmhokjes**. In de helmhokjes ontstaat **stuifmeel**. Stuifmeel wordt ook wel pollen genoemd. Stuifmeel bestaat uit heel kleine korrels: de **stuifmeelkorrels**. Stuifmeelkorrels zijn de mannelijke geslachtscellen van een plant. Als de helmhokjes openspringen, komen de stuifmeelkorrels vrij. Rijpe stuifmeelkorrels hebben een stevige wand die ze beschermt tegen onder andere uitdroging.

Stampers zijn de vrouwelijke voortplantingsorganen van een plant. Bij veel plantensoorten hebben de bloemen maar één stamper. Bij andere plantensoorten hebben de bloemen meerdere stampers. Een stamper bestaat uit een **stempel**, een **stijl** en een **vruchtbeginsel** (zie afbeelding 4). Er zijn ook stampers met meerdere stempels en er zijn stampers zonder stijl of stampers met meerdere stijlen. In het vruchtbeginsel bevinden zich een of meer **zaadbeginsels**. In ieder zaadbeginsel ontstaat één **eicel**. Een eicel is een vrouwelijke geslachtscel. In elke eicel zit een **kern**. Ook stuifmeelkorrels hebben een kern.

De witte dovenetel en veel andere bloemen vormen **nectar**. Nectar is een zoet sap dat insecten aanlokt. Bijen verzamelen nectar en maken er **honing** van voor hun jongen (de larven).

Veel mensen vinden honing lekker. Er zijn dan ook allerlei producten te koop die met honing zijn gemaakt (zie afbeelding 7).

WB OPDRACHT 3 T/M 6 BLZ. 84

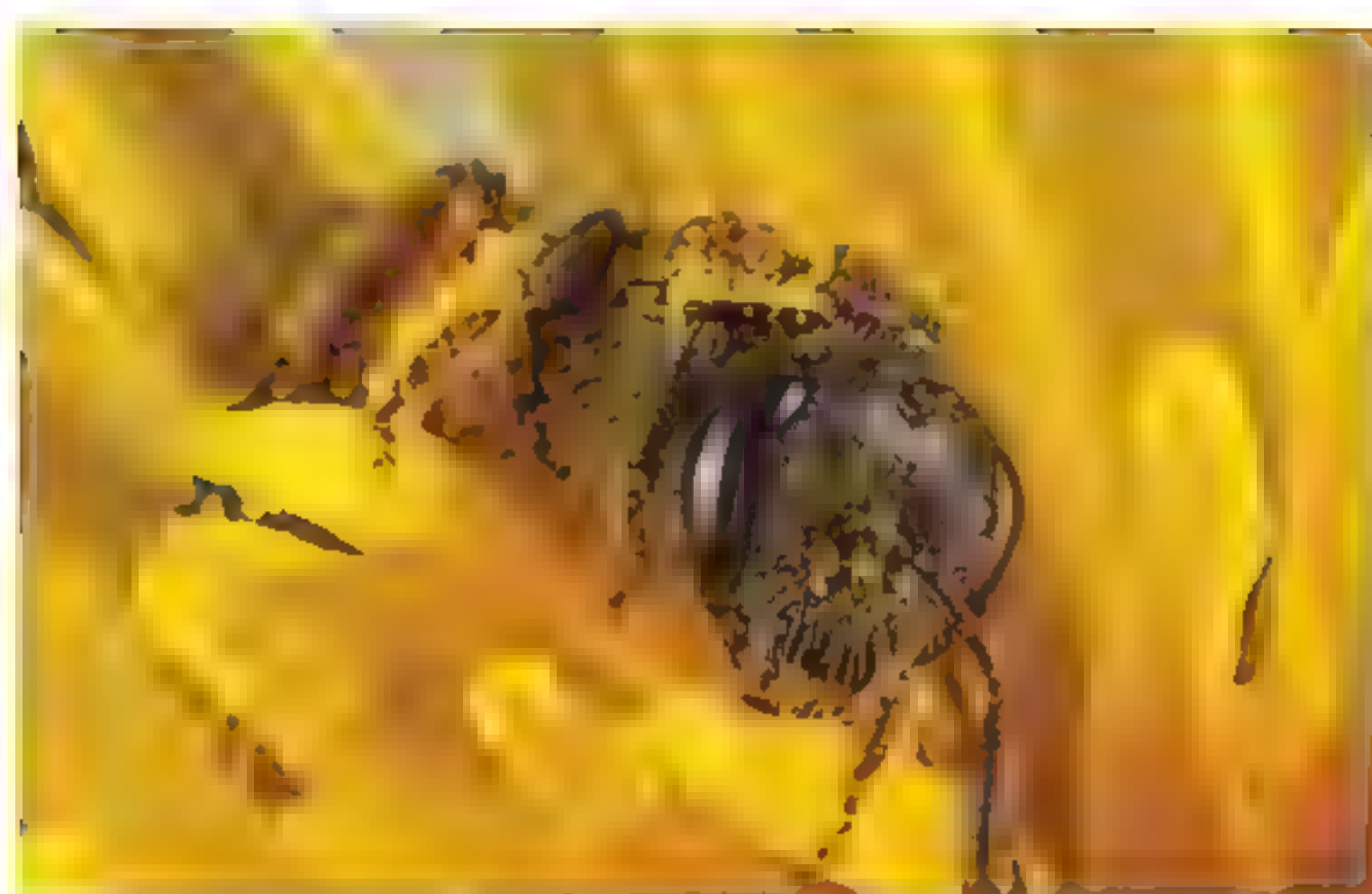
► **Afb. 7** Honing.



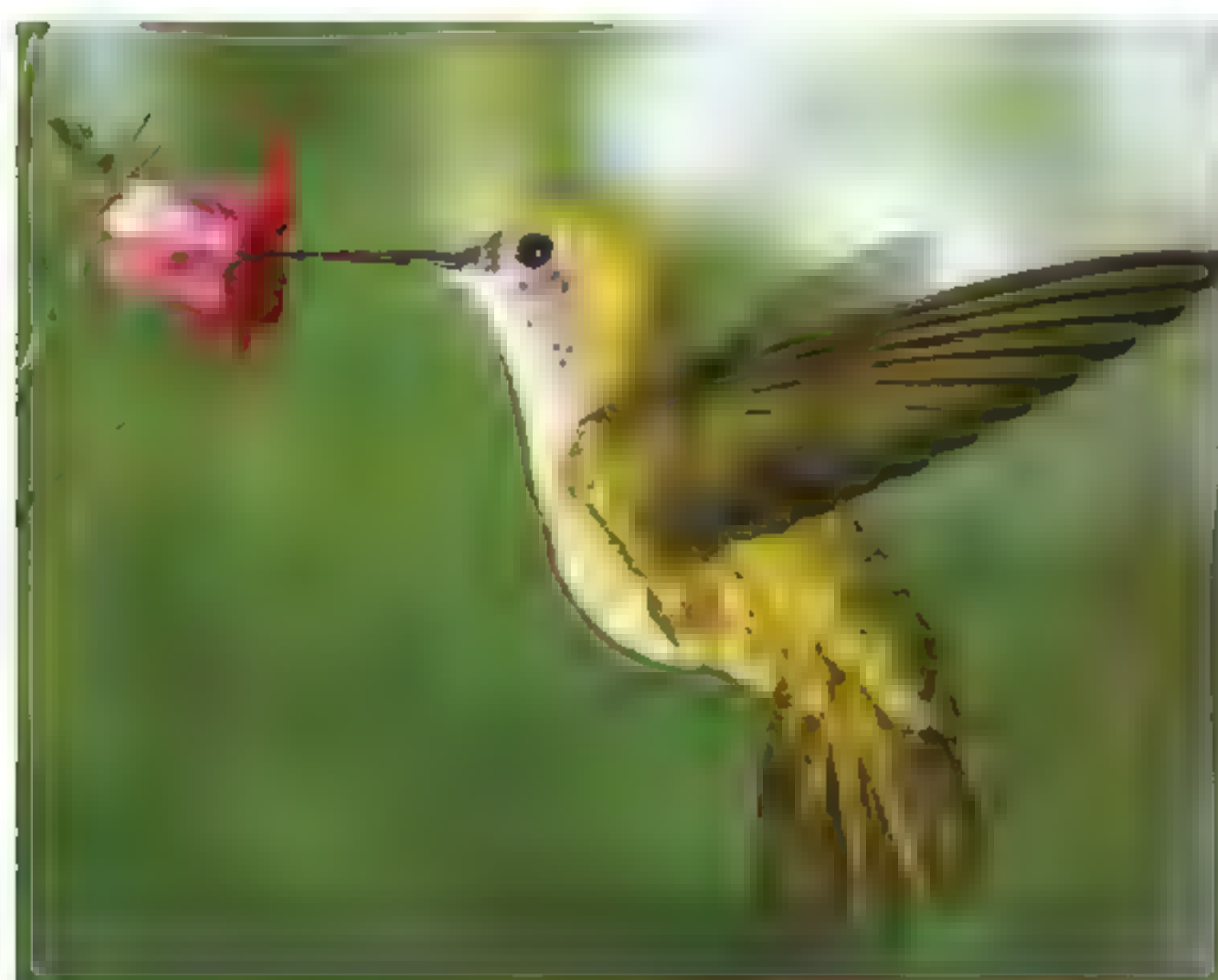
2 Bestuiving

Bij het verzamelen van nectar raakt een bij vaak bedekt met stuifmeel (zie afbeelding 8.1). Als de bij naar een andere bloem vliegt, neemt hij het stuifmeel mee. Ook kolibries leven van nectar. Via hun dunne snavel zuigen ze nectar uit de bloemen (zie afbeelding 8.2). Hierbij komt stuifmeel op de snavel. Kolibries bezoeken honderden bloemen van dezelfde soort op een dag en verspreiden zo het stuifmeel. Er zijn ook vleermuizen die bloemen bestuiven (zie afbeelding 8.3).

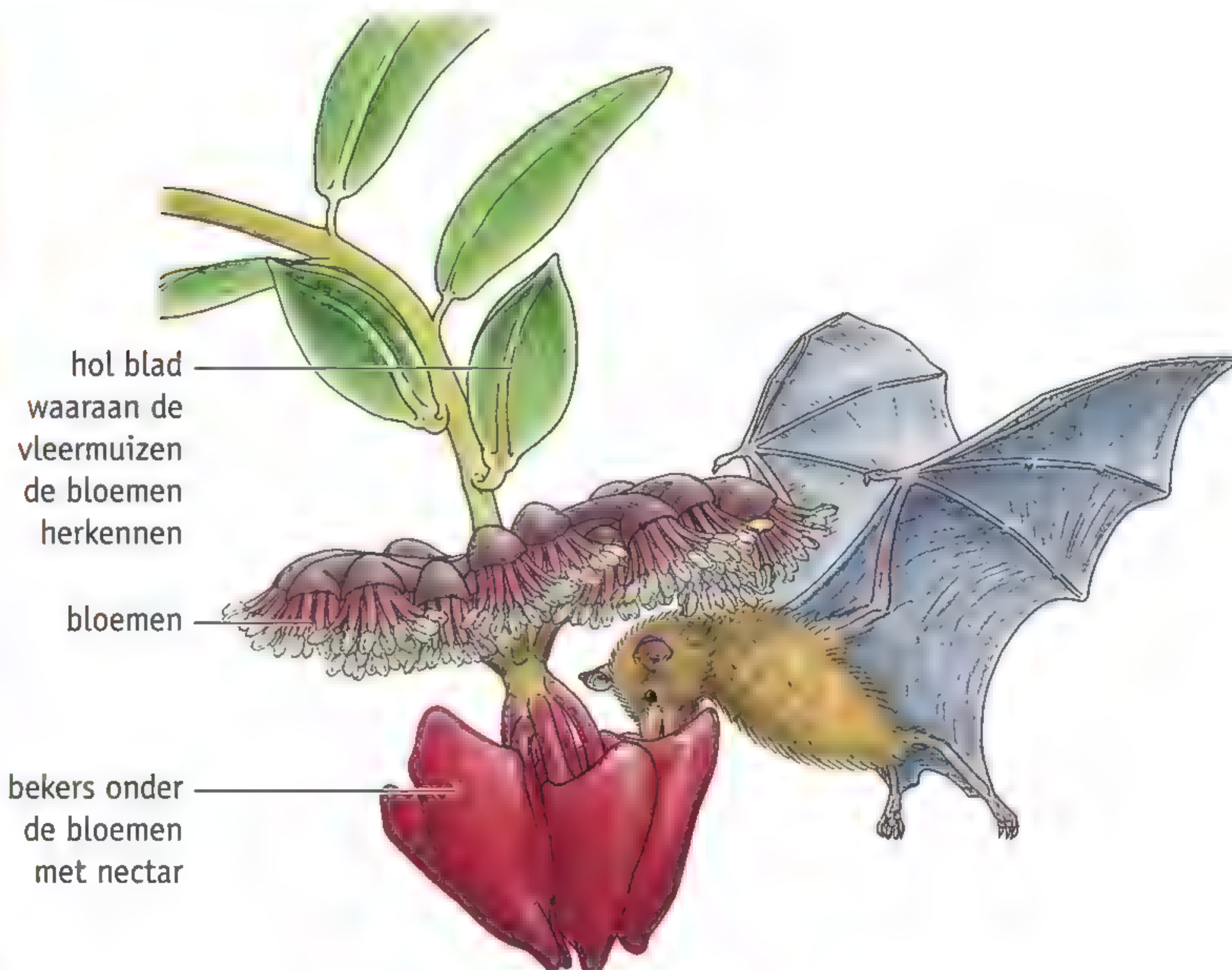
▼ Afb. 8



1 een bij die bedekt is door stuifmeel



2 een kolibrie zuigt honing uit een bloem



3 een vleermuis die bloemen bestuift

▼ Afb. 9 Wel of geen bestuiving?



Het overbrengen van stuifmeel van een meeldraad op de stempel van een stamper heet **bestuiving**. Stuifmeelkorrels moeten dan wel terechtkomen op de stempel van een bloem van dezelfde plantensoort. Als stuifmeel terechtkomt op de stempel van een bloem van een andere plantensoort, noemen we dat *geen* bestuiving (zie afbeelding 9).

▼ **Afb. 10** Rozenstruiken hebben heel veel bloemen.

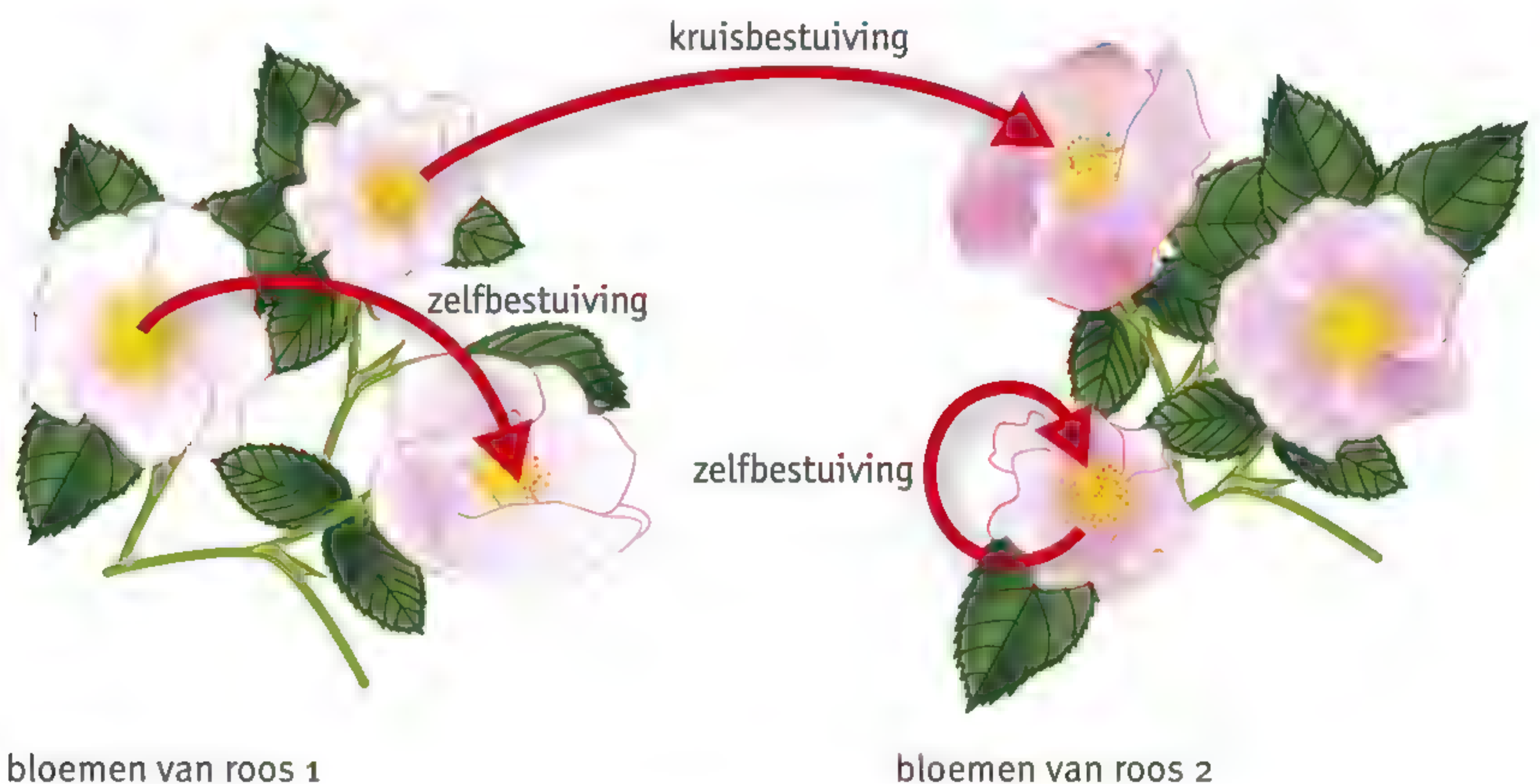


Veel bloemen hebben zowel meeldraden als een stamper. Stuifmeel kan dan vanuit de meeldraden terechtkomen op de stempel van de stamper in dezelfde bloem. Dit heet **zelfbestuiving**. Sommige planten hebben meerdere bloemen. Bomen en struiken kunnen zelfs heel veel bloemen hebben (zie afbeelding 10).

Stuifmeel kan ook van de ene bloem terechtkomen op de stempel(s) van een andere bloem aan dezelfde plant. Ook dat heet zelfbestuiving. Bij sommige planten zijn de meeldraden en de stampers niet tegelijk rijp. Hierdoor vindt bij deze planten geen zelfbestuiving plaats.

Stuifmeel kan ook terechtkomen op stempels van bloemen aan een andere plant (van dezelfde soort). Dat heet **kruisbestuiving** (zie afbeelding 11).

▼ **Afb. 11** Kruisbestuiving en zelfbestuiving.



Bloemen waarbij insecten voor de bestuiving zorgen, heten **insectenbloemen**. Insectenbloemen hebben meestal vrij grote en opvallend gekleurde kroonbladeren. Hierdoor worden insecten aangelokt. Insecten komen bovendien af op de geur en op de nectar.

Bloemen waarbij de wind voor de bestuiving zorgt, heten **windbloemen**. Windbloemen zijn vaak klein en onopvallend gekleurd (zie afbeelding 12). De kroonbladeren zijn meestal groen.

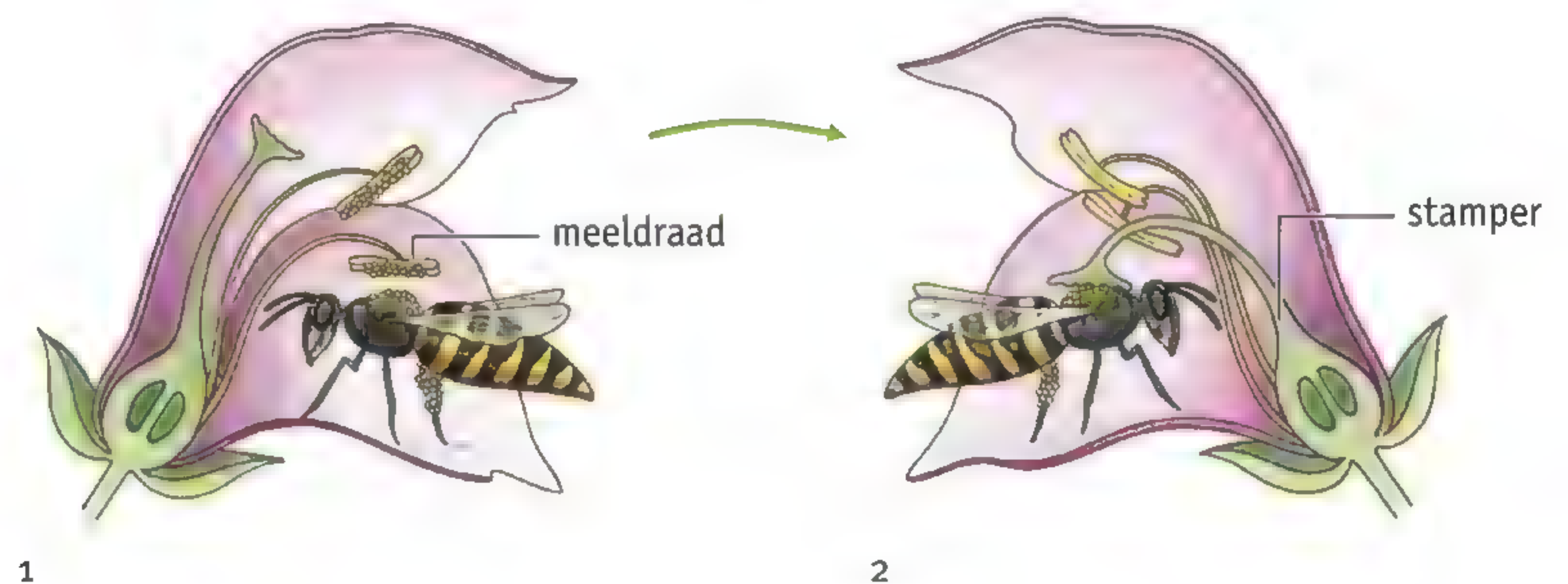
► **Afb. 12** Een brandnetel heeft windbloemen.



Stuifmeel van insectenbloemen is ruw en kleverig. Hierdoor blijft het stuifmeel gemakkelijk aan het lijf van de insecten kleven (zie afbeelding 13). Als het insect daarna een andere bloem bezoekt om nectar op te zuigen, komt hij weer langs de meeldraden en stempel(s). Er blijven dan stuifmeelkorrels aan de stempel(s) plakken. Op deze manier kan een insect tientallen bloemen bestuiven. Bijen zijn belangrijke bestuivers, maar de laatste jaren gaan veel bijen dood (zie afbeelding 14).

Veel insecten bezoeken alleen de bloemen van één bepaalde soort, bijvoorbeeld alleen witte dovenetels. Daardoor is de kans dat stuifmeel op de stempel(s) van een bloem van dezelfde soort terechtkomt, vrij groot. Insectenbloemen maken in verhouding tot windbloemen weinig stuifmeel.

► **Afb. 13** Bestuiving door een insect (schematisch).



▼ **Afb. 14**

Bijensterfte

Bijen overwinteren als volk in een bijenkast (bijenkorf). Na de winter zijn er altijd een paar kasten waarin het bijenvolk dood is gegaan. Dat is niet erg, omdat in de lente nieuwe koninginnen geboren worden en nieuwe volken kunnen ontstaan. Maar de laatste jaren gaan er steeds meer bijenvolken dood. Dit gebeurt niet alleen bij imkers maar ook in de natuur. Er ontstaan niet voldoende nieuwe bijenvolken, waardoor er steeds minder bijen zijn. Om het uitsterven van bijen te voorkomen, wordt veel onderzoek gedaan. Wetenschappers denken dat er drie oorzaken zijn:

- het aantal verschillende soorten bloemen in de natuur neemt af, waardoor bijen vaak hetzelfde voedsel eten waardoor ze sneller ziek worden en doodgaan;
- het gebruik van bestrijdingsmiddelen (gif) in tuinen en in de land- en tuinbouw waardoor bijen minder sterk de winter ingaan;
- de varroa-mijt: een klein spinachtig diertje dat bijen verzwakt en ziekten overbrengt.

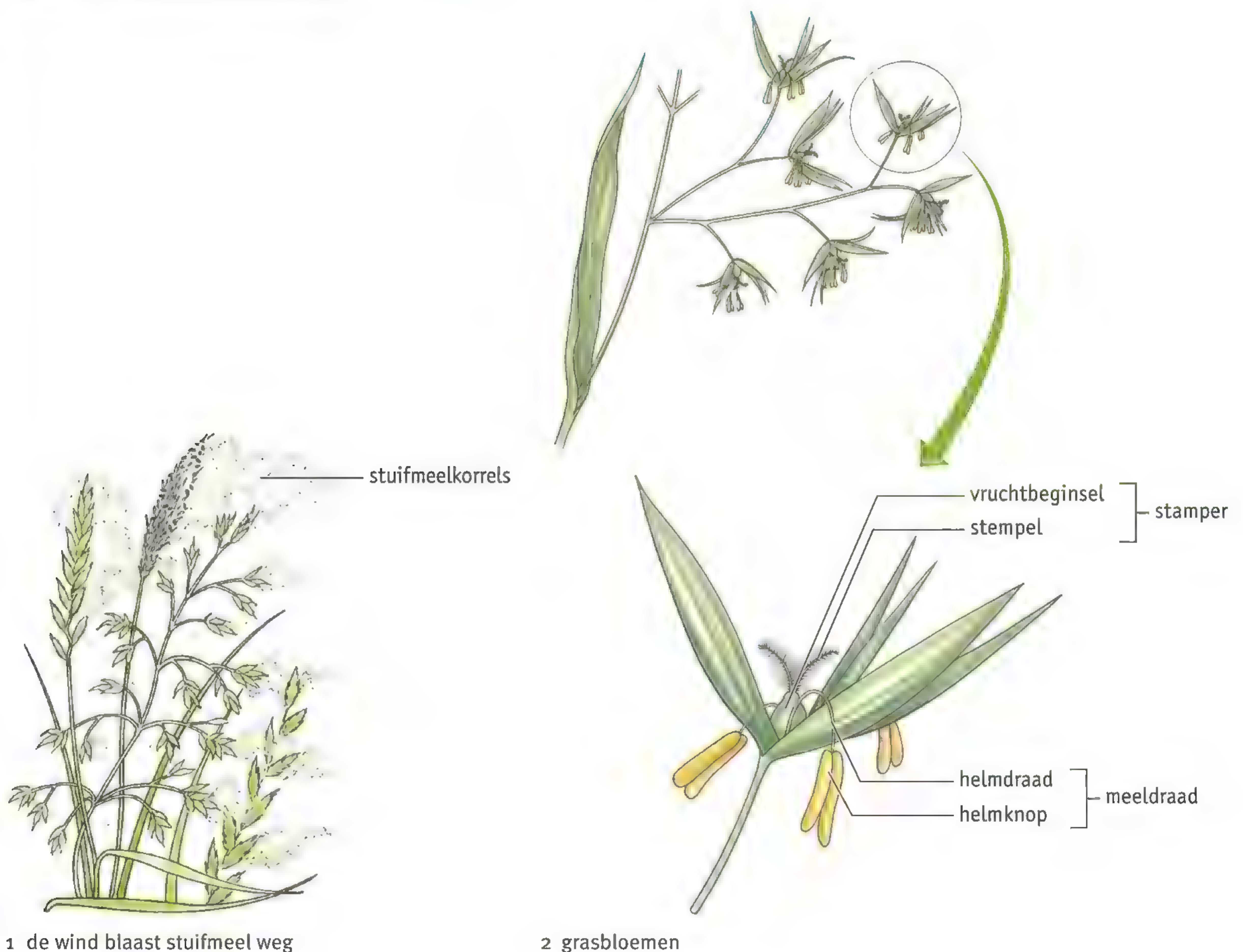
Het afnemen van het aantal bijen is een groot probleem. Planten als bonen, appels en tomaten hebben bijen nodig voor de bestuiving. Zonder bestuiving ontstaan geen vruchten en zaden. Er is daardoor minder voedsel voor mensen.



Bij windbloemen blaast de wind het stuifmeel van de meeldraden weg (zie afbeelding 15). Het stuifmeel kan dan bij toeval op een stempel van een bloem van dezelfde plantensoort terechtkomen. Die kans is maar klein. Windbloemen maken dan ook heel veel stuifmeelkorrels. De stuifmeelkorrels zijn licht en glad, zodat ze gemakkelijk zweven. Bij sommige soorten hebben de stuifmeelkorrels luchtblaasjes, waardoor ze lang blijven zweven. Bij windbloemen hangen de helmknoppen vaak buiten de bloem, zodat de wind het stuifmeel gemakkelijk kan wegblazen (zie afbeelding 15). De stempels zijn groot en veervormig. Ze steken meestal buiten de bloem uit. Daardoor wordt de kans op bestuiving groter.

WB OPDRACHT 7 T/M 11 BLZ. 86

▼ **Afb. 15** Bestuiving door de wind.



3 Bevruchting

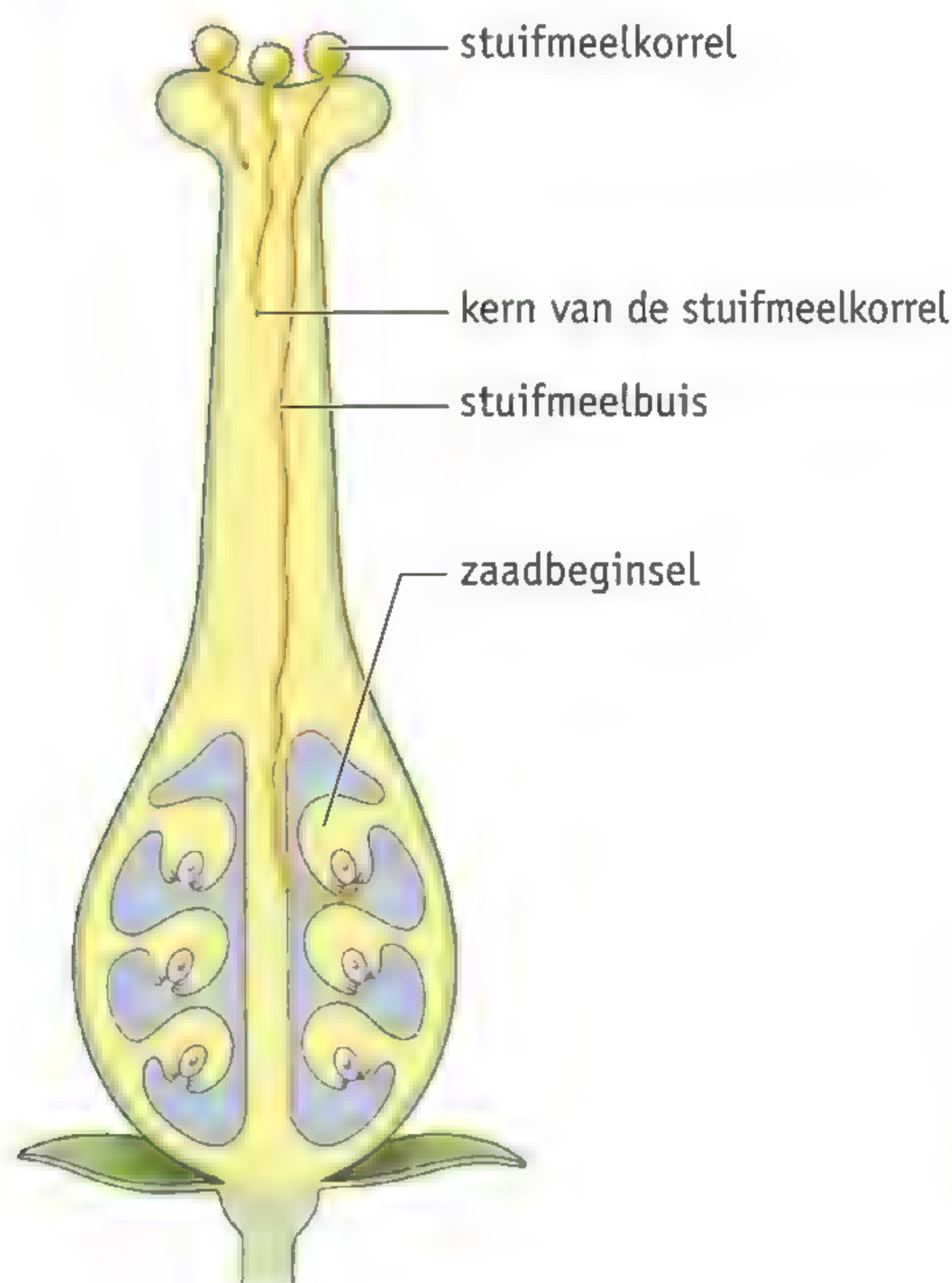
Als een stuifmeelkorrel op een stempel van een plant van dezelfde soort is gekomen, vormt die stuifmeelkorrel een buis: de **stuifmeelbuis** (zie afbeelding 16). De stuifmeelbuis groeit door de stijl naar een zaadbeginsel in het vruchtbeginsel (zie afbeelding 17.1). Door de stuifmeelbuis gaat de kern van de stuifmeelkorrel naar het zaadbeginsel.

Als de buis een zaadbeginsel heeft bereikt, barst de top van de stuifmeelbuis open. De kern van de stuifmeelkorrel dringt de eicel binnen en versmelt met de kern van de eicel (zie afbeelding 17.2). Het versmelten van de kern van een mannelijke geslachtscel met de kern van een vrouwelijke geslachtscel noemen we **bevruchting**. Door bevruchting ontstaat een **bevruchte eicel**.

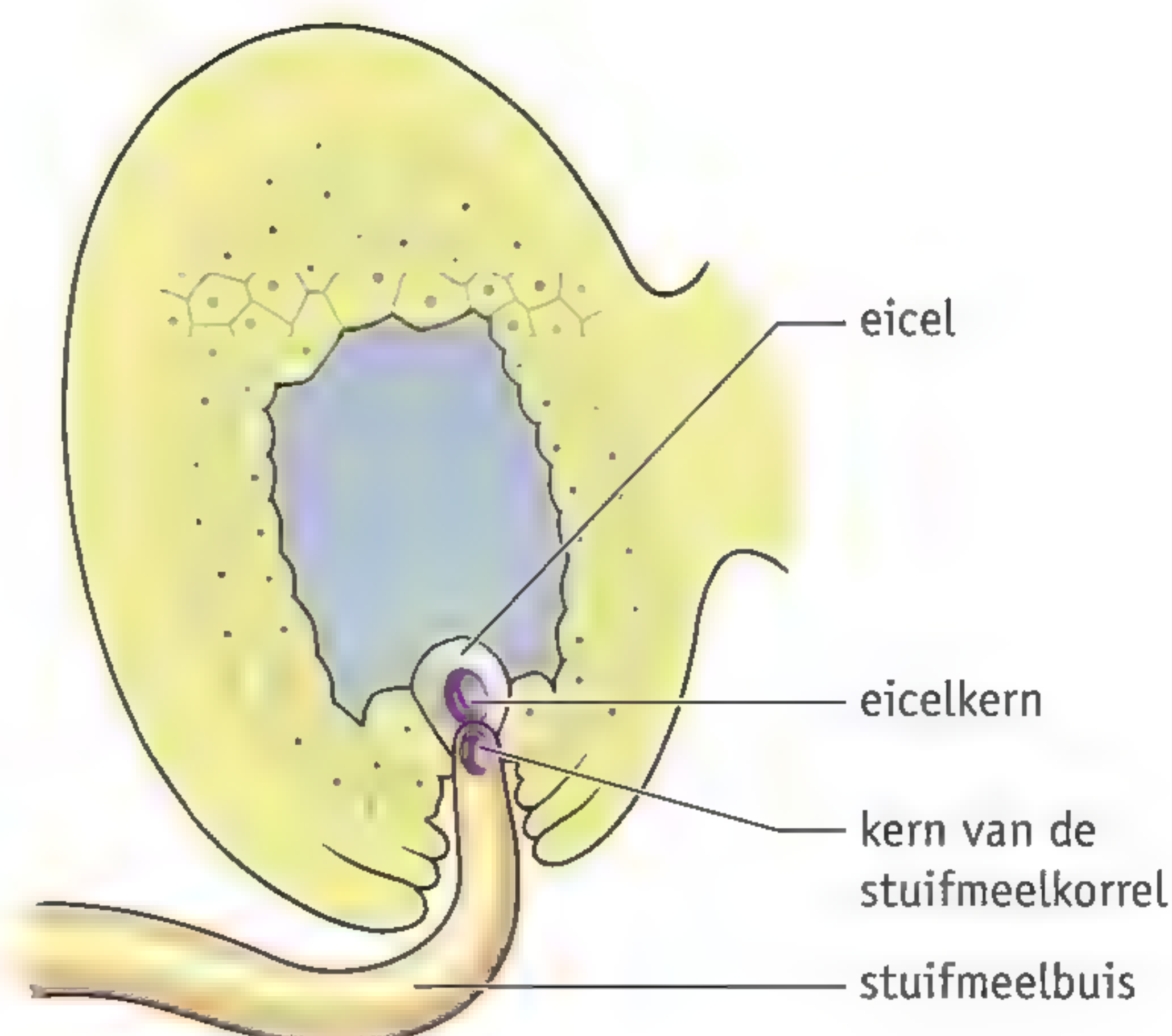
► **Afb. 16** Stuifmeelkorrel met stuifmeelbuis.



▼ **Afb. 17** Bevruchting (schematisch).



1 stamper met stuifmeelbuizen



2 zaadbeginsel met een deel van de stuifmeelbuis

Na de bevruchting beginnen de bevruchte eicel en het zaadbeginsel te groeien. Uit de bevruchte eicel ontstaat een **kiem**. Uit het zaadbeginsel ontstaat een **zaad**. Elk zaad bevat een kiem (zie afbeelding 18). In thema 1 Wat is biologie? heb je geleerd dat bij kieming van een zaad de kiem uitgroeit tot een kiemplantje.

► **Afb. 18** Bruine boon.



In afbeelding 17 zie je dat er meerdere stuifmeelbuizen tegelijk door de stijl kunnen groeien. Deze stuifmeelbuizen groeien naar verschillende zaadbeginsels. In elk van deze zaadbeginsels kan de eicel worden bevrucht. Uit elk zaadbeginsel waarvan de eicel is bevrucht, kan een zaad ontstaan. Er kunnen dus meerdere zaden ontstaan in een vruchtbeginsel. Als de eicel in een zaadbeginsel niet wordt bevrucht, kan de eicel niet uitgroeien tot een kiem. Het zaadbeginsel groeit dan niet uit tot een zaad.

BESTUIVING DOOR MENSEN

Al heel lang proberen mensen steeds grotere en mooiere planten te kweken. Dit doen ze onder andere door zelf voor de bestuiving te zorgen. Iemand die op deze manier planten met verbeterde eigenschappen probeert te ontwikkelen, wordt een veredelaar genoemd (zie afbeelding 19).

Bij veredelen neemt een veredelaar twee planten van dezelfde soort met verschillende eigenschappen, zoals de smaak of de grootte.

Stuifmeelkorrels van de ene plant moeten dan eicellen van de andere plant bevruchten. De veredelaar brengt daarom met een penseeltje stuifmeel van de ene plant aan op de stempels van de andere plant (zie afbeelding 20.1). Dit heet **kruisen**. Hierna worden de stempels afgedekt, zodat er geen ander stuifmeel op kan komen (zie afbeelding 20.2).

Na het kruisen kunnen zaden ontstaan waaruit planten groeien met precies die eigenschappen die de veredelaar wil hebben.

WB OPDRACHT 12 T/M 16 BLZ. 91

▼ Afb. 19

Tomatenveredelaar

Hallo, ik ben Ties en ik werk als tomatenveredelaar. Met veredeling bedoelen we dat we eigenschappen van planten proberen te verbeteren. Bijna alle bekende gewassen die geteeld worden, zijn door veredeling ontstaan. Een plant met nieuwe eigenschappen zoeken we in het wild. In 2012 werd een wilde tomatenplant ontdekt die niet door wittevlies werd aangetast. Wittevlies is een insect en kan in een kas veel schade aanrichten. Een tomatenras dat niet door wittevlies wordt aangetast, heeft een hogere opbrengst. Door de wilde tomaat te kruisen met tomatenplanten die we al kweken, probeer ik een ras te ontwikkelen dat goede tomaten oplevert en niet aangetast wordt door wittevlies.



1 Ties aan het werk



2 wittevlies

► **Afb. 20** Een veredelaar zorgt voor bestuiving.



1 een veredelaar brengt stuifmeel aan op de stempel



2 de stamper is afgedekt, zodat er geen ander stuifmeel op de stempel kan komen

4 Vruchten en zaden

Na de bevruchting verandert er veel in een bloem. In afbeelding 21 zie je hoe deze veranderingen plaatsvinden bij een bloem van een boonplant.

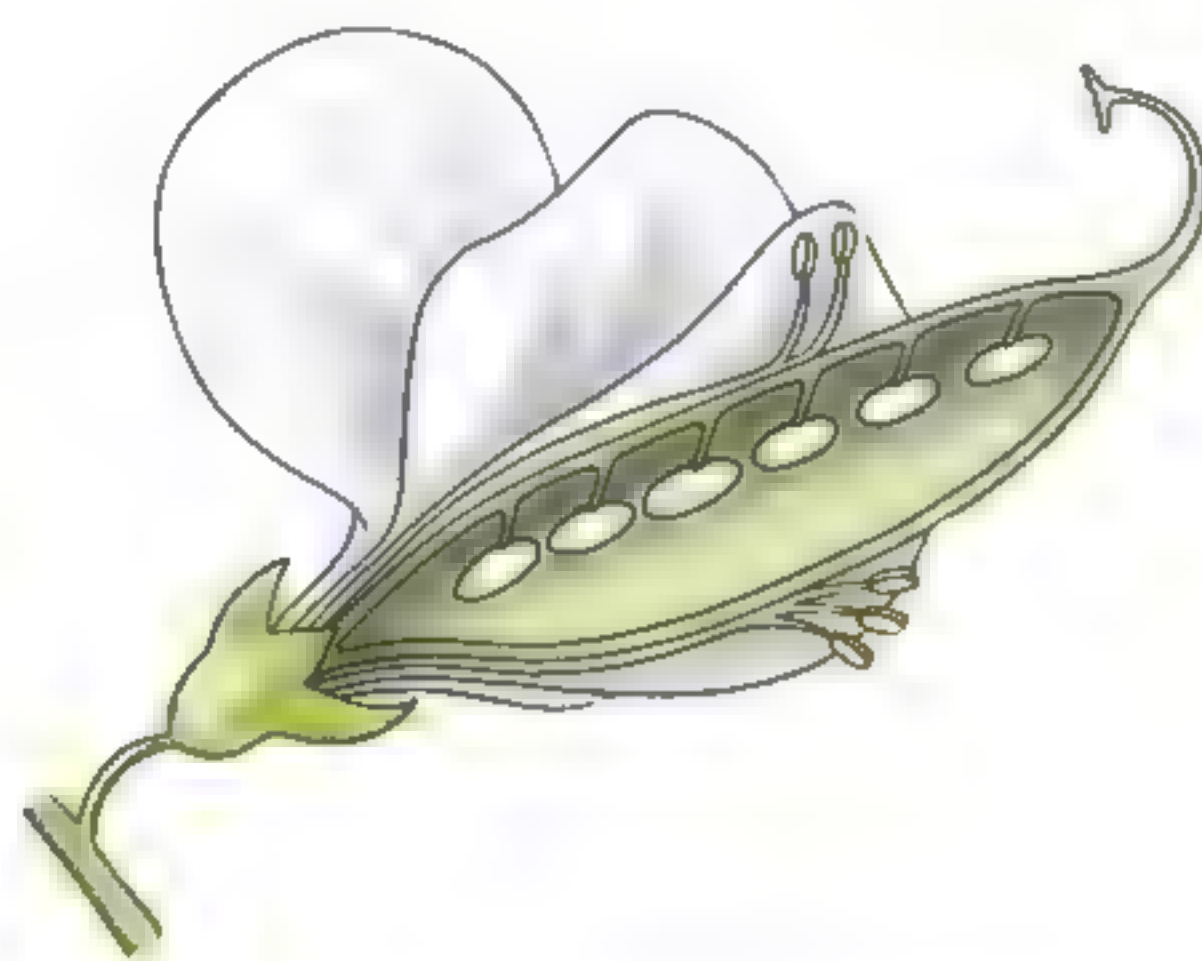
Na de bevruchting beginnen in het vruchtbeginsel een of meer zaadbeginsels te groeien. In deze zaadbeginsels zijn de eicellen bevrucht. Die zaadbeginsels ontwikkelen zich tot zaden (de bonen). De andere zaadbeginsels in het vruchtbeginsel verschrompelen. Het vruchtbeginsel zelf wordt ook steeds groter. Het groeit uit tot een lange **vrucht**: de sperzieboon. Deze vrucht heet een **peulvrucht**. Bij de bloem van een sperzieboon bevinden de zaadbeginsels zich in het vruchtbeginsel; bij een sperzieboon bevinden de zaden zich in de vrucht.

De bloem van een sperzieboon staat op een bloemsteel. De sperzieboon gaat door zijn gewicht aan het steeltje hangen. De kroonbladeren en de meeldraden zijn afgevallen. Aan de kant van het steeltje blijft nog een restant van de bloemkelk zitten. Aan de andere kant van de sperzieboon zit een restant van de stijl.

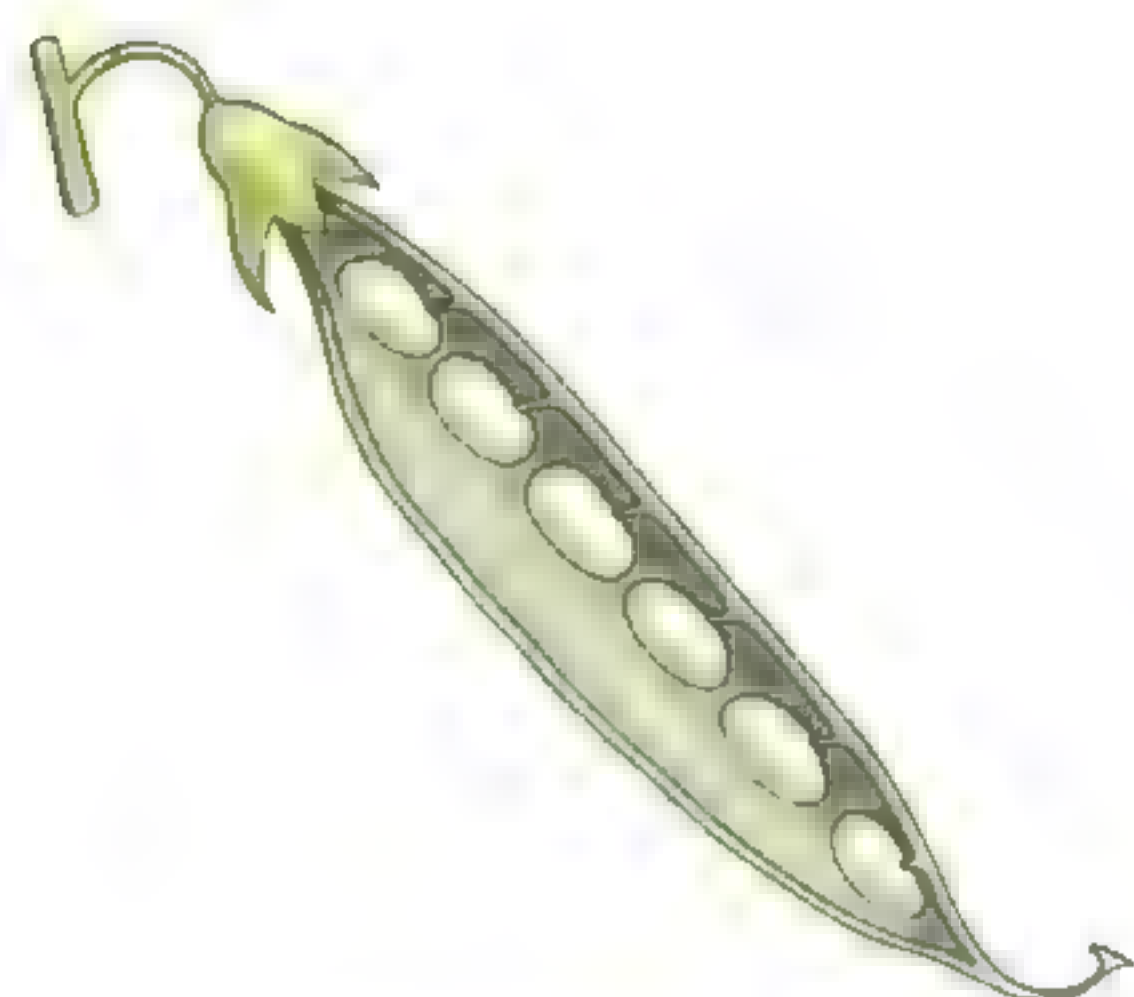
▼ **Afb. 21** Veranderingen in de bloem van een boonplant na de bevruchting.



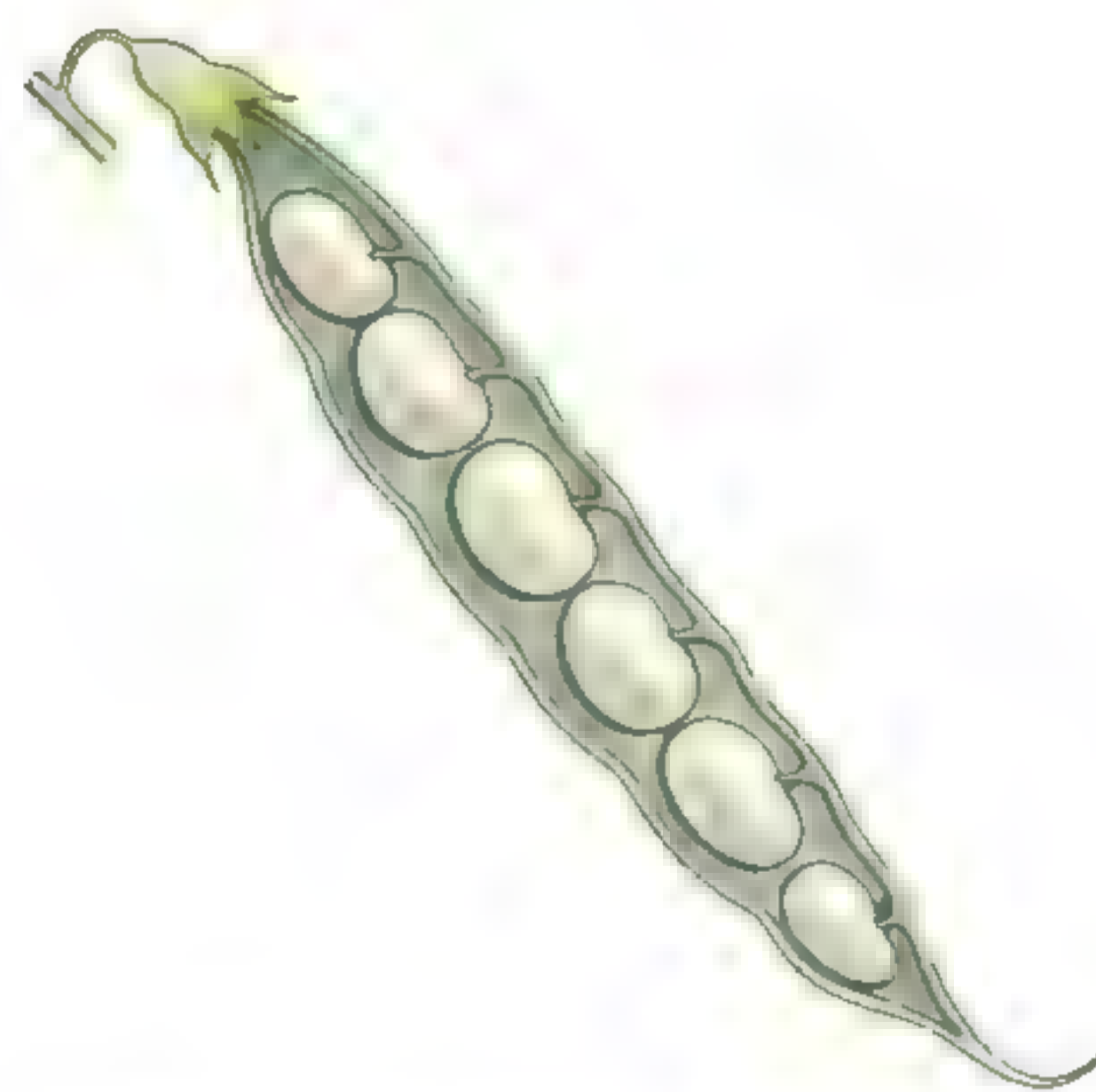
1 de bloem voor de bevruchting



2 na de bevruchting beginnen het vruchtbeginsel en de zaadbeginsels te groeien



3 de kroonbladeren en de meeldraden vallen af; het vruchtbeginsel wordt steeds langer



4 de bloemkelk verschrompelt; er blijft alleen een restant over; ook van de stijl blijft alleen een restant over; de zaadbeginsels worden groter



restant
bloemsteel
restant
bloemkelk

restant
stijl

5 als de boon rijp is, wordt de zaadhuid donkerder; uiteindelijk breekt de vrucht open en komen de zaden vrij

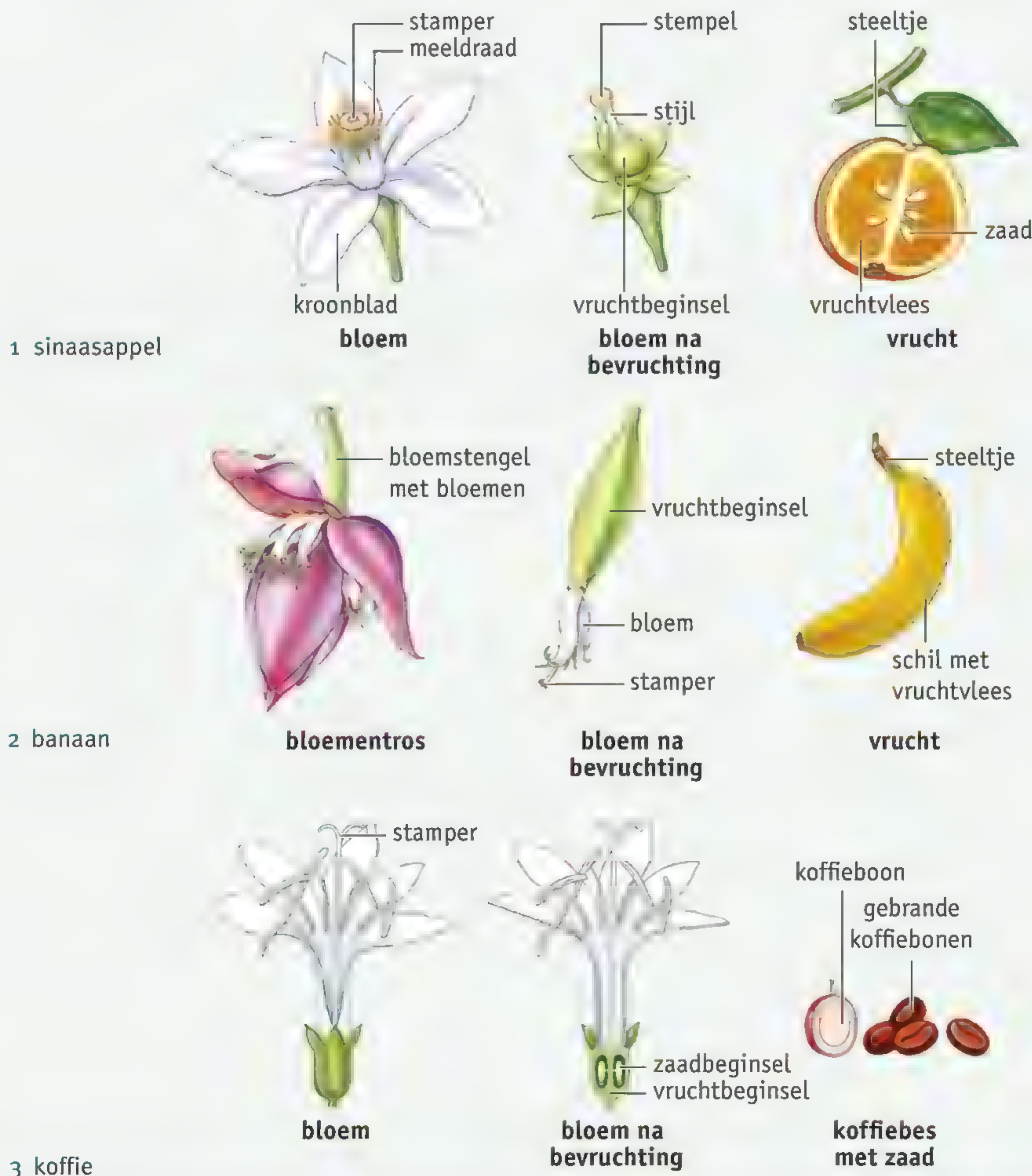
▼ Afb. 22

Sommige vruchten bevatten vruchtvlees: het zachte, soms eetbare gedeelte van de vrucht. Bij een banaan en een sinaasappel ontstaat het vruchtvlees uit het vruchtbeginsel. In afbeelding 22 zie je de ontwikkeling van bloem tot vrucht bij sinaasappels, bananen en koffiebossen.

Hoe ontstaan sinaasappels, bananen en koffiebossen?

Bij sinaasappels, bananen en koffiebossen ontwikkelen de schil en het vruchtvlees van de vrucht zich uit het vruchtbeginsel. De zaden van sinaasappels en koffiebossen ontwikkelen zich uit de zaadbeginsels. Hoe deze ontwikkeling verloopt, zie je in de afbeeldingen. Van sinaasappelbomen

en bananenplanten eet je het vruchtvlees van de vruchten. Bij koffieplanten drink je alleen het sap van de gebrande en gemalen zaden (koffiebonen). De koffiebonen dienen als basis voor koffie, een stimulerende, cafeïnehoudende drank.



In afbeelding 23 zie je de ontwikkeling van bloem tot vrucht bij een appel. Bij een appel ontstaat het vruchtvlees uit de **bloembodem**. Uit het vruchtbeginsel van een appelbloem ontstaat het klokhuis van de appel. In het klokhuis zitten de appelpitten.

▼ **Afb. 23** Ontwikkeling van bloem tot vrucht bij een appel.



Appels, kersen, tomaten en peulen zijn vruchten. Bonen, erwten en de pitten in appels, kersen en tomaten zijn zaden. In sommige vruchten zit maar één zaad, in andere vruchten zitten meerdere zaden (zie afbeelding 24). Een meloen kan honderden zaden bevatten. Bedenk hierbij dat voor elk van deze zaden de kern van de eicel in een zaadbeginsel is versmolten met de kern van een stuifmeelkorrel!

▼ **Afb. 24** Zaden.



EETBARE VRUCHTEN EN ZADEN

Je hebt geleerd dat een zaad reservevoedsel bevat voor het kiemplantje dat uit de kiem kan ontstaan. Met dit reservevoedsel in zaden kunnen ook dieren en mensen zich voeden (zie afbeelding 25). Ook het vruchtvlees van veel vruchten wordt door mensen en dieren gegeten (zie afbeelding 26).

▼ Afb. 25 Zaden die je kunt eten.



▼ Afb. 26 Vruchten die je kunt eten.



▼ Afb. 27

Fruïtkweker

Hallo, ik ben Julie. Als frùitteler kweken we op ons familiebedrijf kersen, pruimen en appels. Op het grootste deel van onze grond kweken we appels. In april worden de bijenkasten in de appelboomgaard gezet om de appelbloesem (appelbloemen) te bestuiven. Het bestuiven van de appelbloesem is belangrijk voor de vruchtvorming. De appeloogst is met bijenkasten veel groter dan zonder bijenkasten.

We hebben ervaring met verschillende appelrassen zoals jonagold, red delicious, golden delicious en de gloster (zie de afbeelding). Door bijensterfte in onze bijenkasten hebben we weleens een lagere appeloogst gehad. Appelbloemen waarin geen bestuiving en bevruchting plaatsvindt, ontwikkelen zich meestal niet tot een vrucht. Maar we zagen wel dat sommige appelrassen minder gevoelig zijn voor bijensterfte en het nog redelijk goed deden.



1 jonagold

2 red delicious

3 golden delicious

4 gloster

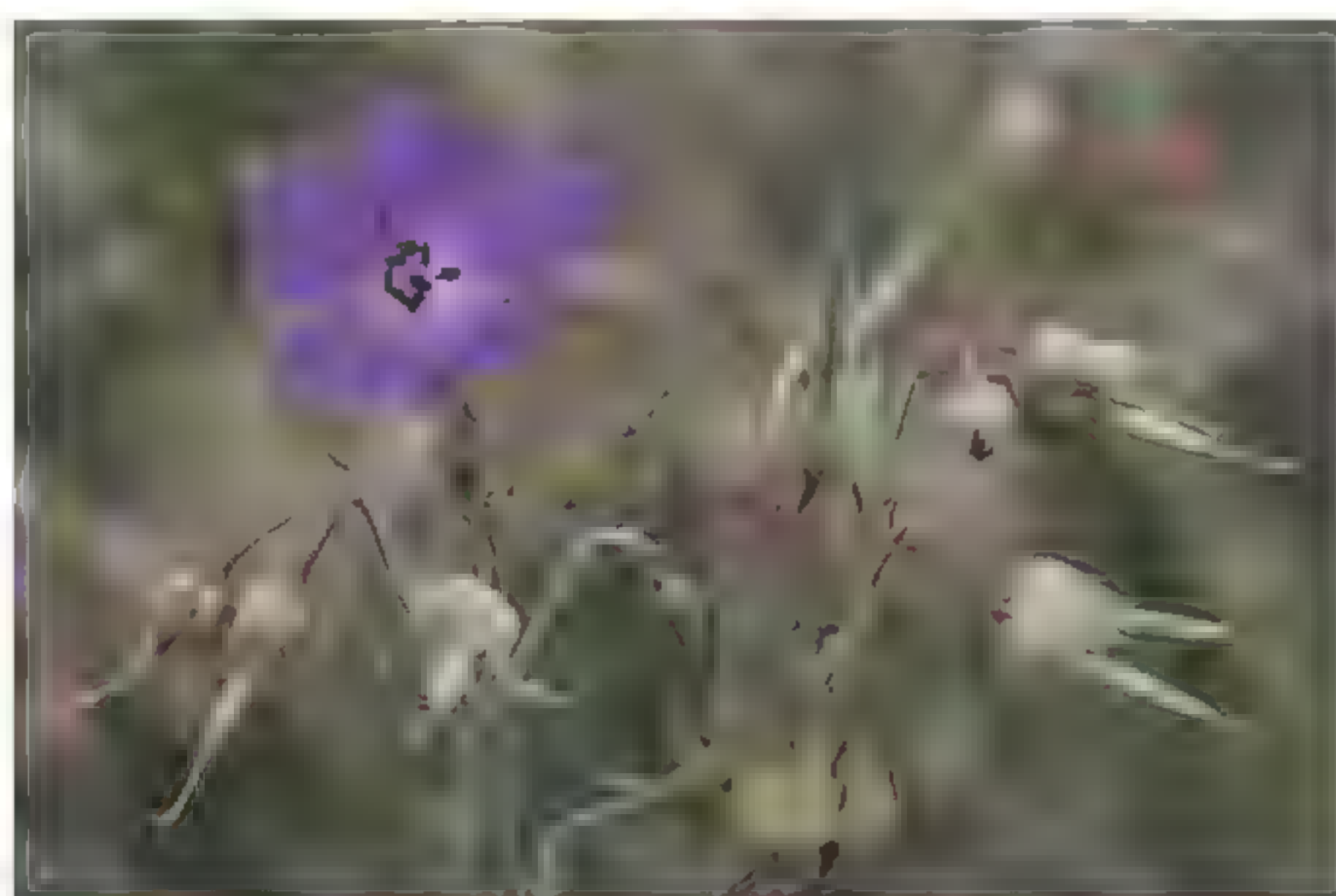
5 Verspreiding van vruchten en zaden

Uit bloemen ontstaan vruchten met zaden. Elk zaad bevat een kiem, waaruit een nieuwe plant kan ontstaan. Voor planten is het nuttig als de zaden zich over een groot gebied verspreiden. Ze komen dan niet allemaal op dezelfde plek terecht, waardoor er meer zaden kunnen kiemen. Vruchten zorgen ervoor dat zaden worden verspreid. Dat kan op verschillende manieren gebeuren.

VERSPREIDING DOOR DE PLANT ZELF

Bij sommige planten schieten of slingeren de vruchten hun zaden weg. Bij de ooievaarsbek (zie afbeelding 28.1) springen de vruchten open als ze rijp zijn. Door de kracht waarmee dit gebeurt, worden de zaden weggeslingerd (zie afbeelding 28.2). Andere voorbeelden van planten die de zaden zelf verspreiden, zijn erwt, boon, brem en springzaad (zie afbeelding 29).

► Afb. 28 Ooievaarsbek.



1

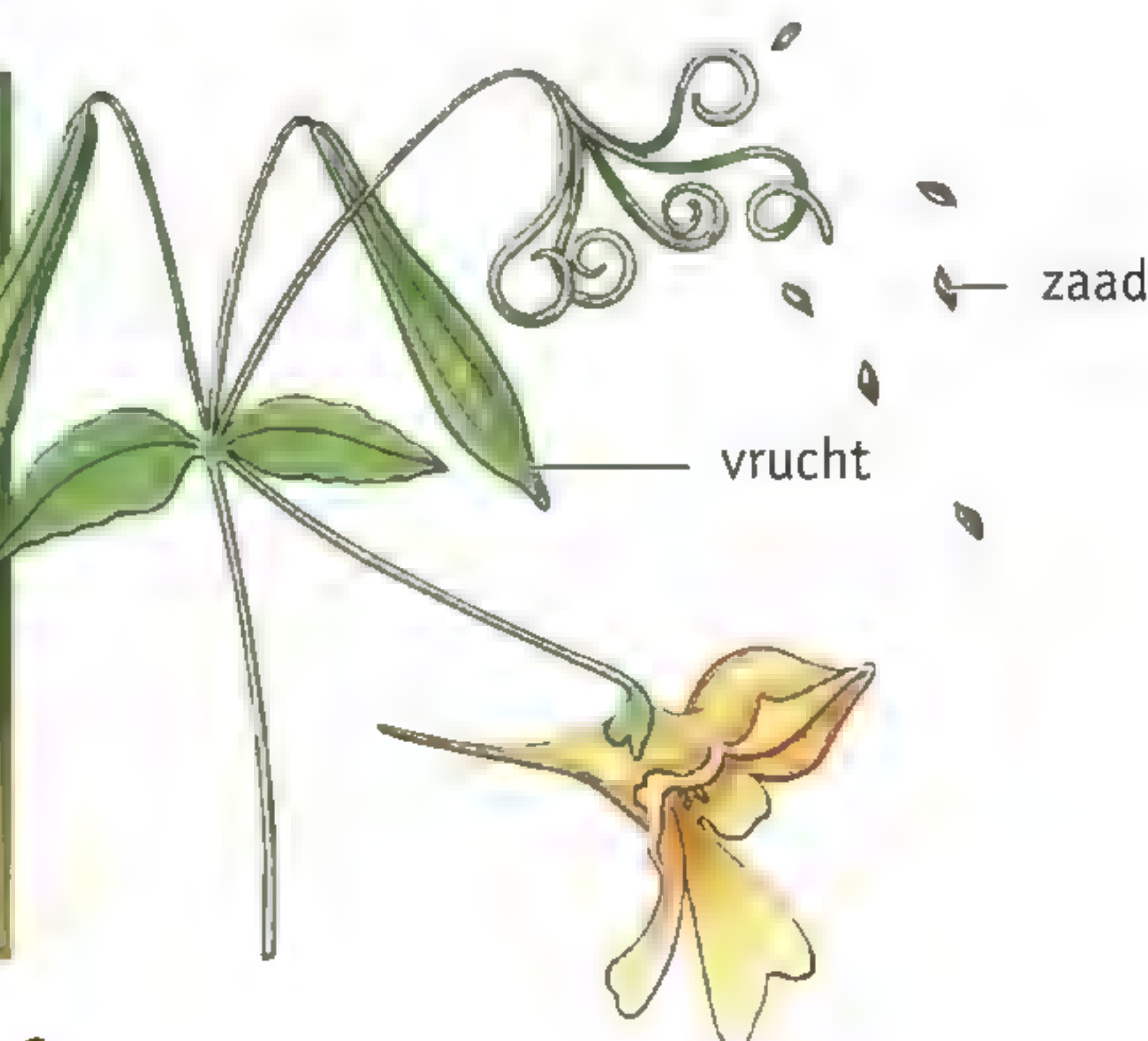


2 de vrucht springt open en slingert de zaden weg

► Afb. 29 Groot springzaad.



1



2

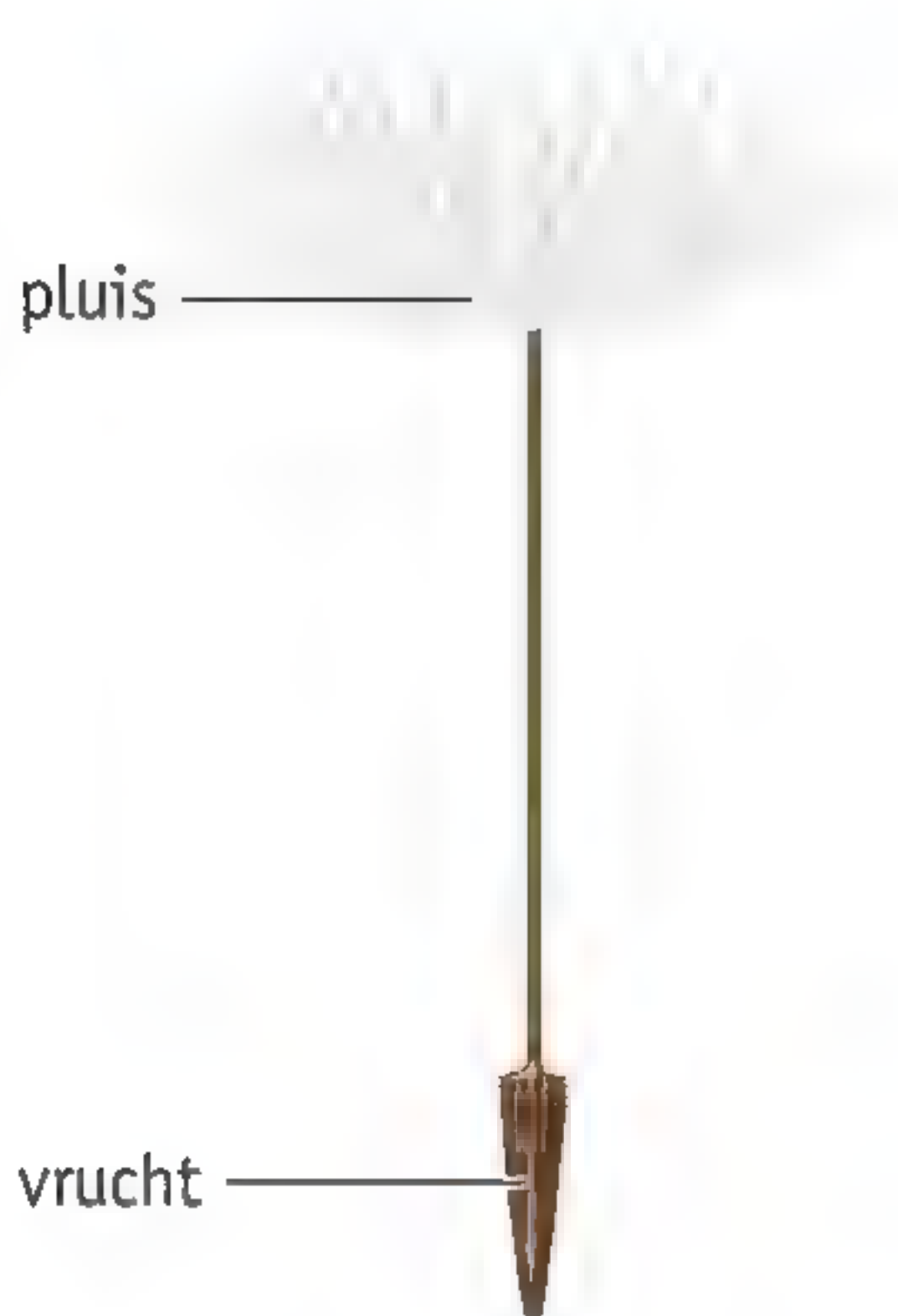
▼ Afb. 30 Paardenbloem.



1 bloem



2 een uitgebloeide paardenbloem



3 een vrucht van een paardenbloem

VERSPREIDING DOOR DE WIND

Veel vruchten en zaden in de natuur zijn klein en worden door de wind verspreid. Deze vruchten en zaden hebben vaak hulpmiddelen waarmee ze lang in de lucht kunnen blijven zweven.

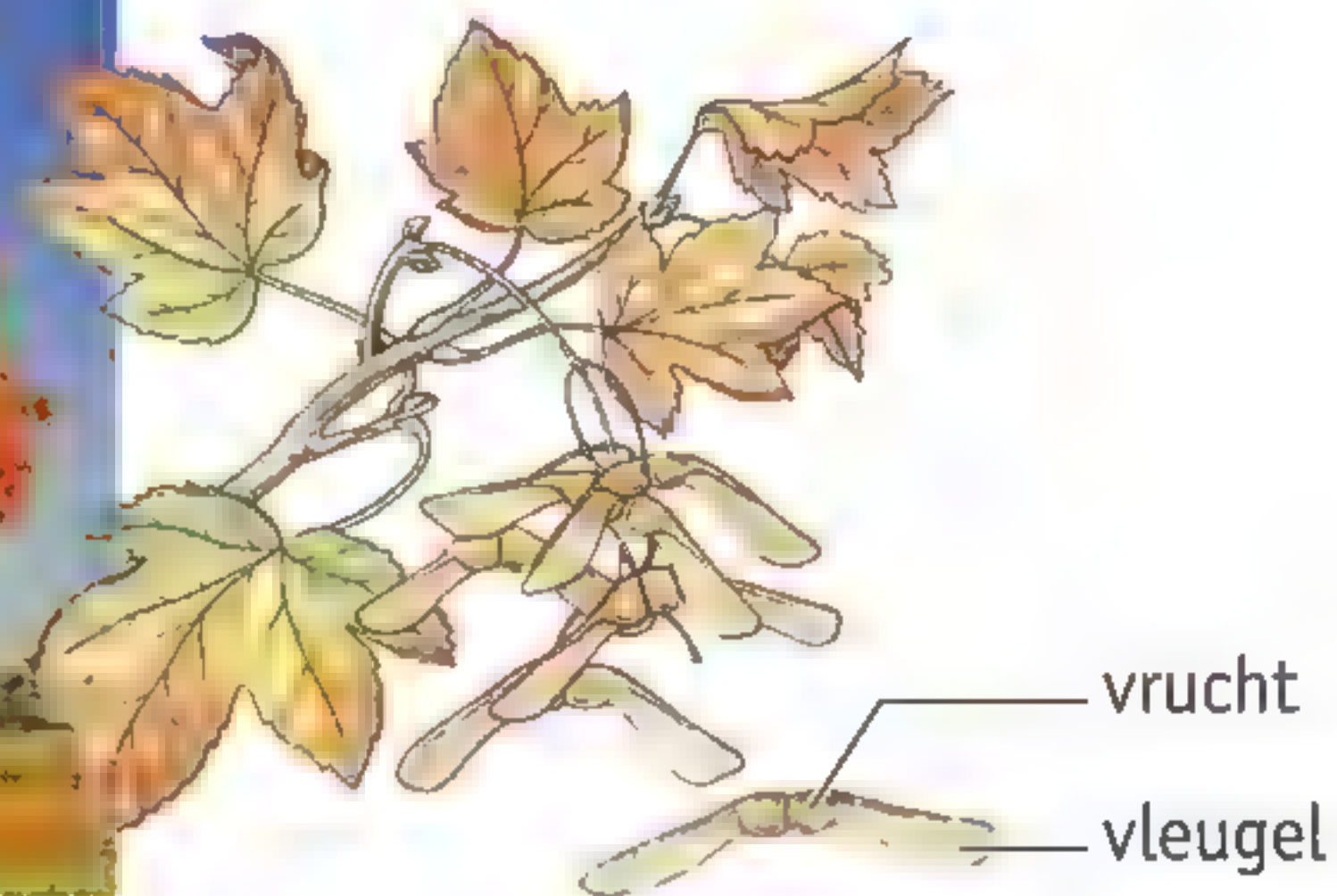
Je hebt vast weleens een uitgebloeide paardenbloem leeggeblazen (zie afbeelding 30.2). Je blaast dan de vruchten met daarin de zaden van de paardenbloem weg. De vrucht zit om het zaadje. De vrucht is klein gebleven en bevat geen vruchtvlees. Elke vrucht heeft een pluisje, waardoor hij een tijd in de lucht blijft zweven (zie afbeelding 30.3).

De vruchten van de linde en de esdoorn (zie afbeelding 31) hebben vleugels.

▼ Afb. 31 Esdoorn.



1



2 de wind blaast de vruchten met vleugels weg

VERSPREIDING DOOR DIEREN

Er zijn ook plantensoorten waarbij dieren zorgen voor de verspreiding van de vruchten en zaden. Bij veel van deze plantensoorten hebben de vruchten sappig vruchtvlees. In afbeelding 32.1 zie je de vruchten (bessen) van een lijsterbes. Vogels eten deze bessen graag (zie afbeelding 32.2). De bessen komen dan in de maag van de vogel terecht. Daar verteert het vruchtvlees, maar de zaden niet. De zaden komen in de uitwerpselen. Als de zaden op een gunstige plek worden uitgepoept, kunnen ze kiemen.

▼ Afb. 32 Lijsterbes.



1



2 vogels eten bessen en poepen de zaden ergens anders uit

Eekhoorns en gaaien leggen wintervorraden aan van eikels of beukenootjes (zie afbeelding 33). Niet alle zaden worden opgegeten, want soms kan een dier een opslagplaats niet terugvinden. De zaden zijn dan verspreid en kunnen kiemen in de opslagplaats.

Bij sommige plantensoorten hebben de vruchten kleine haakjes. Deze vruchten blijven gemakkelijk aan de vacht van een dier hangen. Na enige tijd vallen ze eraf of worden ze door het dier afgeveegd. Voorbeelden hiervan zijn de vruchten van tandzaad en van een klis (zie afbeelding 34).

Ook mensen verspreiden zaden. Vaak gebeurt dit onopzettelijk, doordat zaden bijvoorbeeld in de ribbels van schoenzolen blijven hangen. De zaden kunnen er dan op een andere plaats weer afvallen.

WB OPDRACHT 24 T/M 26 BLZ. 99

► Afb. 33



1 Vlaamse gaai

2 eekhoorn

► Afb. 34 Klis.



1

2 de vruchten blijven in de vacht van een dier hangen

6

Ongeslachtelijke voortplanting

Je hebt geleerd dat zaadplanten zich voortplanten met zaden. Een zaad ontstaat uit een zaadbeginsel waarvan de eikel is bevrucht. Als er bij voortplanting bevruchting plaatsvindt, spreken we van **geslachtelijke voortplanting**. Bij zaadplanten vindt geslachtelijke voortplanting plaats als de kern van een stuifmeelkorrel versmelt met de kern van een eikel. Zaadplanten kunnen zich ook voortplanten zonder dat daarbij bevruchting plaatsvindt. Een deel van de plant groeit dan uit tot een nieuwe plant. We spreken dan van **ongeslachtelijke voortplanting**. In afbeelding 35 zie je daar een voorbeeld van. Je ziet dat bij deze plant aan de rand van de bladeren kleine plantjes groeien. Als deze plantjes afvallen, kunnen ze elk uitgroeien tot een nieuwe plant.

▼ Afb. 35 Broedplant.



1 plant

2 blad met jonge plantjes

▼ Afb. 36 Aardappel.

**KNOLLEN**

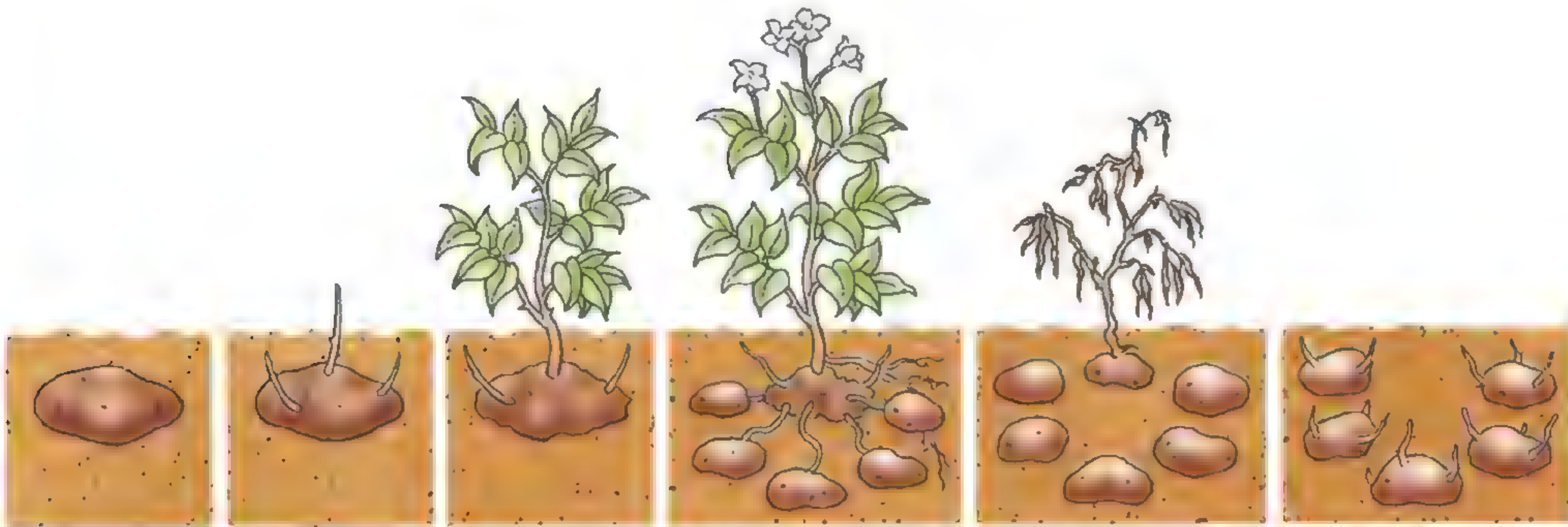
Er zijn nog verschillende andere manieren waarop ongeslachtelijke voortplanting kan plaatsvinden.

Bij aardappelplanten vindt ongeslachtelijke voortplanting plaats door middel van **knollen**. In thema 2 Planten heb je geleerd dat veel planten in de herfst reservevoedsel opslaan in hun wortels. Andere planten slaan reservevoedsel op in het onderste deel van de stengel, dat onder de grond zit. Als zo'n stengel verdikt is, noemen we het een knol.

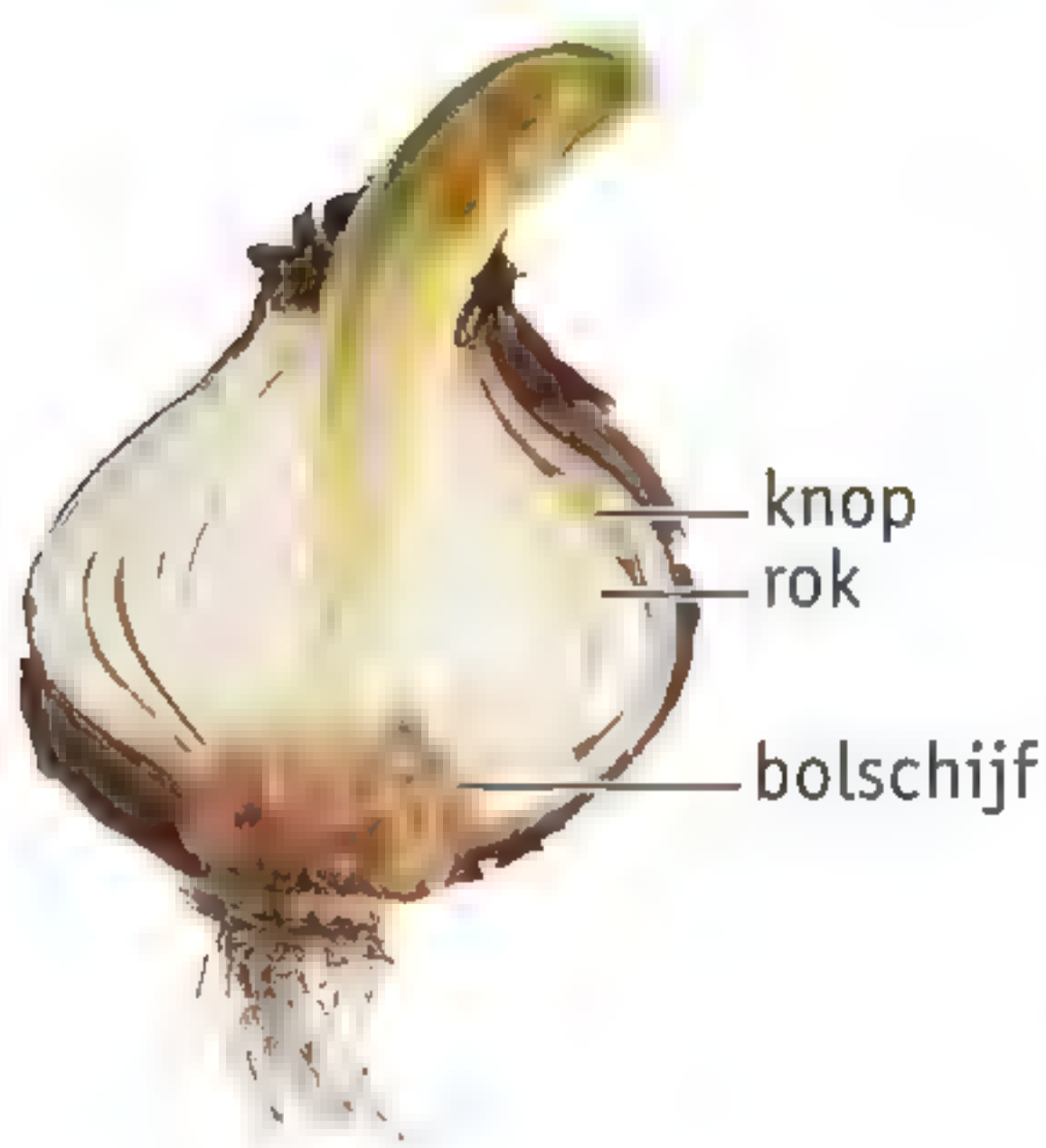
Een aardappel is een knol (zie afbeelding 36). Een knol heeft **knoppen**. Bij een aardappel worden die knoppen 'ogen' genoemd.

▼ **Afb. 37** Ongeslachtelijke voortplanting door knollen (aardappelplant).

In het voorjaar gaan de knoppen uitlopen. Uit een knop die uitloopt, groeit een aardappelplant (zie afbeelding 37). Een deel van de plant groeit op deze manier uit tot een nieuwe plant.



▼ **Afb. 38** Doorgesneden narcissenbol.

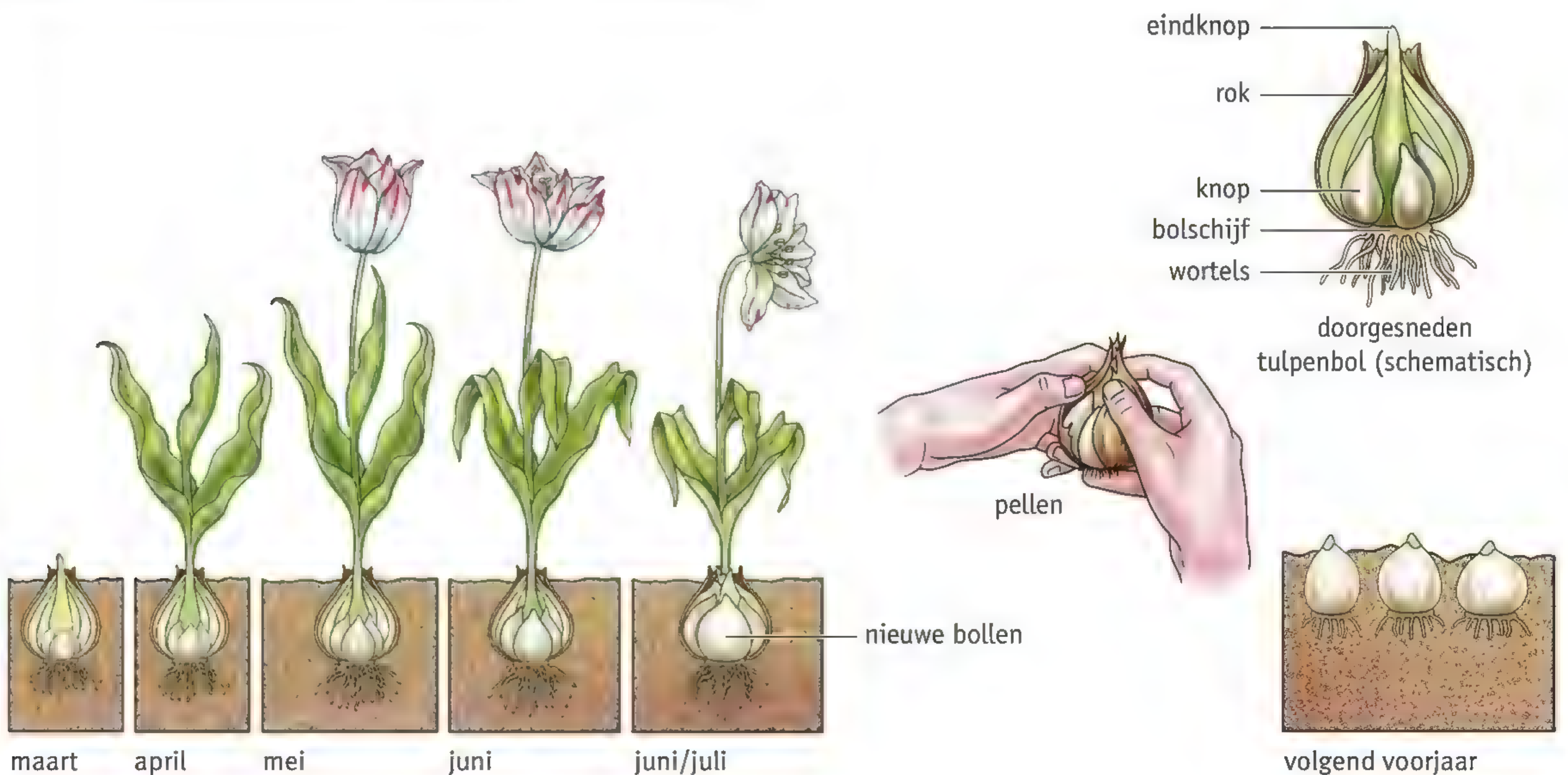


BOLLEN

Uien, narcissen en tulpen zijn bolgewassen. Bij bolgewassen vindt ongeslachtelijke voortplanting plaats door **bollen**. In afbeelding 38 zie je de bol van een narcis. Een bol bestaat uit een **bolschijf** met **rokken**. Rokken zijn verdikte bladeren met veel reservevoedsel. Tussen de rokken bevinden zich **knoppen**.

Tulpenbollen worden in het najaar in de grond gestopt. Als de tulpenbol in het voorjaar gaat uitlopen, ontstaat uit de **eindknop** een plant (zie afbeelding 39). Een deel van de plant groeit op deze manier uit tot een nieuwe plant.

▼ **Afb. 39** Ongeslachtelijke voortplanting door bollen (tulp).

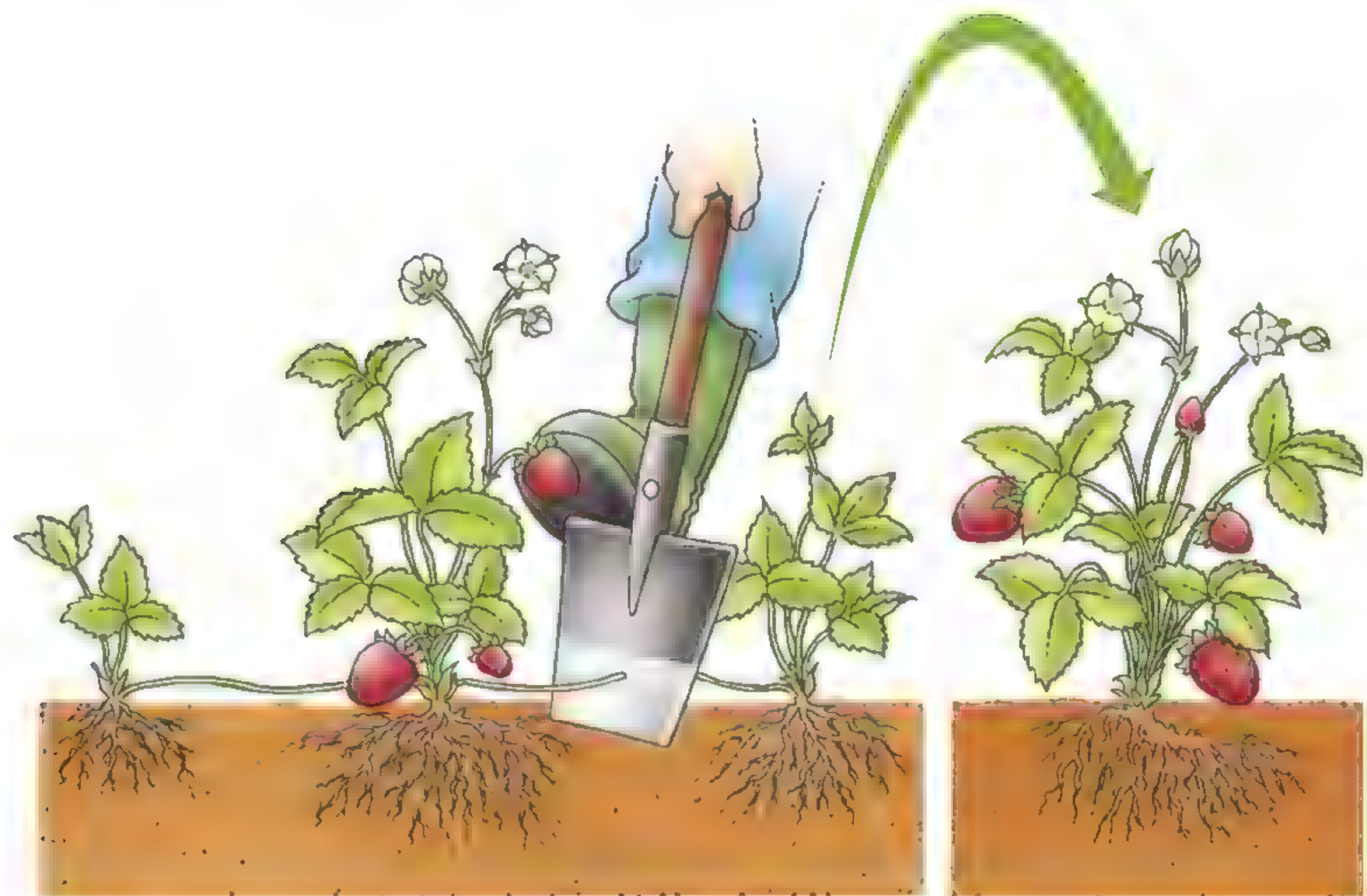


UITLOPERS EN WORTELSTOKKEN

In afbeelding 40 zie je een aardbeiplant. Aardbeiplanten vormen **uitlopers**. Dat zijn stengels waaraan op verschillende plaatsen jonge planten ontstaan. Als deze jonge planten worden gescheiden van de ouderplant, kunnen ze zich zelfstandig verder ontwikkelen. Uit een deel van een aardbeiplant (een jonge plant aan een uitloper) kan op deze manier een nieuwe aardbeiplant ontstaan.

Bij een lelietje-van-dalen groeien jonge planten uit **wortelstokken** (zie afbeelding 41). Net als uitlopers zijn wortelstokken stengels waaraan jonge planten ontstaan. Ook deze jonge planten kunnen zich zelfstandig verder ontwikkelen wanneer ze van de ouderplant worden gescheiden.

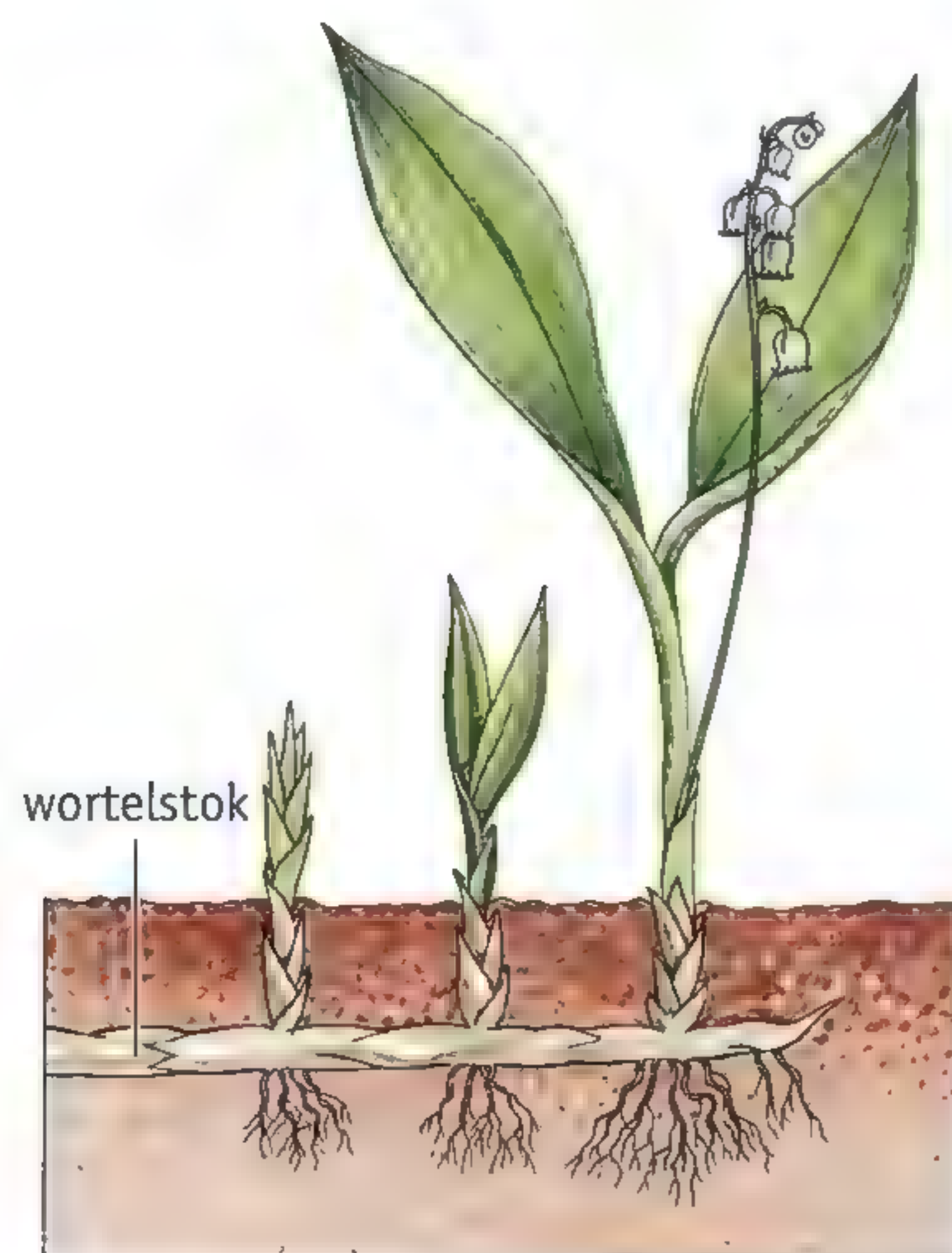
► **Afb. 40** Ongeslachtelijke voortplanting door uitlopers (aardbei).



1 jonge planten aan uitlopers

2 nieuwe plant

► **Afb. 41** Ongeslachtelijke voortplanting door wortelstokken (lelietje-van-dalen).



STEKKEN

Plantenkwekers maken veel gebruik van ongeslachtelijke voortplanting. Ze noemen dit het **vermeederen** van planten.

Planten vermeerderen kun je ook zelf doen, bijvoorbeeld door een kamerplant te **stekken**. In afbeelding 42 zie je hoe dat moet.

▼ **Afb. 42** Het stekken van een kamerplant.

**WEEFSELKWEEK**

Een bijzondere manier van stekken is **weefselkweek** (zie afbeelding 43).

Hierbij snijdt een kweker met een scherp mesje okselknoppen of eindknoppen van een plant af. Zo'n afgesneden knop wordt een **groeipunt** genoemd. De kweker doet de groeipunten in buisjes met een speciale voedingsbodem (zie afbeelding 44). De groeipunten groeien dan uit tot kleine plantjes. De voedingsbodem bevat alle stoffen die de kleine plantjes nodig hebben. Ook bevat de voedingsbodem speciale stoffen die zorgen voor een snelle groei van de plantjes.

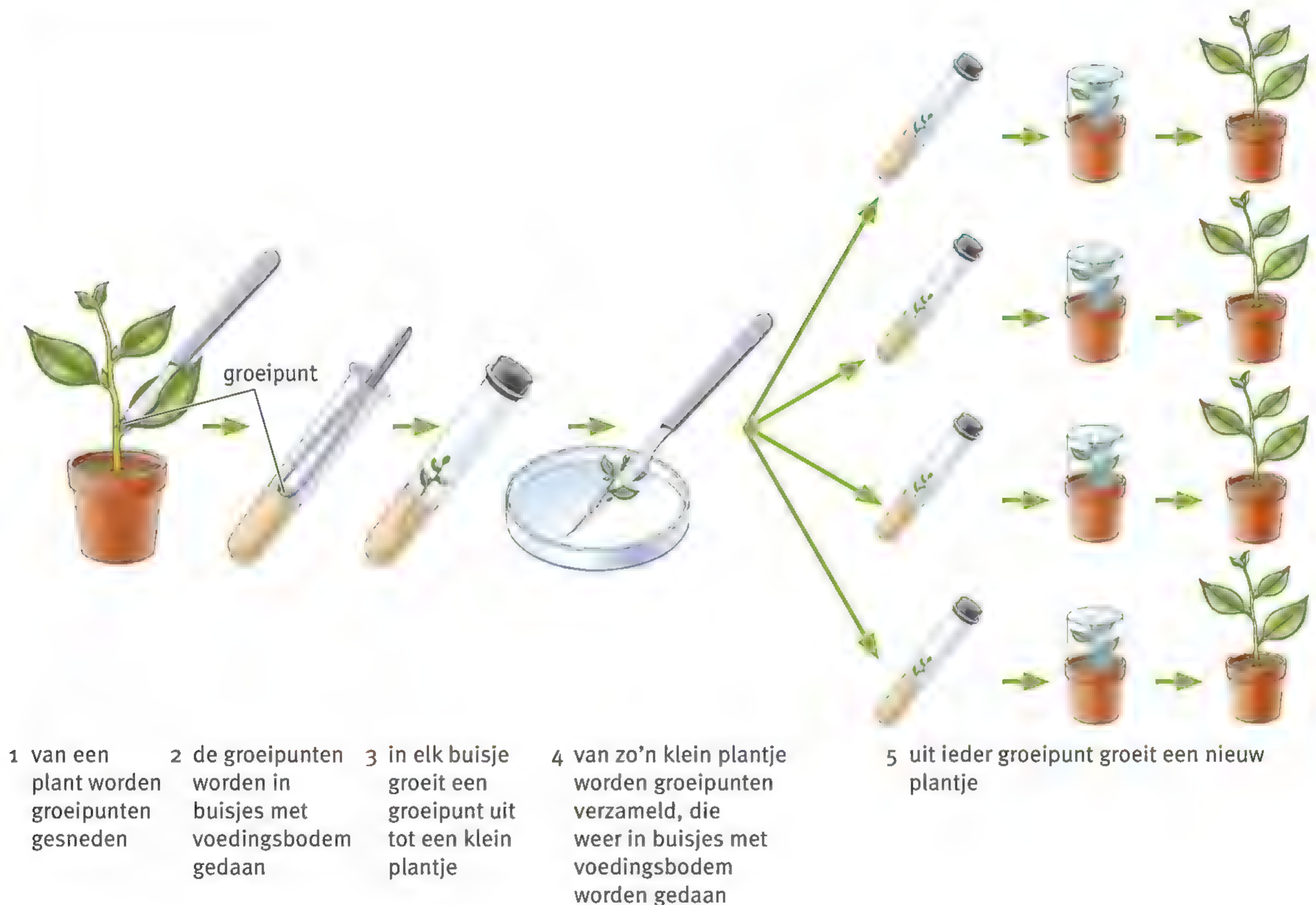
► **Afb. 43** Ongeslachtelijke voortplanting door weefselkweek.



Na ongeveer zes weken zijn aan ieder plantje nieuwe groeipunten ontstaan. Door deze groeipunten opnieuw in buisjes met voedingsbodem te zetten, ontstaan er steeds meer plantjes. Binnen een jaar kunnen er op deze manier uit één plant meer dan vijftigduizend nieuwe planten worden gemaakt. Na enkele weken krijgen de plantjes een nieuwe voedingsbodem die ervoor zorgt dat de plantjes groter en steviger worden. Daarna kunnen ze in gewone grond worden gezet.

WB OPDRACHT 27 T/M 29 BLZ. 102

▼ **Afb. 44** Weefselkweek.



7 Mannelijke en vrouwelijke bloemen

De bloemen van de meeste planten hebben zowel meeldraden als stamper(s). Deze bloemen heten **tweeslachtig**.

Bij bepaalde plantensoorten hebben de bloemen echter alleen meeldraden of alleen stampers. Deze bloemen heten **eenslachtig** (zie afbeelding 45).

Bloemen die alleen meeldraden bevatten, noemen we **mannelijke bloemen**.

Bloemen die alleen stampers bevatten, noemen we **vrouwelijke bloemen**.

In afbeelding 46 zie je een wilg. Een wilg heeft trosjes eenslachtige bloemen.

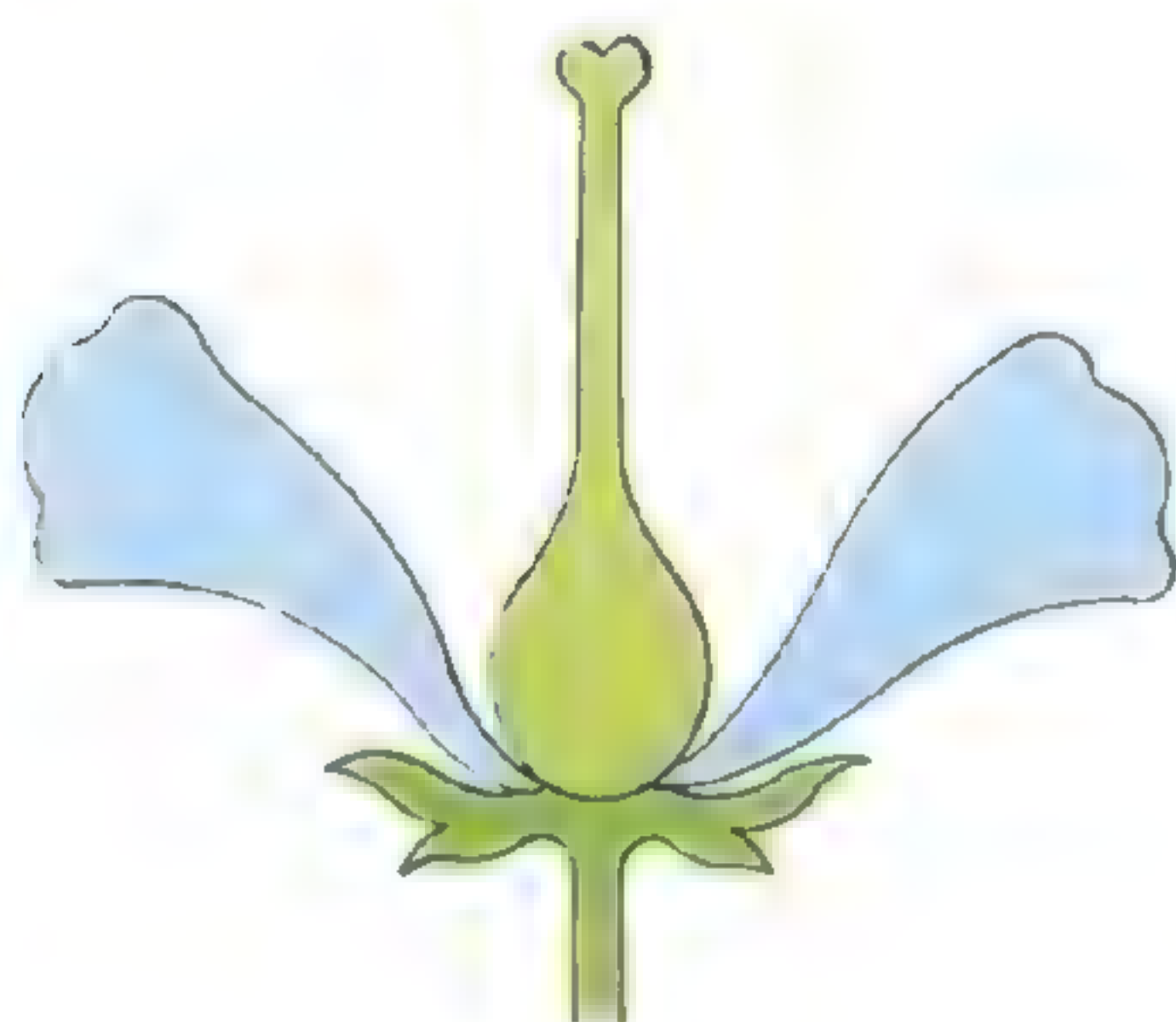
Zo'n trosje bloemen heet een **katje**. De katjes met meeldraden heten

meeldraadkatjes en de katjes met stampers heten stamperkatjes. Een wilg heeft óf alleen meeldraadkatjes óf alleen stamperkatjes.

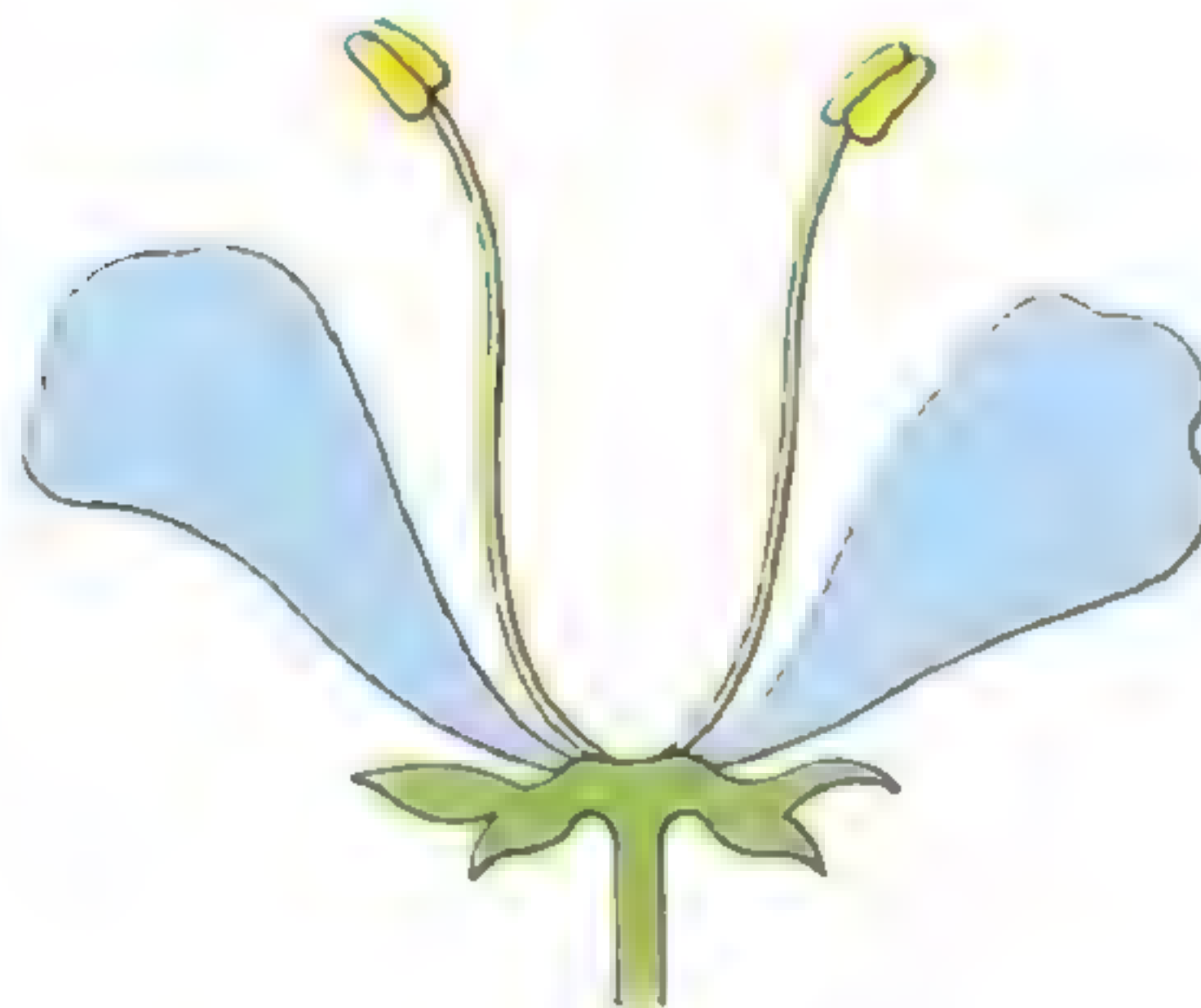
Bij plantensoorten die óf alleen mannelijke bloemen óf alleen vrouwelijke bloemen dragen, spreken we van **tweehuizige soorten**. Plantensoorten die zowel mannelijke als vrouwelijke bloemen dragen, heten **eenhuizig**.

▼ **Afb. 45** Typen bloemen (schematisch).

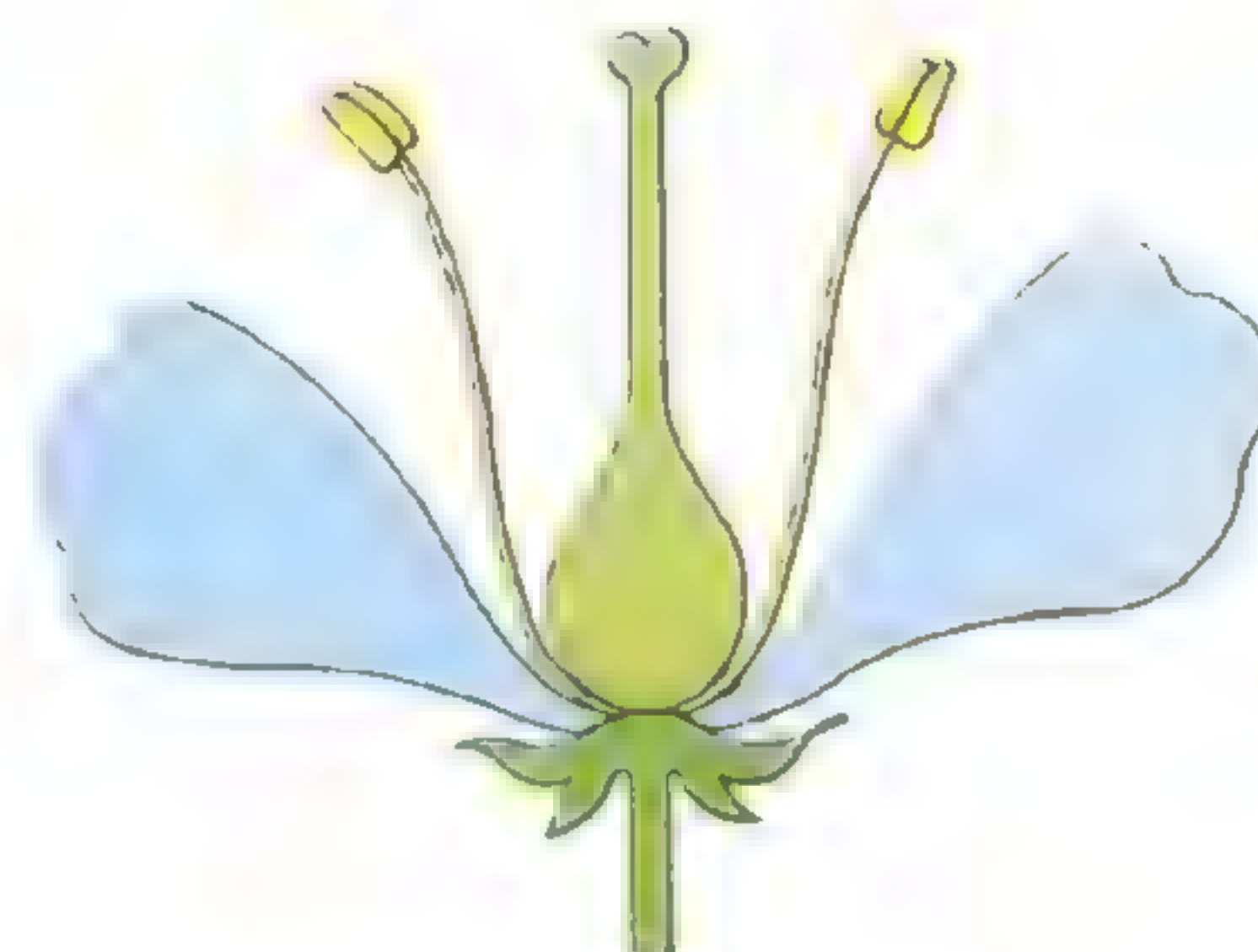
WB OPDRACHT 30 EN 31 BLZ. 105



1 eenslachtige bloem (vrouwelijk)



2 eenslachtige bloem (mannelijk)



3 tweeslachtige bloem

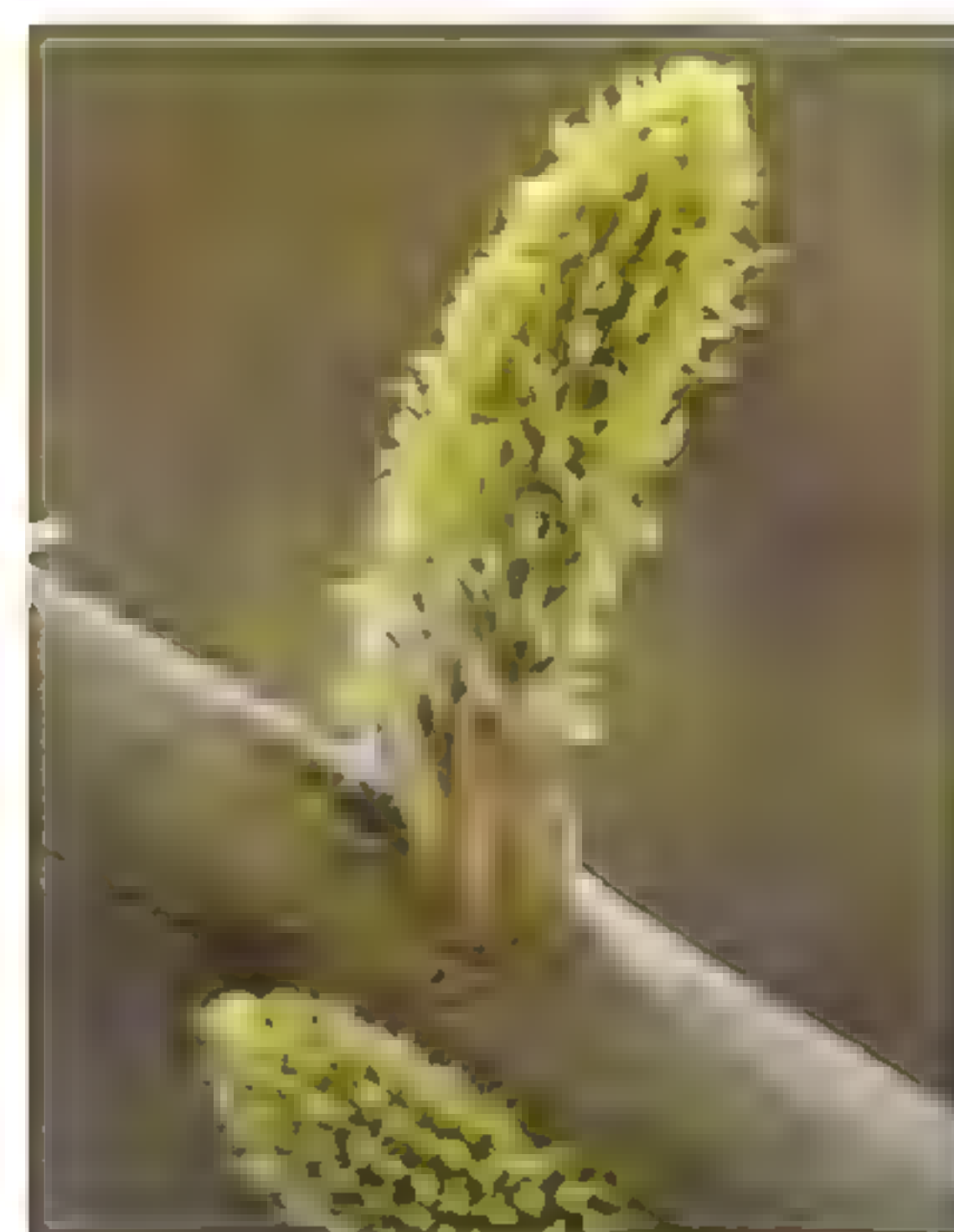
▼ **Afb. 46** Knotwilg.



1



2 meeldraadkatje



3 stamperkatje

Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet de delen van een bloem kunnen noemen met hun kenmerken en functies.

- Bloemkelk (kelkbladeren).
 - Meestal groen.
 - Functie: beschermen van de bloem in de knop tegen uitdroging en kou.
- Bloemkroon (kroonbladeren).
 - Vaak groot en opvallend gekleurd, soms klein en groen.
 - Functie (als ze opvallend gekleurd zijn): aanlokken van insecten.
- Meeldraad: mannelijk voortplantingsorgaan.
 - Helmdraad en helmknop met helmhokjes.
 - Functie: vormen van stuifmeelkorrels (mannelijke geslachtscellen) in de helmhokjes. Stuifmeelkorrels worden ook wel pollen genoemd.
- Stamper: vrouwelijk voortplantingsorgaan.
 - Stempel(s), stijl(en) en vruchtbeginsel met een of meer zaadbeginsels.
 - Functie: vormen van eicellen (vrouwelijke geslachtscellen) in de zaadbeginsels. In elk zaadbeginsel ontstaat één eicel met kern.

DOELSTELLING 2

Je moet kunnen omschrijven wat bestuiving is en je moet hierbij kruisbestuiving en zelfbestuiving kunnen onderscheiden.

- Bestuiving: het overbrengen van stuifmeel van een meeldraad op de stempel(s) van een bloem van dezelfde plantensoort.
- Kruisbestuiving: stuifmeel van een meeldraad komt op een stempel van een andere plant (van dezelfde soort).
 - Vooral de wind en insecten zorgen voor kruisbestuiving.
- Zelfbestuiving: stuifmeel van een meeldraad komt op een stempel van dezelfde plant.

DOELSTELLING 3

Je moet de kenmerken van insectenbloemen en van windbloemen kunnen noemen.

- Insectenbloemen: bloemen waarbij insecten voor bestuiving zorgen.
 - De bloemen zijn meestal groot, opvallend gekleurd, geurend en bevatten nectar.
 - Het stuifmeel is ruw en kleverig.

- De meeldraden en de stempels zitten in de bloem.
- Windbloemen: bloemen waarbij de wind voor bestuiving zorgt.
 - De bloemen zijn meestal klein en onopvallend gekleurd, geuren niet en bevatten geen nectar.
 - De helmhokjes hangen uit de bloem en maken veel licht en glad stuifmeel.
 - De stempels hangen meestal uit de bloem en zijn veervormig.

DOELSTELLING 4

Je moet kunnen beschrijven hoe de bevruchting bij zaadplanten verloopt.

- Na bestuiving bevinden zich op de stempel een of meer stuifmeelkorrels.
 - Uit een stuifmeelkorrel groeit een stuifmeelbuis door de stijl naar een zaadbeginsel.
 - Bevruchting: de kern van de stuifmeelkorrel versmelt met de kern van de eicel.
 - Het zaadbeginsel bevat dan een bevruchte eicel.
- Door kruisen kunnen nieuwe plantenrassen ontstaan.

DOELSTELLING 5

Je moet kunnen beschrijven welke veranderingen er na de bevruchting in het vruchtbeginsel plaatsvinden.

- Uit een bevruchte eicel ontstaat een kiem.
 - Bij kieming van een zaad groeit de kiem uit tot kiemplantje.
- Uit een zaadbeginsel (met een bevruchte eicel) ontstaat een zaad.
 - Een zaad bevat reservevoedsel voor het kiemplantje.
 - Voorbeelden van zaden: de pitten in appels, in kersen of in tomaten, en de bonen in peulen.
- Uit een vruchtbeginsel ontstaat een vrucht.
 - Voorbeelden van vruchten: appels, kersen, tomaten, peulen.

DOELSTELLING 6

Je moet uit afbeeldingen van (delen van) planten kunnen afleiden hoe de vruchten en zaden worden verspreid.

- Verspreiding door de plant zelf.
 - Vruchten springen open en schieten of slingeren de zaden weg.
 - Voorbeelden: boon, brem, erwt, ooievaarsbek, springzaad.
- Verspreiding door de wind.
 - Vruchten (met daarin zaden) met pluif of vleugels.

- Voorbeelden: akkerdistel, es, esdoorn, linde, paardenbloem.
- Verspreiding door dieren.
 - Vruchten (bessen) worden gegeten waarbij de zaden onverteerd worden uitgepoept, bijv. hulst, lijsterbes.
 - Wintervoorraden worden niet volledig opgegeten of vergeten, bijv. vruchten van eik (eikels), beuk (beukenootjes).
 - Vruchten met haakjes, waardoor deze aan de vacht van dieren blijven hangen, bijv. klis, tandzaad.

EXTRA DOELSTELLING 7

Je moet kunnen beschrijven hoe ongeslachtelijke voortplanting bij zaadplanten plaatsvindt en hiervan voorbeelden kunnen geven.

- Ongeslachtelijke voortplanting: een deel van een plant groeit uit tot een nieuwe plant.
- Knol: een verdikte stengel met reservevoedsel en knoppen.
 - Als een knol uitloopt, ontstaat uit een van de knoppen een plant.
 - Aan deze plant ontstaan nieuwe knollen die elk weer kunnen uitlopen tot een plant.
 - Bijv. aardappelplant.
- Bol: bolschijf met rokken (verdikte bladeren met reservevoedsel) en knoppen.
 - Als een bol uitloopt, ontstaat uit een van de knoppen (de eindknop) een plant.
 - De andere knoppen ontwikkelen zich tot nieuwe bollen, die elk weer kunnen uitlopen tot een plant.
 - Bijv. tulp.
- Uitloper: bovengrondse stengel waaraan op bepaalde plaatsen jonge planten ontstaan.
 - Als de jonge planten van de ouderplant worden gescheiden, kunnen ze zich zelfstandig verder ontwikkelen.
 - Bijv. aardbeiplant.
- Wortelstok: ondergrondse stengel waaraan op bepaalde plaatsen jonge planten ontstaan.
 - Als de jonge planten van de ouderplant worden gescheiden, kunnen ze zich zelfstandig verder ontwikkelen.
 - Bijv. lelietje-van-dalen.
- Stekken: een stuk van een stengel of blad wordt afgesneden.
 - Uit een stek groeit een nieuwe plant.
 - Bijv. kamerplanten.

- Vermeerderen: het toepassen van ongeslachtelijke voortplanting door plantenkwekers.
- Weefselkweek: groeipunten (eindknoppen en okselknoppen) worden afgesneden en in een speciale voedingsbodem geplaatst.
 - Uit elk groeipunt groeit een nieuw plantje.
 - Door weefselkweek kunnen snel heel veel planten worden verkregen.

EXTRA DOELSTELLING 8

Je moet kunnen omschrijven wat eenslachtige en tweeslachtige bloemen zijn en wat eenhuizige en tweehuizige plantensoorten zijn.

- Eenslachtige bloemen: bevatten alleen meeldraden of alleen stampers.
 - Meeldraadkatje: trosje met mannelijke bloemen.
 - Stamperkatje: trosje met vrouwelijke bloemen.
- Tweeslachtige bloemen: bevatten zowel meeldraden als stampers.
- Eenhuizige plantensoorten.
 - Planten met tweeslachtige bloemen en planten waarbij mannelijke en vrouwelijke bloemen op dezelfde plant staan.
 - Bij eenhuizige plantensoorten is zelfbestuiving mogelijk.
- Tweehuizige plantensoorten.
 - Planten met alleen mannelijke bloemen of alleen vrouwelijke bloemen.
 - Bij tweehuizige plantensoorten is geen zelfbestuiving mogelijk.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geoefend met het zoeken op internet.
- Je hebt geoefend in het maken van tekeningen.
- Je hebt geoefend in het maken van een preparaat.
- Je hebt geoefend in het werken met de microscoop.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het maken van tekeningen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een veredelaar en een fruitteler. Ook heb je kennisgemaakt met toepassingen van biologie in de wetenschap en de dagelijkse praktijk die te maken hebben met dit thema.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Welke kleur hebben kelkbladeren meestal?
- 2 Zijn kroonbladeren mannelijke voortplantingsorganen?
- 3 Hoe heten de mannelijke geslachtscellen van een plant?
- 4 Hoe heten de vrouwelijke voortplantingsorganen van een plant?
- 5 Welke functie heeft deel P in afbeelding 47?

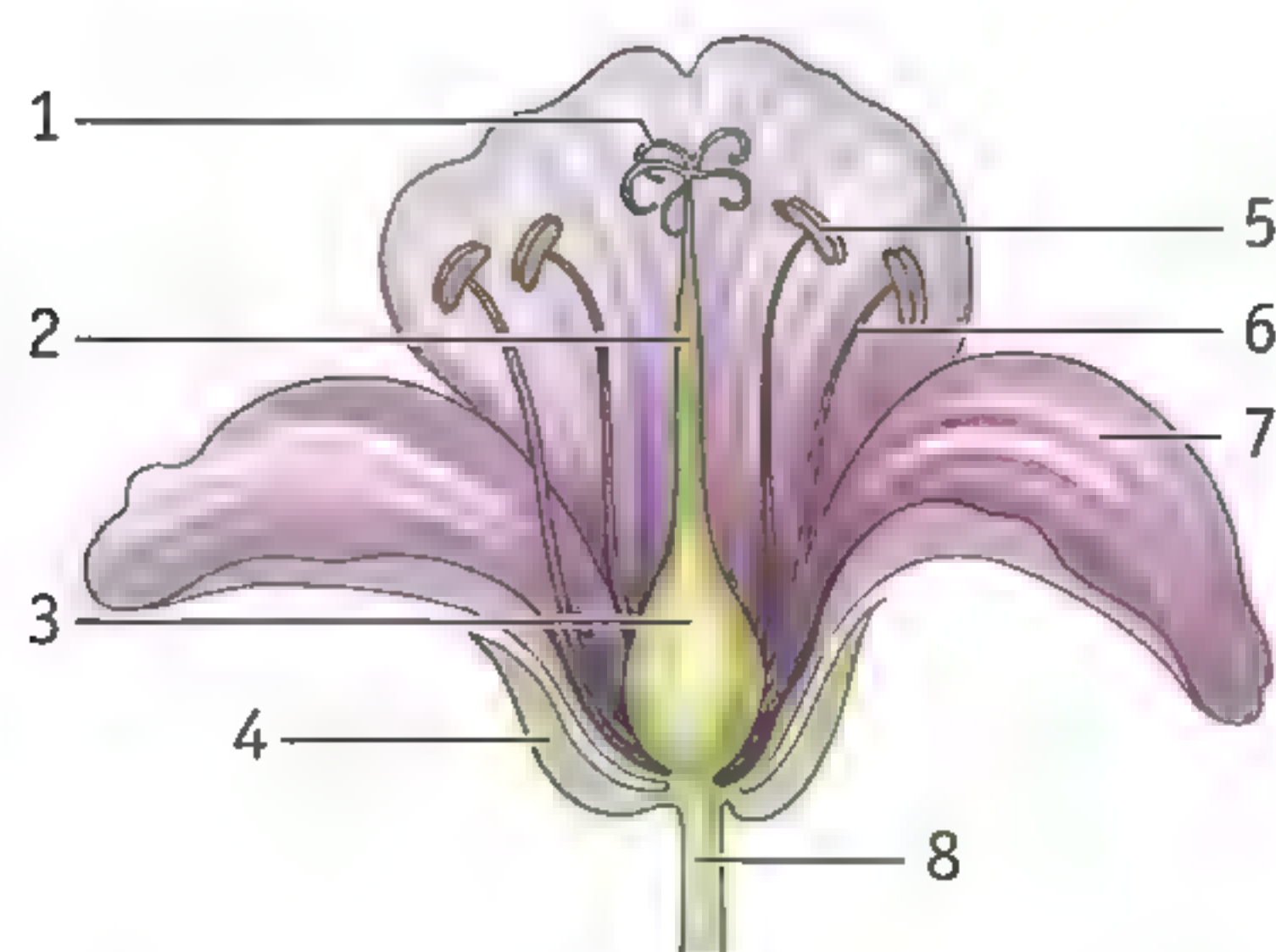
▼ Afb. 47



In afbeelding 48 is een bloem schematisch getekend. De vragen 6 tot en met 10 gaan over deze afbeelding.

- 6 Met welk nummer is een kroonblad aangegeven?
- 7 In welk deel worden eicellen gevormd?
- 8 Welke nummers vormen samen de stamper?
- 9 In welk deel worden mannelijke geslachtscellen gevormd?
- 10 Welke functie heeft deel 4?

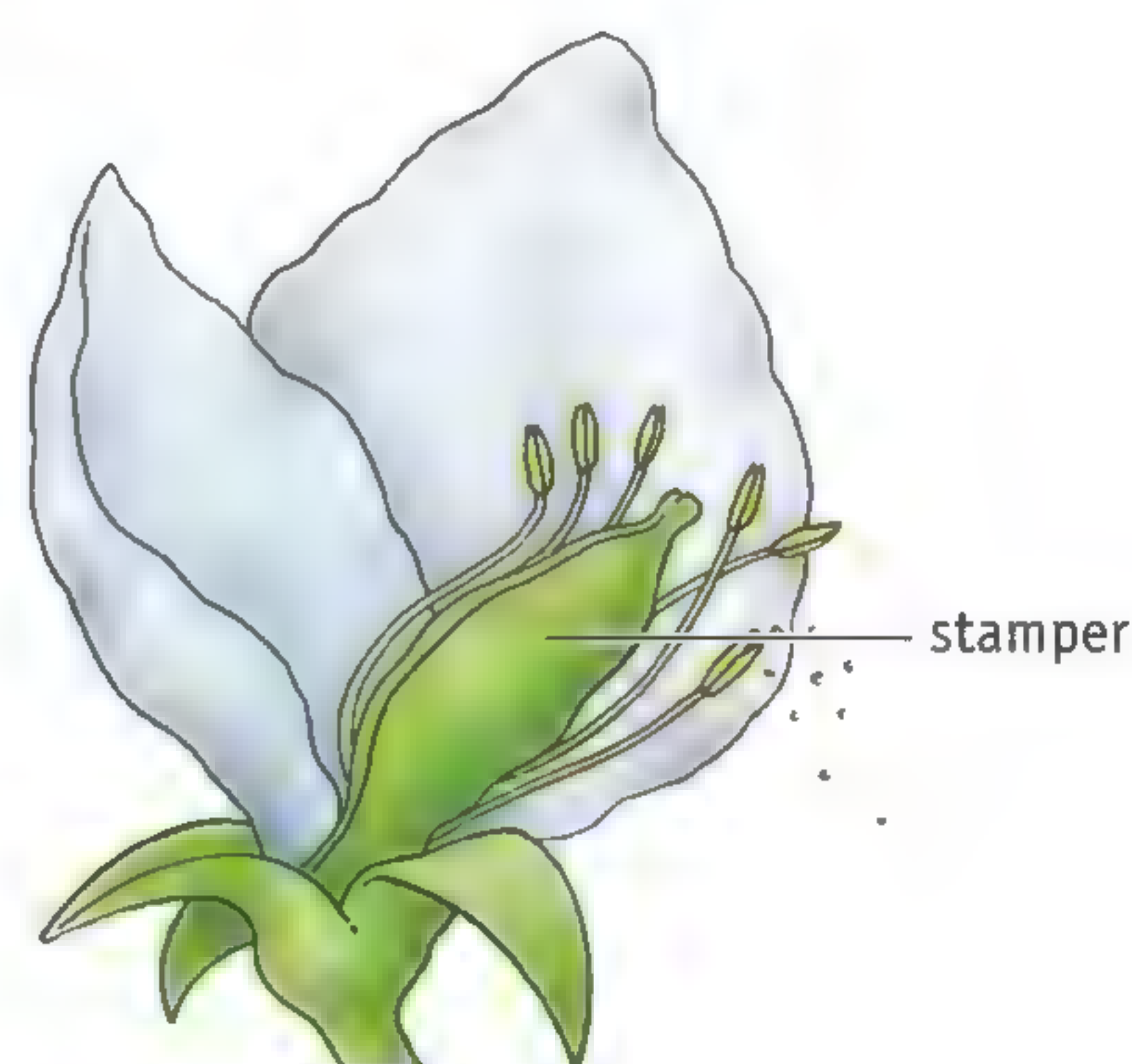
▼ Afb. 48



In afbeelding 49 is de bloem van een erwtenplant schematisch getekend. In de bloem is de stamper aangegeven. De vragen 11 en 12 gaan over deze afbeelding.

- 11 Kan het vruchtbeginsel van deze stamper meer dan één zaadbeginsel bevatten?
- 12 Kan een zaadbeginsel in deze stamper meer dan één eicel bevatten?

▼ Afb. 49



DOELSTELLING 2

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

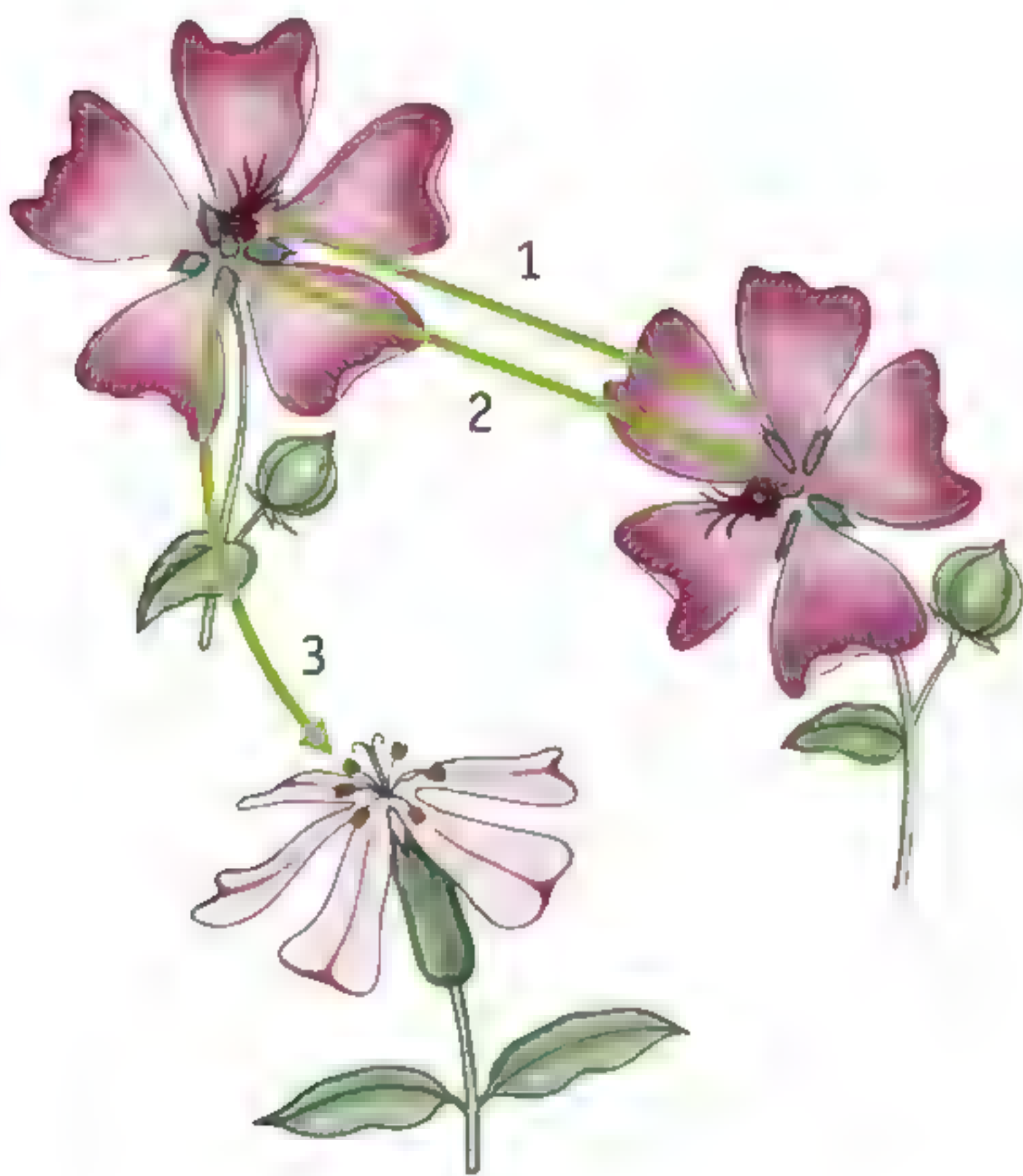
- 1 Wat is bestuiving?
 - A Het groeien van een stuifmeelbuis door de stijl van een stamper van dezelfde plantensoort.
 - B Het overbrengen van stuifmeel van een meeldraad op de stempel(s) van een bloem van dezelfde plantensoort.
 - C Het versmelten van de kern van een stuifmeelkorrel met de kern van een eicel van dezelfde plantensoort.
 - D Het vrijkomen van stuifmeel uit de helmhokjes van een meeldraad.

- 2 In afbeelding 50 zijn drie bloeiende planten getekend.

Insecten kunnen stuifmeel overbrengen zoals met de pijlen is aangegeven. Welke pijl geeft of welke pijlen geven bestuiving aan?

- A Alleen pijl 1.
- B Alleen pijl 3.
- C Alleen de pijlen 1 en 2.
- D De pijlen 1, 2 en 3.

▼ Afb. 50



- 3 In afbeelding 51 zijn twee bloeiende koebraamstruiken getekend. Insecten kunnen stuifmeel overbrengen zoals met pijlen is aangegeven. Welke pijl geeft of welke pijlen geven zelfbestuiving aan?

- A Alleen pijl 1.
- B Alleen pijl 2.
- C Alleen de pijlen 1 en 3.
- D De pijlen 1, 2 en 3.

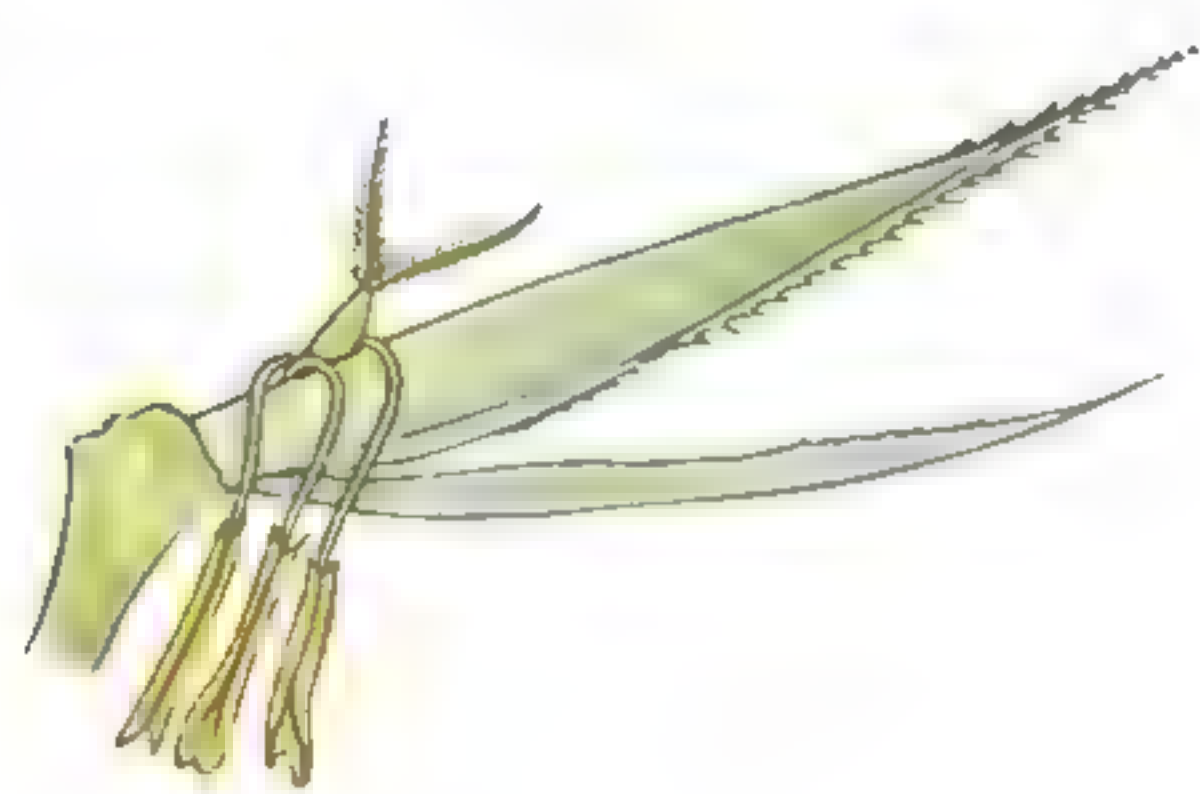
▼ Afb. 51



Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Soms zie je na een regenbui geel poeder op auto's liggen. Dit is stuifmeel. Zal dit stuifmeel vooral bestaan uit stuifmeel van insectenbloemen of vooral uit stuifmeel van windbloemen?
- 2 In afbeelding 52 is een bloempje van rogge getekend. Zullen de bloempjes van rogge nectar bevatten? Leg je antwoord uit.

▼ Afb. 52



Afbeelding 53 is een foto van enkele stuifmeelkorrels. Deze afbeelding hoort bij vraag 3 en 4.

- 3 Zullen deze stuifmeelkorrels door insecten of door de wind worden overgebracht? Leg je antwoord uit.
- 4 Kun je zulke stuifmeelkorrels in honing aantreffen? Leg je antwoord uit.

▼ Afb. 53 Stuifmeelkorrels (vergroting 1500x).



- 5 Ambrosia is een plant die vroeger alleen in Amerika voorkwam. Tegenwoordig komt ambrosia ook in grote delen van Nederland voor. Ambrosia bloeit laat in het jaar en dat is vervelend voor mensen met hooikoorts. Verwacht je dat bij ambrosia de helmknoppen en stempels buiten de bloemen uitsteken? Leg je antwoord uit.
- 6 Afbeelding 54 is een deel van de beschrijving van een plant in een plantengids. Op welke manier wordt bij deze plant het stuifmeel verspreid: door insecten of door de wind?

▼ Afb. 54

Drienerfmuur

Drienerfmuur (*Moehringia trinervia*) dankt haar naam aan de duidelijk zichtbare parallelle nerven op de bladeren. Het is een onkruid dat in heel Europa voorkomt. De bloemen zijn over het algemeen klein en wit, maar kunnen ook lila zijn. De kroonbladeren zijn korter dan de kelkbladeren. De kroonbladeren zijn niet vergroeid. Stamper en meeldraden zijn korter dan de kroonbladeren.



DOELSTELLING 4

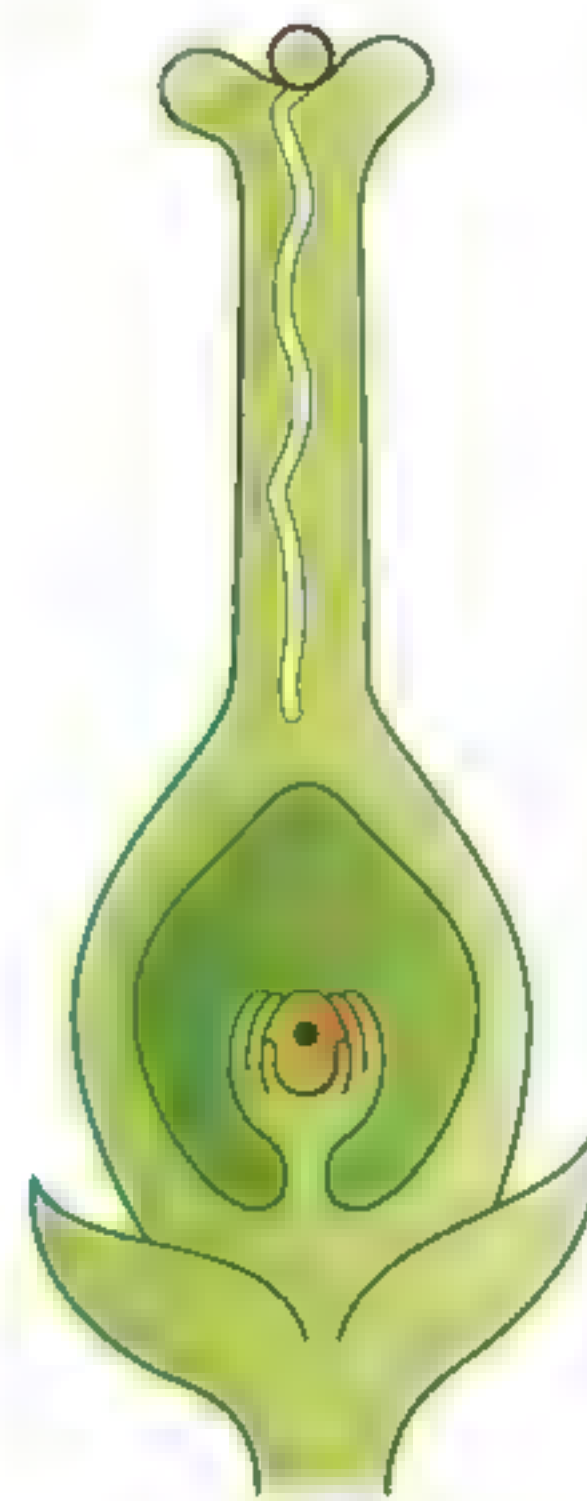
Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Bij zaadplanten vindt eerst bevruchting plaats, daarna bestuiving.
- 2 Bevruchting vindt plaats op het moment dat uit een stuifmeelkorrel een stuifmeelbuis groeit.
- 3 Een stuifmeelbuis groeit door de stijl naar een zaadbeginsel.
- 4 In één vruchtbeginsel kan maar één keer een bevruchting plaatsvinden.
- 5 In één zaadbeginsel kan maar één keer een bevruchting plaatsvinden.

In afbeelding 55 is een stamper schematisch getekend. De beweringen 6 en 7 gaan over deze afbeelding.

- 6 In de afbeelding heeft bestuiving plaatsgevonden.
- 7 In de afbeelding heeft bevruchting plaatsgevonden.

▼ Afb. 55



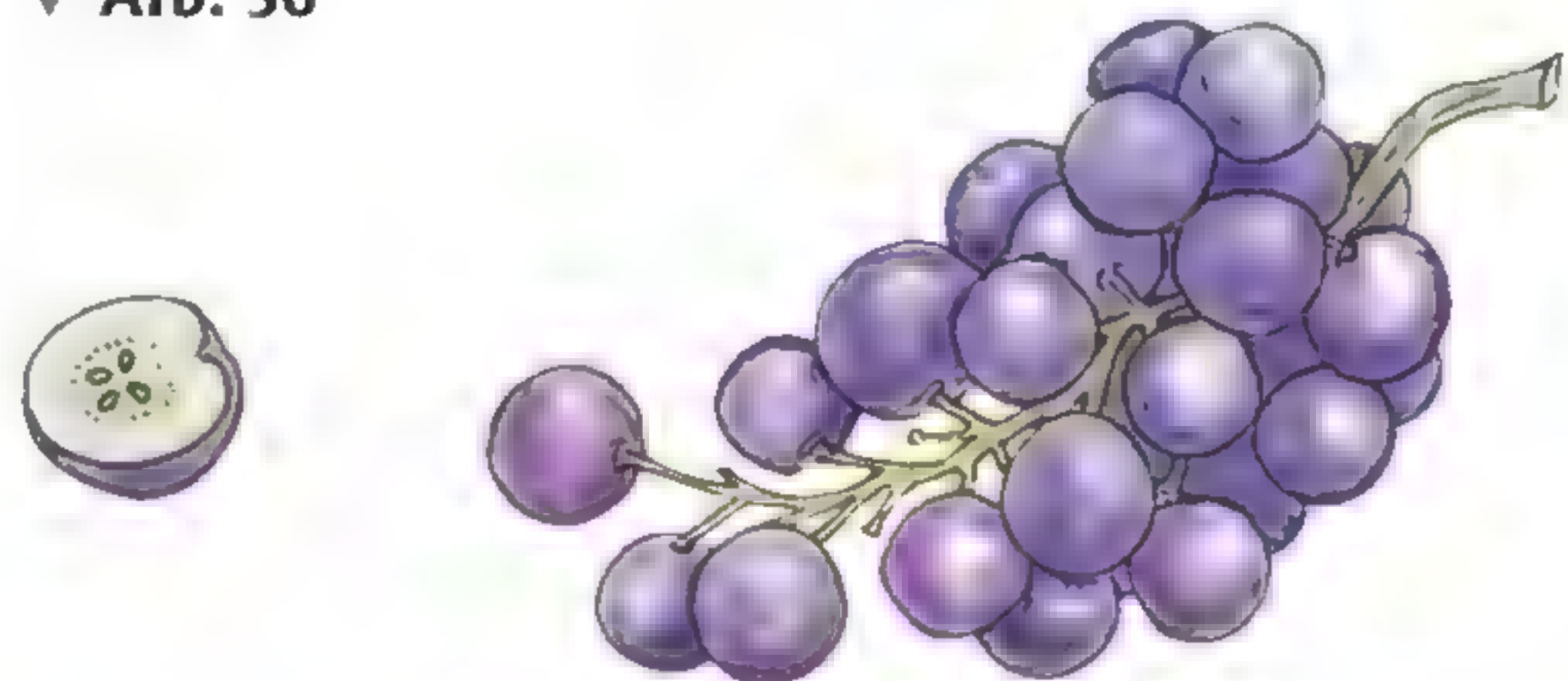
- 8 Bij het kruisen van planten vindt zelfbestuiving plaats.

DOELSTELLING 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Hier staan enkele gebeurtenissen die een rol spelen bij de vruchtvorming.
 - 1 Een bevruchte eicel ontwikkelt zich tot een kiem.
 - 2 De kern van een stuifmeelkorrel versmelt met de eicelkern.
 - 3 Er ontstaat een rijpe vrucht.
 In welke volgorde treden deze gebeurtenissen op bij het ontstaan van een zaad?
 - A 1 – 2 – 3.
 - B 1 – 3 – 2.
 - C 2 – 3 – 1.
 - D 2 – 1 – 3.
- 2 In afbeelding 56 zijn een druiventros en een doorgesneden druif getekend. Een druif is een vrucht. De druiven van de tros bevatten gemiddeld vijf pitten.
 Hoeveel vruchtbeginsels zijn er bij de vorming van deze druiventros betrokken geweest?
 - A Slechts één vruchtbeginsel.
 - B Vijf vruchtbeginsels.
 - C Ongeveer 30 vruchtbeginsels.
 - D Ongeveer 150 vruchtbeginsels.

▼ Afb. 56



3 In afbeelding 57 is een doorgesneden mandarijn getekend. Deze mandarijn bevat vier zaden en is na bevruchting uit een mandarijnenbloem gegroeid. Hoe vaak heeft in deze bloem minstens bevruchting plaatsgevonden? En hoeveel vruchtbeginsels zijn er betrokken geweest bij de vorming van deze mandarijn?

- A Eén bevruchting en één vruchtbeginsel.
- B Eén bevruchting en vier vruchtbeginsels.
- C Vier bevruchtingen en één vruchtbeginsel.
- D Vier bevruchtingen en vier vruchtbeginsels.

▼ Afb. 57



4 In afbeelding 58 is een bloem van een appelboom getekend. Er heeft bevruchting plaatsgevonden. Wat ontwikkelt zich na de bevruchting uit het vruchtbeginsel?

- A Een appel.
- B Een appelpit.
- C Het klokhuis van een appel.
- D Het vruchtvlees van een appel.

▼ Afb. 58



5 Cashewnoten bevatten veel reservevoedsel (zie afbeelding 59).

Waarvoor is dit reservevoedsel bedoeld?

- A Voor de ontwikkeling van het zaadbeginsel.
- B Voor het aanlokken van insecten.
- C Voor het beschermen van het zaad.
- D Voor het kiemplantje dat bij kieming ontstaat.

▼ Afb. 59



1 cashewvrucht met zaad



2 cashewnoten

DOORSTREEKT

In afbeelding 60 zijn delen van planten getekend met vruchten en zaden.

Op welke manier worden de vruchten en zaden verspreid? Kies uit: *door de plant zelf* – *door de wind* – *door dieren*.

▼ Afb. 60



1 braam



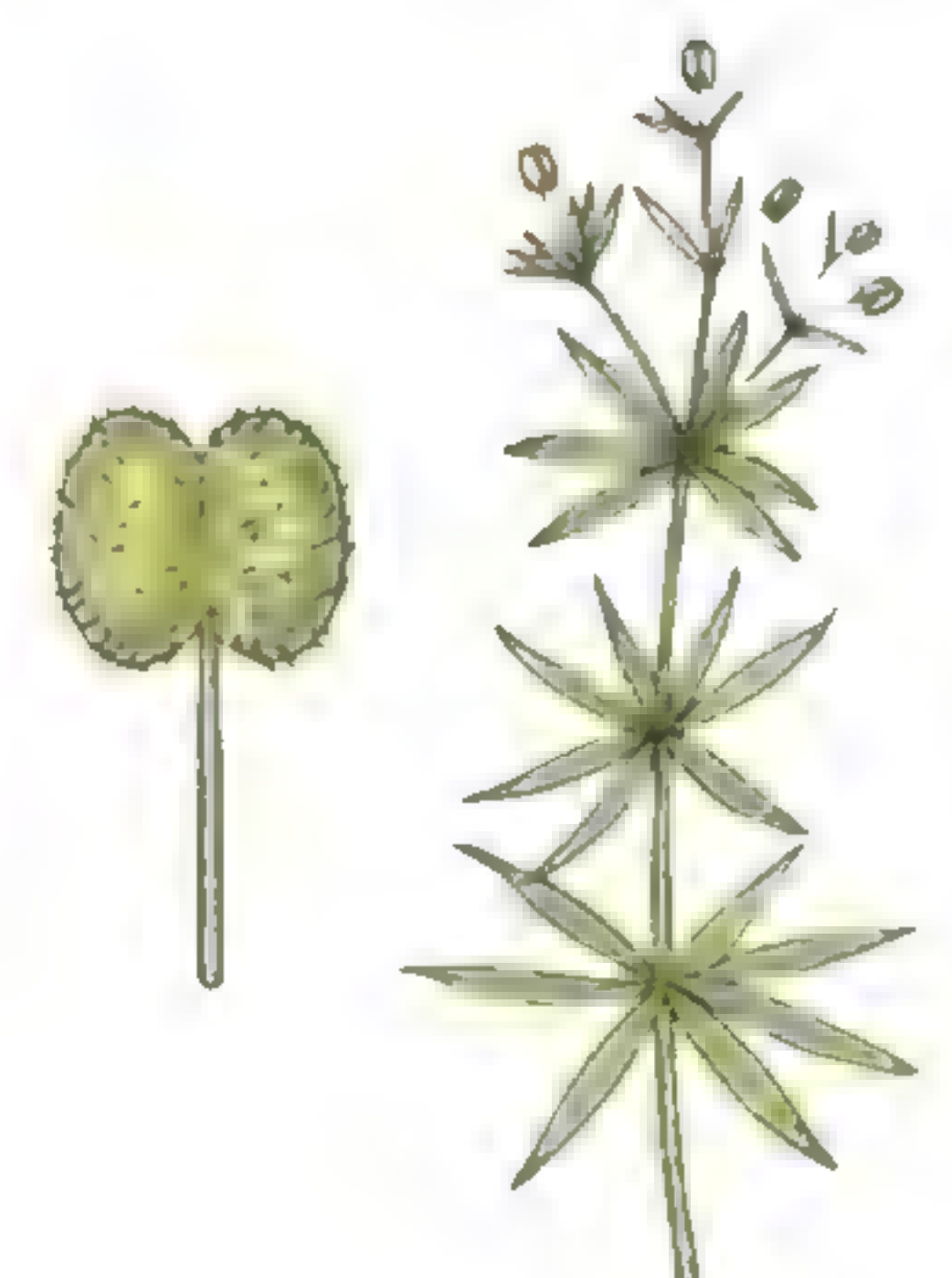
2 berk



3 gele morgenster



4 reuzenbalsemien



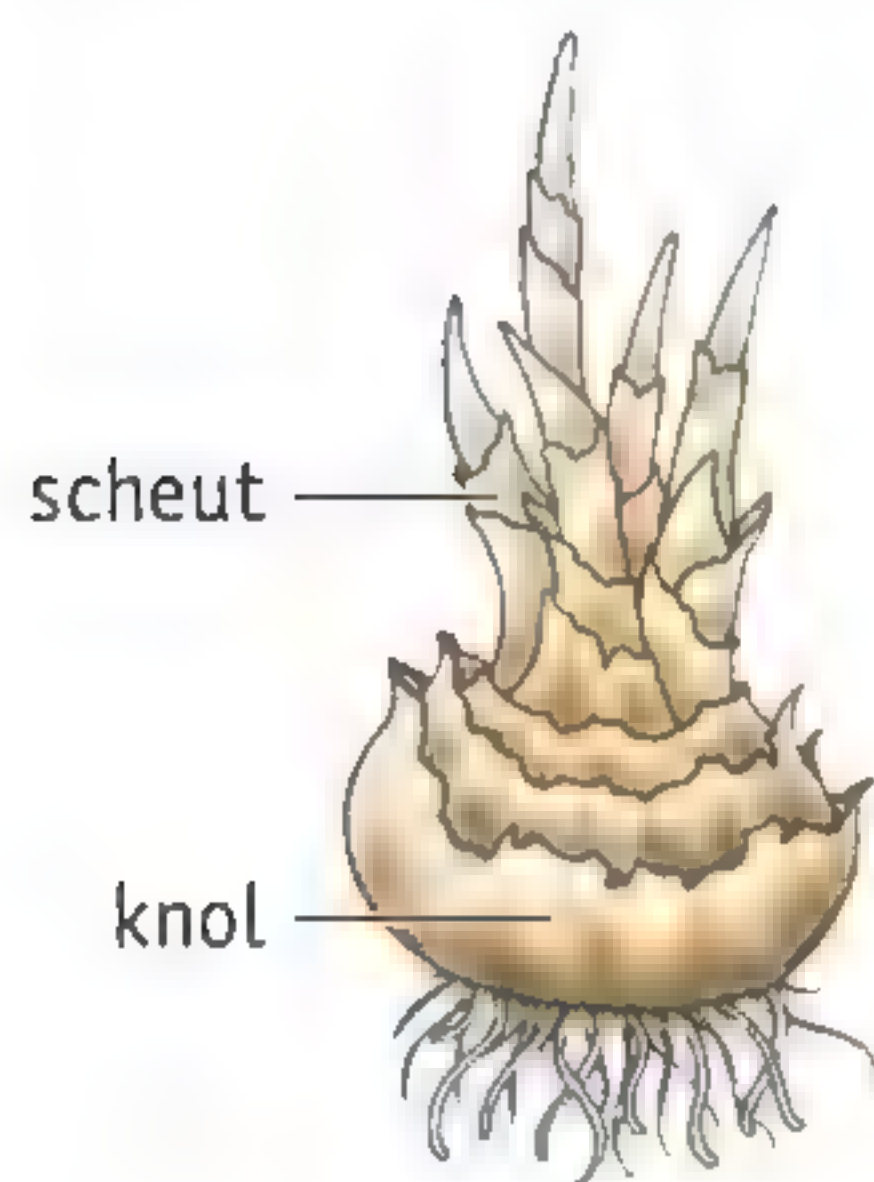
5 kleefkruid

EXTRA DOELSTELLING 7

Beantwoord de volgende vragen.

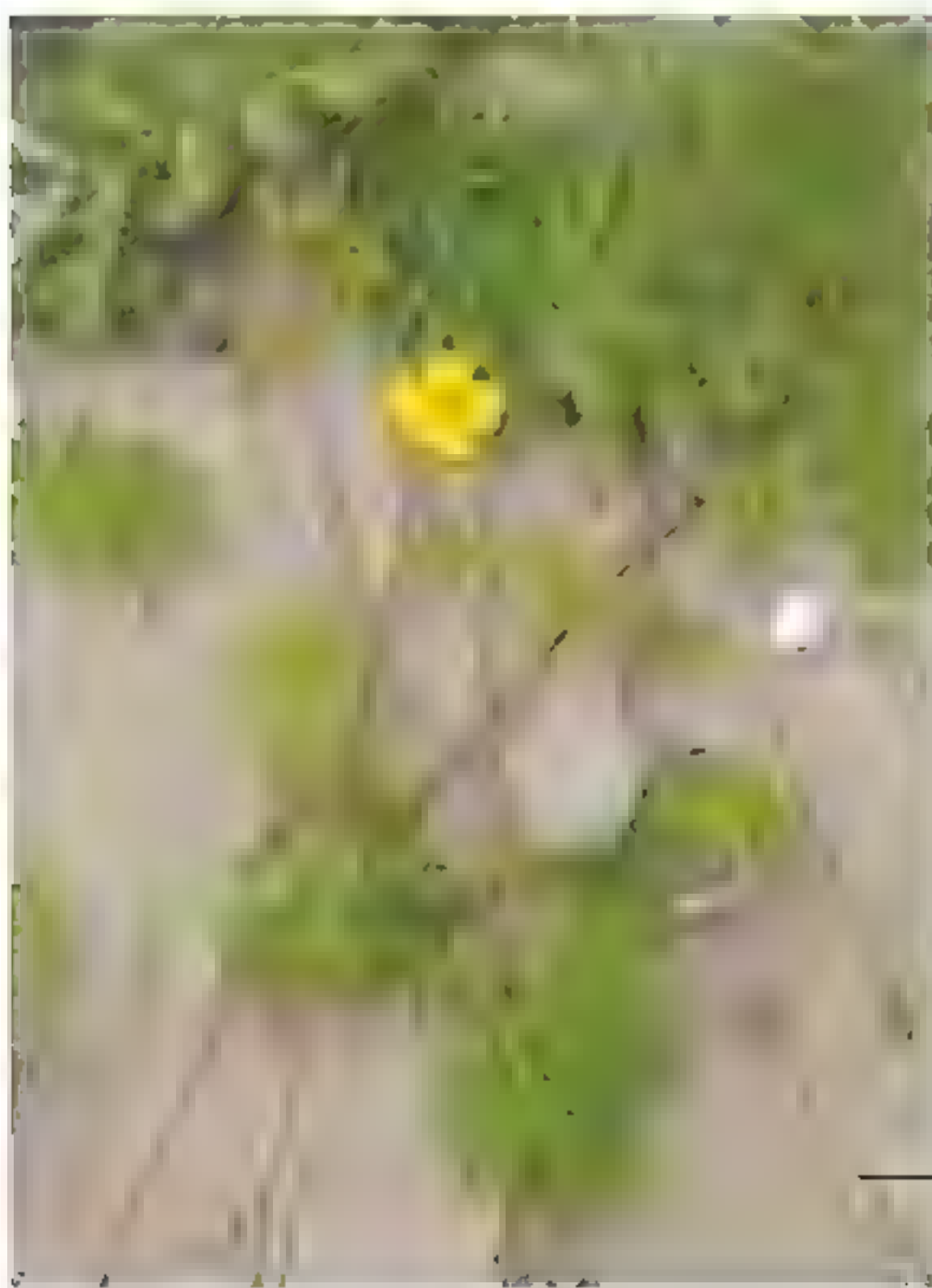
- 1 In afbeelding 61 is een krokusknol met enkele scheuten getekend. Deze scheuten kunnen van de knol worden gehaald en verder groeien als afzonderlijke planten. Zijn de nieuwe krokussen ontstaan door geslachtelijke voortplanting of door ongeslachtelijke voortplanting? Leg je antwoord uit.

▼ **Afb. 61** Krokusknol met scheuten.



- 2 Afbeelding 62 is een foto van zilverschoon. Hoe heet deel P?

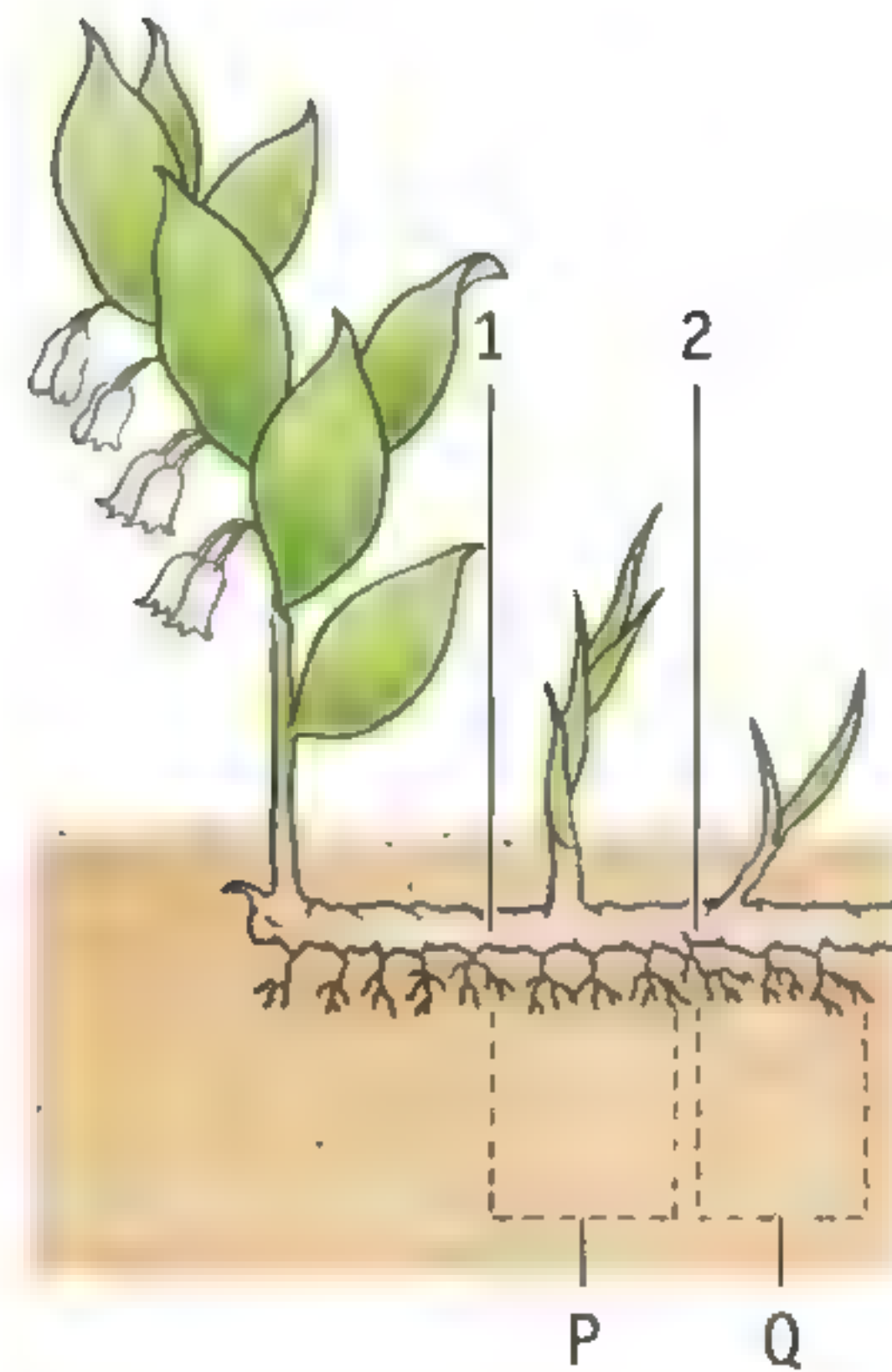
▼ **Afb. 62** Zilverschoon.



In afbeelding 63 is een salomonszegel getekend. De ondergrondse stengel wordt op de plaatsen 1 en 2 doorgesneden. De delen P en Q ontwikkelen zich tot zelfstandige planten. Vraag 3 en 4 gaan over deze afbeelding.

- 3 Hoe heet zo'n ondergrondse stengel?
- 4 Uit de delen P en Q ontstaan zelfstandige planten. Zijn deze planten ontstaan door geslachtelijke voortplanting of door ongeslachtelijke voortplanting?

▼ **Afb. 63**



- 5 In afbeelding 64 zie je een Chioggiabiet en een doorsneden Chioggiabiet. Een Chioggiabiet heeft verdikte wortels die gegeten worden als groente. Een leerling beweert dat de Chioggiabiet een bol is. Leg uit of deze bewering klopt.

▼ **Afb. 64**



- 6 Een vermeerderingsmethode is weefselkweek. Wat is een voordeel van weefselkweek ten opzichte van stekken?

De volgende gegevens behoren bij vraag 7 en 8.

In afbeelding 65 lees je hoe boomkwekers appelbomen (en andere fruitbomen) enten.

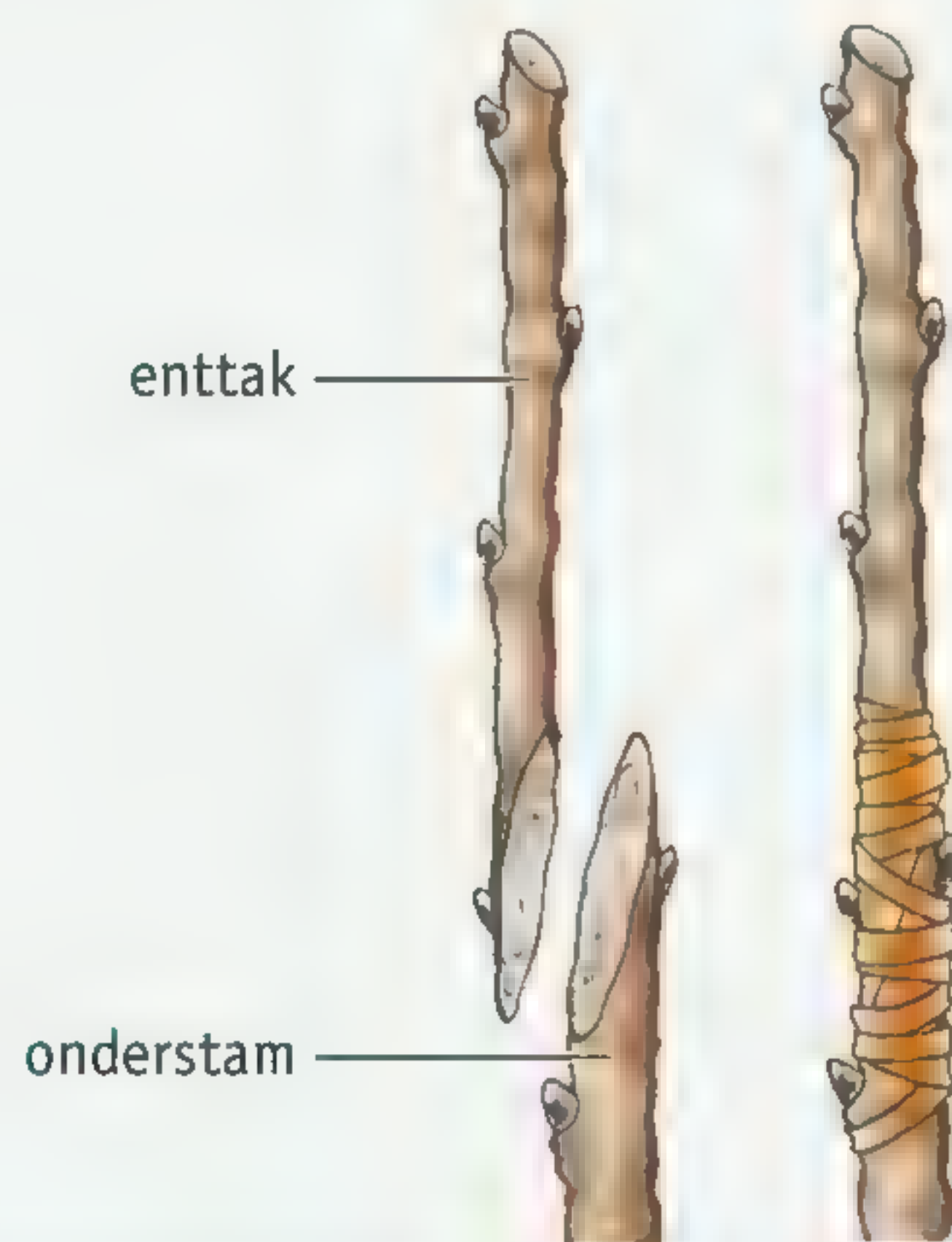
Een boomkweker ent een tak van een boom met zoete kersen op een onderstam van een boom met zure kersen. De enttak groeit goed op de onderstam. Later vormt de enttak bloemen en daarna kersen.

- 7 Wat voor kersen komen er aan deze enttak: zoete kersen, zure kersen of zoetzure kersen? Leg je antwoord uit.
- 8 Is enten een vorm van geslachtelijke voortplanting of van ongeslachtelijke voortplanting?

▼ Afb. 65

Appelbomen kweken

Het kweken van appelbomen vindt meestal plaats door middel van enten. Door te enten probeert men de beste eigenschappen van twee soorten bij elkaar te brengen. Bij deze methode wordt bijvoorbeeld eerst een aantal boompjes van een snelgroeierende soort met kleine ziektegevoelige appels gekweekt. Als deze boompjes groot genoeg zijn, worden ze schuin afgeknipt. We noemen zo'n afgeknipt boompje de onderstam (zie de tekening). Vervolgens worden takken geknipt van een appelboom van een bepaald ras, met grote zoete appels bijvoorbeeld van een golden delicious. We noemen zo'n tak de enttak. Op een onderstam worden een of meer enttakken geplaatst. Met een speciaal soort band worden de onderstam en de enttak aan elkaar vastgemaakt. De onderstam en de enttak(ken) groeien uit tot een boom. Aan deze boom ontstaan dezelfde appels als aan de appelboom waarvan de enttakken afkomstig zijn. Bij andere fruitbomen gebeurt het enten op een vergelijkbare manier.



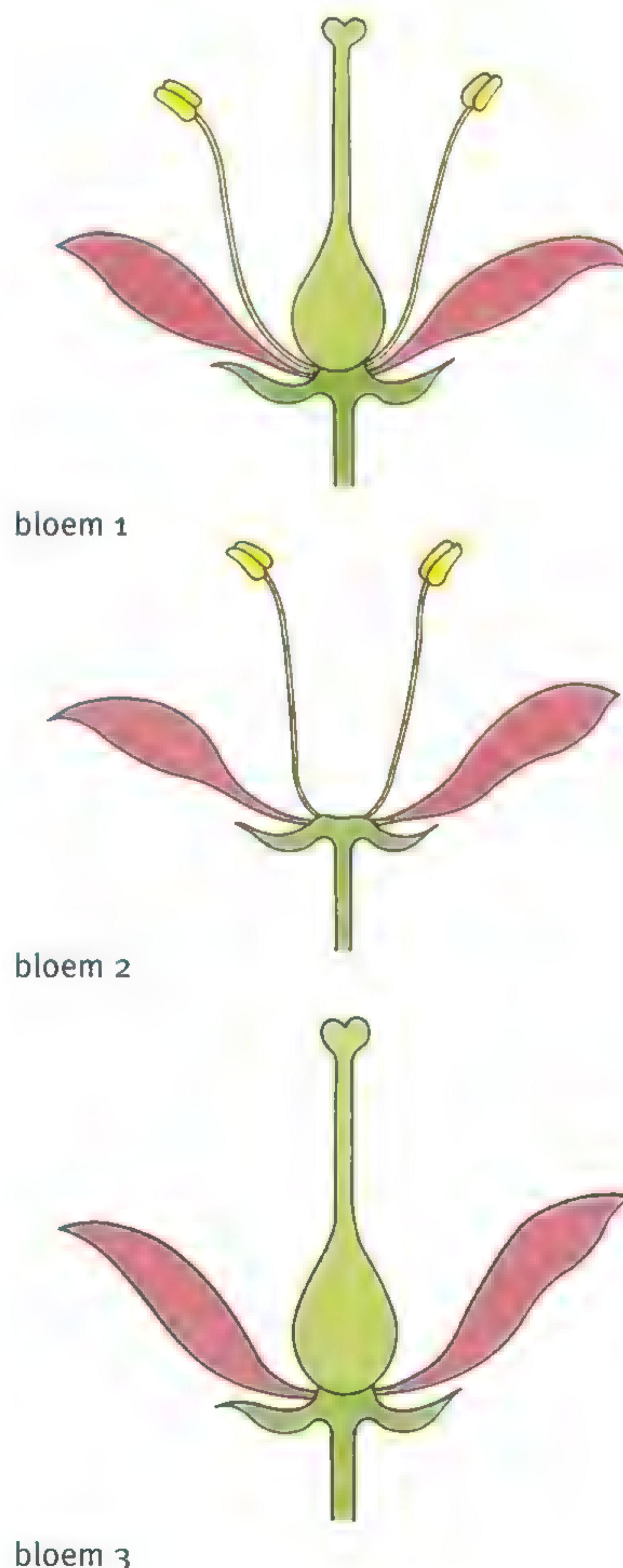
EXTRA DOELSTELLING 8

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- In afbeelding 66 zijn drie bloemen schematisch getekend.
Welke van deze bloemen is (zijn) eenslachtig?
 - Alleen bloem 1.
 - Alleen bloem 2.
 - Alleen bloem 3.
 - De bloemen 2 en 3.

- Bij welke van de bloemen van afbeelding 66 kan stuifmeel van een meeldraad zorgen voor bestuiving van dezelfde bloem?
 - Alleen bij bloem 1.
 - Alleen bij bloem 2.
 - Alleen bij de bloemen 1 en 2.
 - Bij de bloemen 1, 2 en 3.
- Uit welke van de bloemen van afbeelding 66 kunnen vruchten met zaden ontstaan?
 - Alleen uit bloem 1.
 - Uit de bloemen 1 en 2.
 - Uit de bloemen 1 en 3.
 - Uit de bloemen 2 en 3.

▼ Afb. 66



Afbeelding 67 is een artikel over de hazelaar. Over dit artikel gaan de vragen 4 tot en met 6.

- 4 Zal bij een hazelaar gewoonlijk kruisbestuiving optreden of zelfbestuiving? En zal de bestuiving door insecten gebeuren of door de wind?
- A Kruisbestuiving door de wind.
 B Kruisbestuiving door insecten.
 C Zelfbestuiving door de wind.
 D Zelfbestuiving door insecten.
- 5 Is een hazelaar een eenhuizige plant of een tweehuizige plant? En zijn de bloemen van een hazelaar eenslachtig of tweeslachtig?
- A De hazelaar is een eenhuizige plant met eenslachtige bloemen.
 B De hazelaar is een eenhuizige plant met tweeslachtige bloemen.
 C De hazelaar is een tweehuizige plant met eenslachtige bloemen.
 D De hazelaar is een tweehuizige plant met tweeslachtige bloemen.
- 6 Uit welke bloeiwijzen kunnen na bestuiving en bevruchting hazelnoten groeien?
- A Alleen uit bloeiwijze P.
 B Alleen uit bloeiwijze Q.
 C Zowel uit bloeiwijze P als uit bloeiwijze Q.
 D Uit geen van deze bloeiwijzen.

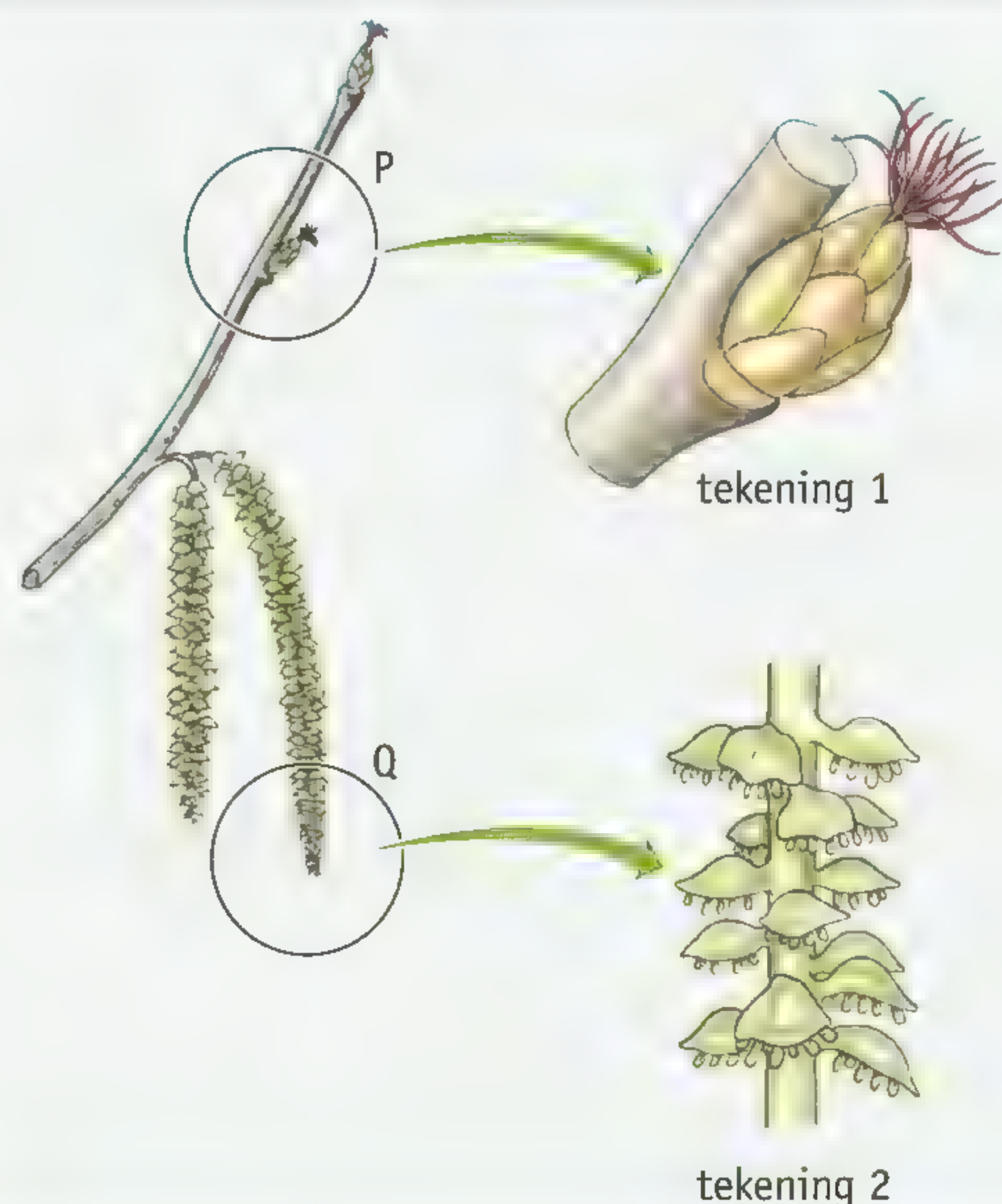
▼ Afb. 67

Hazelaar

De hazelaar is een struik die vroeg in het voorjaar bloeit. Aan de takken groeien twee typen bloeiwijzen. In de tekening zijn ze aangegeven met P en Q.

Al in februari kun je de lange katjes (Q) van de hazelaar zien. In tekening 2 is een deel van zo'n katje Q vergroot weergegeven. Als je tegen zo'n katje tikt, komt er veel droog poeder uit. Het andere type bloeiwijze (P) is in tekening 1 vergroot weergegeven.

De vruchten van een hazelaar heten hazelnoten. Wanneer er geen andere hazelaars in de buurt staan, komen er aan alleenstaande hazelaars meestal geen hazelnoten tot ontwikkeling.



De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingstof uit drie onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek.

1 Minder bekende vruchten

Sommige vruchten zijn niet zo bekend. In deze verrijkingstof maak je een puzzel hierover en ga je een voor jou onbekende vrucht proeven.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 109

▼ Afb. 68



doerian



cactusvijg



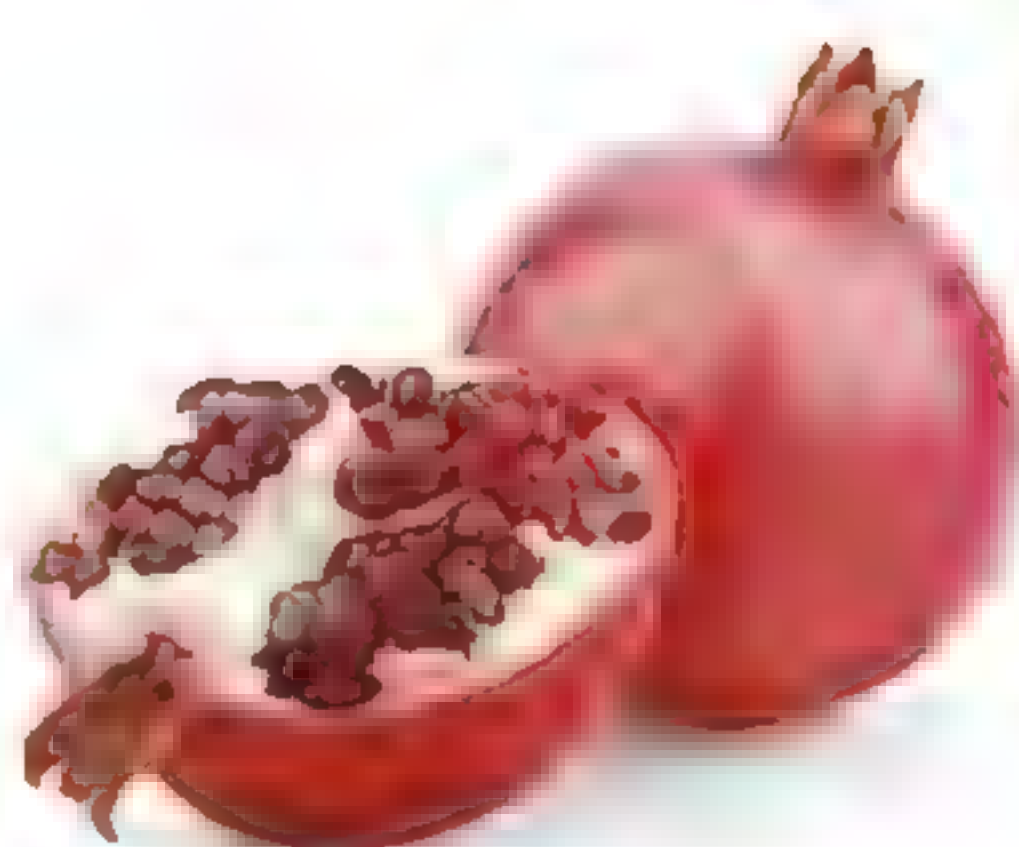
carambola



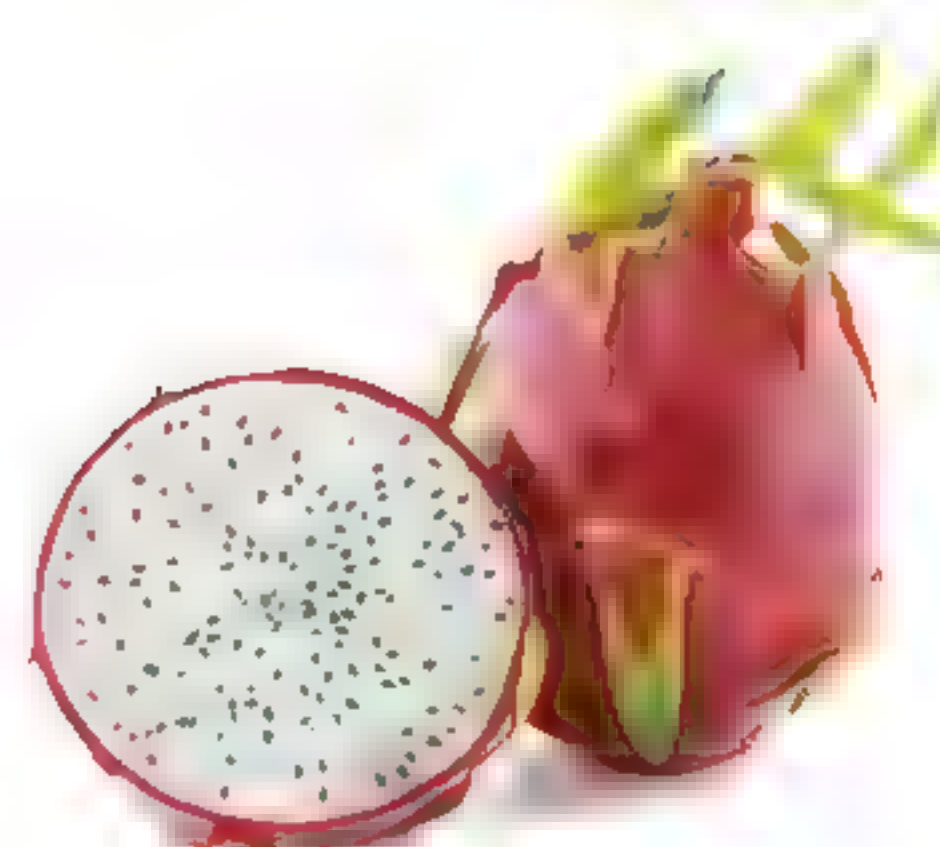
physalis



passievrucht



granaatappel



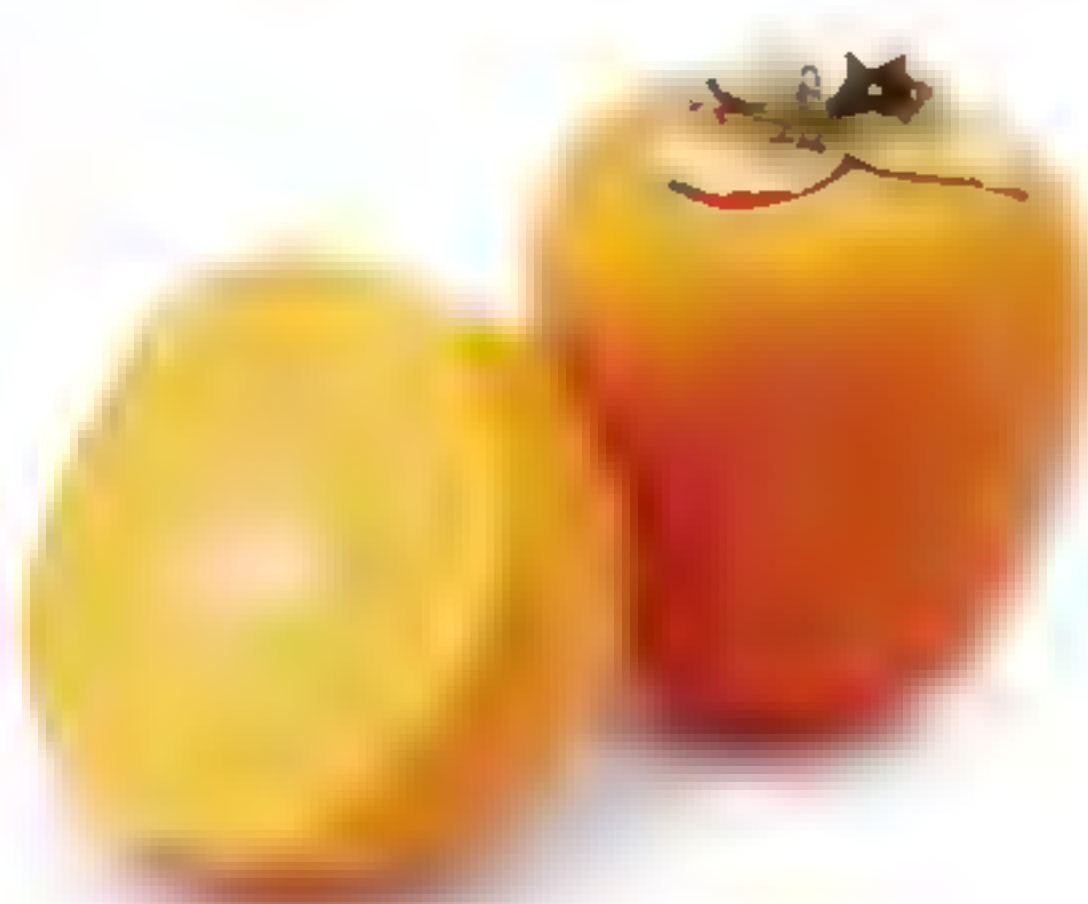
pitahaya



bakbanaan



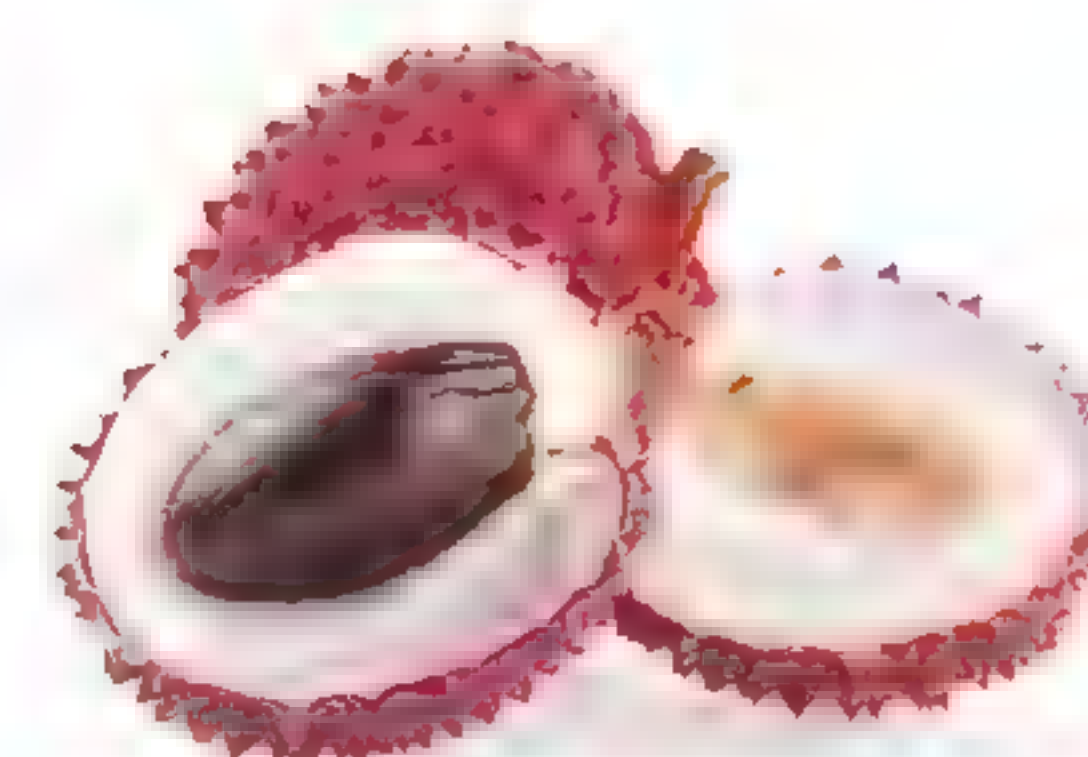
grapefruit



sharonfruit (kakifruit)



papaya

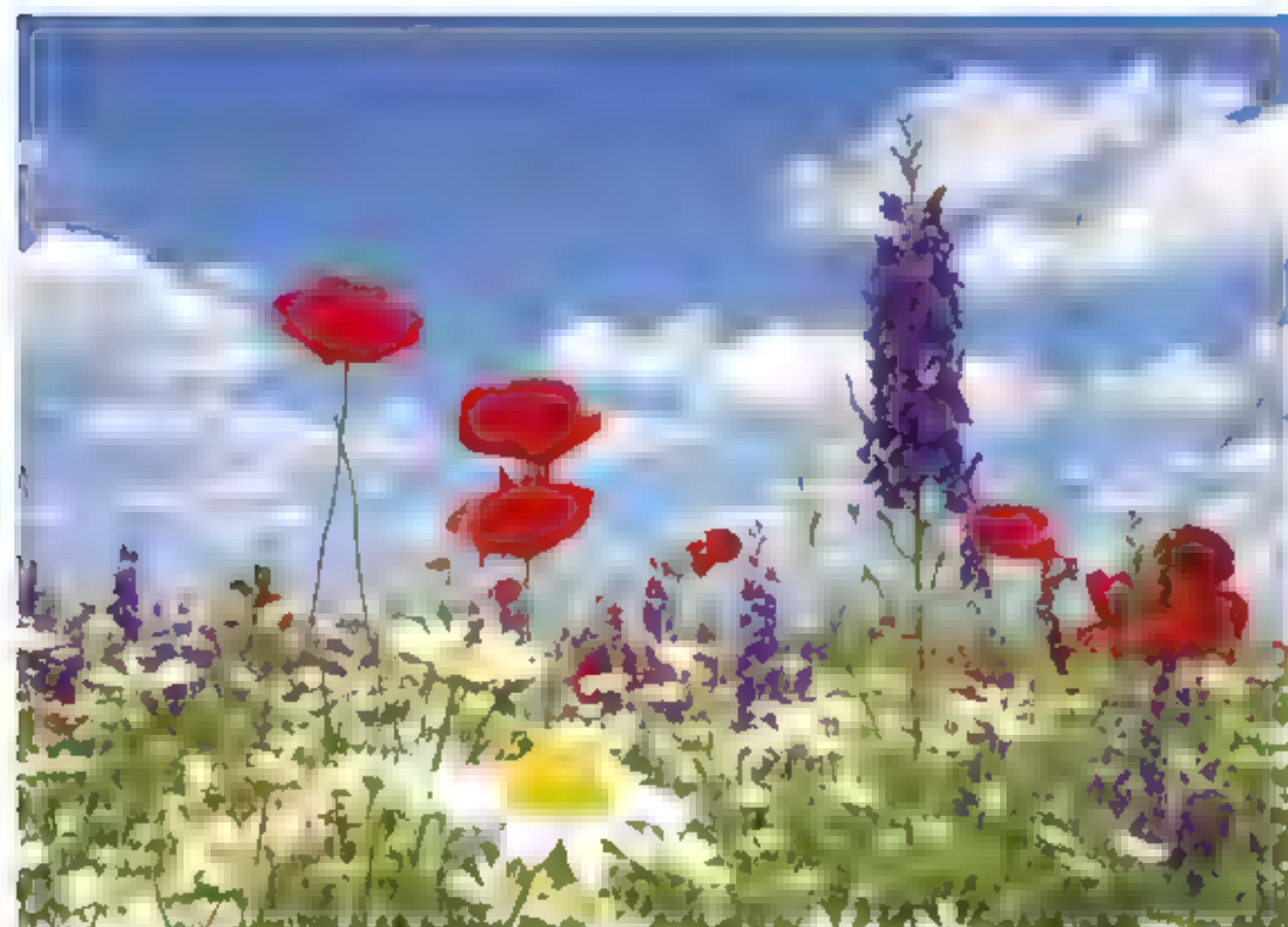


lychee

2

Een bloem bestuderen

▼ Afb. 69 Wilde bloemen.



In de basisstof heb je de bloem van een witte dovenetel bestudeerd. In deze verrijkingstof ga je een bloem naar keuze bestuderen. Je moet hiervan tekeningen maken.

In de klas staan enkele (delen van) planten met bloemen. Kies een van deze planten uit. Eventueel kun je ook zelf voor een bloeiende plant zorgen.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 111

3

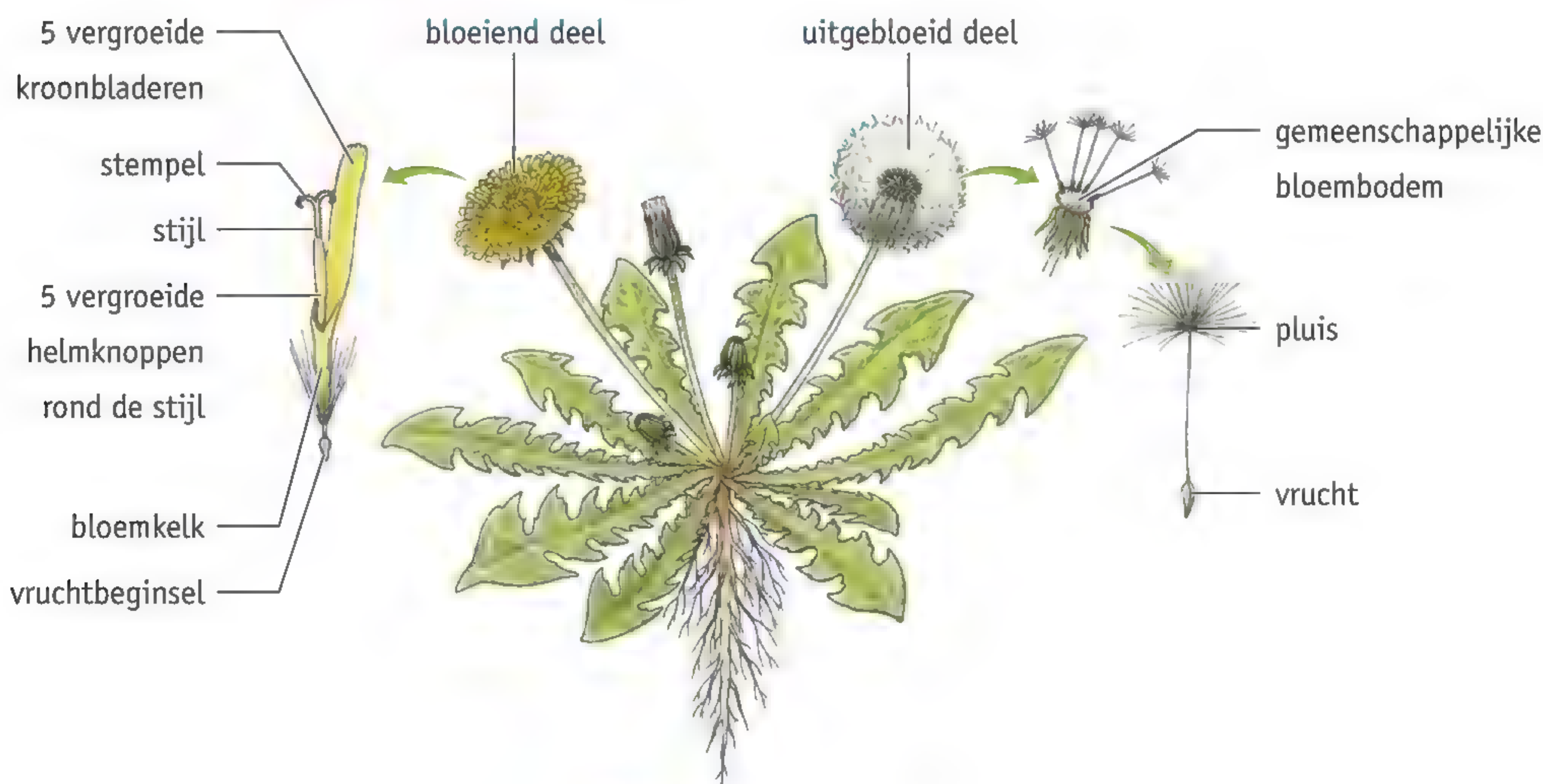
Samengesteldbloemigen

In deze verrijkingstof ga je een paardenbloem bestuderen. De meeste mensen denken dat het gele gedeelte van een paardenbloem één bloem is. Dat is niet zo. In deze verrijkingstof leer je dat een paardenbloem in werkelijkheid bestaat uit een groot aantal bloempjes. Je moet tekeningen maken en vragen beantwoorden.

De paardenbloem hoort tot een grote groep planten die we samengesteldbloemigen (composieten) noemen. Wat op het eerste gezicht één bloem lijkt, is in werkelijkheid samengesteld uit een groot aantal kleine bloempjes. Eén zo'n bloempje van een paardenbloem heet een lintbloem. Iedere lintbloem bestaat uit een aantal vergroeide kroonbladeren, een stamper en meeldraden die met stijl van de stamper vergroeid zijn (zie afbeelding 70). De bloemen zitten vast op een gemeenschappelijke bloembodem.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 113

► Afb. 70



- A**
- aambeeld63
 - aangeleerd.....74
 - aanhechtingsplaats.....19
 - adequate prikkel.....54
 - alcohol74
 - antagonisten.....20
 - armspieren52
- B**
- beenderen8
 - bekken10
 - bescherming.....11
 - bestuiving.....109
 - bevruchte eikel.....113
 - bevruchting.....113
 - beweging11
 - bewegingen, bewuste.....84
 - bewegingen, gewilde.....84
 - bewegingscentra.....84
 - bewegingszenuwcellen.....70
 - bewuste bewegingen.....84
 - bewuste gewaarwording.....84
 - bewuste reacties.....85
 - biceps.....20
 - blesure.....25
 - blinde vlek.....66
 - bloedsuikerspiegel.....80
 - bloedvaten.....57
 - bloembodem.....118
 - bloemkelk.....106, 108
 - bloemkroon106, 108
 - bollen124
 - bolschijf.....124
 - borstkas.....10
 - botbreuken26
 - botweefsel.....14
 - buis van Eustachius.....64
- C**
- cellichaam69
 - centrale groeve84
 - centrale zenuwstelsel.....55
 - cooling-down30
 - coördinatie84
- D**
- decibel61
 - diabetes80
 - diepte zien.....102
 - drempelwaarde54
 - drugs.....74
 - drukzintuigen.....53
 - dubbele S-vorm.....22
 - dwarsgestreept spierweefsel47
- E**
- eelt.....57
 - eenhuizig.....128
 - eenslachtig.....128
 - eikel108
 - eilandjes van Langerhans80
 - eindknop.....124
 - erfelijke factoren.....74
 - evenwichtszintuigen.....53
- F**
- fontanellen15
- G**
- gedrag72
 - gedragketen72
 - gehoorbeentjes.....63
 - gehoorgang.....63
 - gehoorzenuw64
 - gehoorzintuig.....53, 60, 63
 - gele vlek66
 - geleiachtige kern.....32
 - geraamte8
 - geslachtelijke voortplanting.....123
 - gestroomlijnd.....12
 - gevoelscentra.....84
 - gevoelszenuwcellen69
 - gewelfd.....46
 - gewenning54
 - gewilde bewegingen.....84
 - gewricht.....17
 - gewrichtskapsel.....17
 - gewrichtskogel.....17
 - gewrichtskom.....17
 - gewrichtssmeer.....17
 - gezichtsbedrog100
 - gezichtszintuigen.....65
 - glad spierweefsel.....48
 - glasachtig lichaam66
 - glucagon.....80
 - glucose.....80
 - glucosegehalte.....80
 - glycogeen80
 - groeipunt.....126
 - grote hersenen.....83

- H**
- haarspiertjes.....57
 - haarzakje.....57
 - hamer.....63
 - handelingen.....72
 - harde oogvlies.....65, 66
 - haren.....57
 - helmdraad.....108
 - helmhokjes.....108
 - helmknop.....108
 - hernia.....32
 - hersencentra.....83
 - hersenen.....52, 55, 82
 - hersenen, grote.....83
 - hersenen, kleine.....84
 - hersenstam.....82
 - hoefgangers.....12
 - honing.....108
 - hoornlaag.....56
 - hoornvlies.....65, 66
 - hormonen.....79
 - hormoonklieren.....79
- I**
- impulsen.....53
 - insectenbloemen.....110
 - insuline.....80
 - inwendige prikkel.....73
 - iris.....65, 66
- K**
- kalkzouten.....14
 - kapselbanden.....17
 - katje.....128
 - kelkbladeren.....108
 - kern.....108
 - kiem.....114
 - kiemlaag.....56
 - kleine hersenen.....84
 - kneuzing.....28
 - kniebanden.....27
 - knollen.....123
 - knoppen.....123, 124
 - kogelgewricht.....18
 - koudezintuigen.....53
 - kraakbeen.....15, 17
 - kraakbeenweefsel.....13
 - kringspieren.....67
 - kroonbladeren.....108
 - kruisbanden.....27
 - kruisbestuiving.....110
 - kruisen.....114
- L**
- ledematen.....10
 - lederhuid.....57
 - lens.....66
 - lichaamshouding.....23
 - lijmstof.....14
- M**
- mannelijke bloemen.....128
 - medicijnen.....74
 - meeldraden.....106, 108
 - meniscus.....27
 - merg.....82
 - motivatie.....54, 73
 - muisarm.....29
- N**
- naden.....17
 - nectar.....108
 - netvlies.....66
 - neusslijmvlies.....58
- O**
- onderhuidse bindweefsel.....57
 - ongeslachtelijke voortplanting.....123
 - ontwrichting.....28
 - oogleden.....65
 - oogspieren.....66
 - oogzenuw.....66
 - oorschelp.....63
 - oorsmeerkiertjes.....63
 - opperhuid.....56
 - overlevingskans.....74
- P**
- pees.....19, 47
 - peulvrucht.....116
 - pijn.....55
 - pijnpunten.....55, 57
 - pijpbeenderen.....13
 - platte beenderen.....13
 - prikkel.....53, 73
 - prikkel, adequate.....54
 - prikkel, inwendige.....73
 - prikkel, uitwendige.....73
 - pupil.....65, 66
 - pupilreflex.....67

- R**
- reactie, vaste, snelle, onbewuste 86
 - reacties, bewuste 85
 - rechttop staan 11
 - reflex 85, 86
 - reflexboog 87
 - regenboogvlies 65, 66
 - rekoefeningen 30
 - respons 73
 - reukharen 58
 - reukzintuig 58
 - rokken 124
 - rolgewricht 18
 - RSI 29
 - ruggenmerg 55
 - rughernia 32
- S**
- schakelcellen 70
 - scharniergewricht 18
 - schedel 9
 - schors 82
 - schoudergordel 10
 - skeletspieren 20
 - slakkenhuis 63
 - smaakknopjes 59
 - smaakzintuigen 59
 - spierbundels 47
 - spierpijn 26
 - spierschede 47
 - spierscheuring 26
 - spierstelsel 19
 - spiervezels 47
 - spierweefsel, dwarsgestreept 47
 - spierweefsel, glad 48
 - spit 33
 - stamper 106, 108
 - stekken 126
 - stempel 108
 - stijgbeugel 63
 - stijl 108
 - straalsgewijs lopende spieren 67
 - stuifmeel 108
 - stuifmeelbuis 113
 - stuifmeelkorrels 108
- T**
- talg 57
 - talgklieren 57
 - tastknopjes 53
 - tastzintuigen 53
 - teengangers 12
 - tenniselleboog 29
 - terugtrekreflex 86
 - topgangers 12
 - traanbuizen 65
 - traanklieren 65
 - traanvocht 65
 - triceps 20
 - trommelholte 63
 - trommelvlies 63
 - tussencelstof 13
 - tussenwervelschijven 22
 - tweehuizige soorten 128
 - tweeslachtig 128
- U**
- uitlopers 69, 125
 - uitwendige prikkels 73
- V**
- vaatvlies 66
 - vaste, snelle, onbewuste reactie 86
 - venster 63
 - verdovende werking 75
 - vergroeid 17, 108
 - vermeerderen 126
 - verzwikking 28
 - vlies 63
 - voetbalknie 27
 - volume 61
 - voortplanting, geslachtelijke 123
 - voortplanting, ongeslachtelijke 123
 - vorm 11
 - vrouwelijke bloemen 128
 - vrucht 116
 - vruchtbeginsel 108
- W**
- warming-up 30
 - warmtezintuigen 53
 - weefselkweek 126
 - wenkbrauwen 65
 - wervelkolom 9
 - wimpers 65
 - windbloemen 110
 - wortelstokken 125
- Z**
- zaad 114
 - zaadbeginsels 108
 - zelfbestuiving 110

zenuwcellen 69
zenuwen 52, 53, 55, 57, 70
zenuwstelsel, centrale 55
zetten 26
zintuigcellen 53, 64

zintuigen.....52
zintuigenstelsel.....53
zithouding23
zoolgangers12
zweetklieren57

AUTEURS

Arteunis Bos
Onno Kalverda
Gerard Smits
Ben Waas

EINDREDACTIE

Arteunis Bos
Onno Kalverda

REDACTIE

Ivonne Hermens, Grada Hooijer

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

ANP Foto, Rijswijk: thema 5: 35, 71 (inzet); thema 7: 53; Associated Press / Reporters, Haarlem: thema 5: 23.2; Teun Berserik, Den Haag: thema 5: 29; thema 6: 1, 3, 20, 31, 36, 50, 71, 73, 81; Buiten-Beeld, Nijkerk: thema 7: 34.1, 62; Erik Eshuis Infographics, Groningen: thema 5: 2, 18.1, 18.2, 34, 38.1, 40; thema 6: 14.2, 38, 39, 40.2, 54, 68, 69, 78, 79, 80; thema 7: 11, 42, 55; Fotografie Marijn Olislagers, 's-Hertogenbosch: thema 5: 13 r, 14 r; Fotostudio Schuurmans, Elshout: thema 5: 13 l, 14 l, 17, 47; Fresh Images / Reporters, Haarlem: thema 5: 27, 49.2; thema 6: 49.1; Getty Images: thema 5: 43, 49.1; thema 7: 34.2; Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 6: 49.2; Maja d'Hollosy / www.skulpting.nl: thema 5: 6.1, 6.2; Imageselect, Wassenaar: thema 5: 10; thema 6: 8, 19.2, 40.3, 43.2, 61; thema 7: 6, 27 b, 28.1, 29.1, 31.1, 35.1, 35.2; Inside-Out Animals, Zieuwent: thema 5: 1, 2, 16; iStockphoto: thema 7: 32.1; Akiyoshi Kitaoka 2004 / KANZEN: thema 6: 76; Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: thema 5: 71; thema 6: 48; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: thema 5: 19.1, 19.2, 19.3; thema 6: 37.1, 37.2, 37.3, 37.4, 75; thema 7: 7, 25, 26; NASA: thema 5: 23.1; Nationale Beeldbank, Amsterdam: thema 5: 5; thema 7: 1; Bas Teunis, Eindhoven: thema 6: 32, 67;

ONTWERP

Uitgeverij Malmberg

OPMAAK

Redactie bureau Ron Heijer, Markelo

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

thema 7: 8.3, 32.2, 33.2, 60.4, 70; Shutterstock: thema 5: 4, 7, 11, 31.1, 31.3, 31.4, 36, 44 lb, lo, r, 45, 46, 52, 57, 61, 62, 67, 72.1, 72.2; thema 6: 11, 14, 18, 19.1, 25.1, 25.2, 25.3, 33.1, 33.2, 34, 35, 40 b, 40.1, 55, 58, 63, 66; thema 7: 5, 8.1, 8.2, 10, 12, 14, 19.1, 19.2, 24.1, 24.2, 27.1, 27.2, 27.3, 27.4, 30.1, 30.2, 33.1, 36, 46.1, 46.2, 46.3, 47, 54, 59.1, 59.2, 64, 68 (12x), 69; Voermans Van Bree Fotografie, Arnhem: thema 5: 9, 38.2, 56, 59, 60

BEELDEN OMSLAG EN THEMA OPENINGEN

omslag: stompneusaapjes, Hollandse Hoogte
thema 5: Epke Zonderland, Hollandse Hoogte
thema 6: Jongen kijkt in etalage, Getty Images
thema 7: Paardenbloempluis, Getty Images

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.

ISBN 978 90 345 8255 3

Zevende editie, achtste oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van

23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg 's-Hertogenbosch

AUTEURS

Arteunis Bos
Onno Kalverda
Gerard Smits
Ben Waas

ISBN 978 90 345 8255 3



9 789034 582553

551089

MALMBERG