

HOOFDSTUK 4: BEWEGEN

SYMBIOSE



Werk je graag digitaal?
Start dan online!

4.1	Signalen via cellen	8
4.2	Ruiken en proeven	14
4.3	Horen en evenwicht	20
4.4	Kijken doe je met je ogen	26
4.5	Zintuigen in de huid	35
4.6	Het zenuwstelsel	40
4.7	Reflexen	48
	Begrippen	54

4



Horen, zien, ruiken, proeven, voelen: alle organismen nemen waar

Van eencellige tot zoogdier, van insect tot plant en zelfs schimmels: elk organisme neemt op de een of andere manier iets waar van z'n omgeving. Waarnemen is belangrijk om jezelf te beschermen tegen gevaar en om goed gebruik te kunnen maken van de omgeving. Zo zien we zonnebloemen naar het licht groeien en overdag met de zon meedraaien. Eencelligen zoeken naar voedsel of reageren op licht waardoor ze in een bepaalde richting bewegen en van vorm veranderen. Honden, katten, paarden en vogels hebben zintuigen zoals wij waarmee ze kunnen horen, voelen, ruiken en zien. Een slang is erg gevoelig voor de temperatuur en voor trillingen maar moet het wel zonder echte oren doen. En sommige planten en dieren hebben zulke bijzondere manieren van waarnemen dat je wel kunt spreken van superzintuigen.

In dit hoofdstuk staan we stil bij de zintuigen waarmee organismen allerlei signalen uit hun omgeving oppikken. Welke organen zijn ervoor nodig en wat gebeurt er met die signalen? Om prikkels en signalen van buitenaf te kunnen verwerken zijn zintuigcellen en het zenuwstelsel erg belangrijk. Maar je lichaam zelf moet van binnen ook van alles organiseren om in leven te blijven. Dat doet het door signalen te sturen naar bepaalde organen via het zenuwstelsel en het hormoonstelsel. Zo zorgt elke waarneming of prikkel voor een reactie.

1	Een Duitse herder heeft 220 miljoen reukcellen in z'n neus. Een mens maar vijf miljoen.
2	De ééncellige Euglena is een organisme dat op licht reageert.
3	De zonnebloem heet in het Frans tournesol omdat de knoppen (niet de bloemen) met de zon meedraaien.
4	Uilen zien bij weinig licht 4 x zoveel als mensen.
5	Katten horen erg goed en kunnen hun oren onafhankelijk van elkaar op de geluidsbron richten.
6	Slangen ademen door neusgaten maar ruiken met hun tong.

WAARNEMEN

1

2

3

4

5

6

4.1

Signalen via cellen

Belangrijk: de leerdoelen van de paragraaf.



AAN HET EINDE VAN DEZE PARAGRAAF KUN JE:

- Uitleggen hoe we kunnen reageren op onze omgeving.
- Uitleggen wat prikkels en impulsen zijn en voorbeelden van beide noemen.
- Omschrijven hoe signalen in je lichaam doorgegeven worden.
- Uitleggen hoe stofjes een rol spelen bij het doorgeven van signalen.
- Uitleggen wat hormonen zijn en enkele voorbeelden noemen.

Actie - reactie

Je fietst naar school en je moet ineens remmen omdat een automobilist je geen voorrang geeft. Tijdens gym komt de bal ineens recht op je af en je houdt snel een hand voor je gezicht. Bij het tekenen van een plantencel roep je een klasgenoot en vraag je om een gum. Hij draait zich om, luistert en gooit een gum naar je toe. Dit zijn allemaal situaties waarbij je prikkels uit de omgeving waarneemt en er een reactie volgt.



Afbeelding 4.1 Onze zintuigen zorgen voor contact met de wereld om ons heen. Je ogen zijn daarbij erg belangrijk. Tot 80 procent van alle indrukken doen we op via ons gezichtsvermogen.

Waarnemen is belangrijk

De hele dag door neem je van alles waar. Je kunt waarschijnlijk heel veel situaties bedenken waarin waarnemen veel informatie geeft. **Waarnemen** is een kenmerk van leven. Een deel van de informatie die je waarneemt, neem je onbewust op. Je denkt er bijvoorbeeld niet steeds over na wat de temperatuur van de omgeving is, maar je merkt wel of het warm of koud is. Ook hoeft je niet na te denken over je ademhaling en je hartslag. Maar gevaar in het verkeer en vragen van klasgenoten en docenten, dat zijn voorbeelden van waarnemingen die je bewust doet en waar je vervolgens op reageert. Waarnemen doe je met je zintuigen.

- 1 Wat zijn de andere zes levenskenmerken?
- 2 Welke zintuigen ken je?
- 3 Wat kunnen we met ons lichaam allemaal waarnemen?
- 4 Wat kun je in je lichaam waarnemen?

Bekijk online nog eens alle zeven levenskenmerken.

Prikkels

Alles wat je kunt waarnemen met je zintuigen noemen we een **prikkel**. Kleuren, geluiden, texturen, warmte en kou, geuren en smaken uit onze omgeving zijn voorbeelden van prikkels die van buiten je lichaam komen. Daarnaast zijn er ook interne prikkels. Dat zijn prikkels die je lichaam waarneemt. Twee bekende voorbeelden daarvan zijn honger en dorst, maar er zijn er meer. Zintuigcellen in je maag nemen waar hoe vol je maag is. Zintuigcellen in de wand van een bloedvat nemen waar hoeveel glucose er in je bloed zit, wat de zuurgraad van het bloed is en ze meten ook de bloeddruk. Ook de hoeveelheid koolstofdioxide in je lichaam wordt waargenomen. En als deze toeneemt ontstaat er een prikkel waardoor je sneller gaat ademen en je hart sneller gaat kloppen, totdat het niveau weer normaal is.

Prikkels worden waargenomen door **zintuigen**. Dit zijn organen met specifieke **zintuigcellen**. Je lichaam heeft verschillende zintuigcellen voor verschillende prikkels. Het oog en het oor bevatten de zintuigcellen die reageren op licht en geluid. Die organen zorgen ervoor dat de prikkels bij de zintuigcellen aankomen waardoor de zintuigcellen de prikkel kunnen waarnemen. De huid is ons grootste orgaan. Ze kan wel 10 kilo wegen en bevat meerdere zintuigen. In onze huid zorgen meerdere typen zintuigcellen voor de waarneming van warmte, kou, tast en druk.

Het woord **zintuig** wordt gebruikt voor het orgaan, zoals *het oog* en *het oor*. Maar het wordt ook gebruikt voor het waarnemen zelf, dus voor *zien* en *horen*. Soms is een zintuig een heel orgaan, zoals bij het oog, en soms is een zintuig onderdeel van een orgaan, zoals bij de huid. Je spreekt dan over specifieke zintuigcellen.

TAAL Online vind je nog meer taalsteun: extra uitleg en de betekenis van moeilijke woorden.

Zintuigcellen

In afbeelding 4.2 zie je twee zintuigcellen uit je oog. Zo'n zintuigcel heeft een speciale vorm, waardoor deze cellen in staat zijn om licht waar te nemen en een signaal te sturen naar de hersenen. Wanneer je iets waarneemt in je omgeving begint het altijd met een prikkel. Licht is de prikkel voor de zintuigcellen in je oog. En zo zijn reuk- en smaakstoffen de prikkels voor je tong en neus en zijn geluidsgolven de prikkels voor je oren. Prikkels kun je dus waarnemen door de zintuigcellen in de organen waarmee je kunt waarnemen: je zintuigen.

- 5 Welke organellen herken je in afbeelding 4.2?

Signalen doorgeven

Je lichaam kan pas op een waarneming reageren als deze in de hersenen verwerkt is. Zintuigcellen zijn daarom aangesloten op zenuwcellen. Het stelsel van alle zenuwcellen in je lichaam is het netwerk dat ervoor zorgt dat de boodschap (de prikkel) in je hersenen aankomt. Als het signaal daar verwerkt is, wordt er via de zenuwen een reactie teruggestuurd. In het voorbeeld van de bal die op je afkomt, is de reactie een opdracht aan je spieren om je hand ervoor te houden.

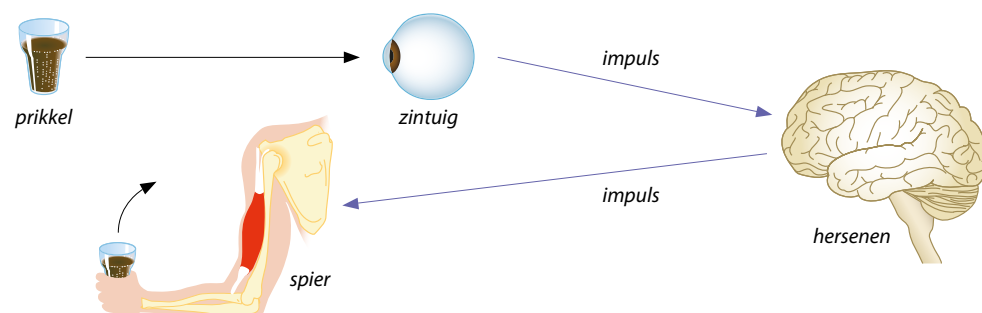


Afbeelding 4.2 Twee zintuigcellen uit het oog van een mens.

Prikkel en impuls

Bij het waarnemen zijn de prikkels de boodschap. De zintuigcellen zetten een ontvangen prikkel om in een elektrisch signaal en geeft dat door aan de zenuwcellen. Het signaal dat door de zenuwcellen gaat, bijvoorbeeld van je vingertopje naar je hersenen, noemen we een **impuls**. Impulsen gaan dus via zenuwcellen van je zintuigen naar je hersenen toe. En vanuit je hersenen gaan er weer impulsen via zenuwcellen naar je spieren en klieren in reactie op de prikkel. Wanneer je een spier gebruikt, zoals tijdens het bewegen van je hand, gaat er een impuls van je hersenen naar de spieren van je handen.

Een **klier** is een orgaan dat bepaalde stoffen produceert en afgeeft. Op die manier is er ook in je lichaam communicatie tussen organen als reactie op een prikkel. Zo kan het bijvoorbeeld zijn dat het water je in de mond loopt (geactiveerde speekselklieren) als je iets lekkers ruikt. Zenuwcellen zijn dus de geleiders van de boodschap. Deze keten van signalen zorgt ervoor dat je kunt reageren op iets wat je ziet, hoort, ruikt of voelt zoals in afbeelding 4.3 bij het zien van een glas water.



Afbeelding 4.3 Hoe een prikkel (het zien van een glas frisdrank) via impulsen naar en van de hersenen leidt tot een handeling (het oppakken van het glas).

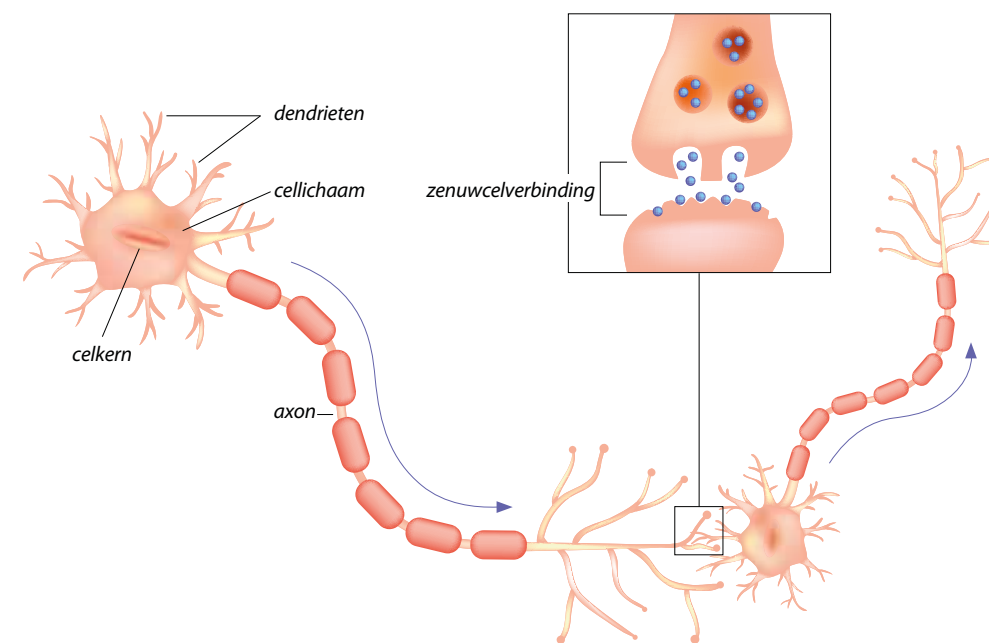
6 Noem twee voorbeelden van een klier. ↻

Impulsen en stoffjes

De impuls van de zintuigcel wordt van zenuwcel tot zenuwcel doorgegeven om uiteindelijk de hersenen te bereiken. Het doorgeven van de impuls van de ene zenuwcel naar de volgende, verloopt via stoffjes. De uiteinden van zenuwcellen geven die stoffjes af en het begin van de volgende zenuwcel neemt ze weer op. Zo'n verbinding waarbij stoffjes worden afgegeven en opgenomen, vind je tussen alle zenuwcellen. Tussen de twee zenuwcellen bevindt zich een smalle ruimte (zie afbeelding 4.4). De stoffjes die de eerste zenuwcel afgeeft, binden zich aan de buitenkant van de volgende zenuwcel. Daar wordt weer een impuls gevormd die op zijn beurt weer doorgegeven wordt aan de volgende zenuwcel. Dit gaat zo door tot het signaal in de hersenen aankomt. De hersenen zijn de ontvanger en verwerker van de boodschap. Hersenen bestaan uit miljarden zenuwcellen en bevatten dus ook enorm veel van deze zenuwcelverbindingen.

Reageren

Nadat je iets waargenomen hebt, kun je kiezen om te reageren. In je hersenen worden impulsen gemaakt en deze gaan via zenuwcellen (en ook weer via de stoffjes tussen de zenuwcellen) naar een spier of een klier. Net zoals de ene zenuwcel de volgende een impuls laat doorgeven via stoffjes, zetten de stoffjes van de laatste zenuwcel ook de spier of klier aan tot een reactie. Zo spannt een spier zich aan en kan een klier een stof afgeven.



Afbeelding 4.4 Signaaloverdracht van zenuwcel naar zenuwcel.

Beschermen

Impulsen gaan razendsnel, tot wel 120 meter per seconde. Zo kun je heel snel reageren en dat is vaak ook erg belangrijk. Het nut van waarnemen, en daarmee dus het nut van onze zintuigen, is dat je kunt reageren op de omgeving. Je beschermt je lichaam zo tegen gevaar. In het verkeer moet je goed kunnen reageren en ook in de keuken of tijdens het sporten moet je jezelf af en toe beschermen. Je zenuwcellen zijn erg nuttig bij het doorsturen van signalen van de zintuigen naar je hersenen en van je hersenen naar je spieren en je klieren. Hoe sneller de boodschap aankomt, des te sneller je kunt reageren op de oorspronkelijke prikkel.

Nog meer signalen: het hormoonstelsel

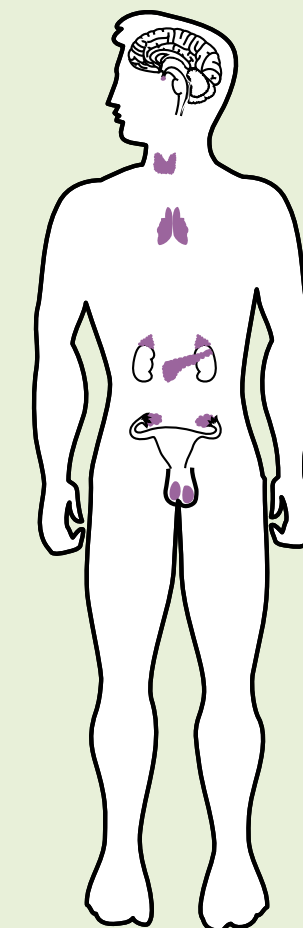
Het netwerk van alle zenuwcellen in je lichaam noemen we het zenuwstelsel. Naast het zenuwstelsel is er in je lichaam nog een orgaanstelsel dat zorgt voor het doorgeven van signalen: het hormoonstelsel.

7 Noem de andere negen orgaanstelsels. ↻

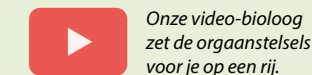
We weten nu dat het zenuwstelsel gebruikmaakt van signalen die we impulsen noemen die door zenuwcellen worden doorgegeven. Ons hormoonstelsel doet dit anders, dit stelsel geeft signalen door via stoffjes in het bloed. Deze stoffjes noemen we **hormonen**. Deze signaalstoffen, de hormonen, komen via de bloedsomloop op de juiste plek in het lichaam. Je snapt waarschijnlijk wel dat dit langer duurt dan een signaal via het zenuwstelsel. Dat het hormoonstelsel met tragere signalen werkt, heeft ook een voordeel: dit signaal kan langer in je bloed blijven en daardoor langer zijn werk doen.

8 Welke hormonen ken je al? ↻

9 Welke hormoonklieren uit afbeelding 4.5 kun je benoemen? ↻



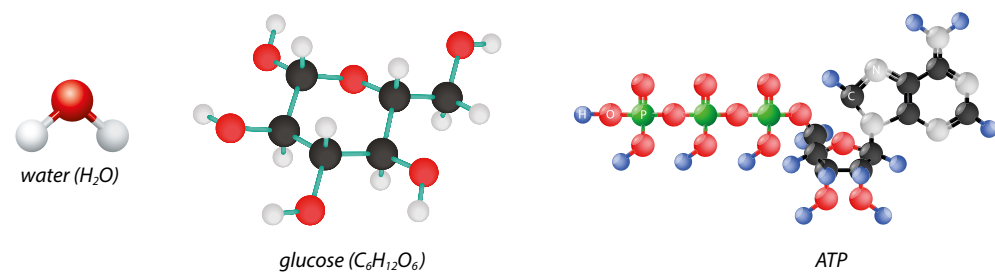
Afbeelding 4.5 Het hormoonstelsel in het menselijk lichaam.



Onze video-bioloog zet de orgaanstelsels voor je op een rij.

Hormonen zijn moleculen

Hormonen zijn niets anders dan moleculen die worden gemaakt in de hormoonklieren. Deze moleculen hebben een bepaalde vorm die belangrijk is voor wat ze moeten doen. Denk hierbij aan een sleutel. Een sleutel werkt alleen als hij goed in het slot past. Zo kan een molecuul in je lichaam alleen een signaal naar een andere cel overbrengen als ze past, als ze zich kan binden aan de moleculen van die cel. Thuis heb je ook de goede sleutel nodig om de voordeur open te doen. Sommige hormonen passen op cellen van de lever, andere hormonen op cellen van de alvleesklier. Sommige hormonen passen alleen op één of enkele typen cellen, andere hormonen passen op heel veel verschillende cellen. Dit heeft te maken met de moleculen die in het celmembraan van de doelcellen zitten. Dat zijn eigenlijk de 'sloten' voor de sleutels.

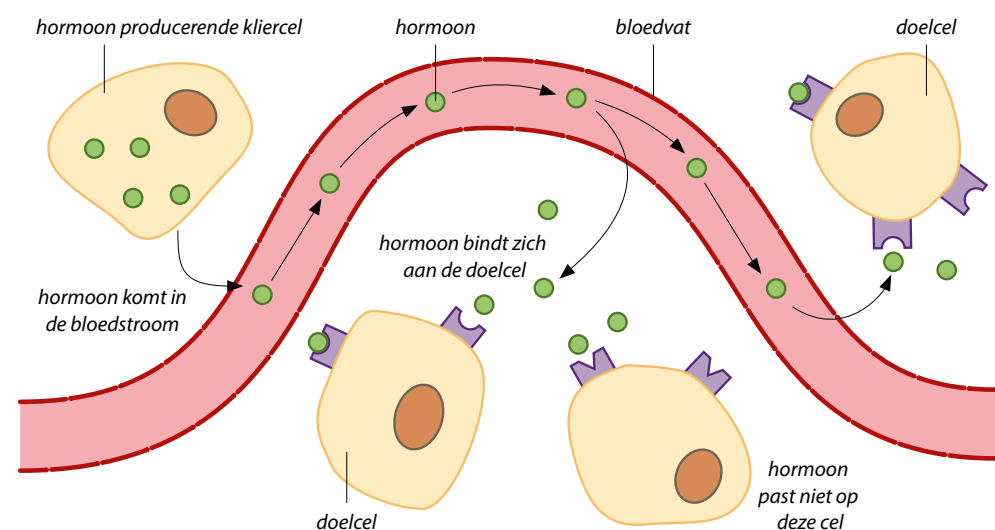


Afbeelding 4.6 Drie voorbeelden van molecuulverbindingen: water (H₂O), glucose en ATP.

10 Wat weet je nog van het celmembraan?

Hormonen zetten processen aan en uit

De hormoonproducerende cellen geven de hormonen af aan het bloed en daarmee komen ze overal in het lichaam. De hormonen kunnen zich alleen aan de cellen met het juiste molecuul binden. Wanneer de hormonen binden, vindt er in de cel een reactie plaats. Er zijn veel verschillende hormonen en ze spelen een belangrijke rol bij de groei, bij het reguleren van je lichaam en bij de voortplanting.



Afbeelding 4.7 Hormonen worden verspreid via het bloed en bereiken zo de cellen waarvoor ze bedoeld zijn. Die doelcellen reageren daarna op het hormoon.

Bekijk de cliphanger over het verschil tussen moleculen en atomen.



Bekijk de animatie over hormonen die als koeriers hun boodschappen bezorgen.

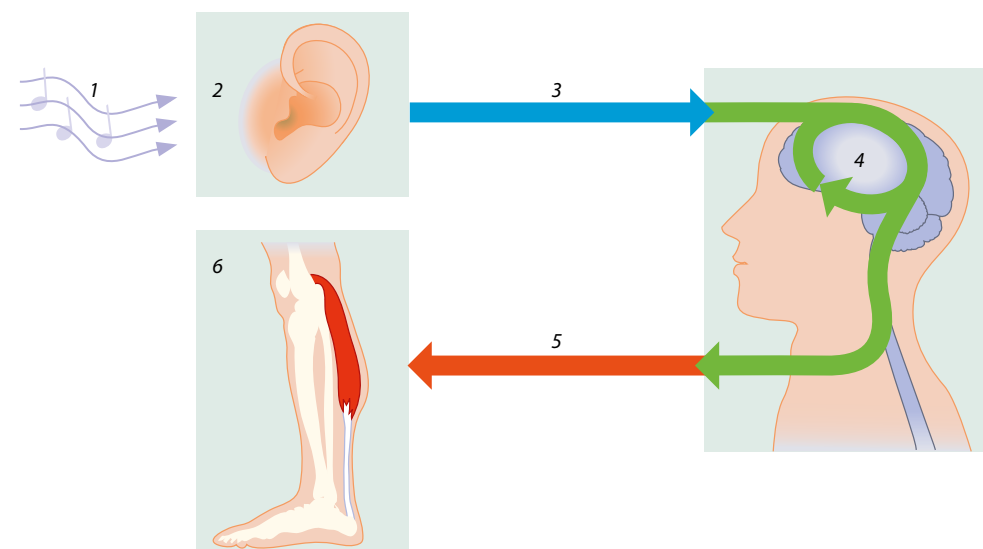


4.1 Verwerkingsopdrachten

- 11 Welke organellen heeft een cel nodig om te blijven leven? 2pt
- 12 Wat is de functie van het celmembraan en wat zijn de onderdelen? 2pt
- 13 Welke levenskenmerken vertoon jij? 2pt
- 14 Welke orgaanstelsels zijn er? 2pt
- 15 Het hormoonstelsel kan niet werken zonder een ander orgaanstelsel. Welk orgaanstelsel is dit? 1pt
- 16 Neem de volgende tabel over in je schrift en vul het in voor de vijf zintuigen. 3pt

Zintuig (orgaan)	Zintuig (functie)	Prikkel
Oog	Zien	
	Horen	

- 17 In de tekst wordt aangegeven dat de huid meerdere soorten zintuigcellen bevat. Welke prikkels kan je huid waarnemen? Noem er drie. 2pt
- 18 Koppel elk onderdeel uit de eerste rij aan één onderdeel in de tweede rij. 1pt
 - a ontvanger 1 prikkel
 - b geleider 2 hersenen
 - c boodschap 3 zenuwcel
- 19 Koppel elk onderdeel uit de eerste rij aan één onderdeel in de tweede rij. 1pt
 - a ontvanger 1 zenuwcellen
 - b boodschap 2 spier of klier
 - c geleider 3 gedachte of keuze
- 20 Geef de namen die horen bij de zes nummers in de volgende afbeelding. 2pt



Een tabel helpt je om informatie te ordenen en beter te onthouden.



Online staat een sjabloon voor je klaar waarin je de kern van deze paragraaf kunt vastleggen.

4.2 Ruiken en proeven

AAN HET EINDE VAN DEZE PARAGRAAF KUN JE:

- Aangeven welke onderdelen in de neus welke functie hebben.
- Uitleggen hoe ons reukorgaan is opgebouwd.
- Vertellen hoe geurstoffen vertaald worden in een signaal dat naar de hersenen gaat.
- Aangeven welke smaakreceptoren zich in de menselijke tong bevinden.
- Uitleggen hoe de tong smaakstoffen vertaalt in een signaal dat naar de hersenen gaat.

Ruiken met je tong?

Ken jij Freek Vonk? Je hebt de beroemde bioloog vast wel eens op tv gezien. Soms heeft hij zijn huisdier bij zich, de varaan Johan. Varanen hebben net als veel andere reptielen een bijzondere eigenschap. Ze kunnen ruiken met hun tong! Dit komt omdat ze niet alleen geurreceptoren in de neus hebben maar ook in de tong.



Afbeelding 4.8 Varanen ruiken met de geurreceptoren in hun tong.

Ringslangen in Nederland ruiken ook met hun tong.



De neus

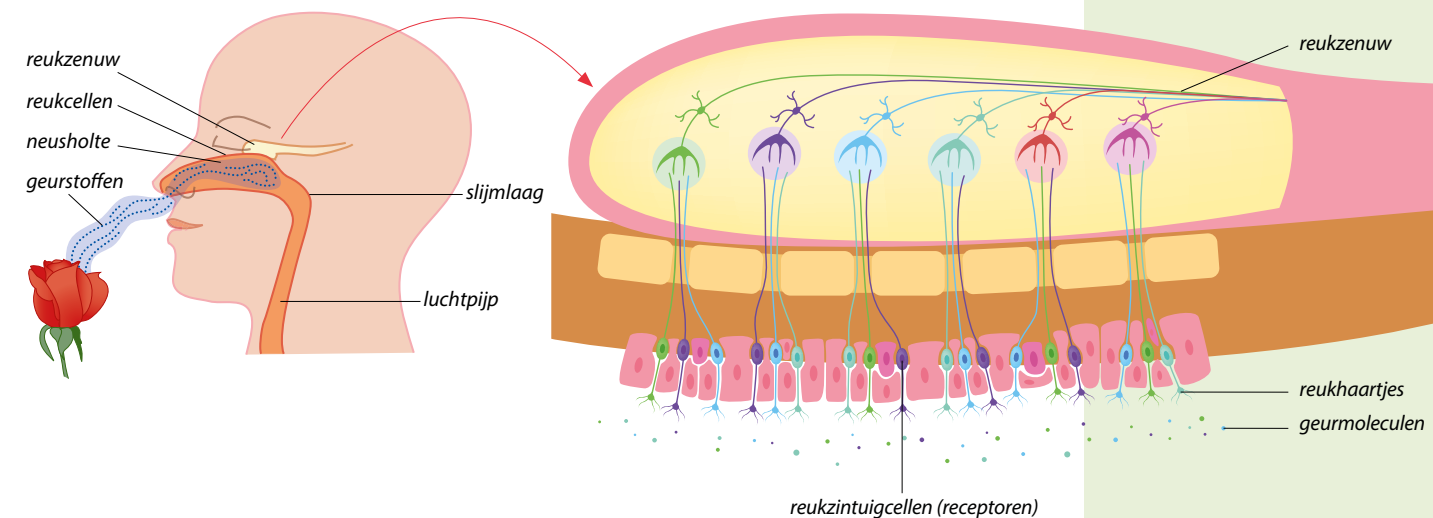
Stel je eens voor dat je een appeltaart aan het bakken bent. De taart staat in de oven en een heerlijke geur verspreidt zich door de keuken. Andere gezinsleden steken hun neus al om de hoek om te kijken of er al iets lekkers te eten is. De geur kan er zelfs voor zorgen dat we meer speeksel produceren en het 'water ons in de mond loopt'! Iedereen weet dat je ruikt met je neus. Maar hoe kan het dat je zoveel verschillende dingen kunt ruiken? En waarom vinden we bepaalde geuren lekker maar andere juist helemaal niet?

- 1 Wanneer je verkouden bent ruik je een stuk minder goed. Waarom is dat zo denk je?
- 2 Waarom is het nuttig dat we verbrand eten niet lekker vinden ruiken?

De neus en het reukorgaan

Achter je neusgaten begint de neusholte die bedekt is met neusslijmvlies. Bovenin de neusholte bevindt zich ons **reukorgaan**. Dit reukorgaan is bedekt met een slijmvlies met **reukzintuigcellen**. Deze zintuigcellen hebben uitlopers, een soort haren met daarop **geurreceptoren**. Een receptor is een soort ontvanger. De geurstoffen die vrijkomen bij het bakken van een appeltaart binden zich aan deze receptoren. Dit geeft een prikkel aan de reukzintuigcel zodat deze een signaal (een impuls) stuurt naar het reukcentrum in je hersenen. Als het signaal daar aankomt ruik je appeltaart!

Verschillende geurstoffen binden aan verschillende geurreceptoren. Ze moeten namelijk precies in elkaar passen om te kunnen binden. De meeste dingen die we ruiken bestaan uit verschillende geurstoffen die elk aan weer een andere receptor binden. Geurstoffen zijn moleculen. Wanneer je een pizza bakt komen er andere geurmoleculen vrij dan bij een appeltaart. In beide gevallen worden er verschillende reukzintuigcellen tegelijkertijd geprikkeld omdat er verschillende typen geurstoffen in je neus terecht komen. Al deze geurmoleculen binden aan verschillende receptoren op de verschillende zintuigcellen. We noemen dit een **geurpatroon**. Er wordt dan een specifiek signaal via de reukzenuw naar de hersenen geleid. Dit geurpatroon wordt door je hersenen herkend als pizza of appeltaart afhankelijk van de combinatie van reukzintuigcellen die zijn geprikkeld.



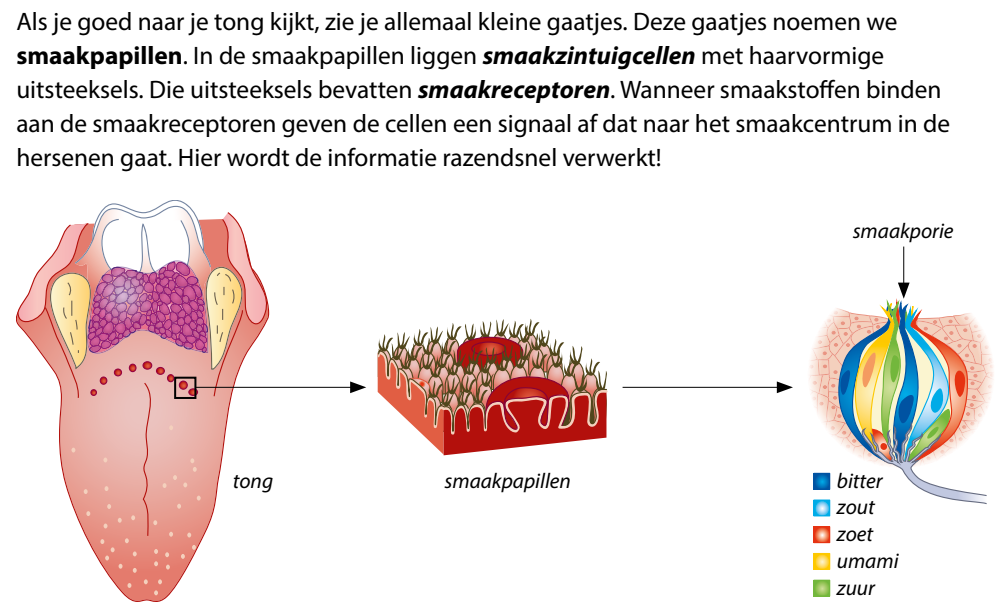
Afbeelding 4.9 Het reukorgaan zit bovenin de neusholte. Daarin bevinden zich de geurreceptoren en de reukzintuigcellen die de geurprikkel omzetten naar impulsen. Die impulsen gaan via de zenuwen naar de hersenen.

- 3 Niet iedereen vindt dezelfde smaken lekker. Maar bijna iedereen houdt van zoet!
Waarom denk je dat mensen een aangeboren voorkeur voor suikers hebben?

Proeven

Je heerlijk geurende appeltaart is klaar en je zet hem op tafel. Hij wordt meteen aangesneden en uiteraard neem je zelf ook een stuk! Bij de eerste hap proef je meteen dat hij heel goed gelukt is. Je proeft de smaak van het deeg, de appels en de slagroom die je op je taart hebt gespoten. Hoe proeven we al deze verschillende smaken?

Een schema helpt je de stof beter te begrijpen. Maak een schema waarin je stap voor stap weergeeft wat er gebeurt voordat je iets proeft. Gebruik pijlen in je schema.



Afbeelding 4.10 De verschillende smaakreceptoren op de smaakzintuigcellen (in de smaakpapillen op je tong) zorgen voor specifieke smaakpatronen die door je hersenen worden herkend als pizza, appeltaart, drop, pindakaas, etc.

Net zoals bij geur zijn de smaakreceptoren specifiek. Een bepaald type smaakstof kan maar aan één specifieke smaakreceptor binden. De receptor en de smaakstof moeten precies in elkaar passen. In een appeltaart zitten een heleboel verschillende smaakstoffen. Mensen hebben receptoren voor de smaken zoet, zout, zuur, bitter en umami (hartig). Omdat de combinatie van smaakstoffen in de appeltaart verschillende smaakzintuigcellen in verschillende mate prikkelt ontstaat er een specifiek **smaakpatroon**. Dit leidt tot de complete smaak van jouw appeltaart!

Vroeger dacht men dat je tong verdeeld was in stukken die maar voor één smaak gevoelig waren. Onderzoek heeft echter laten zien dat dit niet klopt. Een smaakpapil bestaat uit een groot aantal smaakzintuigcellen met elk een ander type receptor. De ene cel heeft receptoren voor 'zoet' en de andere voor bijvoorbeeld 'zout', maar alle verschillende smaken zijn over je hele tong te proeven.

4 Zijn receptoren en smaakstoffen moleculen, organellen of cellen?

Over smaak valt niet te twisten

'Ik proef niets', zeggen mensen soms als ze verkouden zijn. Wanneer je verkouden bent maakt het neusslijmvlies vaak meer slijm aan dan normaal. Dit slijm blokkeert de weg voor geurstoffen om het reukorgaan te bereiken. Je kunt dan minder goed ruiken. Als je minder goed ruikt dan proef je de smaak van je eten ook een stuk minder goed. Om een compleet beeld te vormen van wat je eet, combineert je brein de informatie die via de verschillende zintuigen binnenkomt. Smaakbeleving hangt af van hoe het eten er uitziet, maar ook van hoe het ruikt, smaakt en voelt. Rotte vis of bedorven melk ruikt niet bepaald lekker. Gelukkig zien we meestal snel genoeg dat het niet verstandig is om het naar binnen te werken. Mocht dat toch gebeuren dan zorgt de vieze smaak er hopelijk voor dat je het niet doorslikt. Onze zintuigen beschermen ons zo tegen het eten van dingen waar je ziek van zou kunnen worden.



Afbeelding 4.11 Je reukorgaan heeft al gauw in de gaten of eten bedorven is of niet.



Afbeelding 4.12 Speurhonden worden vaak ingezet bij de zoektocht naar vermiste personen bij rampen.

Superneus

Honden zijn ontzettend goede ruikers. Als ze uitgelaten worden dan willen ze graag overal aan ruiken. Wij mensen hebben ongeveer vijf miljoen geurreceptoren in ons reukzintuig. Sommige hondenrassen wel vijfhonderd miljoen! Logisch dus dat ze veel meer geurstoffen kunnen herkennen. Door hun superneuzen worden honden vaak gebruikt om drugs, explosieven, vermiste mensen en zelfs ziektes op te sporen. Politiehonden moeten intensief worden getraind. Naast goed ruiken moet de hond ook over bepaalde eigenschappen bezitten om geschikt te zijn voor deze opleiding. De opleiding begint al als de hond pas zes weken oud is.

4.2 Verwerkingsopdrachten

5 Vul de onderstaande tabel in door onderstaande woorden op de juiste plek te zetten: 1pt
smaakzintuigcellen, neus, tong, reukzintuigcellen

Zintuig	Bevat zintuigcellen van het type

6 Een hond ruikt een stuk vlees. Zet de onderstaande zinnen in de juiste volgorde. 1pt
 a - Reukzintuigcellen sturen een signaal naar de hersenen.
 b - De hersenen herkennen deze geur en je realiseert je wat je ruikt.
 c - Geurstoffen lossen op in het neusslijmvlies.
 d - Geurstoffen komen binnen in de neusholte.
 e - Geurstoffen binden aan receptoren op de reukzintuigcel.





Bekijk alvast de begrippen bij hoofdstuk 4. Door ze in de begrippentrainer regelmatig door te lopen, kun je ze straks makkelijker leren én onthouden.



Bekijk online hoe de begrippentrainer werkt.



- 7 Je eet een lepel tomatensoep. Onderstaande zinnen beschrijven wat er gebeurt. Zet de zinnen in de juiste volgorde. 1pt
- De smaakstoffen binden aan smaakreceptoren op de smaakzintuigcellen.
 - Je brein interpreteert de smaak en je proeft tomatensoep.
 - De smaakstoffen lossen op in je speeksel.
 - De smaakzintuigcellen sturen een signaal naar de hersenen.
- 8 Hieronder worden vijf beweringen gedaan over proeven door een mens. Welke beweringen zijn juist? 2pt
- Geurstoffen kunnen via de mond de neus bereiken en kunnen toch geroken worden ook al is de neus door watten geheel verstopt.
 - Iemand met een verfijnde smaak heeft meer typen zintuigen in de mond dan iemand die niet zo'n verfijnde smaak heeft.
 - Met de neus neem je meer verschillende typen geurstoffen waar dan smaakstoffen met de mond.
 - Een bittere stof kun je wel proeven maar niet ruiken.
 - Als je een pepermuntje op een drooggemaakte tong legt, neem je geen smaak waar.
- 9 Zo'n 60 à 70 procent van alle mensen die met het coronavirus besmet zijn geraakt hebben reuk- en smaakverlies. Hoe dat precies komt, is nog onduidelijk. Er loopt inmiddels een groot onderzoek naar de relatie tussen reukverlies en Covid-19. Het is nog onzeker of dit reukverlies tijdelijk of meer permanent van aard is. (Bron: AD, 2020)
- Bedenk wat de oorzaak zou kunnen zijn van het verlies van reuk na een besmetting met het coronavirus. 1pt
- 10 Wijnliefhebbers proeven wijnen op een speciale manier. Hieronder staat een beschrijving van dit ritueel.
- Tafelwalsen: Zet je glas op tafel en beweeg het drie à vier keer in een cirkel zodat de wijn ronddraait in het glas. Er komt hierdoor zuurstof bij de wijn.
 - Breng het glas snel naar de neus en ruik aan de wijn door flink wat lucht de neus in te snuiven.
 - Bedenk waar je deze geur mee associeert.
- Waarom denk je dat het belangrijk is de wijn in het glas rond te walsen voor je eraan ruikt? 1pt
 - Het is belangrijk om niet in te ademen wanneer je lucht de neus in snuift. Waarom is dit belangrijk? Gebruik de term 'reukzintuigcellen' in je antwoord. 1pt
 - Welk orgaan is belangrijk voor de laatste stap in het ritueel? 1pt
- 11 Adders kunnen met hun gespleten tong precies ruiken uit welke richting een geur komt en dat kan doordat ... 1pt
- de zintuigcellen op de tong heel dicht bij elkaar liggen.
 - ze voortdurend hun tong op en neer bewegen waardoor ze andere geuren makkelijk opmerken
 - ze het verschil in geursterkte van beide tongpunten met elkaar vergelijken.
 - ze steeds met hun tong proeven door hun kop te bewegen.

- 12 Josephine en Sara gaan naar de ijscowagen en bestellen allebei een aardbeienijsje. Sara denkt dat het ijs gemaakt is met verse aardbeien omdat het zo lekker smaakt. Josephine vindt dat er weinig smaak aan het ijsje zit. Wat zou de reden voor dit verschil in smaakbeleving kunnen zijn? Leg je antwoord uit. 2pt

13 De vijfde smaak, umami, is ontdekt door professor Kikunae Ikeda van de Tokyo Imperial University. Hij vroeg zich af waarom zijn zeewiersoep zo lekker was en isoleerde de smaakstof die hiervoor verantwoordelijk was: umami, ook wel bekend als glutamaat. Het is een essentieel molecuul dat alle levende organismen nodig hebben om te overleven. Het wordt gevonden in vlees, zeevruchten, tofu, tomaten en oude kaas.

Kip die niet gekruid is, smaakt niet zoet, zuur, zout of bitter. De belangrijkste smaak van kip ontstaat door de smaak 'umami'. Het Japanse woord umami betekent 'heerlijkheid' of 'hartig'.

Waarom denk je dat zoveel levende organismen zoals zoogdieren het talent om umami te kunnen proeven hebben ontwikkeld? 2pt

14 Appel, aardappel of ui?

Wat heb je nodig?

- Een appel, gesneden in stukjes en bewaard in de koelkast.
- Een aardappel, gesneden in stukjes en bewaard in de koelkast.
- Een ui, gesneden in stukjes en bewaard in de koelkast.
- Een blinddoek.

Wat moet je doen?

- Blinddoek je partner.
- Zeg je partner zijn/haar neus goed dicht te knijpen. Je mag niets meer kunnen ruiken!
- Voer je partner de stukjes appel, aardappel en ui en vraag hem/haar te raden wat hij/zij proeft.

- Je partner moet de neus dichtknijpen. Waarom denk je dat dit belangrijk is in deze proef? 1pt
- Was je partner in staat het verschil tussen de aardappel en de appel te proeven? 1pt
- Was je partner in staat de ui te proeven? Leg uit waarom wel of niet. 1pt
- De stukjes appel, aardappel en ui werden gekoeld voor het experiment. Leg uit waarom je denkt dat dit de resultaten heeft beïnvloed. 1pt

15 Ecologisch denken: Chemisch pesten

Uitlaatgassen zorgen voor een andere chemische samenstelling van de lucht. Dit is niet goed voor onze longen, maar het heeft ook effect op andere soorten. Bijen en andere insecten gebruiken de geurstoffen van bloemen om nectar te vinden. Vooral stikstofdioxide 'verbloemen' deze geurstoffen in de lucht.

Wat zou het gevolg voor ons mensen kunnen zijn wanneer bijen en insecten de bloemen die ze normaal gesproken bezoeken niet meer kunnen vinden?



Zelf experimenteren en onderzoeken.



Groen leven vraagt om groen denken over jezelf in je eigen leefomgeving.



Online staat een sjabloon voor je klaar waarmee je een samenvatting kunt maken.

4.3 Horen en evenwicht

AAN HET EINDE VAN DEZE PARAGRAAF KUN JE:

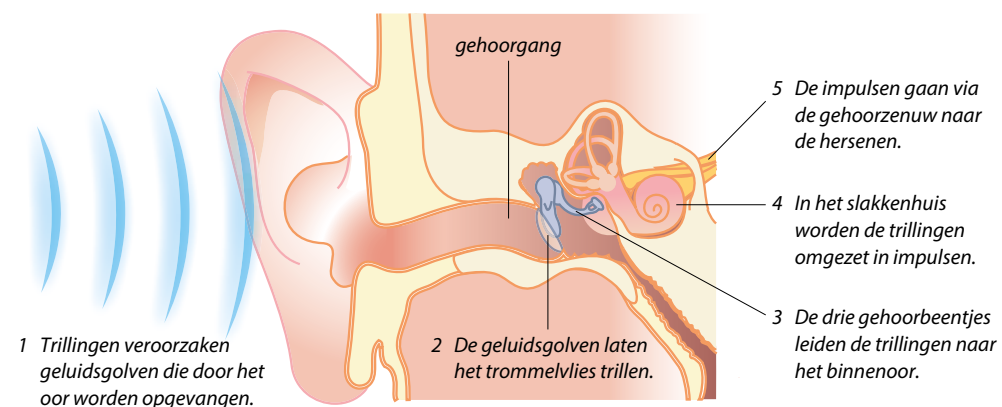
- Uitleggen wat geluid is.
- Beschrijven langs welke onderdelen van je oor het geluid gaat.
- Uitleggen wat het verband is tussen geluidsintensiteit en gehoorschade.
- Uitleggen hoe je evenwichtszintuig werkt.
- Beschrijven welke superzintuigen je kunt vinden in de oren van bepaalde dieren.

Hoor eens ...

Heb je wel eens geluisterd naar een opname van je eigen stem? Als je dat doet dan hoor je jezelf zoals anderen jou horen. Voor jou zal je stem op de opname vreemd en anders klinken. Als je jezelf hoort praten, reizen de geluidsgolven van je stem zowel door je hoofd als door de lucht om je oren te bereiken. Andere mensen (en microfoons) ontvangen het geluid van jouw stem alleen via de lucht. Dat maakt het geluid anders!

Geluid

Geluid ontstaat door trilling van de lucht. Een geluidsbron brengt luchtdeeltjes in beweging. Deze trillingen zorgen voor golfbewegingen van luchtdeeltjes. We noemen deze trillingen **geluidsgolven**. Dat kunnen lage, hoge of zachte en hele harde trillingen (geluiden) zijn. Precies dezelfde trillingen worden in je oor opgevangen en omgezet in impulsen en doorgegeven aan je hersenen. Dit is hoe je allerlei verschillende geluiden kunt horen.



Afbeelding 4.13 Trillingen komen in de vorm van geluidsgolven via de gehoorgang bij het trommelvlies.

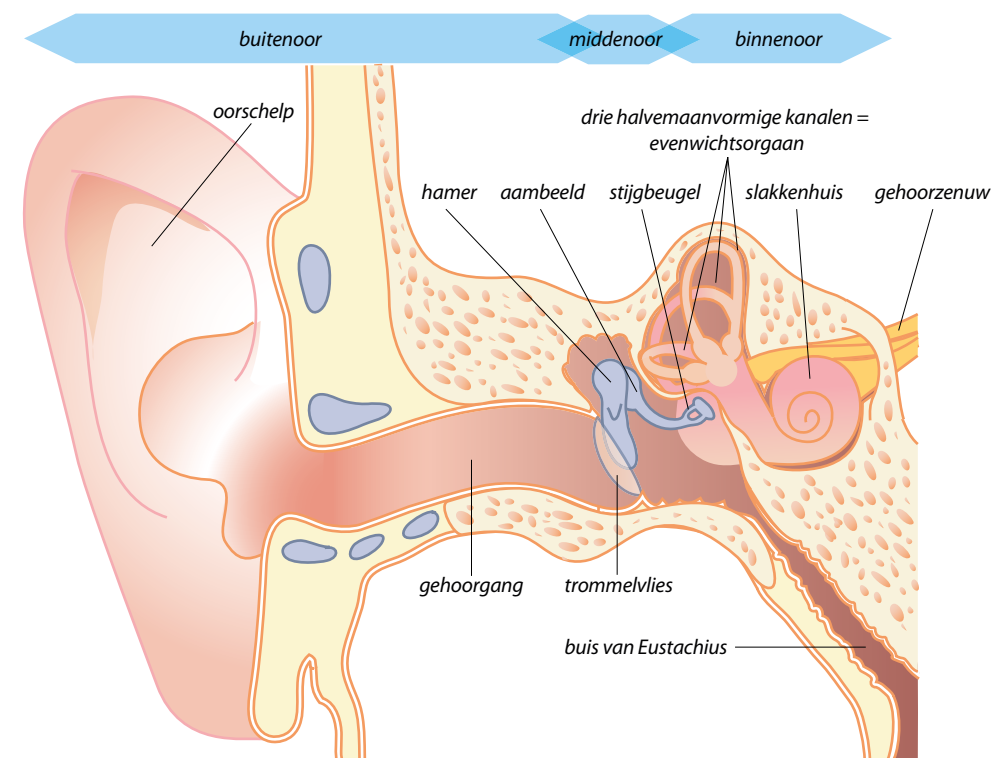
- 1 In science fiction films zie je soms spectaculaire scènes met ontploffende ruimteschepen. Je hoort dan allerlei geluidseffecten zoals fluitende lasers en ontploffingen. Leg uit waarom je deze geluiden in werkelijkheid helemaal niet kunt horen in de ruimte.

De **toonhoogte** van een geluid wordt aangegeven in Herz (Hz). Menselijke oren kunnen maar een beperkt bereik aan toonhoogtes waarnemen: van een hele lage toon van ongeveer 20 Hz (zoals een zoemende bij) tot een hele hoge toon van ongeveer 20.000 Hz (zoals een zeer hoge fluit). In het dierenrijk komen we grote verschillen tegen. Olifanten kunnen bijvoorbeeld hele lage tonen horen: vanaf ongeveer 14 Hz. Dat is voor het menselijk oor niet te horen. Vleermuisoren daarentegen zijn vooral gevoelig voor hoge tonen: van 7000 Hz tot wel 200.000 Hz. Zie afbeelding 4.20 voor de verschillen tussen mens en dier.

- 2 Geluid wordt in het dierenrijk voor eenzelfde doel gebruikt als bij mensen, namelijk voor communicatie onderling. Dieren kunnen geluid echter ook voor andere doelen inzetten. Bedenk nog twee manieren waarop geluid door dieren kan worden ingezet.

Geluid waarnemen

Je kunt het oor verdelen in drie delen: het **buitenoor**, het **middenoor** en het **binnenoor**.

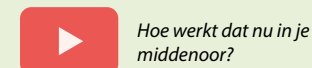


Afbeelding 4.14 Het buitenoor, het middenoor en het binnenoor met de namen van alle onderdelen.

Geluidsgolven komen bij je **oorschelp** aan. Ze verplaatsen zich door je **gehoorgang** naar binnen en laten dan je **trommelvlies** trillen. Deze trillingen worden vervolgens door je middenoor geleid via drie **gehoorbeentjes**: de **hamer**, het **aambeeld** en de **stijgbeugel**. Zo bereiken de trillingen je binnenoor. In het binnenoor worden de trillingen overgebracht naar een vloeistof in het **slakkenhuis**. In deze vloeistof bevinden zich zintuigcellen met kleine trilhaartjes die de trillingen opvangen en omzetten in impulsen. De impulsen worden langs de **gehoorzenuw** naar je hersenen gestuurd, waardoor je je bewust wordt van het geluid (zie afbeelding 4.14).

- 3 Kijk in afbeelding 4.14 goed naar de drie gehoorbeentjes. Waarom hebben ze zulke bijzondere namen?

Herhalen is de kracht van leren en voorkomt vergeten. De prikkel die het oor waarneemt is een geluidsgolf. Welke prikkels nemen de andere zintuigen waar? Noteer ze in een schema.

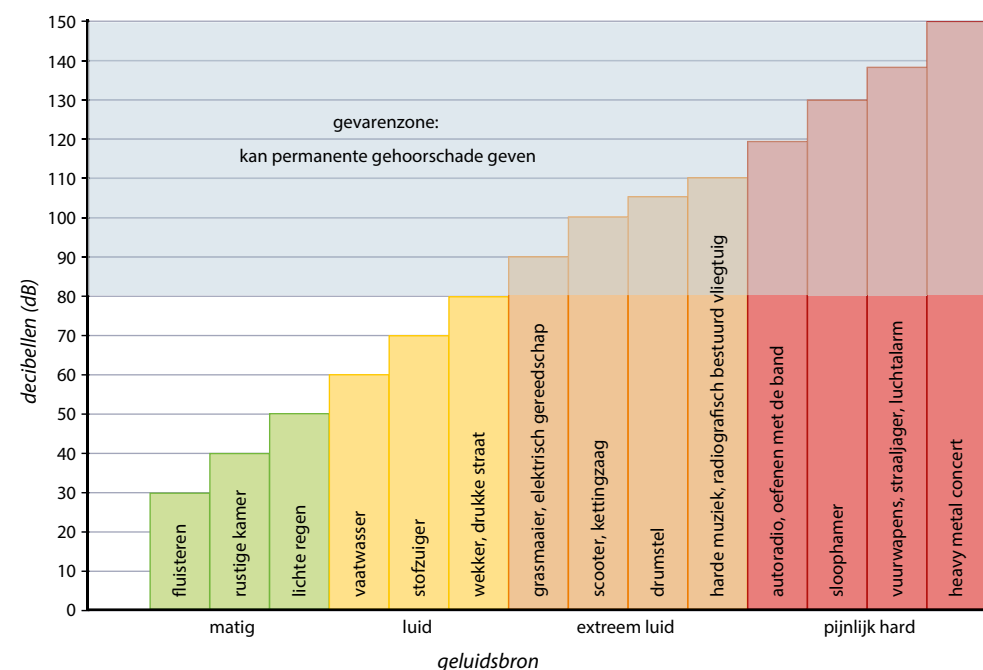


De luchtdruk binnen en buiten je lichaam

Als je in een landend vliegtuig zit, voel je vaak een soort prop in je oren. Wanneer de luchtdruk rondom ons heen afneemt, drukt de lucht in het middenoor het trommelvlies in eerste instantie naar buiten. Dit komt doordat de luchtdruk in het middenoor dan groter is dan aan de buitenkant van het trommelvlies (de gehoorgang). Hierdoor kan het trommelvlies minder goed bewegen en horen we alles wat doffer. De **buis van Eustachius** zorgt er uiteindelijk voor dat de druk aan beide zijden van het trommelvlies weer gelijk wordt. Deze buis in je hoofd verbindt namelijk je middenoor met je keelholte. Als je gaapt (en daarbij je mond open) ontstaat er verbinding tussen binnen en buiten en is de luchtdruk weer gelijk.

Gehoorschade

Net zoals water rimpelt als je er een steen in gooit, rimpelen geluidsgolven ook en gaan ze door totdat ze geen energie meer hebben. **Geluidsintensiteit** is een maat voor de hoeveelheid energie in geluidsgolven en wordt gemeten in decibel (dB). Hoe verder je weg staat van een geluidsbron, des te minder energie de geluidsgolven hebben wanneer ze je oren bereiken. De geluidsintensiteit wordt voor je oren dan steeds lager. Een geluidssterkte van 50 dB is voor mensen aangenaam, vanaf 85 dB ontstaat er al beschadiging en vanaf 120 dB bereiken we de pijngrens en ontstaat er al na korte tijd gehoorschade.

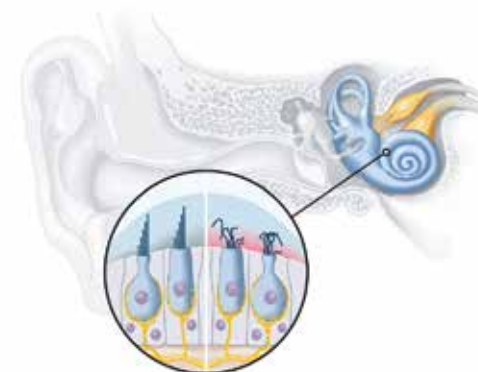


Afbeelding 4.15 In schema: decibelniveaus van verschillende geluiden gemeten vanaf de geluidsbron.

4 Zijn de volgende zinnen juist? Zo niet, verbeter ze dan!

- a Geluidsgolven van muziek op 50 meter bij jou vandaan hebben meer energie dan geluidsgolven van diezelfde muziek vlakbij jou.
- b Geluidsgolven van muziek op 50 meter bij jou vandaan hebben een lagere geluidsintensiteit dan geluidsgolven van diezelfde muziek vlakbij jou.

Hele harde geluiden (bijvoorbeeld dat van een kettingzaag) zijn schadelijk voor je gehoor, zeker als je er op korte afstand bij staat en er gedurende langere tijd naar luistert. Denk ook maar eens aan je oordopjes: deze zitten aan het begin van je gehoorgang. Hiermee kun je muziek op hele korte afstand van je trommelvlies beluisteren. Als je dit gedurende langere tijd volhoudt op een hoog volume gaan de trilhaartjes in je slakkenhuis gedeeltelijk of zelfs helemaal kapot. Je loopt dan een permanente gehoorbeschadiging op die onherstelbaar is!



Afbeelding 4.16 Gezonde (links) en beschadigde (rechts) trilhaartjes in het slakkenhuis.

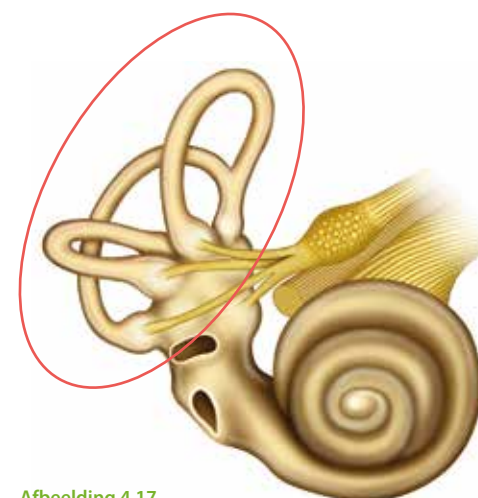
5 In welk deel van je oor zit het slakkenhuis?

Bij oudere mensen wordt het gehoor soms geleidelijk aan minder. De trilhaartjes zijn dan voor een deel versleten. Zo iemand is dan slechthorend. Een hoortoestel helpt hen om geluiden uit de omgeving te versterken.

6 Heeft een hoortoestel zin bij een beschadigde gehoorzenuw? Leg je antwoord uit.

Het evenwichtszintuig

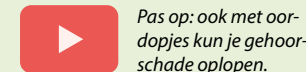
In je oor bevindt zich ook nog een zintuig dat helemaal geen verband houdt met je gehoor: het evenwichtszintuig. Het helpt je om je evenwicht te bewaren en voorkomt dat je omvalt. Drie **halvemaanvormige kanalen** in het binnenoor vormen samen je **evenwichtsorgaan**, zie afbeelding 4.17.



Afbeelding 4.17 Het evenwichtsorgaan (hier omcirkeld).

Je hebt eerder geleerd dat het slakkenhuis trilhaartjes bevat die bewegen in een vloeistof. In de drie halvemaanvormige kanalen zit ook een vloeistof. Wanneer deze vloeistof beweegt, wordt dit, net zoals in het slakkenhuis, gedetecteerd door kleine haarcellen aan de binnenkant. In het slakkenhuis gaat het om geluidstrillingen. In de halvemaanvormige kanalen detecteren de haarcellen horizontale en verticale bewegingen en draaibewegingen. De haarcellen geven impulsen door aan je hersenen. Deze impulsen leiden in je hersenen weer tot nieuwe impulsen die naar je spieren worden gestuurd. En die zorgen ervoor dat je lichaam in evenwicht blijft zodat je niet omvalt.

7 Hoe noem je zo'n reactie van je spieren op je gebrek aan evenwicht? (Hint: zie paragraaf 4.1.)



Pas op: ook met oordopjes kun je gehoorschade oplopen.



Afbeelding 4.18

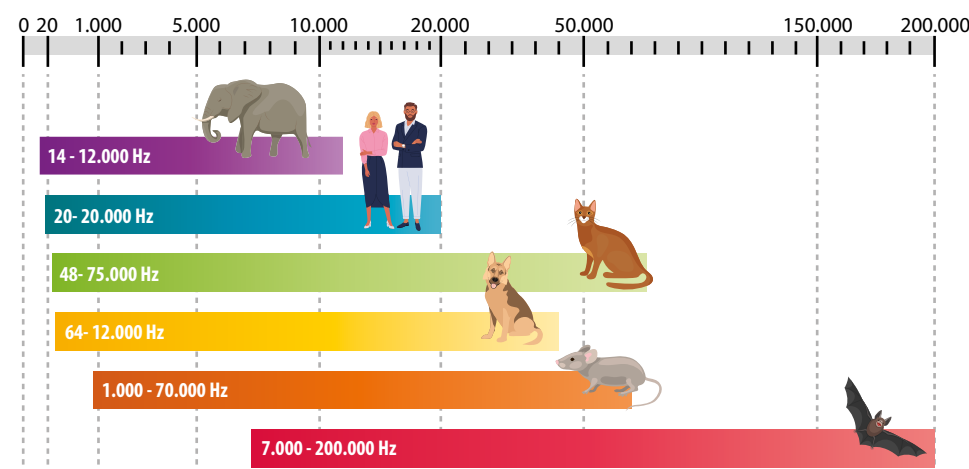
Als het vocht in de halvemaanvormige kanalen niet stopt met bewegen, kun je bijvoorbeeld last krijgen van bewegingsziekten zoals wagenziekte.

Je evenwichtsorgaan kan ook behoorlijk in de war raken door het overmatig drinken van alcohol. Dit komt doordat alcohol makkelijk je hersenen binnendringt. Hier beïnvloedt het je beweging en je balans. Je wordt minder gecoördineerd dan wanneer je nuchter bent en hierdoor kun je makkelijk je evenwicht verliezen en vallen.

Supergehoor

Mensen hebben een vrij kleine oorschelp die (meestal) niet kan bewegen. Bij veel zoogdieren is de oorschelp groot en draaibaar. Hierdoor kunnen ze meer geluidsgolven opvangen uit meerdere richtingen. Best handig als je op jacht bent, maar ook als je juist een roofdier wilt horen aankomen!

De oren van veel diersoorten hebben ook een ander gehoorbereik dan de oren van mensen. Kijk maar eens naar de volgende afbeelding. Je kunt hieruit aflezen dat mensen hele lage tonen (onder 20 Hz) en hoge tonen (boven 20.000 Hz) niet kunnen horen.



Afbeelding 4.20 Het gehoorbereik van verschillende zoogdieren in vergelijking met dat van de mens.

Afbeelding 4.19 Een Kudu-hert luistert naar mogelijk gevaar.

Check online het bereik van je oren.



Je gehoorbereik neemt af als je ouder wordt of als je gehoor beschadigd is.

Nieuwsgierig naar het bereik van jouw oren?
Scan de code en doe de frequentietest!



Het gehoorbereik van verschillende diersoorten is goed aangepast aan hun omgeving en aan hun levenswijze. Hieronder vind je een aantal voorbeelden van dieren met supergehoor:

- Olifanten kunnen met behulp van hele lage tonen (infrageluid) op uitgestrekte grasvlaktes over enorme afstanden met elkaar communiceren.
- Vleermuizen kunnen door gebruik te maken van hele hoge tonen (ultrageluid) een beeld van hun omgeving maken tijdens hun nachtelijke jacht: dit heet echolocatie.
- Geluid verplaatst zich sneller in water dan in lucht omdat waterdeeltjes dichter op elkaar zitten. Zo wordt de energie van de geluidsgolven sneller doorgegeven. Dolfijnen en walvissen maken hier gebruik van om over grote afstanden met elkaar te communiceren. En net als vleermuizen maken ze gebruik van echolocatie voor de jacht en voor hun oriëntatie.

4.3 Verwerkingsopdrachten

- 8 Welke onderdelen van het oor bevinden zich in het buitenoor? 2pt
- 9 Welke onderdelen van het oor bevinden zich in het middenoor? 2pt
- 10 Welke onderdelen van het oor bevinden zich in het binnenoor? 2pt
- 11 Op reis door je oor. Welk woord hoort bij welk nummer in de onderstaande tekst? 5pt
Gebruik deze woorden: aambeeld – hamer – gehoorzenuw – stijgbeugel – slakkenhuis – trommelvlies – oorschelpen – impulsen – gehoorgang – geluidsgolven

Geluid wordt gedragen door (1) Je (2) vangen ze op en zorgen dat ze in je (3) terecht komen. Doordat de golven op je (4) 'slaan', begint dit te trillen. Een gehoorbeentje, de (5) neemt deze trillingen over en geeft die door naar twee andere gehoorbeentjes: het (6) en de (7) De trillingen komen vervolgens terecht in het (8) waar ze worden omgezet in (9) De (10) vervoert die naar de hersenen.

- 12 Bestudeer het plaatje van het oor (afbeelding 4.14). Leg uit hoe je met behulp van de buis van Eustachius het teveel aan luchtdruk in je middenoor kunt opheffen. 2pt
- 13 Waarom kun je bij een keelontsteking ook oorpijn krijgen? 2pt
- 14 De man op de foto gebruikt een slimme truc om beter te kunnen horen: hij gebruikt een papieren oortrompet. Leg met behulp van onderdelen van het oor uit hoe deze truc het gehoor van de man versterkt. 2pt
- 15 Helpt de 'oortrompet' de man ook als hij schade heeft aan zijn trommelvlies? Leg uit. 2pt
- 16 Bij sommige vormen van gehoorschade zijn de trilhartjes in het slakkenhuis beschadigd. Leg uit waarom dit gehoorschade oplevert. 3pt



17 Ecologisch denken: Geluidsvervuiling in zeeën is een 'stille' ramp

Bekijk in het digitale gedeelte van je methode de video 'Herrie in de zee' en beantwoord de volgende vragen.

- a [1:15] Leg uit hoe het komt dat het geluid van de windmolens onder water nog veel verder reikt dan in de lucht. Hint: lees nog eens het stukje onder het kopje 'Geluid' in deze paragraaf. 3pt
- b [1:54] Met welk onderdeel van het menselijk oor kun je de werking van de zwemblaas bij vissen vergelijken? 1pt
- c [2:37] Met welk geluid communiceren de rode poon en het zeepaardje? 2pt
- d [3:57] Leg uit op welke manieren heigeluiden levensgevaarlijk zijn voor dichtbij zwemmende vissen. 2pt
- e [5:48] Hoe wordt laagfrequent geluid (geluid met hele lage tonen) ook wel genoemd? 1pt
- f [7:37] Leg met behulp van twee argumenten uit waarom bruinvissen kunnen verdwijnen in gebieden waar veel heigeluiden en motorgeluiden zijn. 2pt



Video over de gevolgen van geluidsvervuiling onder water.



4.4

Kijken doe je met je ogen

AAN HET EINDE VAN DEZE PARAGRAAF KUN JE:

- Uitleggen wat de functie is van de verschillende onderdelen in het oog.
- Benoemen hoe licht door de verschillende weefsels in het oog valt en je vervolgens iets kunt waarnemen.
- Weergeven hoe ooglinsen het licht breken en zorgen voor een scherp beeld.
- Vertellen hoe het netvlies is opgebouwd en wat de functie is van de staafjes en kegeltjes.
- Uitleggen hoe je pupil reageert op licht en donker en waarom.
- Enkele voorbeelden van superzicht bij dieren beschrijven.

Licht!

Ken jij de uitdrukking 'ik zie geen hand voor ogen'? Zonder licht kunnen we niets zien. Wanneer er licht in ons oog binnenkomt reageren de cellen in onze ogen daarop. Vervolgens gaat er een signaal naar de hersenen waar we een beeld vormen van wat we zien. Verschillende organismen hebben verschillende typen ogen. Wetenschappers denken dat de ontwikkeling van ogen zo'n 550 miljoen jaar geleden begon. Op de openingsspread van dit hoofdstuk staat een foto van de Euglena, een eencellige organisme dat ook op licht reageert: het beweegt naar het licht toe.

- 1 *Waarom is het nuttig voor eencelligen met bladgroenkorrels om naar het licht toe te kunnen bewegen?*

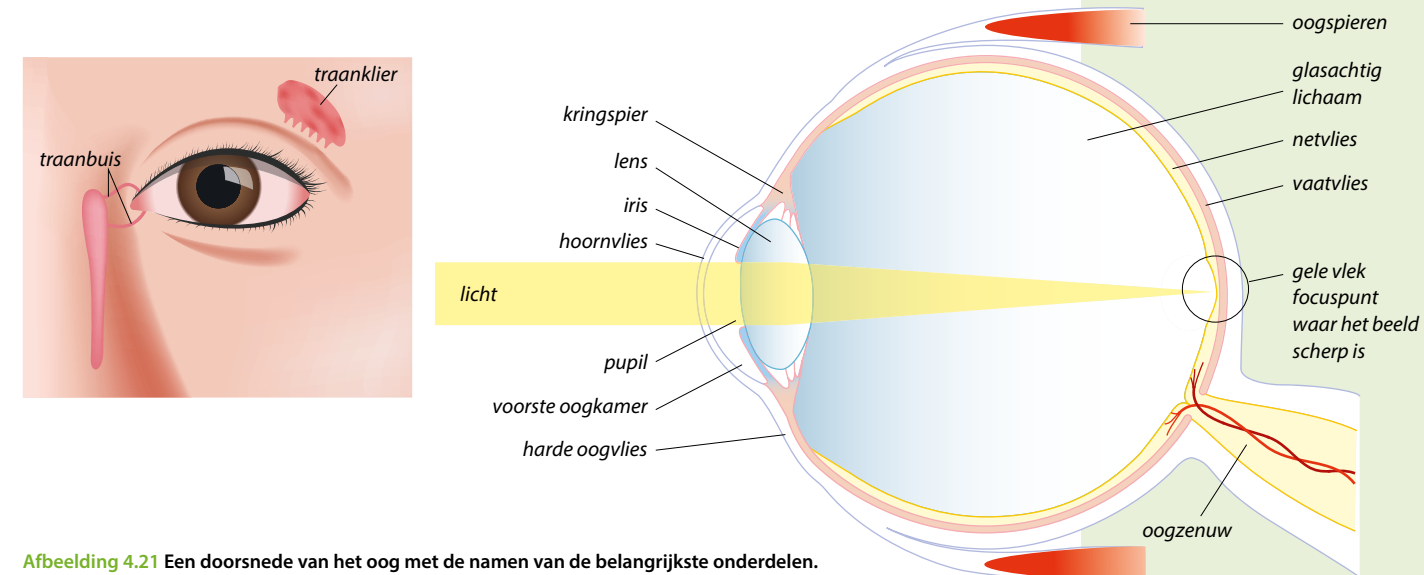
Het oog van de mens: de bouw

Als je in de spiegel kijkt zie je alleen de buitenkant van je oog. Dat is maar een klein deel van het zintuig dat zo belangrijk voor ons is. Je oog is een orgaan dat bestaat uit verschillende weefsels die met elkaar samenwerken. Een weefsel is een groep cellen met dezelfde vorm en functie. In afbeelding 4.21 is een dwarsdoorsnede van het menselijk oog te zien. Bekijk de verschillende weefsels in de afbeelding terwijl je de tekst leest!

- 2 *Cellen en weefsels zijn voorbeelden van organisatieniveaus. Zet onderstaande organisatieniveaus van klein naar groot: organel, organisme, weefsel, orgaan, cel, molecuul.*
- 3 *Geef de definitie van een weefsel.*
- 4 *Heb jij wel eens een vuiltje in je oog gehad? Bespreek met een klasgenoot wat er met je oog gebeurt als het vuiltje erin zit.*

Ogen zijn kwetsbaar en moeten goed beschermd worden. De wimpers zorgen ervoor dat stofdeeltjes niet in je oog terecht komen. Als je de wimpers aanraakt zorgt een reflex ervoor dat de oogleden het oog afsluiten. De traanklieren maken traanvocht. Dit vocht beschermt je ogen tegen uitdroging en drijft stofdeeltjes af die toch langs de wimpers weten te komen.

Aan de oogbol zitten **oogspieren** waarmee je het oog kunt bewegen. Zo kun je ervoor zorgen dat het licht dat op een voorwerp valt en daar weer vanaf kaatst jouw oog binnenvalt zodat je het ziet!



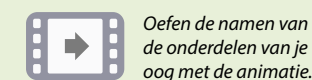
Afbeelding 4.21 Een doorsnede van het oog met de namen van de belangrijkste onderdelen. De lens zorgt ervoor dat het licht op de juiste plek (de gele vlek) van het netvlies valt.

Als licht je oog binnenvalt passeert het na elkaar verschillende weefsels. De voorkant van het oog is transparant zodat het licht er doorheen kan vallen. Dit weefsel noemen we het **hoornvlies**. Het hoornvlies loopt door over de oogbol in een witte, taaie laag die de oogbol beschermt. Dat is de **harde oogrok**. Wanneer licht door het hoornvlies valt kan het via een opening, de **pupil**, de oogbol in. Het licht passeert vervolgens de **lens**. De lens breekt de lichtstraal in een bepaalde richting. Vervolgens gaat het licht door de ruimte binnenin je oog, het **glasachtig lichaam**, en bereikt dan de lichtgevoelige laag cellen achterin de binnenkant van je ogen. Dit is je **netvlies**. Het netvlies krijgt zuurstof en voedingsstoffen van het **vaatvlies** dat hier tegenaan ligt. De signalen die gevormd worden in je lichtgevoelige cellen gaan via de **oogzenuw** naar je hersenen. Als alle weefsels in je oog goed samenwerken kan je brein een beeld vormen. Je oog is dus een orgaan.

- 5 *Een hele dag achter een computer zitten zorgt voor vermoeide ogen. Welke klachten krijg jij als je vermoeide ogen hebt?*
- 6 *Kijk je vooral naar voorwerpen dichtbij je of juist ver weg als je last hebt van vermoeidheid?*

Lenswerking

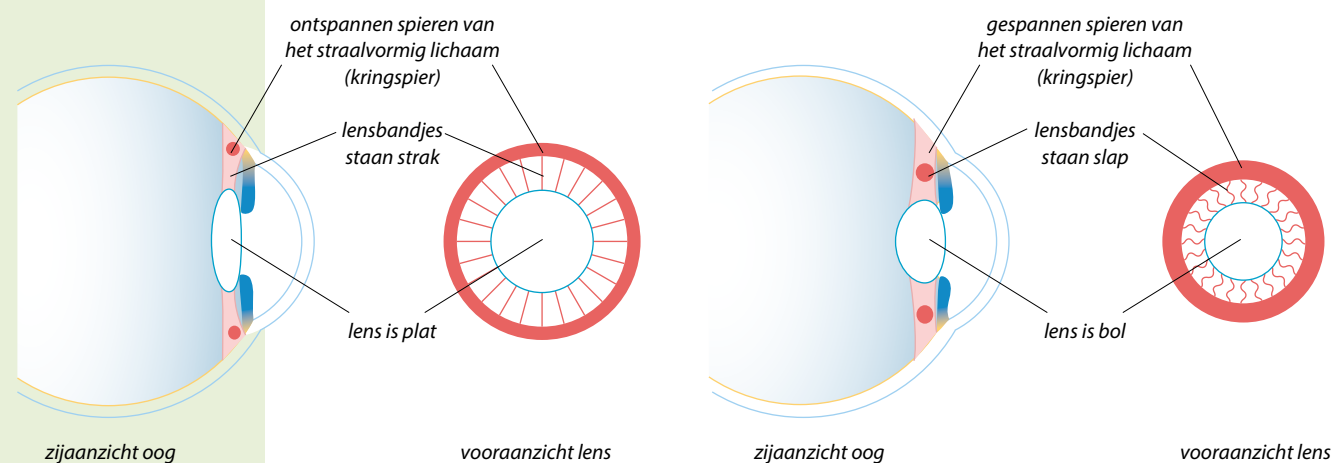
De lens en de spiertjes die aan de lens vastzitten zorgen ervoor dat je razendsnel kunt focussen op dingen in je omgeving. Stel je eens voor dat je op een voetbalveld staat. Je kunt dan focussen op het doel dat meer dan 20 meter van je verwijderd is, of op de bal aan je voet. Wanneer je probeert om tegelijkertijd naar de bal en naar de goal te kijken en een scherp beeld van allebei wilt vormen, dan zul je merken dat dit niet lukt.



Weet je nog? Bekijk de video over de organisatieniveaus bij biologie.

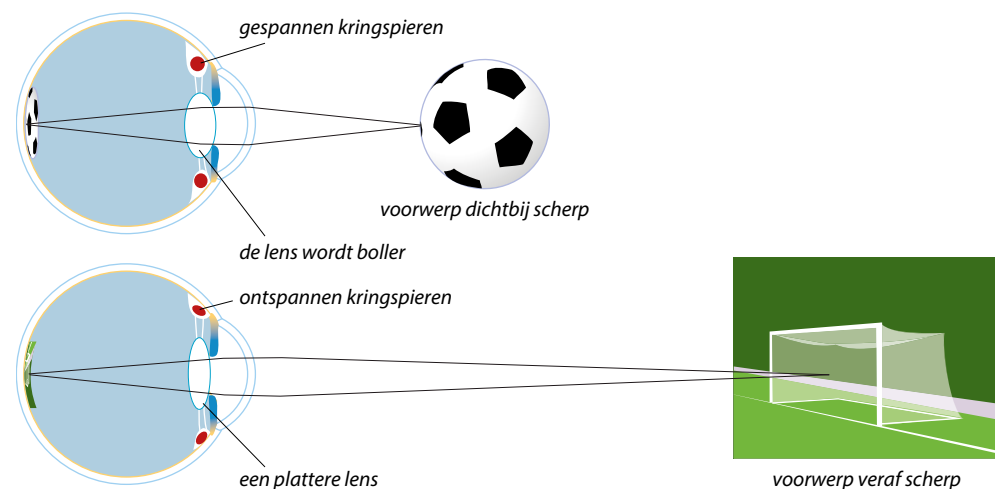


Je zorgt voor een scherp beeld door de vorm van je lens aan te passen. Dat kan omdat de lens een smal flexibel schijfje is dat bestaat uit levende, doorzichtige cellen. Het hangt met kleine draadjes, **lensbandjes**, in een ringvormige spier, het **straalvormig lichaam**. Als het straalvormig lichaam ontspant dan wordt de gespierde ring groter, de lensbandjes trekken dan aan de lens waardoor hij platter wordt. Wanneer het straalvormig lichaam samentrekt dan wordt de gespierde ring juist kleiner. De lens wordt hierdoor boller omdat de lensbandjes dan niet aan de lens trekken.



Afbeelding 4.22 De lens (in het midden) zit met lensbandjes vast aan de kringspier van het straalvormig lichaam. Door de kringspier te spannen of te ontspannen kun je de vorm van de lens platter of boller maken en zo het beeld scherp stellen (accommoderen).

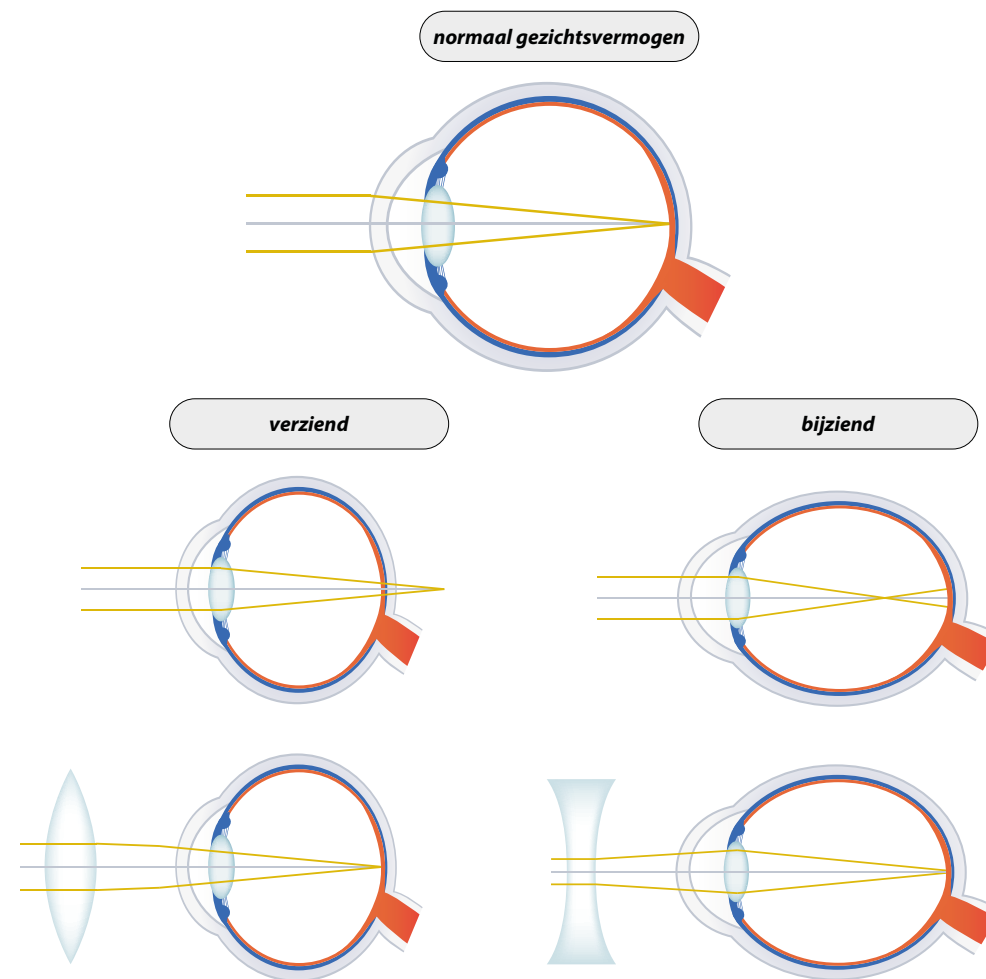
Lenzen buigen het licht dat in je oog binnenvalt. Hoe boller de lens hoe sterker het licht wordt afgebogen. Het gaat erom dat het binnenvallende licht precies op de juiste plek op je netvlies valt. Want alleen dan ontstaat er een scherp beeld. Als je naar een voorwerp kijkt dat dichtbij is, wordt je lens boller zodat er toch een scherp beeld op je netvlies ontstaat. Kijk je naar een voorwerp in de verte dan wordt je lens juist platter. Het boller en platter worden van je lens noemen we **accommoderen**. Accommoderen helpt je dus om te scherp te stellen op objecten op verschillende afstanden.



Afbeelding 4.23 Door je lens te accommoderen kun je dus de bal dichtbij én de goal op afstand scherp zien.

Scherp en onscherp

Ben je ooit bij de opticien geweest? Dat is iemand die je kan helpen als je niet scherp ziet. Misschien draag je wel lenzen of een bril. Er zijn verschillende oorzaken voor oogafwijkingen. De vorm van je lenzen of de oogbol kan bijvoorbeeld afwijken. Als je verziend bent dan zie je de dingen dichtbij niet scherp. Verziendheid kan ontstaan door een te platte lens of te korte oogbol. Maar als je bijziend bent dan zie je juist de dingen die ver weg zijn niet scherp. Een te bolle lens of te langgerekte oogbol kan de oorzaak zijn. Kunstlenzen of een bril kunnen dit probleem vaak prima oplossen!



Afbeelding 4.24 Onscherp beeld ontstaat door een vormafwijking van de lens of van de oogbal. Bij verziendheid is de oogbal korter of de lens platter dan normaal waardoor het beeld áchter het netvlies valt. Bijziendheid ontstaat doordat de lens te bol is of de oogbal te langgerekt. Dan valt het beeld net vóór het netvlies. Beide problemen zijn goed op te vangen met holle of bolle lenzen die de afwijking corrigeren.

7 In het netvlies liggen zintuigcellen. Deze zintuigcellen zijn gevoelig voor licht. Welke andere zintuigcellen ken je en waar zijn zij gevoelig voor?

Je bent halverwege het hoofdstuk. Goed moment om de begrippen weer te oefenen.

Een ezelsbruggetje helpt je dingen te onthouden: DichtBij kijken doe je met een Dikke, Bolle lens (DB).

Nog een ezelsbruggetje: Kegeltjes zijn gevoelig voor kleur (KK). En staafjes dus voor zwart-wit.

Twee praktische experimenten.



Het netvlies

In je netvlies zitten ongeveer 130 miljoen lichtgevoelige zintuigcellen! Wanneer licht op deze cellen valt worden ze geprikkeld. Er ontstaat dan een impuls die via de oogzenuw de hersenen bereikt. Er zijn twee typen lichtgevoelige cellen: **staafjes** en **kegeltjes**. Het grootste deel van het netvlies bestaat uit staafjes. Staafjes zijn gevoeliger voor licht dan kegeltjes maar kunnen geen kleur waarnemen. Kegeltjes hebben meer licht nodig om geprikkeld te worden. Ze kunnen verschillende kleuren waarnemen. Bij mensen liggen de kegeltjes op een specifieke plek in ons netvlies. We noemen deze plaats de **gele vlek**. Als het licht op de gele vlek valt dan vormen we dus een scherp beeld, in kleur! Buiten de gele vlek liggen de staafjes. Bij weinig licht, bijvoorbeeld 's nachts, is de lichtprikkel te zwak voor kegeltjes maar niet voor de staafjes. We zien dan geen kleuren maar grijstinten. Op de plaats waar de oogzenuw ons oog verlaat bevinden zich geen staafjes of kegeltjes. Deze plek is dus ongevoelig voor licht. We noemen dit de **blinde vlek**.

De blinde vlek. Wat moet je doen?

- Houd deze pagina met beide handen voor je.
- Doe je linker oog dicht.
- Kijk naar het kruisje met je rechter oog.
- Beweeg het boek langzaam richting je gezicht en blijf naar het kruisje kijken.
- Op een bepaald moment zul je merken dat het kruisje verdwijnt!



Leg uit waarom het kruisje verdwijnt.

Diepte zien

Als je naar een voorwerp kijkt dan ontvangt je brein twee beelden. Vanuit ieder oog één. In je hersenen worden deze beelden gecombineerd en vormt zich een 3D-beeld. Dit is hoe je diepte ziet. Het helpt je ook om in te schatten wat de afstand tussen twee voorwerpen is.

Wat moet je doen?

- Houd je handen met de armen gestrekt voor je gezicht. De toppen van je wijsvingers wijzen naar elkaar en zijn ongeveer 10 centimeter van elkaar gescheiden.
- Sluit één oog.
- Beweeg in een soepele beweging de vingertoppen van je wijsvingers naar elkaar toe tot ze elkaar raken.

Kleurenblindheid

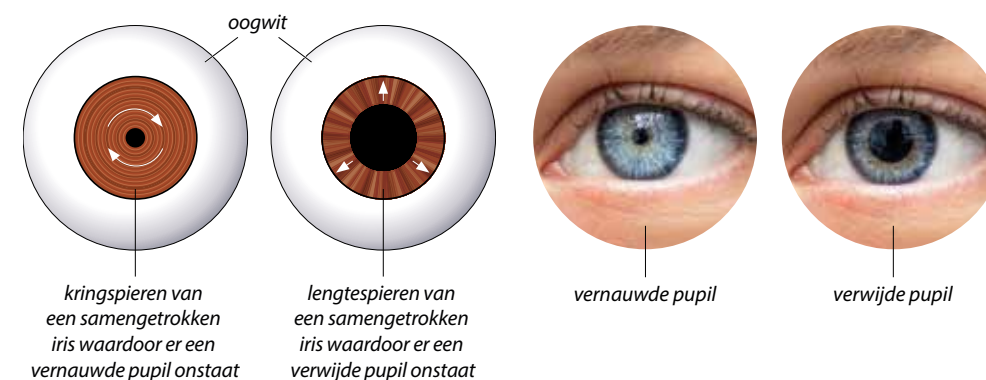
Niet alle dieren zien kleur zoals wij dat doen. Katten zien 's nachts uitstekend door een groter aantal staafjes in het netvlies. Het grote aantal staafjes gaat wel ten koste van het aantal kegeltjes. Ze zien dus minder kleur dan mensen doen. Mensen hebben drie soorten kegeltjes in het netvlies. Honden hebben maar twee verschillende typen kegeltjes. Hierdoor zien honden minder kleuren dan mensen. Ze zijn niet kleurenblind! Kleurenblindheid bij mensen komt regelmatig voor. Er is dan meestal een probleem met de kegeltjes in het netvlies. Kleurenblinde mensen zien vaak wel kleur maar kunnen niet alle kleuren even goed waarnemen.

Er zijn allerlei vormen van kleurenblindheid. De meeste vormen zijn erfelijk en het komt veel vaker bij mannen dan bij vrouwen voor.

- 8 Op een zomerdag zie je vaak dat mensen een zonnebril dragen. 
Waarom is het prettig een zonnebril te dragen bij veel zonlicht?

De pupilreflex

Wat gebeurt er met de pupil als je met een lampje in je oog schijnt? Je kunt dit zelf onderzoeken! Om in de hersenen een scherp beeld te vormen moet er niet te weinig licht in je oog binnenkomen. Maar ook niet te veel. De pupil, de opening waardoor het licht in je oog valt, kan daarom groter en kleiner worden. Zo bepaalt de pupil zelf hoeveel licht er binnenkomt. In de iris bevinden zich namelijk kring- en lengtespieren die de grootte van de opening regelen. Als de lengtespieren zich samentrekken wordt de pupil groter. In donkere situaties kan er dan meer licht het oog in zodat je mogelijk toch nog iets kunt zien. Als de kringspieren in de iris samentrekken wordt je pupil juist kleiner. Dit gebeurt als je bijvoorbeeld in een felle lamp kijkt.



Afbeelding 4.25 De grootte van de pupil bepaalt hoeveel licht er in het oog valt.

Superzintuigen

Sommige diersoorten hebben fantastisch goede ogen. Ze zien veel meer dan wij mensen. Bijen zien meer kleuren en roofvogels zouden op wel 30 meter afstand de tekst in je biologieboek kunnen lezen! In de ogen van roofvogels vind je twee gele vlekken. Wij mensen hebben er maar één per oog. Als extra bonus bevinden zich in die gele vlekken ook nog eens twee keer zoveel kegeltjes dan bij mensen. De bouw van de ogen heeft alles te maken met hoe het dier leeft. Om goed te kunnen jagen vanuit de lucht moet een roofvogel een muis van grote hoogte kunnen waarnemen. Razendsnel kunnen scherpstellen op een prooi zorgt ervoor dat roofvogels meer prooien kunnen vangen.

Dieren die vooral 's nachts actief zijn hebben vaak grotere ogen en grotere pupillen, zodat er veel licht in het oog kan vallen. Het belangrijkste verschil echter is dat ze een extra laag cellen achter het netvlies hebben. Deze laag heet het tapetum lucidum en zorgt ervoor dat het licht wordt gereflecteerd en nog eens op de staafjes valt. Hierdoor is er minder licht nodig om toch iets waar te kunnen nemen!



Afbeelding 4.26 Een extra laag cellen achter het netvlies zorgt voor een beter zicht in het donker.

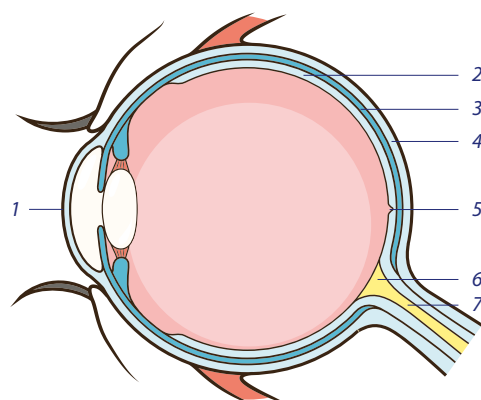
4.4 Verwerkingsopdrachten

9 Welke delen rondom het oog hebben welke functie? Vul de tabel in: 3pt

Onderdeel	Functie
wimpers	
traanklier	
oogspieren	

10 Overtollig traanvocht wordt afgevoerd via de traanbuis in de neus. Wat denk je dat het gevolg is van een verstopte traanbuis? 1pt

11 In de afbeelding is een schematische tekening van een doorsnede van het recheroog van een mens te zien. Geef aan in welk van de nummers 1 t/m 7 er zich zintuigcellen bevinden. 2pt



In de afbeelding is een schematische tekening van een doorsnede van het recheroog van een mens te zien. Geef aan in welk van de nummers 1 t/m 7 er zich zintuigcellen bevinden.

12 Je kijkt naar je telefoon. Licht kaatst van je telefoon af en valt je oog binnen. Welke onderdelen van het oog passeert het licht achtereenvolgens? 2pt

13 Vul de ontbrekende termen in. Kies uit: 7pt
lens, straalvormig lichaam, boller, accommoderen, lensbandjes, pupil, platter

Licht valt door de (1) je oog binnen. Het valt dan vervolgens door de (2) Dit is een doorzichtig schijfje dat het licht breekt. De lens kan van vorm veranderen met behulp van de (3) en een ringvormige spier, het (4) Wanneer het straalvormig lichaam samentrekt dan wordt de lens (5) Wanneer de spier ontspant wordt de lens (6) Het boller en platter worden van een lens noemen we (7)

14 Door bijvoorbeeld een auto ongeluk kan een scheurtje in het netvlies ontstaan. Een deel van het netvlies kan dan losraken van het vaatvlies. Wat denk je dat het gevolg is van dit probleem? 2pt

15 Ella kijkt naar een poster van Spider Man die aan haar muur hangt. Dan loopt ze naar de poster toe. Welke bewering is juist? 1pt

A De kringspier om de lens ontspant en de ooglenzen wordt boller.
B De kringspier om de lens ontspant en de ooglenzen wordt platter.
C De kringspier om de lens trekt samen en de ooglenzen wordt platter.
D De kringspier om de lens trekt samen en de ooglenzen wordt boller.

16 Bij kleurenblinde personen is er een probleem in een bepaald type zintuigcel in de ogen. Welke zintuigcellen zijn dit? 1pt

17 Een dokter onderzoekt bij een patiënt die niet bij bewustzijn is vaak de pupilreflex door met een lampje in de ogen te schijnen. Wat denk jij dat de dokter hiermee onderzoekt? 1pt

18 Heb jij last van een oogafwijking? Of misschien een van je klasgenoten of je docent? Bepaal welke oogafwijking een rol speelt bij deze persoon en vul onderstaand schema in door steeds de juiste optie te kiezen en de foute door te strepen. 4pt

De persoon ziet niet goed:	dichtbij	ver weg
De persoon is:	bijziend / verziend	bijziend / verziend
De oorzaak kan zijn:	te platte lens of te korte oogbol / te bolle lens of te langgerekte oogbol	te platte lens of te korte oogbol / te bolle lens of te langgerekte oogbol
De persoon heeft een bril nodig met:	holle glazen (negatief) / bolle glazen (positief)	holle glazen (negatief) / bolle glazen (positief)

19 Match het weefsel met de bijbehorende functie. 11pt

Weefsel	Functie van het weefsel
a hoornvlies	1 het licht breken zodat een scherp beeld gevormd wordt
b harde oogrok	2 de oogzenuw verlaat hier het oog, deze plek is ongevoelig voor licht
c pupil	3 extra gevoelige plaats in het netvlies met veel kegeltjes
d lens	4 vergroten en verkleinen van de pupil
e iris	5 opening waardoor licht het oog binnen kan vallen
f glasachtig lichaam	6 impulsen geleiden van het netvlies naar de hersenen
g netvlies	7 transparant en beschermend vlies
h vaatvlies	8 bescherming van de oogbol
i oogzenuw	9 zuurstof en voedingsstoffen afgeven aan het oog
j gele vlek	10 stevigheid geven
k blinde vlek	11 lichtgevoelige cellen die een prikkel omzetten in een impuls

20 Dagroofvogels die vanuit de lucht hun prooi op de grond opsporen, hebben een speciale aanpassing in hun netvlies. 1pt

Welke van de hieronder genoemde aanpassingen komt het meest in aanmerking?

- A De onderste helft van het netvlies bevat extra veel staafjes.
- B De bovenste helft van het netvlies bevat extra veel staafjes.
- C De onderste helft van het netvlies bevat extra veel kegeltjes.
- D De bovenste helft van het netvlies bevat extra veel kegeltjes.



21 Teken een iris met een pupil in een situatie in fel licht en in een situatie met weinig licht. 2pt

Teveel licht zorgt er voor dat we in Nederland maar weinig sterren zien. Maar ook jouw bioritme kan erdoor van slag raken.



Kooluil (*Mamestra brassicae*), een nachtvlinder (mot).

22 Ecologisch denken: Lichtvervuiling verstoort de biologische klok van nachtdieren!

Op veel plekken maken wij mensen gebruik van kunstlicht. Er wordt veel onderzoek gedaan naar de invloed van kunstlicht op de natuur. De belangrijkste conclusie is dat kunstlicht op veel verschillende manieren invloed heeft op het dierenleven. Zo werd onder andere gevonden dat de feromonen (sex-lokstoffen) van vrouwtjes van de kooluil veranderen onder invloed van licht. Dit is erg ingrijpend, want dan vinden mannetjes de vrouwtjes niet. Wat betreft de kleur licht bleek wit en groen licht voor de meeste soorten de sterkste negatieve invloed te hebben. Rood licht bleek voor de meeste onderzochte groepen het minst schadelijk, hoewel géén kunstlicht natuurlijk altijd beter is.
(Bron: naturetoday.com)

- a *Waarom kan er een probleem ontstaan voor de soort wanneer de mannetjes de vrouwtjes minder goed kunnen vinden?* 2pt
- b *Je werkt als ecooloog en adviseert een gemeente over het plaatsen van lantaarnpalen naast een bosrand. Welke kleur licht adviseer je de gemeente te gebruiken?* 2pt

Nederland is een van de meest verlichte landen ter wereld. We zijn een dicht bevolkt land en gebruiken veel licht en energie. Teveel licht kan echter ook de natuurlijke ritmes van mens en dier verstoren.

Wil je meer weten over lichtvervuiling? Scan de code en steek je licht op over lichtvervuiling bij 'Nacht van de nacht' over oorzaken, gevolgen en activiteiten rond dit onderwerp.



Een weetje waar je iets mee kunt.

Onderzoek toont aan dat het blauwe licht van een smartphone ook een negatief effect heeft op de biologische klok van mensen! Het kijken op je telefoon zal er dus voor zorgen dat je veel moeilijker in slaap kunt vallen.



4.5 Zintuigen in de huid

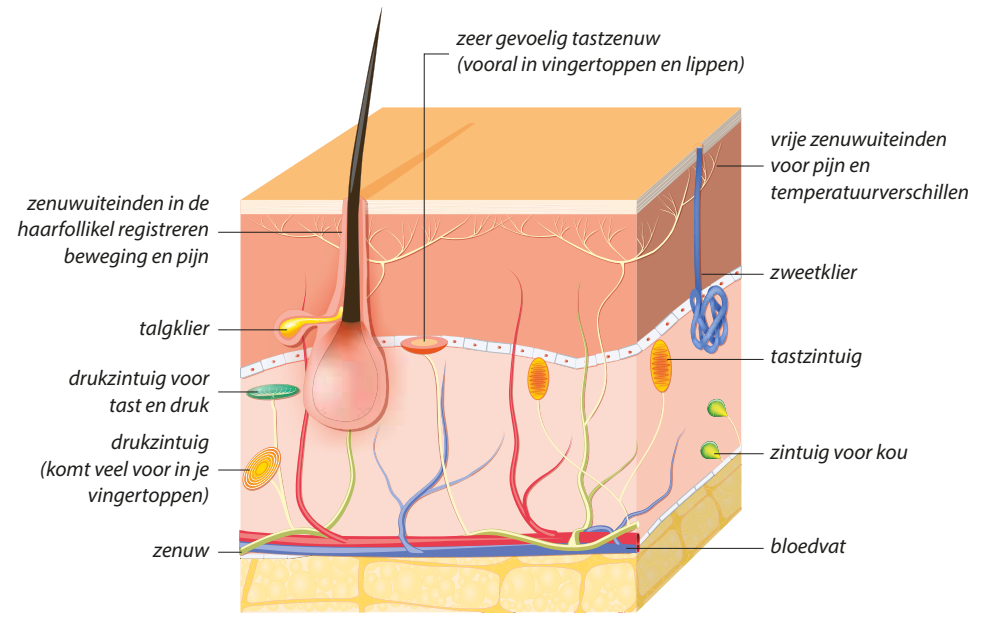
AAN HET EINDE VAN DEZE PARAGRAAF KUN JE:
→ Uitleggen welke zintuigen er in je huid zitten.
→ De link beschrijven tussen de plek van een zintuig in je huid en zijn functie.
→ Beschrijven welke superzintuigen je kunt vinden in de huid van bepaalde dieren.

Lezen met je vingers

Een stukje geschiedenis: op 3-jarige leeftijd werd Louis Braille blind na het spelen met een stuk gereedschap in de gereedschapswinkel van zijn vader. Twintig jaar later vond Louis een schrijfsysteem uit waarmee blinden toch kunnen lezen. In dit systeem (het naar hem genoemde Braille-schrift) worden letters gemaakt door verschillende combinaties van verhoogde stippen op papier. Sinds die tijd leren blinde kinderen lezen door middel van de huid op hun vingertoppen!



In je huid zitten namelijk veel verschillende zintuigen, waaronder tastzintuigen waarmee je de verhoogde stippen kunt voelen. Je kunt de volgende zintuigen vinden in je huid: **tastzintuigen, drukzintuigen, pijnzintuigen** en **zintuigen voor kou en warmte**. Al deze zintuigen zitten op andere plekken in je huid, kijk maar in afbeelding 4.27. We behandelen deze zintuigen hierna één voor één.




Afbeelding 4.27 Een overzicht van de onderdelen en zintuigen in je huid en waar (hoe diep) ze allemaal zitten.

Spoor de zintuigen in je huid op in de online-animatie.



Tastzintuigen

In je huid zitten **tastzintuigen**. Hiermee neem je lichte aanrakingen waar. Op sommige plekken in je huid zitten meer tastzintuigen dan op andere plekken. Je lippen, je vingertoppen en je wangen zijn daarom gevoeliger voor lichte aanraking dan bijvoorbeeld je voetzolen en je ellebogen. Je tastzintuigen zitten dicht onder het oppervlak van je huid. Hierdoor kunnen ze hele lichte aanrakingen waarnemen en direct omzetten in impulsen naar je hersenen. Tastzintuigen geven je ook informatie over de materialen die je aanraakt. Zo kun je voelen of iets scherp, glad, ruw, zacht of juist hard is. En je kunt er natuurlijk het aanraakscherm van je telefoon heel precies mee bedienen, bijvoorbeeld bij het typen van een berichtje!

- 1 *Zet de volgende woorden in de voor jou meest waarschijnlijke volgorde van meer tot minder tastzintuigen per oppervlakte-eenheid en vergelijk je antwoord met die van een klasgenoot. Zijn er verschillen? Zo ja, bespreek de verschillen en de redenen daarvoor.* 
- Woorden: ellebogen – vingertoppen – voetzolen – lippen – wangen



Drukszintuigen


Iets dieper in je huid zitten je **drukszintuigen**. Omdat ze dieper zitten kun je lichte aanrakingen hiermee niet detecteren. Je kunt met je druksintuigen wel voelen of iets lichte of juist zware druk uitoefent op je huid. Een te strak kledingstuk voelt strak aan dankzij je druksintuigen. Diezelfde druksintuigen helpen je om een rauw ei met precies de juiste druk tussen je vingertoppen vast te houden zonder dat je het breekt.

- 2 *Welk zintuig is gevoeliger: het tastzintuig of het druksintuig? Verklaar je keuze.* 




Pijnzintuigen

Pijnzintuigen zitten overal in je huid. Ze beschermen je door impulsen aan je hersenen af te geven die je waarschuwen voor bijvoorbeeld het gevaar van verwondingen. Net als tastzintuigen zitten pijnzintuigen vlak onder je huidoppervlak. Je moet pijnprikkels tenslotte direct kunnen voelen en niet pas nadat de prikkels al door een dikke laag huidcellen zijn gegaan.

- 3 *Beschrijf kort een situatie waarin je ooit beschermd bent geweest door je pijnzintuigen. Deel je ervaring met een klasgenoot. Wat zou er gebeurd zijn als je geen pijnzintuigen had?* 

Zintuigen voor kou en warmte

Met je ogen dicht kun je toch voelen of het een zonnige zomerdag is of juist een gure winterdag. Je huid bevat namelijk speciale zintuigen voor kou en warmte. Deze zintuigen zitten, net als tast- en pijnzintuigen, vlak onder het huidoppervlak. Hoewel het natuurlijk fijn is om de warmte van de zon op je huid te voelen, hebben deze zintuigen ook een beschermende functie, want ze waarschuwen je voor verbranding of bevriezing.


- 4 *Noem twee manieren waarop de menselijke of dierlijke huid kan worden beschermd tegen verbranding of bevriezing nog voordat de zintuigen voor warmte en kou een waarschuwing kunnen afgeven.* 

Superzintuigen in de huid

Veel waterdieren gebruiken bij hun jacht op prooidieren hele bijzondere zintuigen in hun huid, die wij niet hebben. Hieronder kun je lezen hoe ze dit doen.

- Een hamerhaai heeft speciale zintuigen in de huid aan zijn onderzijde waarmee hij de elektrische velden van prooidieren kan detecteren. Dit noemen we **elektroreceptie**. Deze extra gevoeligheid van de hamerhaai helpt hem om zijn favoriete maaltijd, pijlstaartroggen, te vinden, die zich meestal onder het zand verstoppen. In je digitale leeromgeving vind je er een video over.
- Het enige zoogdier met elektroreceptie is het vogelbekdier. Hij gebruikt speciale zintuigen in zijn snavel om elektrische impulsen te detecteren die door prooien in troebel water worden uitgezonden.
- Je denkt misschien dat een alligator een dikke, ongevoelige huid heeft, maar niks is minder waar! De huid van een alligator is heel erg gevoelig voor minieme veranderingen en trillingen in zijn omgeving. Dit helpt hem bij het lokaliseren van prooien.



 De hamerhaai heeft een superzintuig om z'n favoriete hapje te vinden.

4.5 Verwerkingsopdrachten

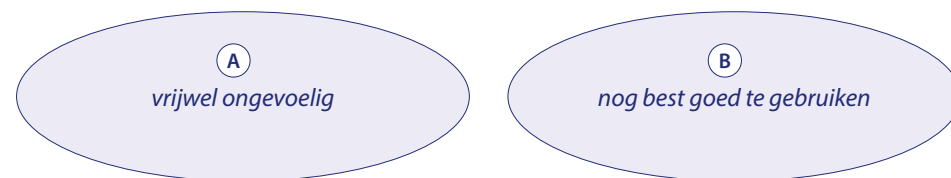
- 5 *Welke zintuigen bevinden zich in je huid?* 2pt
- 6 *In populair-wetenschappelijke teksten wordt soms gebruik gemaakt van de termen 'tastknopje' en 'pijnpunt'. Welke twee zintuigen worden hiermee bedoeld?* 1pt
- 7 *In de inleiding heb je gelezen dat je Braille-boeken kunt lezen met je vingertoppen. Leg aan de hand van de eigenschappen van tastzintuigen uit waarom deze hiervoor heel geschikt zijn.* 2pt
- 8 *Als je diabetes hebt, kun je het gevoel in je voeten verliezen. Wondjes aan de voeten komen veel voor bij diabetespatiënten. Leg uit hoe dit komt en gebruik daarbij de volgende woorden (in willekeurige volgorde): impulsen, waarschuwen, pijnzintuigen, hersenen.* 2pt
- 9 *Lees onderstaand verhaaltje en beantwoord de vraag.* 2pt

Suzan heeft trek in een plakje kaas. Gelukkig is er nog een klein stuk kaas over in de koelkast. (1) Suzan pakt het kleine stuk kaas met haar linker hand goed vast en (2) in haar rechterhand houdt ze de kaasschaaf beet. Ze snijdt een plakje kaas af, maar de kaasschaaf raakt ook haar linkerduim. (3) Auw! Een snee in haar duim! Snel pakt ze een pleister en plakt deze over het topje van haar duim. Op dat moment valt het licht uit. Ze ziet geen hand voor ogen! Waar is het plakje kaas nu? (4) Gelukkig, haar vingers hebben het plakje gevonden!

Welke zintuigen in de huid gebruikt Suzan in het verhaaltje? Noteer bij elk nummer het juiste zintuig.

- 10 Dikke handschoenen zorgen ervoor dat bepaalde zintuigen in je huid minder prikkels kunnen detecteren. Welke zintuigen in je huid worden vrijwel ongevoelig door dikke handschoenen en welk zintuig kun je nog best goed gebruiken wanneer je handschoenen draagt? Sorteert de onderstaande zintuigen in twee groepen door ze met lijnen te verbinden: 3pt

(1) tastzintuig (2) drukzintuig (3) pijnzintuig (4) zintuig voor kou (5) zintuig voor warmte



11 Ecologisch denken: Zonnebrandcrème slecht voor het zeeleven!

Veel mensen hebben in de zomer op vakantie een flesje zonnebrandcrème mee in hun koffer. Heel slim, want de ultraviolette (UV) straling van de zon kan huidkanker veroorzaken. Helaas zijn zonnebrandcrèmes slecht voor het ecosysteem van de oceaan. Wist je dat 25% van je aangebrachte zonnebrandcrème in de zee oplost na slechts 20 minuten in het water? Zo komt er jaarlijks maar liefst 14.000 ton zonnebrandcrème in zee terecht! Het probleem is dat bestanddelen in zonnebrandcrème niet biologisch afbreekbaar zijn. Wanneer deze stoffen in de zee komen, zorgen ze niet alleen voor de verdwijning van koraal, maar ook van algen, vissen, zeesterren en zee-egels.

In zonnebrandcrème kunnen twee soorten UV-filters zitten, die de schadelijke UV-straling tegenhouden: chemische stoffen en mineralen (die we ook wel fysische stoffen noemen). De chemische stoffen zijn de grootste boosdoeners. Maar ook de mineralen kunnen schade veroorzaken, omdat ze vaak heel erg klein zijn (nano-stoffen). Ze beschadigen met name het phytoplankton, de basis van de voedselketens in de oceanen.

In de regelgeving van de EU voor cosmetica staat welke UV-filters zijn toegestaan. De mensen die deze regels opstellen kijken hierbij helaas alleen naar de veiligheid voor de mens en niet naar het milieu.



- a Misschien denk je bij het lezen van deze informatie dat het niet gaat over zonnebrandspray en dat je deze dus wel gewoon kunt gebruiken. Maar in zowel de spray als de crème zitten dezelfde bestanddelen. Toch kun je, gezien het milieu, beter voor de crème dan voor de spray kiezen. Leg uit waarom. 2pt

- b Ondanks dat zonnebrandcrème slecht kan zijn voor het milieu, is het toch heel erg belangrijk om jezelf in te smeren als bescherming tegen verbranding en huidkanker. Je kunt tegenwoordig gelukkig meer milieuvriendelijke zonnebrandproducten kopen. Welke maatregelen kun je daarnaast nog meer nemen om schade door UV-straling tegen te gaan? Noem twee maatregelen. 2pt
- c Hoe lang je in de zon kunt zitten hangt af van je huidtype, de verwachte zonkracht (het zonkrachtgetal) en de beschermingsfactor van de zonnebrandcrème die je gebruikt. Je kunt dit als volgt berekenen: 2pt

Zonkrachtgetal : $\text{verwachte zonkracht} = \text{aantal minuten onbeschermd in de zon}$.

$\text{Aantal minuten onbeschermd in de zon} \times \text{beschermingsfactor} = \text{aantal minuten dat je tegen de schadelijke UV-straling bent beschermd met een zonnebrandcrème}$.

In de tabellen hieronder kun je jouw zonkrachtgetal en verschillende zonkrachten vinden.

Huidtype	Kleur huid	Zonkrachtgetal
1	bleke huid	60
2	matig bleke huid	100
3	licht getinte huid	200
4 & 5	getinte en donkere huid	300

Verwachte zonkracht	Omschrijving in het weerbericht	Roodkleuring onbeschermdde huid na \times minuten	Huid verbrandt
1 – 2	vrijwel geen	100 – 50	-
3 – 4	zwak	35 – 25	-
5 – 6	matig	25 – 15	gemakkelijk
7 – 8	sterk	15 – 10	snel
9 – 10 en hoger	zeer sterk	minder dan 10	zeer snel

Bron: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/weer/waarschuwingen-en-verwachtingen/zonkracht>

Bereken hoe lang jij onbeschermd en beschermd in de zon kunt zitten wanneer de zonkracht 7 is en de beschermingsfactor van jouw zonnebrandcrème SPF (Sun Protection factor) 15 is.



4.6 Het zenuwstelsel

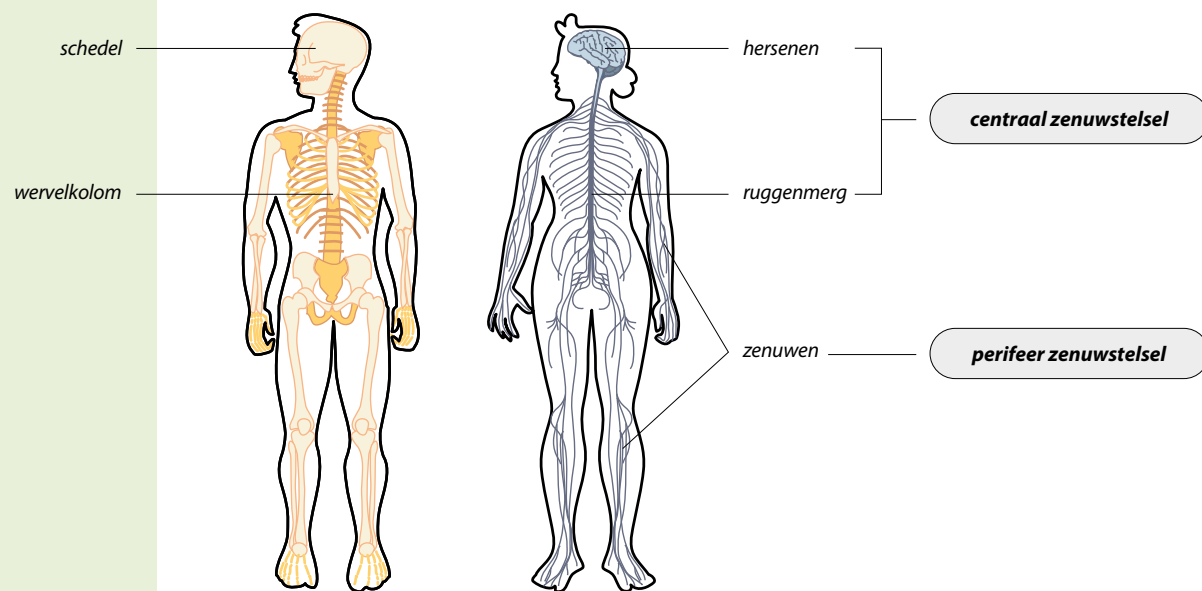
AAN HET EINDE VAN DEZE PARAGRAAF KUN JE:

- Uitleggen hoe zenuwstelsels opgebouwd kunnen zijn.
- Benoemen dat het zenuwstelsel bestaat uit een centraal en een perifeer deel.
- Benoemen uit welke zenuwcellen ons zenuwstelsel bestaat.
- Uitleggen wat zenuwen zijn.
- Uitleggen wat synapsen zijn.

Het zenuwstelsel van de mens

Je hebt al geleerd hoe signalen worden doorgegeven. Prikfels worden waargenomen door onze zintuigen en omgezet in impulsen en via zenuwcellen naar ons centrale zenuwstelsel geleid. Nu ga je kijken naar de precieze bouw en plaats van deze zenuwcellen in ons zenuwstelsel.

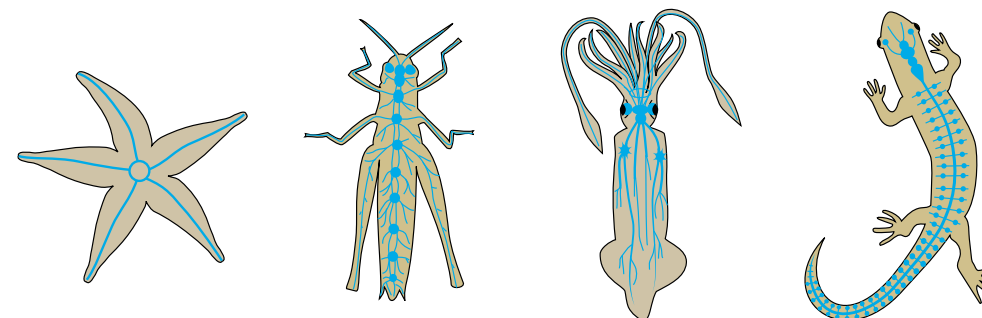
Ons zenuwstelsel bestaat uit twee delen. Als eerste het **centrale zenuwstelsel** dat bestaat uit de hersenen en het ruggenmerg. En ten tweede het **perifere zenuwstelsel**. Perifeer betekent 'aan de buitenzijde'. Het perifere zenuwstelsel ligt dus buiten het centrale zenuwstelsel. Het centrale gedeelte ligt beschermd binnen de ruggenwervels en de schedel (zie afbeelding 4.28). Vanuit het centrale zenuwstelsel loopt het perifere zenuwstelsel naar alle onderdelen in ons lichaam.



Afbeelding 4.28 Het skelet en het zenuwstelsel van de mens.

Andere zenuwstelsels

De tweedeling centraal en perifeer vind je eigenlijk alleen bij mensen en dieren met een inwendig skelet. Bij dieren zonder inwendig skelet kun je op de plek waar veel zenuwcellen bij elkaar te vinden zijn vaak wel hersenen onderscheiden. Van daaruit lopen de zenuwcellen naar de rest van het lichaam om deze aan te sturen. Sommige organismen hebben alleen een zenuwnetwerk, zoals de zeester (zie afbeelding 4.29).



Afbeelding 4.29 Van links naar rechts in het blauw de zenuwstelsels van een zeester (stekelhuidige), een sprinkhaan (insect), een inktvis (weekdier) en een salamander (amfibie).

1 Leg uit waarom het logisch is dat vrijwel alle dieren een zenuwstelsel hebben?

Eéncelligen hebben geen zenuwstelsel nodig. Alles kan geregeld worden in de cel en door de cel. Wanneer een organisme bestaat uit vele cellen is het wel nodig dat onderdelen op afstand aangestuurd kunnen worden. Zo kun jij je voet bewegen door erover na te denken.

Zintuigen van planten

Planten hebben geen zenuwstelsel. Maar ze kunnen wel signaalstoffen (hormonen) transporteren die ergens anders een functie hebben. Planten hebben alles wat ze nodig hebben om te groeien al in zich zitten. Zet maar eens een tak in de grond of in water: je zult ontdekken dat er wortels gaan groeien! Een plant kan bijna altijd weer helemaal uitgroeien vanuit een klein onderdeel - iets wat jij (helaas) niet kunt - maar heeft daar zijn zintuigen wel bij nodig.

Zien	Planten zijn gevoelig voor licht en groeien naar het licht toe.
Ruiken	Veel planten kunnen verschillende stoffen waarnemen of afgeven zodat hun soortgenoten dat signaal ook waarnemen. Zo waarschuwen acacia's voor giraffen.
Proeven	Wortels kunnen zoeken naar mineralen en naar water.
Voelen	Wortels tasten de bodem af, het kruidje-roer-me-niet en de venusvliegenvaal reageren op aanraking (zie afbeelding 4.40).
Horen	Er zijn planten die geluiden waarnemen en er zijn planten die zelf klikgeluiden maken en deze ook waarnemen.
Zwaartekracht	Wortels of stengels kunnen tegen de zwaartekracht in groeien.
...	En nog veel meer...

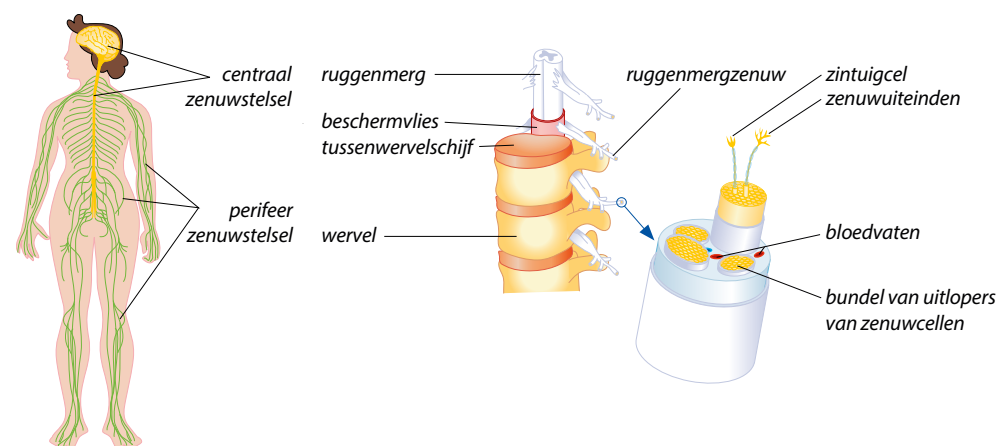
Afbeelding 4.30 De zintuigen van planten.

Nast de vele zintuigen die planten bezitten, zijn ze ook in staat om samen te werken. Bomen kunnen ondergronds voedingsstoffen uitwisselen en daarbij ook nog onderscheid maken tussen verwante of minder verwante soorten. Dit doen ze met hun wortelstelsels onder de grond in samenwerking met enorme schimmelnetwerken. Dit noemt men ook wel het 'Wood Wide Web', een gigantisch groot en ingewikkeld netwerk tussen vele bomen.







Zenuwen

Zenuwen en zenuwcellen zijn niet hetzelfde. Een **zenuwcel** is een cel met lange uitlopers. De lange uitlopers geven impulsen over een lange afstand door. Zenuwcellen zijn de langste cellen in ons lichaam. Daarom kan ons centrale zenuwstelsel een verbinding maken met alle onderdelen van het lichaam die daar ver vanaf liggen. Een **zenuw** is een bundel uitlopers van zenuwcellen. Wanneer je in je arm of been zou kunnen kijken, dan kom je dikke, witte bundels tegen van uitlopers van zenuwcellen die verbonden zijn met je hand of voet. Doordat ze gebundeld zijn, zijn ze beter beschermd, omdat een uitloper heel erg dun is.

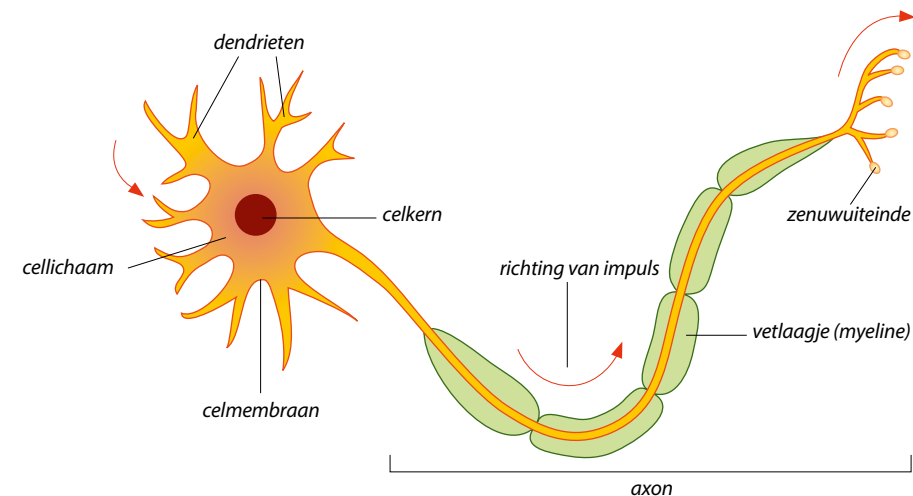


Afbeelding 4.31 Een zenuw (rechts) bestaat altijd uit een bundel uitlopers van zenuwcellen. De zenuwen verbinden het perifere zenuwstelsel met het centrale zenuwstelsel.

- 2 Welke soorten cellen in je lichaam kun je allemaal opnoemen? 
- 3 Welke cellen hebben ook alweer geen celkern? 
- 4 Welke cellen zijn het grootst (niet de zenuwcellen, die zijn het langst)? 
- 5 Hoe lang is de langste zenuwcel in je lichaam? 

Een zenuwcel

Ons lichaam bestaat uit heel veel soorten cellen. Van al die cellen zijn de zenuwcellen het langst. Zenuwcellen zijn eigenlijk gewone cellen met veel en erg lange uitlopers. Het centrale deel noemen we het **cellichaam**. Hier vind je de bekende organellen. Elke zenuwcel heeft uitlopers aan beide kanten van het cellichaam (zie afbeelding 4.32). De uitlopers die de impulsen naar het cellichaam brengen noemen we **dendrieten**. De uitlopers die de impuls van het cellichaam af geleiden noemen we **axonen**. Dendrieten en axonen hebben vetlagen (myeline) om hun lange uitlopers. Dit verhoogt de snelheid van de impulsen door de zenuwcel. Ook zorgen deze vetlagen voor de witte kleur van de zenuwuitlopers en dus ook van de zenuwen (want dat zijn immers gebundelde zenuwcellen).



Afbeelding 4.32 De onderdelen van een zenuwcel.

Impulsen kunnen met een snelheid van 120 meter per seconde door een zenuwcel geleid worden. De vetlagen zorgen voor deze hoge snelheid. Bij mensen die aan de ziekte MS (multiple sclerose) lijden, worden deze vetlagen afgebroken en neemt de snelheid van de impulsen af. Dit heeft uiteindelijk grote invloed op het functioneren van deze patiënten.

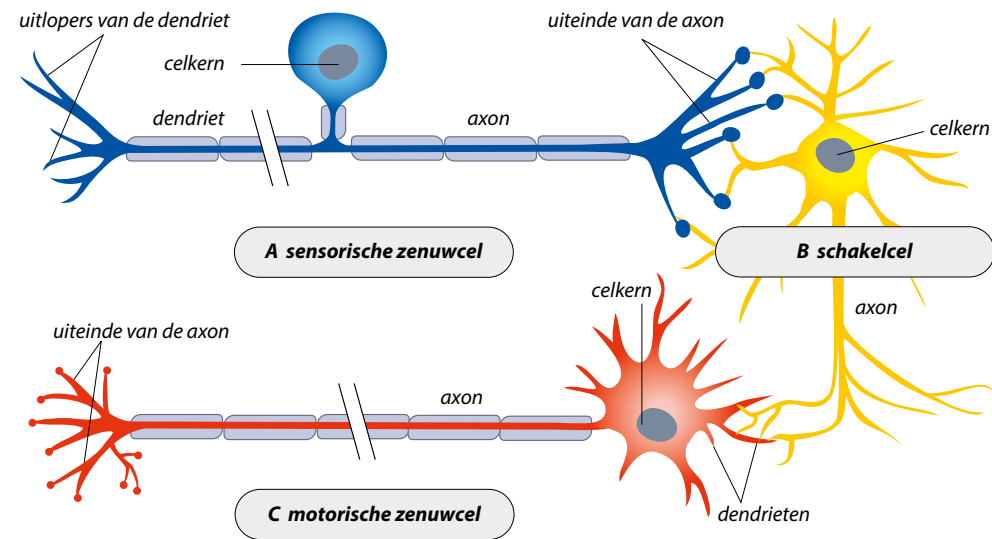
Drie soorten zenuwcellen

Alles in ons lichaam is via zenuwcellen aangesloten op onze hersenen. Alle zintuigcellen zijn aangesloten op zenuwcellen. En onze hersenen zijn verbonden met alle spieren en klieren in ons lijf. Ons lichaam bevat drie soorten zenuwcellen die je kunt indelen op hun plaats in het lichaam, maar ook op hoe ze gebouwd zijn.

Onze zintuigen kun je sensoren noemen. Een sensor is een onderdeel dat iets waarneemt of registreert. Zo heb je misschien een horloge dat je hartslag meet, maar je kunt ook denken aan een thermometer. De zenuwcel die verbonden is met een zintuigcel, noemen we daarom een **sensorische zenuwcel**. Deze is verbonden met een sensor, namelijk een zintuig.

Onze spieren zorgen voor beweging en onze klieren zorgen ook voor verandering in je lichaam. Beiden zorgen ze dus voor een reactie. Je kunt deze organen vergelijken met een motor, een onderdeel van een voertuig dat zorgt voor beweging, maar ook voor energie om de auto andere dingen te laten doen, zoals het ontsteken van de lampen en het sproeien van ruitenwisservloeistof. Zo voeren onze spieren en klieren ook taken uit. Ze worden aangestuurd door **motorische zenuwcellen**.

Om ergens op te reageren, heb je eerst je zintuig(en) nodig en de sensorische zenuwcellen en later je motorische zenuwcellen om je spieren of klieren aan te sturen. Daartussen zitten vele schakelingen in je centraal zenuwstelsel en ook in je hersenen. De zenuwcellen die dat voor hun rekening nemen noemen we **schakelcellen**. Deze bevinden zich tussen de andere twee zenuwcellen of zijn verbonden met andere schakelcellen. In afbeelding 4.33 zie je de drie verschillende zenuwcellen. Ze verschillen ook in bouw.

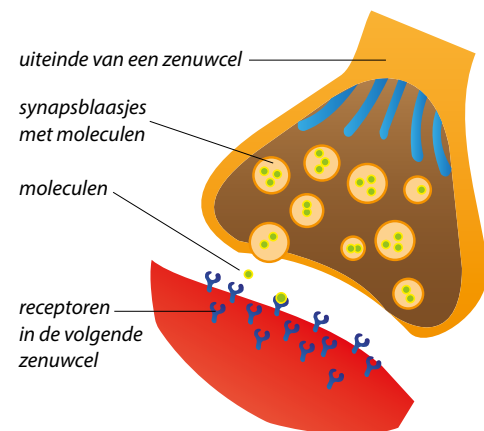


Afbeelding 4.33 De drie soorten zenuwcellen. Dendrieten sturen de impulsen naar het cellichaam en de axonen sturen de impulsen van het cellichaam af.

- 6 Wat is de naam van de zenuwcel in afbeelding 4.32?
- 7 Je maakt een keuze om iets op te pakken en je doet het ook.
Welke zenuwcellen gebruik je in welke volgorde?

Moleculen in de synaps

Aan het einde van de sensorische zenuwcel wordt het signaal doorgegeven aan de schakelcel. Dit gebeurt door middel van stoffjes die afgegeven worden door de uiteinden van de sensorische zenuwcellen. De verbinding tussen twee zenuwcellen wordt een **synaps** genoemd. Een synaps vind je bij elke verbinding tussen zenuwcellen. Tussen de twee zenuwcellen zit een smalle ruimte. Hierin worden moleculen vrijgelaten die weer hechten aan het oppervlak van de volgende zenuwcel. De vorm van de moleculen speelt hierbij een belangrijke rol (net als bij hormonen (§ 4.1)). Ze passen precies op de moleculen in het membraan van de volgende zenuwcel. Daar vormt zich opnieuw een impuls die weer kan worden doorgegeven aan de volgende zenuwcel. De 'doorgeefcel' is een schakelcel. Vervolgens wordt deze impuls meerdere keren doorgegeven van schakelcel op schakelcel in het centrale zenuwstelsel. Ook bij het aansturen van een spier of een klier, vanuit een motorische zenuwcel, spelen moleculen een rol. Want zij zetten die spier of klier aan of uit.



Afbeelding 4.34 In de synaps wordt de impuls van zenuwcel naar zenuwcel doorgegeven.

- 8 Tussen welke soorten cellen spelen moleculen dus een rol bij het doorgeven van een impuls of bij het aansturen van een onderdeel van je lichaam?
- 9 Waar zitten de twee synapsen in afbeelding 4.33?

De hersenen verwerken impulsen

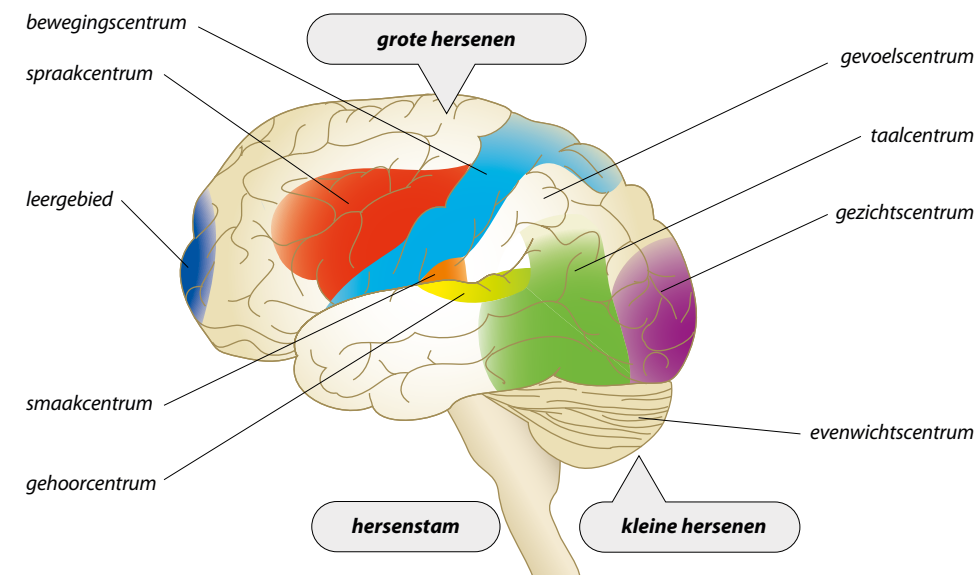
Dat je iets waarneemt, betekent dat een zintuig met zintuigcellen een prikkel heeft ontvangen, een sensorische zenuwcel heeft aangestuurd om een impuls te maken en de impulsen via schakelcellen naar je hersenen heeft gebracht. Je hersenen bestaan ook uit zenuwcellen. Sommige zenuwcellen zijn verbonden met wel 10.000 andere zenuwcellen. Het is dus logisch dat wij mensen nog flink wat moeite hebben met het begrijpen van onze eigen hersenen.

De hersenen

Je hersenen bestaan uit ongeveer 100 miljard zenuwcellen. Deze cellen zijn op allerlei manieren met elkaar verbonden. Samen zorgen ze ervoor dat alle signalen die binnenkomen verwerkt worden. Zo kun je nadenken en keuzes maken waarbij je ook je geheugen gebruikt. Op die manier kun je zelf bewust je lichaam aansturen. Veel van deze processen vinden **onbewust** plaats. Je zenuwstelsel meet 24 uur per dag je 'binnen- en buitenwereld' en onderneemt samen met je hormoonstelsel actie als dat nodig is. Het is namelijk van belang dat je lichaam in evenwicht blijft, bijvoorbeeld op de juiste temperatuur, met genoeg vocht en zuurstof zodat je kunt overleven. Je hersenen voeren dus ook van alles uit zonder dat je er steeds over na moet denken.

Hersengebieden

Onze hersenen zijn ingewikkeld. Via een hersenscan (EEG) is zichtbaar welke hersengebieden actief zijn als je iets doet of als je ergens over nadent. Door dergelijk onderzoek is ontdekt welke functies de verschillende **hersengebieden** hebben (zie afbeelding 4.36). Er zijn aparte gebieden voor taal, bewegen, zien, denken. Elke gebied verwerkt specifieke prikkels en stuurt bepaalde onderdelen van ons lichaam aan. Veel is nog onduidelijk en daarvoor is hersenonderzoek nodig.



Afbeelding 4.36 De verschillende hersengebieden en waar ze voor dienen.

- 10 Je zit een film te kijken op de bank. Welke hersengebieden gebruik je op dat moment? Leg uit waarom je deze denkt te gebruiken.



Afbeelding 4.35 Een hersenscan (EEG) meet bij deze jongen de elektrische activiteit in de hersenen. Zo'n scan wordt veel gebruikt om epilepsie, beschadigingen in de hersenen en waak- of slaapstoornissen op te sporen.

Superzenuwstelsel

Eén van de slimste dieren is de octopus. Het dier toont opvallend gedrag. Octopussen kunnen bijvoorbeeld de pigmenten in hun huid veranderen van kleur. Ook kunnen ze zich verstoppert door schelpen, stenen en ander bodemmateriaal vast te pakken met hun zuignappen en om hun lichaam heen te wikkelen. Octopussen staan erom bekend dat ze door de kleinste gaatjes kunnen ontsnappen en ze kunnen zelfs een pot met schroefdeksel vanaf de binnenkant opendraaien en ontsnappen.

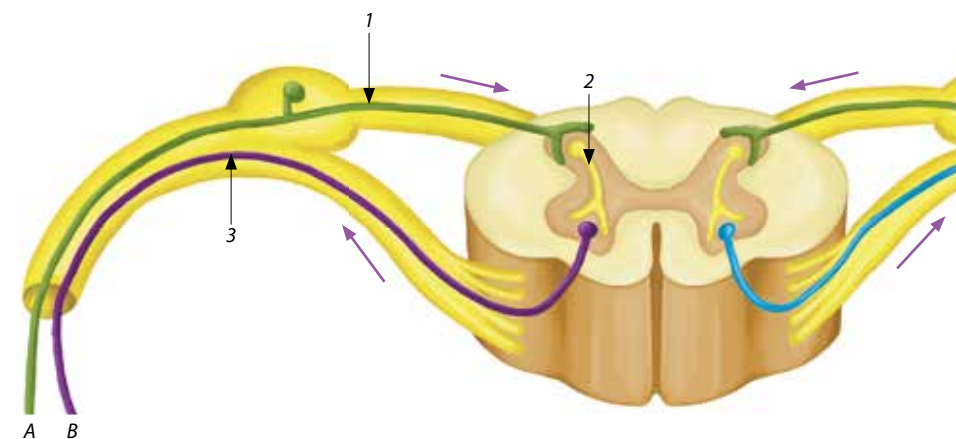
Wat verder bijzonder is aan een octopus is zijn zenuwstelsel. Een octopus heeft 500 miljoen zenuwcellen en tweederde daarvan bevindt zich in zijn acht armen. Daarnaast heeft de octopus nog een brein. Maar onderzoek liet zien dat de acht armen ook als een zelfstandig brein functioneren. De prikkels die waargenomen worden met de armen worden in de armen zelf verwerkt en de aansturing van de armen vindt ook grotendeels in de armen zelf plaats. De hersenen houden wel de coördinatie, maar niet zoals bij jou. Wanneer jij bewust reageert op je omgeving, is dit eerst in je hersenen verwerkt.



Afbeelding 4.37 De armen van de octopus werken als lokale netwerken die onafhankelijk van het centrale brein opereren. (Cosmos, september 2018, Kelly Murphy Illustration).

4.6 Verwerkingsopdrachten

- 11 Geef drie verschillen tussen een sensorische zenuwcel en een motorische zenuwcel. 3pt
- 12 Leg uit op welke zenuwcel (sensorisch of motorisch) de schakelcel het meeste lijkt. 2pt
- 13 Zet in de goede volgorde: 3pt
- cellichaam – synaps – axon – dendriet
 - schakelcel – motorische zenuwcel – sensorische zenuwcel
 - zintuigcel – impuls – prikkel
- 14 Een impuls gaat van de zintuigcel naar een hersengebied via twee zenuwcellen. 3pt
Zet de volgende onderdelen in de goede volgorde.
- schakelcellen in het hersengebied – cellichaam schakelcel – axon sensorische zenuwcel – dendriet schakelcel – cellichaam sensorische zenuwcel – synaps (2x) – axon schakelcel – dendriet sensorische zenuwcel – zintuigcel
- 15 Alle zenuwcellen lopen van en naar het centraal zenuwstelsel. In de afbeelding hieronder zie je een doorsnede van het ruggenmerg met enkele zenuwcellen. 2pt
Benoem de drie zenuwcellen 1, 2 en 3.



- 16 Geef aan waarmee A en B verbonden kunnen zijn. 2pt

17 Ecologisch denken: Storende stoffen

Er zijn heel veel stoffen bekend die een effect hebben op de werking van je zenuwstelsel. Sommige zijn prettig, zoals pijnstillers, maar anderen, zoals drugs en alcohol, kunnen ook voor problemen zorgen.

- a Omschrijf twee mogelijke uitwerkingen van stoffen op (delen van) het zenuwstelsel. En welk effect zou dit kunnen hebben op de werking van je zenuwstelsel: het doorgeven van impulsen? 2pt
- b Zoek informatie over het effect van alcohol, enkele drugs en/of pijnstillers op en kijk of jouw ideeën uit vraag a ook terug te vinden zijn. 2pt

4.7 Reflexen

AAN HET EINDE VAN DEZE PARAGRAAF KUN JE UITLEGGEN:

- Wat een reflex is en waarom ze belangrijk zijn.
- Wat de verschillen zijn tussen een reflex en een bewuste handeling.
- Hoe de reflexboog verloopt.
- Wat klassieke en operante conditionering is.



Afbeelding 4.38
Reflexen tijdens het vallen bij een kat.

Een snelle onbewuste reactie

Je pakt de pan van de kookplaat, maar je laat deze meteen weer los. De pan valt op de grond. De pan was nog veel te heet om op te pakken. Tijdens de gymles komt er ineens een bal recht op je af en je duikt weg, zonder na te denken. Dit zijn twee voorbeelden van een reflex. In paragraaf 1 heb je gelezen hoe prikkels uiteindelijk via impulsen door zenuwcellen je hersenen bereiken en wat er gebeurt wanneer je ervoor kiest om iets te gaan doen. In de vorige paragraaf heb je geleerd via welke cellen deze impulsen precies van je zintuigen naar je hersenen en van je hersenen naar je spieren en klieren gezonden worden. Maar je hebt al vaak genoeg meegemaakt dat je lichaam sneller reageert dan je zelf doorhebt. Dat zijn **reflexen**: snelle handelingen die je onbewust uitvoert.

- 1 Schijn eens op afstand met een lampje (van je telefoon) richting het oog van je klasgenoot en ga voorzichtig iets dichterbij (kijk niet recht in het lampje!). Wat zie je gebeuren?

Vanwege het directe gevaar (je verbrandt je vingers of krijgt een bal tegen je hoofd) moet een reflex heel snel plaatsvinden. Je kunt er niet eerst over nadenken. Tijdens de reflex maak je even geen gebruik van je hersenen. Een reflex is dus een onbewuste (je denkt er niet over na) en snelle beweging in reactie op een sterke prikkel (direct gevaar).

Reflexen bij dieren

Een kat landt altijd op zijn pootjes. Deze uitdrukking ken je vast wel. Ook dit is een reflex. Wanneer een kat naar beneden valt draait deze zich razendsnel om (zie afbeelding 4.38). Zo komt een kat, wanneer de sprong niet te hoog is, veilig op zijn pootjes terecht. Een kat hoeft dit niet te leren. Reflexen zijn aangeboren.

Een andere bekende reflex is de unkenreflex bij amfibieën (zie afbeelding 4.39). Wanneer ze bedreigd worden, schieten ze razendsnel in een houding om zichzelf te beschermen. Zo laten ze hun felgekleurde onderkant zien om de aanvalleur af te schrikken of weg te jagen. Ook eencelligen, zoals de amoëbe, laten reflexen zien. Wanneer ze in contact komen met een erg zure of zoute stof trekken ze zich terug.



Afbeelding 4.39 De unkenreflex bij de geelbuikvuurpad. vuurpad (*Bombina variegata*).

Reflexen bij planten

In de vorige paragraaf heb je al geleerd over de vele zintuigen van planten. Planten hebben geen zenuwstelsel. Toch zijn er planten die snel kunnen reageren op een prikkel. De venusvliegenval (*Dionaea muscipula*) sluit zijn bladeren razendsnel wanneer één van de zes haartjes aan de binnenkant van de bladeren binnen 20 seconden twee keer is aangeraakt. Ook het kruidje-roer-me-niet (*Mimosa pudica*) reageert op aanraking en vouwt zijn bladeren samen.



Afbeelding 4.40 De venusvliegenval (*Dionaea muscipula*) en het kruidje-roer-me-niet (*Mimosa pudica*).

Zowel eencelligen als planten hebben geen zenuwstelsel. Je kunt dus niet spreken van impulsen. Wel ontstaan er elektrische signalen die lijken op impulsen. Ook andere signalen zoals hormonen zorgen voor een reactie, waardoor de vorm van cellen of de houding van onderdelen van planten kunnen veranderen. Bij de twee voorbeelden van bewegende planten is er sprake van een elektrisch signaal, vergelijkbaar met een impuls, bij de snelle beweging. Bij de langzamere bewegingen, zoals het verder sluiten van de bladeren van de venusvliegenval, spelen hormonen een rol.

Reflexen bij baby's

Baby's vertonen al verschillende reflexen. Wanneer je de hand van een baby aanraakt, zal deze je vinger stevig vastgrijpen. De reflex van de voet wordt vaak gecontroleerd op jonge leeftijd. Als de voetzool gemasseerd wordt, zullen de tenen (met name de grote teen) omhoog gaan. Wanneer je een baby vasthoudt onder de schouders met de voeten vlak bij een oppervlakte, zal de baby stapjes proberen te zetten. Naast deze drie reflexen is de zuigreflex erg bekend. Vaak kunnen jonge kinderen deze reflex niet meer uitvoeren waardoor ze niet meer uit de fles kunnen drinken. Iets wat ze als baby wel konden. Een laatste voorbeeld is de zoekreflex, die optreedt wanneer je de wang of de lippen van de baby aanraakt. De baby gaat op zoek naar de tepel (of de fles of de speen) om te kunnen drinken. Al deze reflexen zijn aangeboren.

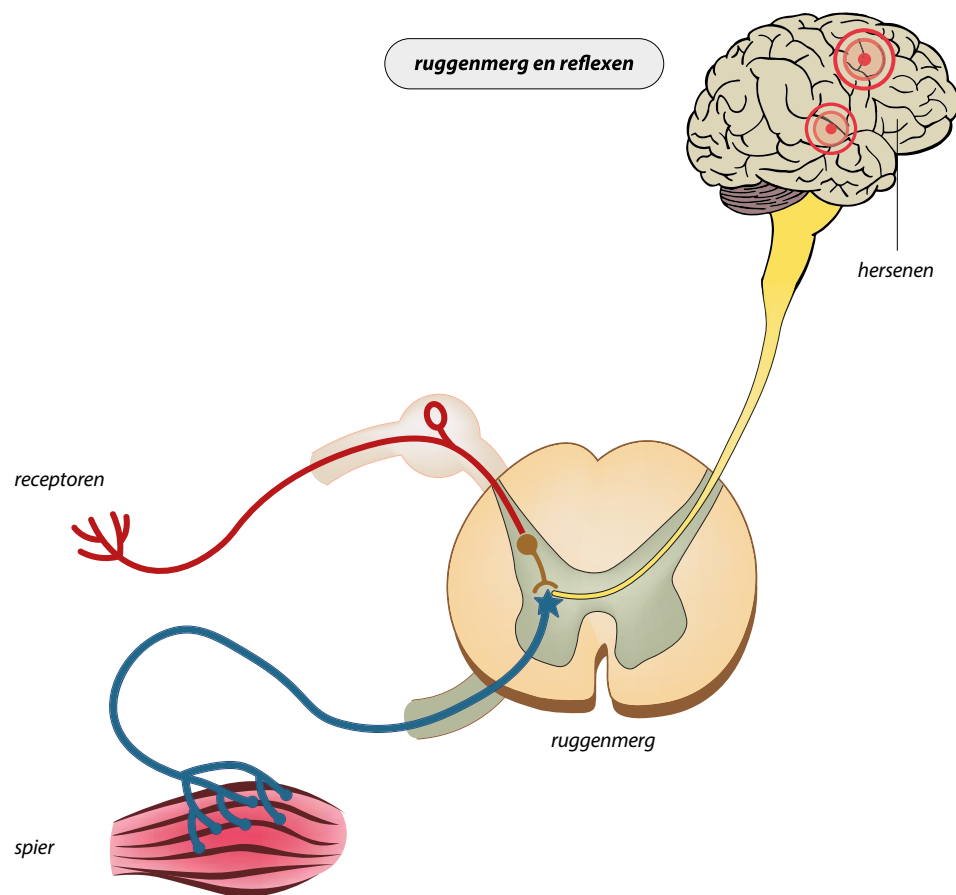


Afbeelding 4.41 Drie verschillende reflexen bij baby's.



De reflexboog

Een reflex begint altijd bij (één of) meerdere zintuigcellen (zie figuur 4.42) bijvoorbeeld bij je vinger wanneer je iets heets aanraakt. De prikkel is dan heel erg sterk. Bij een vlam zorgt een prikkel ervoor dat je je vinger dan ook meteen terugtrekt. De impuls wordt doorgegeven via de sensorische zenuwcel naar je ruggenmerg ter hoogte van je arm (schouder), daar wordt de impuls doorgegeven aan een schakelcel en meteen aan een motorische zenuwcel die de impuls naar enkele spieren stuurt. Je trekt heel snel je arm weer weg. De actie wordt al ingezet zonder verwerking door je hersenen. Er gaat tegelijkertijd een impuls naar je hersenen en je zult ook de pijn ervaren en 'au' roepen. Ditzelfde zie je gebeuren wanneer je in iets pijnlijks stapt of wanneer er ineens iets op je af komt. De impuls neemt de kortste weg: via het ruggenmerg direct naar de spieren. Die kortste route noemen we de reflexboog.



Herhalen helpt!
Welke verschillende zenuwcellen zijn er ook weer?
Welke typen zenuwcellen zie je in afbeelding 4.42?

Afbeelding 4.42 Bij de reflexboog loopt de impuls direct van de waarneming naar de spierreactie (van rood naar blauw) en niet via de hersenen (van rood naar geel naar blauw) omdat een supersnelle reactie nodig is om je lichaam te beschermen.

Reflexen aanleren

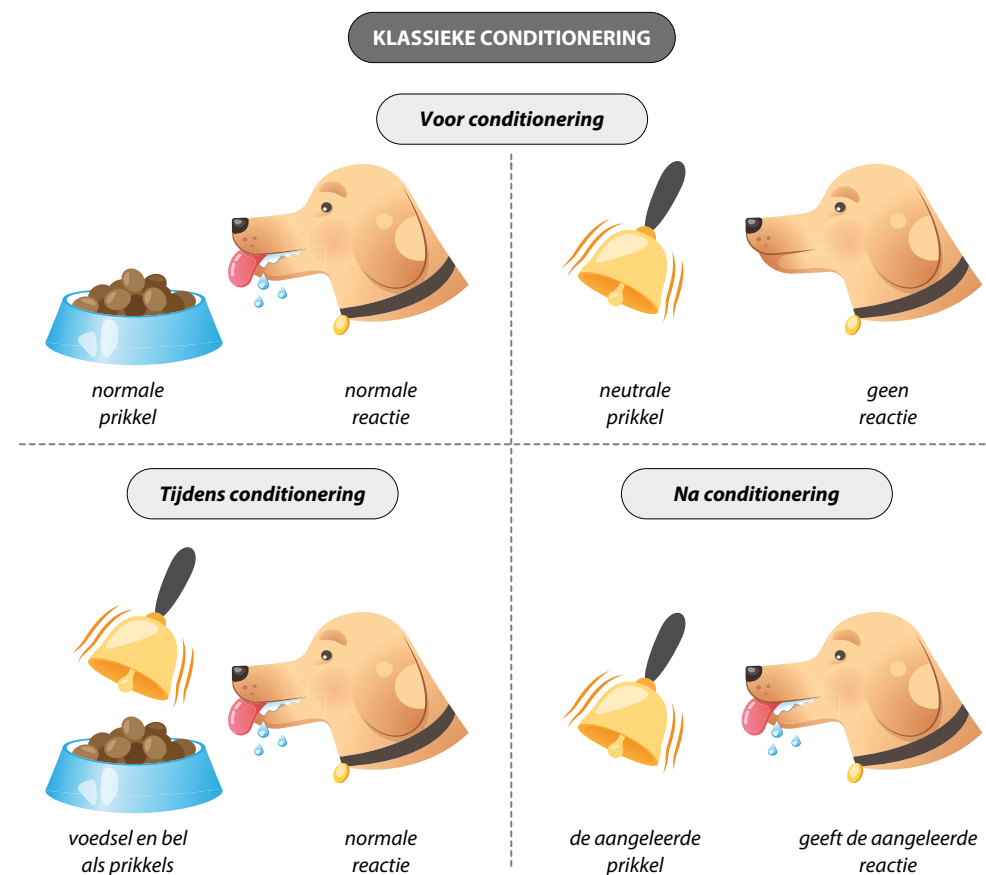
Naast de vele aangeboren reflexen, zijn er ook reflexen die we aanleren. Jij bent daar zelf een mooi voorbeeld van! Waarschijnlijk maakt jouw school gebruik van een bel om aan te geven dat de les begint of voorbij is. Voordat je naar school ging, zei dat geluid je helemaal niets. Maar nu sta je soms zonder na te denken op om op te ruimen. Een mooi voorbeeld van een aangeleerde reflex. Je hebt een nieuwe betekenis gegeven aan een prikkel.

2 Bedenk een paar voorbeelden van aangeleerde reflexen in jouw dagelijks leven.

Klassieke conditionering

In 1897 publiceerde Ivan Pavlov na 12 jaar onderzoek zijn boek over de speekselklieren. Zijn experimenten met honden en hun kwijlreflex hebben ervoor gezorgd dat we spreken over een Pavlov-reactie. Daarmee bedoelen we een onbewuste, maar aangeleerde reactie. Pavlov kon ervoor zorgen dat zijn honden begonnen te kwijlen bij het horen van een bel, bij het getik van een metronoom, bij muziek en bij het zien van een lamp. Om dit voor elkaar te krijgen, liet hij deze dingen eerst zien en horen wanneer de honden eten kregen. Honden kwijlen bij het zien of ruiken van eten en niet bij het horen van een bel. Jij kent dat misschien ook wel, dat je gaat watertanden wanneer je iets lekkers ruikt of aan iets lekkers denkt.

Maar na het laten horen van een willekeurige andere prikkel (de bel, de lamp) tijdens het zien en ruiken van eten, legden de honden een verband tussen deze nieuwe prikkel en het eten. Zo leerden ze om te kwijlen bij andere prikkels, die niks met eten te maken hebben. Het aanleren van reflexen, waarbij je een nieuwe relatie legt tussen een bekende prikkel en een reactie, noemen we **klassieke conditionering**. Pavlov is hiervan het bekendste voorbeeld.



Afbeelding 4.43 Pavlov toonde aan dat een gewone reflex ook aan een andere dan de originele prikkel kan worden gekoppeld. Hij conditioneerde honden om te kwijlen bij een prikkel die helemaal niets met eten te maken heeft.

3 Ook jij hebt prikkels gekoppeld aan eten. Bedenk maar eens een paar geluiden of andere prikkels waardoor je aan eten denkt. Leg ook uit hoe je dit geleerd hebt.



4. Begrippen

4.1

waarnemen
prikkel
zintuigen
zintuigcellen
impuls
klier
hormonen

prikkels uit de omgeving verwerken in de hersenen
alles wat je kunt waarnemen met je zintuigen
organen die iets uit je omgeving of in je lichaam kunnen waarnemen
cellen in een zintuig die een prikkel kunnen omzetten in een impuls
een elektrisch signaal dat doorgegeven wordt via zenuwcellen
orgaan dat stoffen afscheid die een rol spelen bij het reguleren van het lichaam
stoffen die door klieren in het lichaam worden gevormd en aan het bloed worden afgegeven
om processen in het lichaam aan en uit te zetten

4.2

reukorgaan
reukzintuigcellen
geurreceptoren
smaakpapillen
smaakzintuigcellen
smaakreceptoren

het orgaan waarmee een organisme kan ruiken; de neus
cellen in de neus die geurstoffen (moleculen) omzetten in een impuls
de eiwitten op de reukzintuigcellen die de geurstoffen kunnen binden
zenuwuiteinden op je tong die geprikkeld worden door smaakstoffen (moleculen) in voedsel
cellen in de mond die smaakstoffen (moleculen) omzetten in een impuls
de eiwitten op de smaakzintuigcellen die de smaakstoffen kunnen binden

4.3

geluidsgolven
toonhoogte
buitenoor
middenoor
binnenoor
oorschelp
gehoorgang
trommelvlies
gehoorbeentjes
hamer
aambeeld
stijgbeugel
slakkenhuis
gehoorzenuw
buis van Eustachius
geluidsintensiteit
halvemaanvormige kanalen
evenwichtsorgaan

geluid is een trilling van de lucht en het verplaatst zich in golven
de toon is hoger naarmate de lucht sneller trilt
het uitwendige deel van het oor waarmee je geluiden opvangt
deel van het oor waarin de gehoorbeentjes zitten (tussen gehoorgang en binnenoor)
in het binnenoor wordt trilling omgezet naar een impuls voor de gehoorzenuw
het zichtbare deel van je oor waar je geluid mee opvangt
het kanaal tussen je zichtbare oor en het trommelvlies
een vlies dat trillingen opvangt en doorgeeft aan de gehoorbeentjes
drie kleine botjes die de geluidstrillingen doorgeven aan het slakkenhuis
gehoorbeentje dat trilling van het trommelvlies overbrengt op het aambeeld
gehoorbeentje dat trilling van de hamer doorgeeft aan de stijgbeugel
gehoorbeentje dat trilling doorgeeft aan het slakkenhuis
deel van het binnenoor waar trilling wordt omgezet naar impulsen
de zenuw die de geluidsimpulsen naar de hersenen brengt
de verbinding tussen het middenoor en de keel
de sterkte van het geluid uitgedrukt in decibellen
de drie buisjes met vloeistof in het binnenoor die samen het evenwichtsorgaan vormen
orgaan in je oren dat ervoor zorgt dat je lichaam steeds in evenwicht is

4.4

oogspieren
hoornvlies
harde oogrok
pupil
iris
glasachtig lichaam
netvlies

spieren aan de oogbol waardoor je goed alle kanten op kunt kijken
doorzichtig vlies aan de buitenkant van de oogbol waardoor het licht naar binnen valt
de buitenste witte laag van het oog; het oogwit
de zwarte opening in het midden van de iris waardoor het licht in het oog komt
deel van het oog dat het vergroten en verkleinen van de pupil regelt
het doorzichtige deel van het oog tussen de lens en het netvlies
de laag achterin het oog dat bestaat uit lichtgevoelige zenuwcellen (staafjes en kegeltjes)

vaatvlies
oogzenuw
lensbandjes
straalvormig lichaam

accomoderen
staafjes
kegeltjes
gele vlek

blinde vlek

4.5

tastzintuigen
drukszintuigen
pijnzintuigen
zintuigen voor kou en warmte
elektroreceptie

4.6

centraal zenuwstelsel
perifeer zenuwstelsel

zenuwcel
zenuw
cellichaam
dendriet
axon
sensorische zenuwcel
schakelcel
motorische zenuwcel
synaps
hersengebieden

4.7

reflex
reflexboog
klassieke conditionering
conditioneren
proefondervindelijk leren
operante conditionering

netwerk van bloedvaten dat zorgt voor de voeding van het oog
de zenuw die de impulsen van het oog naar de hersenen transporteert
de verbindingen tussen de lens en het straalvormig lichaam (de kringspier)
de kringvormige spier rond de lens waarmee je de vorm van de lens kunt aanpassen
zodat je scherp blijft zien
het aanpassen van de vorm van de lens om scherp te kunnen zien (dichtbij en ver)
lichtgevoelige zintuigcellen die gevoelig zijn voor zwart-grijs-wit en licht-donker
lichtgevoelige zintuigcellen waarmee je kleur waarneemt
plek op het netvlies (recht achter de pupil) waarmee het scherpst kan worden gezien
(vanwege de vele kegeltjes)
deel van het oog waar de oogzenuw het oog verlaat en geen werkend netvlies aanwezig is
(je kunt er dus niets mee zien)

zintuigen in de huid waarmee je aanrakingen waarneemt
zintuigen in de huid die gevoelig zijn voor druk op de huid
pijnzintuigen in de huid zorgen ervoor dat je pijnprikkels voelt
zintuigen in de huid waarmee we temperatuur kunnen waarnemen
het vermogen om elektrische velden waar te nemen

het deel van het zenuwstelsel dat in het midden ligt; de hersenen en het ruggenmerg
het deel van het zenuwstelsel dat verbonden is met de uiteinden van het lichaam
(alles behalve het centrale deel van het zenuwstelsel)
cel in het zenuwstelsel die impulsen geleidt; neuron
een bundel van uitlopers van zenuwcellen
het deel van de zenuwcel met o.a. de celkern zonder de uitlopers
uitloper van zenuwcellen die de impulsen opvangen en doorgeven náár het cellichaam
uitloper van zenuwcellen die de impuls van het cellichaam afvoert
een zenuwcel die impulsen van zintuigcellen naar het centrale zenuwstelsel geleidt
een zenuwcel die aan beide uiteinden verbonden is met andere zenuwcellen
een zenuwcel die een spier of een klier aanstuurt
de plaats waar de impulsen van de ene zenuwcel overgaan op een volgende zenuwcel
delen van de hersenen met een bepaalde specifieke functie

een snelle onbewuste reactie op een sterke prikkel
de route die impulsen bij een reflex afleggen
het leerproces waarbij een prikkel gekoppeld wordt aan een nieuwe gedachte of handeling
aanleren, trainen, dresseren
leren door te proberen, met vallen en opstaan (Engels: trial and error)
leren door naar de gevolgen te kijken; dit kan proefondervindelijk leren zijn (op basis van
mislukking of succes) of door te conditioneren (door bewust te belonen of te straffen)

Op deze pagina's staan alle begrippen met hun betekenis. In de digitale begrippentrainer heeft elk begrip ook nog een voorbeeldzin en een afbeelding. En je kunt jezelf ermee overhoren, ook in de pauze op je telefoon.

Meer weten

We sturen je graag een beoordelingsexemplaar
(Boek 1) met proeflicentie.


Kijk voor meer informatie op www.symbiose.nl.

SYMBIOSE

support | 0513 – 65 71 90 | support@eduhint.nl

SYMBIOSE

een uitgave van

 EduHint