

Arie Bos

# GEBRUIK JE HERSENS!



Met dank aan Hans Nijmens en Wolter Bos

Bos, Arie

Gebruik je hersens! / Arie Bos – Zeist: Christoffor – Ill.

ISBN 978 90 6038 848 8

NUR 922

Afbeelding omslag: Jan Fabre, *De kunstenaar die zijn eigen brein probeert te mennen* (2007).

Materiaal: silicone, textiel, eikenhout en pigment. Afmetingen: 23 x 32 x 43,5 cm. Installatiezicht: *Jan Fabre. Hortus / Corpus*, Kröller-Müllermuseum, Otterlo, 2011. Fotograaf: Attilio Maranzano.

Copyright: Angelos bvba

Fotografie omslag (auteursportret): Leo van der Noort

Omslagontwerp: Riesenkind

Tekeningen: John Rabou (nrs. 2, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14)

Redactie: Femke Boshuisen

Eindredactie, layout en zetwerk: Jaap Verheij

© 2018 Uitgeverij Christoffor, Postbus 234, 3700 AE Zeist

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt, door middel van druk, fotokopie, microfilm of welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

*No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means, without written permission from the publisher.*

# Inhoud

	Over dit boek	7
1	Je hersenen groeien niet vanzelf	9
2	Hoe de hersenen begonnen	16
3	Wegwijs in de menselijke hersenschors	23
4	Na-apen en meevoelen	33
5	Bestaat de vrije wil?	37
6	Zelfbeheersing	41
7	Maken de hersenen bewustzijn?	44
8	Voelen doe je met je lichaam	51
9	De chemie van gevoelens	57
10	Denken, leren en doen	64
11	Een tweeling in ons hoofd?	71
12	Geestesziekten of hersenziekten?	83
13	Heb je hersenen eigenlijk wel nodig?	90
	Bronvermeldingen	97

## Over dit boek

Het boek dat je nu in handen hebt is een vereenvoudigde en tegelijk ook uitgebreidere versie van mijn vorige boek met de titel *Mijn brein denkt niet, ik wel*. Een vriend zei namelijk: 'Buitengewoon interessant, maar je moet wel naar de universiteit geweest zijn om het helemaal te begrijpen. En dat is jammer, want het is voor iedereen belangrijk, bijvoorbeeld ook voor middelbare scholieren.' Dat kon ik dus zowel als compliment als kritiek opvatten. Ik besloot het als een aansporing te zien. Daarom dit boek. Voor iedereen die het vorige – of andermans boeken over de hersenen – te moeilijk vond, en voor mij om te proberen in voor iedereen begrijpelijke taal te schrijven.

Gebruik je hersens! Maar waarvoor eigenlijk? De kans is groot dat je zult zeggen: 'Om te denken.' En daar zit wat in. Maar hoe dan? Maken je hersenen uit zichzelf gedachten of heb jij ook nog wat in te brengen? Wat maakt het uit, het zijn toch *mijn* hersenen, zou je kunnen denken. Maar het maakt zeker wat uit. Jouw mening over waar je gedachten vandaan komen, heeft gek genoeg invloed op je gezondheid, op je gedrag en zelfs op je latere loopbaan. Dat blijkt uit allerlei onderzoek dat verderop in dit boek ter sprake zal komen.

Op de vraag waar je dan hersens voor nodig hebt, zou je ook kunnen antwoorden: 'Om te leren.' Misschien zit je zelf nog op een school of een opleiding en houdt dat je nogal bezig, en dat is inderdaad waarschijnlijk het beste antwoord. Maar dan niet alleen om talen te leren of wiskunde of biologie, maar ook gitaarspelen, tekenen, voetballen of turnen. Of hoe je het beste met andere mensen kunt omgaan en nog veel meer. De vooruitgang die je met leren maakt is helemaal gebaseerd op de hersenen. Hoe dat zit, zal je ook verderop duidelijk worden.

Oké, leren dus. Daar hebben we hersenen voor nodig. En hoe zit het met gevoelens? Waarom hebben we eigenlijk gevoelens en waar zitten die? Wat hebben gevoelens met de hersenen te maken? Je hoort steeds dat we die in onze hersenen maken. Dat is een interessante kwestie. Er zijn gebieden in

de hersenen die duidelijk met gevoelens samenhangen, maar daar voel je ze niet. Je voelt ze in je lichaam. Soms merk je pas later dat je een onbestemd vervelend gevoel in je lijf een naam kunt geven: spanning, of zelfs angst. De wetenschap die zich met dit soort gevoelens bezighoudt, wordt psychologie genoemd. Vroeger 'zielkunde', maar omdat tegenwoordig het woord 'ziel' niet meer wetenschappelijk meetelt, wordt voor het Griekse woord 'psyche' gekozen. Daarmee wordt precies hetzelfde bedoeld. We zullen het er nog over hebben of de ziel inderdaad ouderwetse onzin is of niet. En hoe je je de ziel kunt voorstellen en of je die misschien zelfs kunt waarnemen.

En wat gebeurt er als er iets mis gaat in de hersenen? Kan dat ooit goed komen? Is een psychiatrisch patiënt verantwoordelijk voor wat hij doet? Of een misdadiger? Of zijn zijn hersenen verantwoordelijk? En hoe kunnen drugs je ervaringen en gedrag zo veranderen?

## **Bewustzijn**

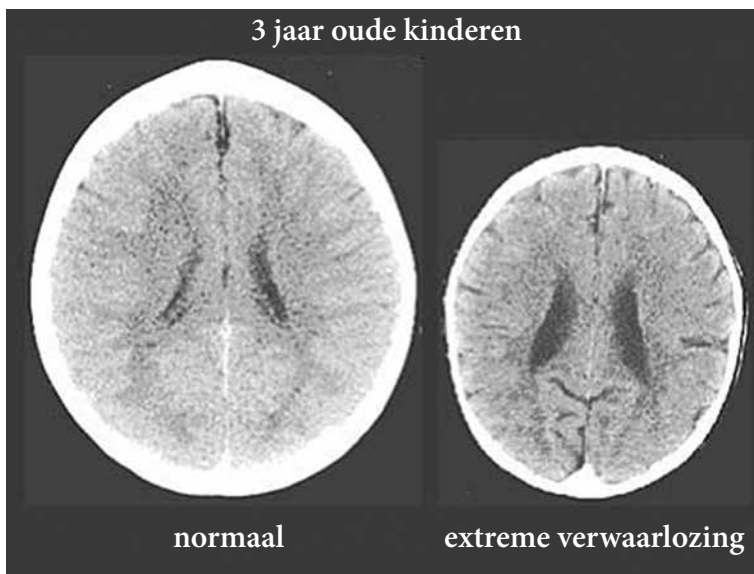
Is er eigenlijk een verschil tussen het denken – of het bewustzijn – van mensen en dieren? Met het woord bewustzijn worden soms verschillende dingen bedoeld. Ik gebruik het in dit boek in de betekenis van 'iets ervaren'. Een computer of een robot kan bijvoorbeeld heel 'intelligent' zijn, maar ervaart er niks bij, dus heeft-ie geen bewustzijn. Dieren hebben wel bewustzijn. Ze kunnen duidelijk iets voelen. Maar kunnen ze denken? Om iets van de hersenen te begrijpen, en iets over de eigenschappen van dierlijk en menselijk bewustzijn te kunnen zeggen, moeten we begrijpen hoe ze zijn ontstaan in de ontwikkeling van het leven, in de evolutie.

Eigenlijk gaat dit boek dus over de vraag wat voor soort wezens wij mensen zijn, en over wat we hier komen doen. Om daarover na te kunnen denken, hebben we erg veel aan de wetenschap en vooral de neurowetenschap (hersenenwetenschap). Maar om de vondsten die in die wetenschap zijn gedaan op hun waarde te kunnen schatten, moet je zelf blijven nadenken. Je moet je eigen mening durven vormen. Dat geldt natuurlijk ook bij het lezen van dit boek!

## HOOFDSTUK 1

# Je hersenen groeien niet vanzelf

Groeien doe je vanzelf, totdat je uitgegroeid bent. Daar hoef je niets anders voor te doen dan te eten, te drinken, te slapen en te blijven leven. Maar er is ooit iets buitengewoon droevigs voorgevallen waarbij duidelijk is geworden dat hersengroei helemaal niet vanzelf spreekt. In de jaren zestig tot en met tachtig van de vorige eeuw regeerde in Roemenië de communistische dictator Ceaucescu. Het land was onder dat regime ongelooflijk arm en mensen konden maar één kind voeden. Elk volgende kind werd meteen na de geboorte naar een van de talloze weeshuizen van de overheid gestuurd. Daar had men dan misschien wel voedsel, maar gebrek aan personeel. Het ging om tienduizenden kinderen! De kindertjes lagen de hele dag in ledikantjes, jarenlang, en kregen weliswaar te eten en zo nu en dan verschoning



Afbeelding 1 *Effect van verwaarlozing op de hersenen.*

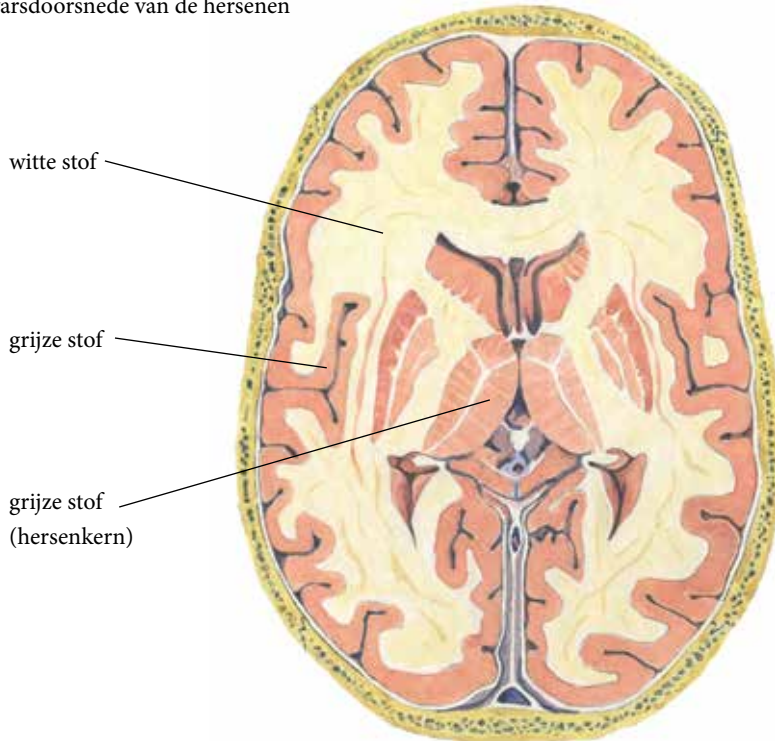
door steeds weer andere verzorgers (tot wel zeventien verschillende), maar verder werd er niets met de kinderen gedaan. Er werd niet tegen ze gesproken, niet voor ze gezongen, ze werden niet geknuffeld of gewiegd, er werd niet met ze gespeeld. En de kinderen speelden ook niet met elkaar. De kinderen beleefden en leerden dus niets.

Het bleek dat de hersenen van die kinderen helemaal niet groeiden. En dat de kinderen in ontwikkeling achterbleven: ze konden niet praten en niet goed bewegen, hadden geen aandacht voor hun omgeving en waren emotioneel gestoord. Ze waren dus achterlijk, 'geretardeerd'. Niet omdat hun aanleg niet goed was, maar door de verwaarlozing van hun geestelijke vermogens en hun bewegingsmogelijkheden. Als die niet ontwikkeld worden, ontwikkelen de hersenen zich ook niet. Wanneer je rond het derde jaar een scan van de hersenen van zo'n kind maakt en die vergelijkt met die van een gewoon opgevoed kind, krijg je het beeld van afbeelding 1. Links op de afbeelding zie je de hersenen van een normaal opgegroeid en rechts die van een verwaarloosd kind. De hersenen van het kind rechts zijn veel kleiner en de schedel, die de hersengrootte volgt, ook. Je ziet dat de hersenschors van het kind rechts veel bredere gleuven heeft dan die van het kind links. Dat

De hersenen bestaan uit twee soorten 'stof': de 'witte stof' en de 'grijze stof'. Die namen stammen nog uit de tijd dat hersenen alleen bestudeerd konden worden na de dood. Levende hersenen zijn helemaal niet grijs maar roze. De 'grijze' (dus eigenlijk roze) stof vormt de hersenschors, de laag buiten op de hersenen.

Die schors bestaat uit zes lagen zenuwcellen die onderling weer met zenuwuitlopertjes (dendrieten) zijn verbonden. Uit de cellichamen vertrekken langere 'zenuwvezels' (axonen) die het gebied onder de schors bevolken en gezamenlijk 'witte stof' worden genoemd. Dat heet zo omdat de zenuwvezels allemaal omhuld worden door cellen die een soort isolatielaag vormen met een vette witte inhoud die myeline heet (afbeelding 3). Die zenuwvezels vormen verbindingen tussen verschillende schorsgebieden en centra van zenuwcellen binnenin de hersenen, de 'hersenkernen', die ook uit 'grijze' stof bestaan (zie afbeelding 2). En ook zijn er, via het ruggenmerg, verbindingen met spieren, organen en gevoelige zintuigcellen in het hoofd, het lichaam en de huid.

dwarsdoorsnede van de hersenen

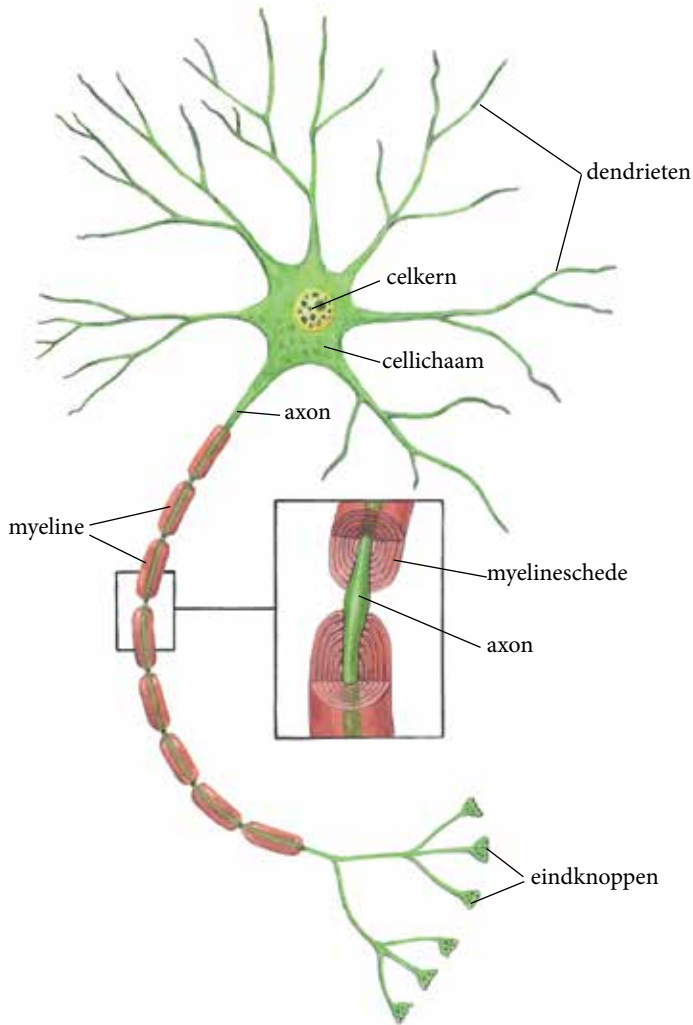


*Afbeelding 2 'Grijze' en 'witte' stof.*

komt niet alleen doordat er minder cellen in de schors zitten, maar vooral doordat er nog niet zoveel onderlinge verbindingen zijn aangemaakt. Je ziet ook dat de met vloeistof gevulde hersenkamers (de donkere plekken in het midden) rechts veel groter zijn. Dat komt doordat er ook nog niet veel witte stof, de myeline (zie kader), is gevormd sinds de geboorte. Het gaat dus echt om de hoeveelheid en de kwaliteit van de verbindingen. Die zorgen ervoor dat je de dingen kunt leren die je nodig hebt om een zelfstandig leven te leiden en de mogelijkheden te realiseren die je in aanleg hebt meegekregen.

Hoe is het eigenlijk afgelopen met die Roemeense wezen? In 2000 heeft een Amerikaanse onderzoeksgroep zich het lot van deze verwaarloosde kinderen aangetrokken. Ze hadden niet de mogelijkheid om al die kinderen te helpen, maar ze hebben 23 kinderen van rond de twee jaar ondergebracht in





*Afbeelding 3 Myeline rond het axon (de zenuwvezel).*

pleeggezinnen. Die bestonden tot dan toe niet in Roemenië. Deze kinderen werden op hun achtste jaar vergeleken met eenzelfde groep van even oude kinderen die in de weeshuizen waren gebleven en een even grote groep van kinderen van dezelfde leeftijd die gewoon bij hun ouders waren opgegroeid. Het bleek dat de kinderen die in de pleeggezinnen waren opgegroeid een

enorme inhaalslag hadden gemaakt en vrijwel hetzelfde beeld op de hersenscan vertoonden als de kinderen die door hun ouders waren grootgebracht. De kinderen die in de tehuizen waren gebleven hadden hun achterstand niet ingehaald en waren dus net zo achtergebleven als acht jaar eerder. Uit onderzoek is bekend dat liefde – van ouders of andere verzorgers –, en hechting van kinderen aan ouders of verzorgers, stoffen in de hersenen laten ontstaan die de groei van verbindingen en zelfs van nieuwe zenuwcellen stimuleren. Dat kan niet bij steeds wisselende verzorgsters, die eigenlijk geen tijd voor de kinderen hebben. Sterker nog, het levert stress op en dat staat het vormen van nieuwe zenuwcellen en verbindingen juist in de weg. In Roemenië gebeurt dit alles nu niet meer, maar het komt helaas overal op de wereld wel voor dat ouders niet in staat zijn om voor hun kinderen te zorgen. Het is goed te weten dat het plaatsen in een pleeggezin dan echt kan helpen.

## Oude en nieuwe verbindingen

In het verhaal van de groeiende hersenen is nog niet alles verteld. Wanneer je nog als embryo in de baarmoeder zit, worden de grote verbindingen voor de hersens aangelegd. Voorbeelden zijn de verbindingen tussen de ogen en de gezichtsschors achterin de hersenen of de verbinding tussen de twee hersenhelften. Bij het ontstaan van die zenuwverbindingen spelen natuurlijk de genen (het DNA) een grote rol. Die zorgen er ook voor dat die verbindingen individueel verschillend kunnen zijn, zodat de ene mens andere talenten en voorkeuren heeft dan de andere. Als er bijvoorbeeld al in de baarmoeder meer verbindingsvezels worden aangelegd naar het gebied dat we later gebruiken wanneer we naar muziek luisteren, zul je meer getalenteerd zijn op het gebied van muziek. Maar of zoiets ook leidt tot een carrière in de muziek ligt daarmee niet vast. Dat wordt ook bepaald door wat je in je leven tegenkomt en vooral of je er iets mee doet. Voor alle talenten geldt dat je flink moet oefenen om er wat mee te bereiken. Dat kan overigens spelenderwijs. Zelfs in de baarmoeder begin je namelijk al met leren. Baby's blijken na de geboorte de stem van de moeder, de klank van de moedertaal en tijdens de zwangerschap gezongen liedjes te herkennen. En dat vergemakkelijkt weer het spelenderwijs leren van een taal in onze kindertijd: onze moedertaal.

Wanneer je wordt geboren heb je zelfs veel meer verbindingen dan wan-

neer je volwassen bent. Dat klinkt misschien raar voor zo'n klein hoofdje, maar dat valt uit te leggen. Die verbindingen nemen nog niet zoveel plaats in, want er is nog niet zoveel myeline rond de zenuwvezels. Dat ontstaat vooral bij het verder rijpen van de hersenen en is pas klaar rond het vijftwintigste jaar. Volgens de laatste berichten zelfs pas rond het zesendertigste jaar. Het is dus zo dat onze genen niet eens en voor altijd bepalen hoe ons brein is, maar dat er om te beginnen een overmaat is aan zenuwverbindingen. Alsof alle mogelijkheden nog open gehouden worden. Sommige verbindingen worden vervolgens versterkt en zelfs extra aangelegd wanneer ze vaak worden gebruikt, terwijl andere, die niet gebruikt worden, verdwijnen. Die worden 'gesnoeid', zo wordt dat genoemd. Dat is ook de reden dat wanneer je opgroeit in een grote westerse stad, je al snel heel andere dingen leert, andere talenten en voorkeuren ontdekt dan wanneer je geboren wordt in een Indianendorp in een jungle ergens in Zuid-Amerika. Omdat je al doende en denkende andere verbindingen in je hersenen krijgt. Dat wordt een netwerk van vele miljarden zenuwcellen (in de schors rond de 23 miljard) die allemaal verbindingen maken met 1000 tot 100.000 andere zenuwcellen. Als je bedenkt dat in ons DNA maar 20.000 tot 25.000 genen zitten, snap je dat de genen niet allemaal kunnen bepalen welke verbindingen er precies zijn. Het is dus niet zo dat genetisch volledig is vastgelegd hoe je hersenen zullen zijn. En je hersenen bepalen dus ook niet wie je bent maar eigenlijk bepaal jij juist hoe ze worden.

## **Je verandert voortdurend je hersenen**

Maar hoe kan dat eigenlijk? Hoe is het mogelijk dat de verbindingen in je hersenen kunnen veranderen? Dat komt omdat dat wat we gewoonlijk 'zenuwverbindingen' noemen, juist geen echte verbindingen zijn. Er zit altijd een spleetje tussen het einde van de uitloper van de ene zenuwcel (die je ziet op afbeelding 3, het bundeltje zenuwuiteinden, 'eindknoppen', rechtsboven) en de andere zenuwcel waarmee de 'verbinding' wordt gemaakt. Wat we een zenuwverbinding noemen is dus een spleetje en dat spleetje heet 'synaps' (zie afbeelding 14). Als de prikkel van een zenuw bij de synaps aankomt, kan die dus niet zomaar verder naar de volgende zenuw. Er worden door de prikkel bij de synaps stoffen vrijgemaakt – boodschap-

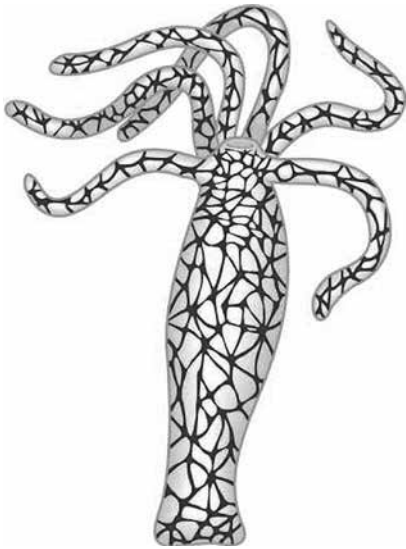
perstoffen of *neurotransmitters* – die oversteken naar de andere zenuw. (De neurotransmitters komen wat uitvoeriger ter sprake in het hoofdstuk over gevoelens.) Als de prikkel sterk genoeg is zodat er genoeg transmitterstof wordt aangemaakt, of er komen verschillende prikkels tegelijk aan van verschillende zenuwen, zorgt dat ervoor dat in die volgende zenuw weer een elektrische prikkel ontstaat die verder kan. Als die kloof er niet was, zou een prikkel altijd doorgelaten worden. Dat is nu niet het geval. De sterkte van de prikkel maakt dus uit wat er verder met die prikkel gebeurt.

Alles wat er zich in je bewustzijn afspeelt (wat je meemaakt en waarneemt, buiten en in je lichaam, wat je doet, voelt en denkt) prikkelt verschillende zenuwen. En nu komt het geheim van het veranderen van verbindingen: zenuwen die tegelijkertijd geprikkeld worden, maken sterkere verbindingen met elkaar. *‘Neurons that fire together, wire together’*: ‘zenuwen die gezamenlijk vuren, verbinden zich’. Hoe zenuwen die herhaaldelijk tegelijk geprikkeld worden daarop reageren met het maken van nieuwe en sterkere verbindingen is tot op de molecuul uitgezocht. Als dat nu vaak gebeurt worden er namelijk nieuwe synapsen, dus nieuwe ‘verbindingen’ aangemaakt, meestal naast de verbindingen die al bestaan en die daardoor dus worden versterkt. Verbindingen die zelden of nooit worden geprikkeld, verdwijnen. *‘Use it or lose it’*: ‘gebruik het of verlies het’. Nieuwe verbindingen ontstaan dus alleen naar aanleiding van ervaringen die je hebt, zoals de dingen die je beleeft, leert, doet, oefent en denkt. Zo’n ervaring die je vaker meemaakt of actief oefent, kan een hele serie nieuwe verbindingen tot gevolg hebben. En al die verbindingen samen vormen een nieuw spoor in de hersenen, een nieuw ‘circuit’. Wanneer je nu weer eens een vergelijkbare ervaring hebt, wordt dat circuit weer geactiveerd, samen met de circuits van je gedachten over die ervaring en de reactie die je erop had. Dat is heel handig. Zo hoef je niet steeds lang na te denken bij situaties die je kent, maar weet je meteen wat je ervan moet denken of wat je moet doen. Je bewustzijn weet immers de weg in die verbindingen: het heeft ze zelf aangelegd. Zo leer je de tafels van vermenigvuldiging, of pianospelen of autorijden. Dat gaat automatisch, daarom heet het ook wel automatiseren. Zo maak je routines. Automatische gedachteloze handelingen die je al heel vaak hebt gedaan. En het is eigenlijk ook het kenmerk van ergens ‘goed’ of expert in zijn: dat je automatisch herkent wat er aan de hand is en wat je moet doen. Daar zijn onze hersenen uitermate geschikt voor. Het is zelfs de eerste functie die de hersenen in de evolutie hebben gekregen.

## HOOFDSTUK 2

# Hoe de hersenen begonnen

Waar hersenen oorspronkelijk voor dienen kunnen we zien door dieren die vroeg in de evolutie zijn ontstaan – en die wel zenuwen hebben maar nog geen hersenen –, te vergelijken met dieren waarbij voor het eerst iets aanwezig is wat op primitieve hersenen lijkt.



*Afbeelding 4 Poliep met zenuwnetwerk.*

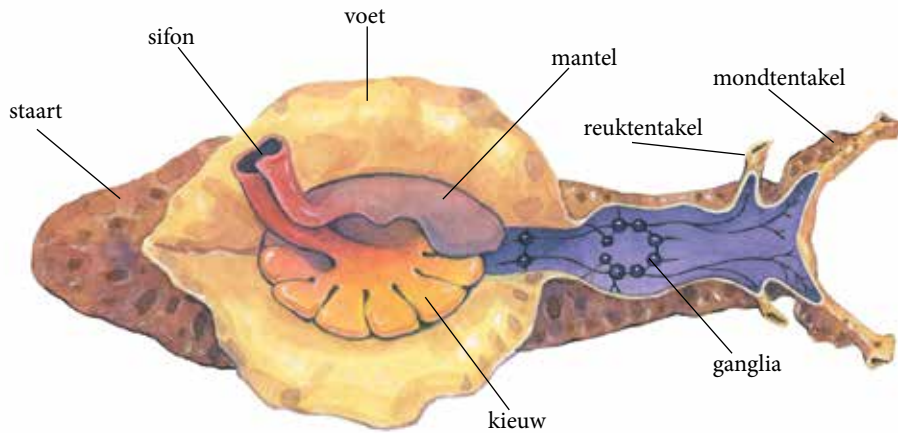
Een goed voorbeeld van de eerste soort is de poliep. De poliep is in zoet water te vinden en zit vast aan een ondergrond (zie afbeelding 4). Hij is eigenlijk vooral een holle zak en heeft geen hersenen. Maar omdat hij wel zenuwen en ook spieren heeft, kan hij wel degelijk een beetje bewegen. Hij heeft tentakels die hij kan bewegen om voedsel te vangen en die hij kan intrekken om dat voedsel in de holte te brengen. Dat is zijn reactie op het

ruiken of voelen van voedsel. Dat intrekken doet hij ook als hij wordt aangeraakt of als hij zelf iets aanraakt. Altijd op dezelfde manier, waar de aanraking ook vandaan komt. Hij weet het verschil niet tussen al die prikkels en zal dat ook nooit leren. Dat is het belangrijkste voor dit verhaal: ze leren niks.

Het dier dat duidelijk maakt waar hersenen voor dienen is de zeeslak. De zeeslak, ook wel zeehaas genoemd, heeft een kop met een mond waardoor, net als bij de poliep, water naar binnen wordt gezogen. In die kop zitten, in een soort kring, een heel stel zenuwknoppunten (ganglia) bij elkaar, ieder bestaande uit verschillende zenuwcellen die aan elkaar geschakeld zijn. Als een soort primitief breintje. Er is uitgebreid onderzoek gedaan door neurowetenschappers naar wat nu het voordeel van deze centrale plaatsing is. Het voordeel voor de onderzoekers is dat de slak maar weinig zenuwcellen heeft, maar dat die zenuwcellen wel, vergeleken met andere dieren, gigantisch groot zijn, zodat je onder de microscoop goed kunt zien wat daar gebeurt. Op afbeelding 5 zie je hoe groot hij kan zijn en in een opengewerkte tekening (afbeelding 6) zie je van onderaf de zenuwcellen.



*Afbeelding 5 Zeeslak.*



Afbeelding 6 Zeeslak, opengewerkt.

Eric Kandel, de neurowetenschapper die voor dit onderzoek de Nobelprijs kreeg, gaf de slak een elektrische schok tegen zijn staart. Daarop trok de slak zijn kieuw en sifon (een buis waarmee hij het ingeslikte water weer uitspuut) razendsnel in. Na twee keer deed de slak dat zelfs al wanneer hij gewoon zachtjes aan de staart werd aangeraakt. Hij was overgevoelig geworden. Een andere slak werd zachtjes aangeraakt aan zijn sifon en trok deze ook terug samen met de kieuw, maar na een paar keer reageerde hij daar niet meer op. Hij was eraan gewend geraakt. Misschien vond hij het wel fijn, alsof hij geaaid werd. Bij zowel overgevoelig reageren als ergens aan gewend raken, moet een eerdere ervaring kunnen doorwerken. De slak kon dus leren van zijn ervaring, in tegenstelling tot de poliep. Misschien is je opgevallen dat de slak tweezijdig symmetrisch is en de poliep niet. Hij heeft een linker- en een rechterkant. Het blijkt dat het hebben van hersenen en tweezijdig symmetrisch gebouwd zijn, samengaan. Kandel kon ook waarnemen, en dat is waar het hem om ging, hoe dat leren in elkaar zat: het bleek dat bij herhaalde prikkeling sommige verbindingen tussen de neuronen (zenuwcellen) in de ganglia zich gingen versterken, terwijl andere juist wegwijnden. En bij de slak die overgevoelig werd waren dat andere verbindingen dan bij de slak die gewend raakte aan aanrakingen.

Bij de zeeslak is dus voor het eerst ontdekt hoe een dier leert en daarmee werd aannemelijk gemaakt hoe ook wij leren: al onze ervaringen zorgen ervoor dat sommige verbindingen tussen de zenuwcellen, de neuronen, worden versterkt en andere verzwakt of zelfs verdwijnen. Er kunnen ook nieuwe verbindingen worden gemaakt. Dat veranderen van de verbindingen wordt de *plasticiteit* van de hersenen genoemd, wat zoiets betekent als de kneedbaarheid of vervormbaarheid van het brein.

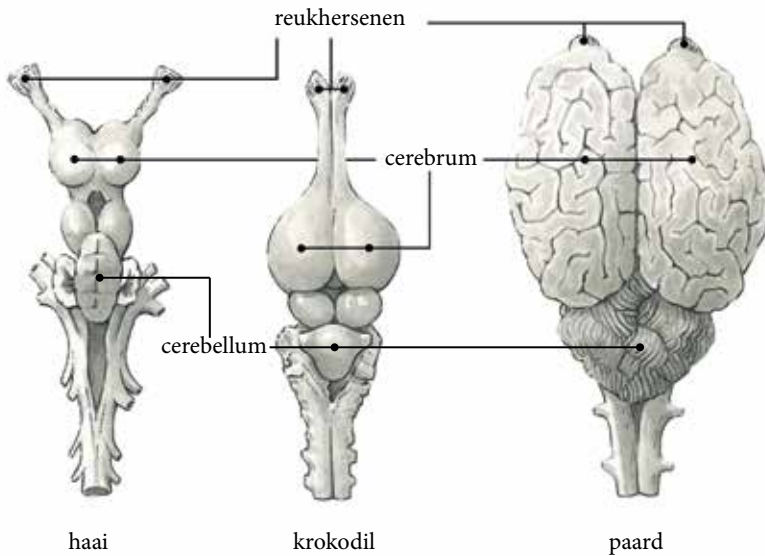
## **De hersenkronkels**

Er is natuurlijk een groot verschil tussen die paar ganglions in de kop van een zeeslak en onze hersenen. Die ganglions zijn schakelstations tussen zenuwen die een waarneming binnenbrengen ('daar komt een groot dreigend dier') en een zenuw die naar de spieren gaat ('vluchten!'). Het zou erg onhandig zijn als we ook op alles wat we zien, horen of voelen meteen zouden reageren zonder te weten wat er eigenlijk aan de hand is. Als een automaat. In de evolutie is er steeds meer hersenweefsel gekomen tussen het gebied waar iets binnenkomt, de 'input', en het gebied dat te maken heeft met hoe we daarop reageren, de 'output'. Die ruimte zorgt ervoor dat niet automatisch en onmiddellijk gereageerd wordt, maar dat er tijd is om te verwerken en dat geeft een soort vrijheid. Maar wat is dat voor gebied dat er extra bijkomt?

Wanneer je naar de vissen en reptielen kijkt (afbeelding 7), lijkt dat nog niet erg veel. Die hebben allemaal relatief kleine hersenen en nog geen echte hersenschors. Zoogdieren hebben meestal tienmaal zo grote hersenen als reptielen van dezelfde afmetingen en ze hebben een hersenschors. Vogels hebben ook relatief grote hersenen, maar geen schors zoals wij. Ze hebben veel meer zenuwcellen per kubieke centimeter en een aantal daarvan hebben dezelfde taken als die bij ons in de schors zitten. Sommige vogels zijn dan ook wel erg slim, zoals papegaaien en kraaiachtigen. Maar zoogdieren zijn over het algemeen slimmer.

Bij zoogdieren kun je dus goed volgen wat het belang is van meer hersenweefsel. Op afbeelding 8 zie je de hersenen van een rat, van een kat en van de mens. De voorkant zit links en we kijken dus tegen de linkerhersenhalften aan.





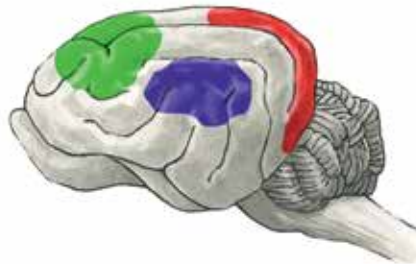
*Afbeelding 7 Ontwikkeling van de hersenen in de evolutie.*

De hersenen van een rat zijn nog net zo glad als die van een krokodil en een haai (vergelijk afbeelding 7 met 8). De rat heeft in tegenstelling tot deze twee wel een hersenschors. Maar bij de kat, het paard (afbeelding 7 en 8) en zeker bij de mens zie je steeds meer kronkels verschijnen. Met kronkels wordt het oppervlak van de hersenen veel groter, waardoor er extra veel plaats komt voor de zenuwcellen van de hersenschors in een schedel die anders gigantisch groot zou moeten worden.

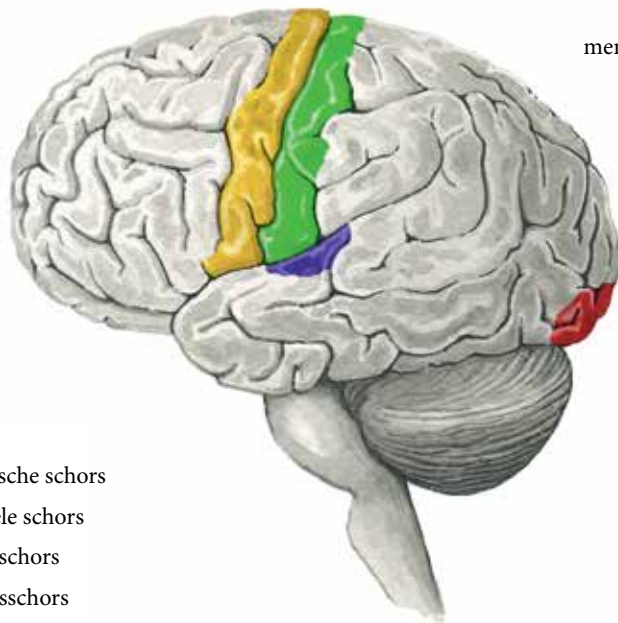
Maar om te weten waar al die extra hersenkronkels voor nodig zijn, moeten we eerst eens naar de kleuren rood, blauw en groen kijken in afbeelding 8. Deze gebieden verwerken als eerste de prikkels van de zenuwen die de schedel binnengaan of als laatste de prikkels die naar de spieren gaan. Die gebieden heten de primaire gebieden. De primaire gezichtsschors (of het primaire visuele gebied) is bij de drie afbeeldingen rood gekleurd. De primaire gehoorschors (auditieve gebied) is hier blauw. Het groene gebied heeft twee functies: het is enerzijds (aan de voorkant) het gebied waarvandaan de prikkels voor de zenuwen naar de spieren in het hele lichaam vertrekken







rat



kat



mens

-  primaire motorische schors
-  primaire sensibele schors
-  primaire gehoorschors
-  primaire gezichtsschors

*Afbeelding 8 Hersenen van zoogdieren.*

(de primaire motorische schors, bij de menselijke hersenen geel gekleurd). Anderzijds komen aan de achterkant van het groene gebied de prikkels aan van de gevoelszenuwen (tast, pijn, temperatuur en spierspanning) van het hele lichaam (de primaire sensibele schors). Pas bij apen en mensen bevindt zich een kloof tussen de voor- en achterkant van de hersenschors en wel midden tussen de primaire motorische en de sensibele schors. Zodat alleen bij de mens deze in twee kleuren konden worden afgebeeld. De menselijke hersenen zijn vele malen groter dan die van de rat en het feit dat de gekleurde gebieden bij de mens zulke kleine plekjes lijken, komt omdat er zo verschrikkelijk veel hersenschors bij komt. Wat relatief evenveel plaats blijft innemen is het cerebellum, de 'kleine hersenen', achterop/onder de grote hersenen, met veel fijnere kronkels. Daar zullen we het later nog over hebben. De grote vraag is nu: waar dienen al die extra kronkels in de grote hersenen voor?

Het is duidelijk dat er verschillen zijn in intelligentie tussen een zeeslak en bijvoorbeeld een haai, een dolfijn of een rat. Een zeeslak reageert op prikkels, maar zal niet zo'n besef hebben van wie of wat hij tegenkomt in de zee. Een haai kun je geen kunstjes leren zoals een dolfijn. Een dolfijn is, zoals je misschien weet, een zoogdier en heeft hersenen die vrijwel even groot zijn als die van mensen, compleet met een hersenschors met kronkels. Alle dieren hebben een aangeboren, min of meer automatisch gedrag, wat we instinct noemen. Maar in de evolutie komt er steeds meer plaats voor leren bij. Dat betekent steeds meer vrijheid in het gedrag. Dat heeft te maken met de hersenschors die bij zoogdieren ontstaat en in de evolutie steeds groter wordt. Dat maakt dat sommige dieren zo intelligent worden dat ze bij zichzelf kunnen overleggen wat voor gedrag ze zullen kiezen. Dat kun je niet anders noemen dan een vorm van denken.