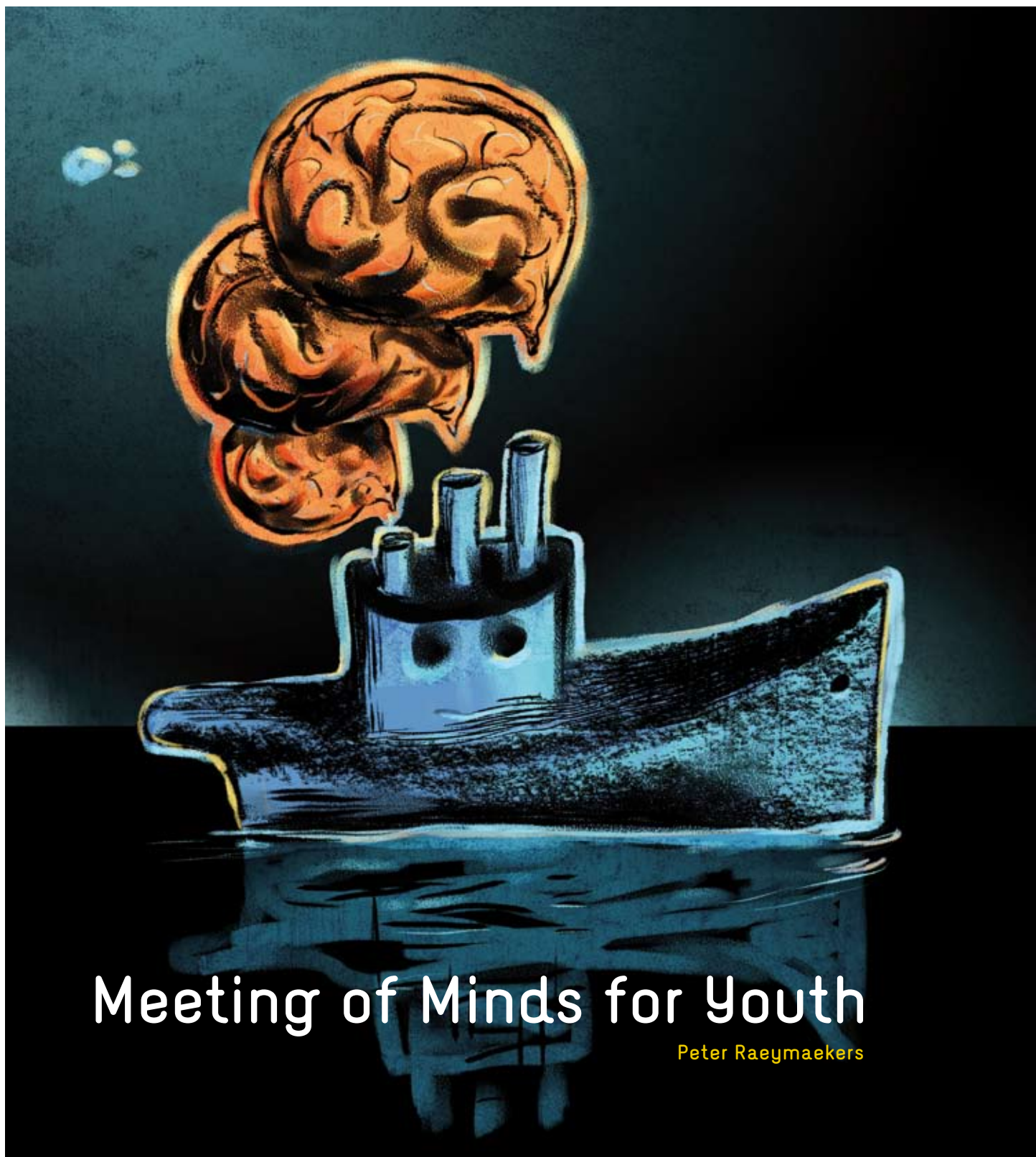




mom4y

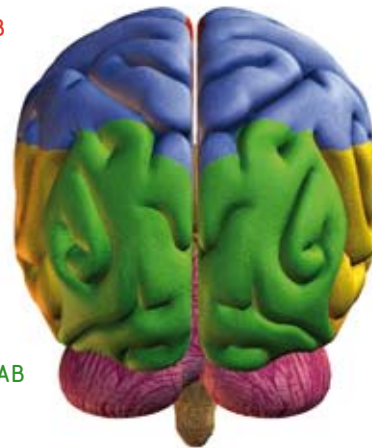
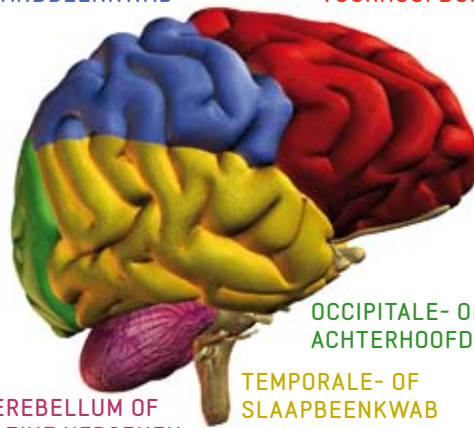


# Meeting of Minds for Youth

Peter Raeymaekers

PARIËTALE- OF  
WANDBEENKWAB

FRONTALE- OF  
VOORHOOFDSKWAB



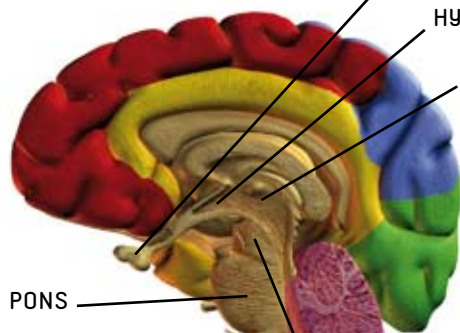
OCCIPITALE- OF  
ACHTERHOOFDSKWAB

CEREBELLUM OF  
KLEINE HERSENEN

TEMPORALE- OF  
SLAAPBEENKWAB



GROTE  
HERSENEN



HYPOFYSE

HYPOTHALAMUS

THALAMUS

diencephalon  
of  
tussenhersenen

PONS

MEDULLA OBLONGATA  
OF VERLENGDE MERG

truncus cerebri  
of hersenstam

RUGGENMERG

MIDDENHERSENEN



Breinvijzer vzw is een onafhankelijke, pluralistische organisatie die het maatschappelijke belang van de neurowetenschappen onder de aandacht wil brengen en het brede publiek in staat wil stellen mee richting te geven aan de maatschappelijke impact ervan.

Breinvijzer ijvert voor een open dialoog op voet van gelijkheidwaardigheid tussen het brede publiek, beleidsmakers en betrokken experts.

Deze brochure maakt deel uit van het Meeting of Minds for Youth (MOM4Y) project van Breinvijzer vzw. Met Meeting of Minds for Youth komt Breinvijzer tegemoet aan de vraag naar meer en degelijke informatie over ons brein en over de ontwikkelingen in de hersenwetenschappen. Het project wil in het bijzonder jongeren betrekken in het debat hierover.

MOM4Y is een schoolproject voor leerlingen uit de derde graad ASO en TSO. Het project omvat een lessenkset, wedstrijd en slothappening de eerste dag van het festival I-Brain (5, 6 en 7 maart 2010, Bijloke, Gent).

Aan de hand van het lessenkset (dat bestaat uit deze brochure, daarbij horende lesblaadjes en een didactische handleiding voor leerkrachten) maken jongeren kennis met de wondere wereld van de hersenen en de neurowetenschappen.

Klassen die zich hebben ingeschreven voor MOM4Y dienen na het doornemen van het lessenkset een 'klasconventie' te houden. De leerlingen nodigen hiervoor een hersenwetenschapper of andere expert uit naar de klas. Van deze conventie maakt elk team een verslag en een filmpje en het is op basis hiervan dat de vakjury de uiteindelijke laureaten selecteert.

De slothappening van Meeting of Minds for Youth vindt plaats de eerste dag van I-Brain, een 3-daags festival over de hersenen. Er zijn geen verliezers. Alle deelnemende MOM4Y-teams worden die dag uitgenodigd. De winnaars van de wedstrijd zullen er hun project kunnen voorstellen en hun prijs in ontvangst nemen.

Alle informatie kan u op de projectwebsite vinden: **[www.mom4y.be](http://www.mom4y.be)**.

Deze brochure is een uitgave van Breinwijzer vzw

**Auteur**

Peter Raeymaekers, Wetenschapsschrijver

**Coördinatie**

Eva De Vlieger, Breinwijzer vzw, Gent; Neuroradiologie, UZ Gent  
Virginie Ameye, Breinwijzer vzw, Gent

**Wetenschappelijk Leescomité**

Rik Achten, Neuroradiologie, UZ Gent  
Jan Verplaetse, Moraalwetenschappen, UGent  
Wim Fias, Experimentele psychologie, UGent  
Geert Dom, PC Broeders Alexianen, Boechout  
Eva De Vlieger, Neuroradiologie, UZ Gent

**Vormgeving**

Meer wit

**Illustratie (omslag)**

Randall C.

**Hersenscan-beelden**

GifMI (Gents Instituut voor Functionele en Metabole Beeldvorming van de hersenen)  
[www.gifmi.be](http://www.gifmi.be)

**Projectwebsite**

Moose Web Design

Deze brochure kan gratis worden gedownload via de projectwebsite: [www.mom4y.be](http://www.mom4y.be)

Dit project kwam tot stand in samenwerking met Universiteit Gent en het wordt ondersteund binnen het actieplan wetenschapscommunicatie, een initiatief van de Vlaamse overheid.

© September 2009, Breinwijzer vzw, Gent (België)

**Verantwoordelijke uitgever**

Breinwijzer vzw  
Watervlietstraat 10  
9000 Gent  
[info@breinwijzer.be](mailto:info@breinwijzer.be)  
[www.breinwijzer.be](http://www.breinwijzer.be)



Kunnen we in één omschrijving de functie van onze hersenen geven? Voor de andere organen in ons lichaam lukt dat probleemloos: het hart is een pomp, de darm een opnamekanaal voor voedingsstoffen, de longen een luchtzak en de nieren een filter voor het zuiveren van bloed. Maar de hersenen...? Die zijn niet in één woord te vangen.

Dat verschrompelde orgaan, minder dan 1,5 kilogram zwaar, met de omvang van een kleine bloemkool, zonder bewegende onderdelen, gewrichten of kleppen, functioneert als hét moederbord voor alle andere lichaamssystemen. Dankzij de hersenen kunnen we denken, leren, herinneren, verbeelden, filosoferen en oordelen. De hersenen zijn ook het centrum van onze hoop en dromen, van gevoelens en verwachtingen, van verliefd en depressief zijn. Hoe we ons gedragen, welke keuzes we maken, waarom we van iemand houden, het zit allemaal vervat tussen onze oren. Beseffen wie, wat, waar, waarom we zijn, doen we met onze hersenen. Kortom, we 'hebben' een lever, we 'hebben' armen en benen, maar we 'zijn' ons brein.

In de meeste studieboeken vind je de menselijke hersenen opgedeeld in afgebakende gebieden met indrukwekkende technische namen: hypothalamus, hippocampus, neocortex, gebied van Broca, medulla oblongata, enz. Elk gebied heeft zijn vorm en zijn eigen functie. Maar van geen enkel individueel gebied kan je zeggen 'hier ligt het gebied waarmee we abstract denken', of 'deze kern dient om te spreken', of 'daar is de plaats voor creativiteit'. Ondertussen weten we dat verschillende hersengebieden aan elkaar geschakeld worden tot functionele netwerken. Zo bestaat het netwerk voor taal niet alleen uit de Broca en Wernicke gebieden, maar uit nog veel meer andere zones in de hersenen. Elk knooppunt van zo'n netwerk heeft zijn belang, maar sommige knooppunten zijn belangrijker dan andere. De Wernicke en Broca regio's zijn bijvoorbeeld essentieel binnen het netwerk voor taal.

Begrijpen we de hersenen echter ten gronde als we de functionaliteit voorstellen als resultaat van een immense netwerking? Begrijpen we daarmee werkelijk hoe de hersenen berekenen dat 9 keer 6 gelijk is aan 54, of hoe ze het gezicht van mijn lief herkennen (en niet omwisselen met dat van de leerkracht aardrijkskunde), of hoe ze zich herinneren hoe blij ik was met mijn eerste fietsje? Zelfs na meer dan twintig eeuwen onderzoek en speculatie, hebben we het antwoord op die vragen nog niet onmiddellijk binnen handbereik. We komen wel steeds dichterbij de buurt.

In de 21ste eeuw openen wetenschap en technologie het brein als nooit tevoren. Krachtige scanners brengen de hersenen steeds gedetailleerder in beeld en laten zien welke hersengebieden actief zijn bij het uitoefenen van welke functies en hoe hersengebieden met mekaar in netwerken zijn verbonden. Geavanceerde microscopen en verfijnde meetinstrumenten focussen op de individuele zenuwcel in actie. Met genetische spits technologie kunnen we gen na gen uitschakelen in proefdieren - hetzij wormpjes, vliegen, zebrafisjes of muizen - en nagaan welke invloed dit heeft op de bedrading van hun hersenen en het gedrag van het diertje.

Hersenonderzoekers besteden ook veel aandacht aan hersenziekten. Die veroorzaken immers veel menselijk leed en ze belasten onze samenleving op zowel medisch, sociaal als financieel

vlak. Volgens de Wereldgezondheidsorganisatie hebben 35% van alle aandoeningen in Europa te maken met de hersenen. De ziekte van Parkinson en de ziekte van Alzheimer zijn wellicht de meest bekende hersenaandoeningen, maar ook migraine, epilepsie en beroerte, psychische problemen als schizofrenie, depressie en angststoornis, of ontwikkelings- en leerstoornissen als ADHD, spelen zich in de hersenen af.

Dankzij het moderne hersenonderzoek veroveren nieuwe inzichten onze denkwereld. Wat vroeger als waarheid gold, blijkt nu vaak op misverstanden te berusten. Bijvoorbeeld de stelling dat we slechts 10% van onze hersenen effectief zouden gebruiken, wordt tegengesproken door moderne hersenwetenschap. Ook het idee dat de hersenen een lappendeken zouden zijn van mooi afgebakende gebieden met welbepaalde functies, is naar het rijk der fabelen verwezen.

Met de nieuwe antwoorden brengen de hersenwetenschappen ook nieuwe vragen. Als wetenschappers ontdekken dat liefde een samenspel is van elektrische stroom en chemische reacties in de hersenen, moeten we ons dan meteen gaan bezinnen over de (on)wenselijkheid om liefde kunstmatig te verbeteren met een pil of met een spuit synthetisch liefdeshormoon?

Of wat te denken van Alzheimer- of ADHD-geneesmiddelen die ook het geheugen en het alert zijn van 'normale' studenten hersenen verbeteren en die hen een voordeel opleveren bij examens? Is dat toegestane studieondersteuning of verboden doping? Overigens, wie is een 'normale' student en wie niet? Waar liggen de grenzen van een 'normaal' brein, een 'afwijkend' brein en een 'ziek' brein? Wie bepaalt wat 'normaal' is en wat 'abnormaal'? En met behulp van wat? Een scan, een elektro-encefalogram (EEG), een IQ-test, een vragenlijst?

Hoe zit het in het licht van de nieuwe neurowetenschappen met vrije wil en verantwoordelijkheid? In hoeverre is iemand als Kim De Gelder zelf verantwoordelijk voor zijn daden? Werd zijn gruwelijk gedrag gestuurd door zijn zieke brein? Indien zo, wie is dan verantwoordelijk, Kim of zijn brein?

En wat met privacy en persoonlijke vrijheid? Mag mijn toekomstige werkgever in mijn hersenen kijken voor hij mij aanneemt? Of gaat een hersenscan een stap te ver?

Het zijn vragen die stemmen tot nadenken. Vragen die duidelijk maken dat de huidige neurowetenschappen méér zijn dan een nieuw speeltje voor gedreven wetenschappers of over méér gaan dan het genezen van (hersenz)iekten. De neurowetenschappen gaan over onszelf. Over wie we zijn en wat het betekent mens te zijn.

Deze brochure wapent je met kennis die je in staat stelt om de nieuwe en boeiende ontdekkingen die gedaan worden in de wereld van de 'neuroscience' of hersenwetenschap beter te begrijpen en te kaderen. Ook niet-experts, mensen als jij en ik, moeten mee nadenken over de sociale en ethische vragen die hersenwetenschappen oproepen. Het zijn ontwikkelingen die ieder van ons aanbelangen. Het is met deze opdracht dat we de lezer van deze brochure willen vragen om over zijn eigen brein en de gevolgen van ontdekkingen binnen de hersenwetenschappen na te denken.

voorwoord	3
inleiding	5
<b>basisbrein</b>	9
Reptielenbrein in mensenhersenen	9
Grijze en witte stof tot nadenken	11
Moeder van alle netwerken	13
Hersenen in beeld	17
<b>module 1 – het lerende brein</b>	19
Cognitieve processen in de hersenen	19
Leren vanaf de geboorte	22
Kampioenen in leren	24
Een verstoord brein	26
<b>module 2 – het chemische brein</b>	31
Chemische soep in de hersenen	31
Een verslaafd brein	33
Risicogroep voor verslaving?	38
Liefde is... een hersenspel	39
<b>module 3 – het gevoelige brein</b>	43
Vechten of vluchten	43
Depressie	47
Geluk in de hersenen?	53
<b>module 4 – het bewuste brein</b>	55
Neuro-economie	55
Bewust en onbewust	57
Vrije wil en verantwoordelijkheid	59
Een sociaal brein	62

## Reptielenbrein in mensenhersenen

### Toon me je hersenen...

Hoe eenvoudiger het diertje, hoe eenvoudiger zijn zenuwstelsel: wormen bijvoorbeeld, hebben slechts een verspreid netwerk van zenuwcellen. Van de rondworm (*Caenorhabditis elegans*) zijn wetenschappers er zelfs in geslaagd om alle 302 zenuwcellen in kaart te brengen, alsook de meeste verbindingen tussen die zenuwcellen.

Complexe diertjes hebben complexere zenuwstelsels. De meest ingewikkelde zenuwstelsels vinden we terug bij vissen, amfibieën, reptielen, vogels en zoogdieren. Deze vijf dierklassen vormen de gewervelde dieren (vertebrata), omdat ze ruggenwervels bezitten. Samen met de schedel beschermen deze wervels het kostbare zenuwstelsel van deze dieren tegen de buitenwereld.

### Onderdelen van de hersenen

De basisstructuur van het **centrale zenuwstelsel** (de hersenen en het ruggenmerg) van vissen, kikkers, vogels, apen of mensen is gelijkaardig. Het bestaat uit:

- **het ruggenmerg** – legt de verbinding tussen de perifere zenuwen in het lichaam en de hersenen. In het ruggenmerg komen gevoelszenuwbanen toe en vertrekken ook motorische zenuwbanen naar de spieren;
- **de hersenstam** of de 'truncus cerebri' – is een verbinding tussen de grote hersenen, de tussenhersenen, de kleine hersenen en het ruggenmerg. Is ook het centrum van bepaalde autonome functies, zoals ademen en hartritme. De hersenstam bestaat bij de mens uit: het verlengde merg of 'medulla oblongata' (een verbreed gedeelte van het ruggenmerg – overgangsgebied van het ruggenmerg naar de hersenen), de 'pons' en de middenhersenen of 'mesencephalon';
- **de tussenhersenen** of het 'diencephalon' – bevindt zich letterlijk 'tussen' de hersenstam en de grote hersenen. De tussenhersenen bevatten onder andere de 'hypothalamus' en de 'hypofyse' (een endocriene klier die een groot aantal van onze hormonen produceert of helpt aanmaken) en centra die de basisstaat van de hersenen regelen;
- **de kleine hersenen** of het 'cerebellum' – liggen achteraan de hersenen en zijn het grote coördinatiecentrum voor alle bewegingen;
- **de grote hersenen** of 'cerebrum' met de hersenschors of 'cortex cerebri' – zijn het centrum van onze waarneming, ons bewustzijn en van de actieve interactie met de omgeving.

Naargelang de diersoort zijn verschillende hersenstructuren al dan niet sterker uitgebouwd. Vissen, vogels en mensen hebben gemeen dat ze goed ontwikkelde kleine hersenen hebben. Bij kikkers en vogels is het reukcentrum sterk vergroot, terwijl dat bij bij de meeste vissen haast onbestaande is.

>>> meer weten?

Lees het artikel:

<http://www.kennislink.nl/publicaties/voelt-een-worm-pijn>



### ... en ik weet welk diertje je bent

Vissen, amfibieën en vogels vullen hun dag met eten en drinken, zich verdedigen, zoeken naar een partner om zich voort te planten, enz. Hun brein is een weerspiegeling van hun leven en bevat in hoofdzaak centra die instaan voor de 'alledaagse' functies. Naarmate we van het vissenbrein naar het menselijke brein evolueren, valt op hoe de grote hersenen (cerebrum) met de hersenschors (cerebrale cortex) zich hebben uitgebreid. Het is met dit deel van de hersenen dat wij mensen 'denken'.

### Zelfstandig en autonoom

Omdat de mens ook alledaagse karweitjes heeft - eten, drinken, zoeken naar een lief - behield hij de '**reptielenhersen**'. Deze bevinden zich aan de onderkant van onze hersenen en bestaan uit: het verlengde ruggenmerg, de hersenstam en delen van de tussenhersen. Samen met het hormoonstelsel zorgt dit reptielenbrein voor de controle en regeling van basisfuncties in het lichaam. Het gaat onder meer om: het verhogen of verlagen van de hartslag, de spijsvertering, de beweging van de darm en de afscheiding door klieren. We zijn ons in het geheel niet bewust van deze activiteiten, ze gebeuren buiten onze wil om. Ze verlopen autonoom, vandaar dat men spreekt van het **autonome of vegetatieve deel van het zenuwstelsel**.

>>> meer weten over het zenuwstelsel?

Bekijk de pagina: <http://www.neuroinf.org/youngscientists/hersen/zenuwstelsel.shtml>  
 Speel het interactieve spel (Engelstalig): [http://www.bbc.co.uk/science/humanbody/body/interactives/3djigsaw\\_02/index.shtml?nervous](http://www.bbc.co.uk/science/humanbody/body/interactives/3djigsaw_02/index.shtml?nervous)

### Doorschakelen en emoties - thalamus en hypothalamus

De tussenhersen (diencephalon) liggen onder de grote hersenen en boven de hersenstam. Ze bevatten onder meer de thalamus en de hypothalamus. Dit zijn belangrijke schakelstations voor de doorstroming van informatie van het lichaam naar de grote hersenen.

Informatie van alle zintuigen wordt door de **thalamus** 'gesorteerd' en doorgestuurd naar de geschikte hersenregio's voor verdere verwerking. De thalamus ontvangt ook input van andere delen van de hersenen om emoties en aandacht te regelen. De thalamus bestaat uit twee structurele kernen elk ter grootte van een okkernoot.

De **hypothalamus** is nog kleiner dan de thalamus. Het is een belangrijk centrum van de 'homeostase' - het in evenwicht zijn - van de functies in het lichaam. Honger en dorst worden bijvoorbeeld geregeld via de hypothalamus, maar ook seksuele opwindning en afgifte van hormonen (vooral langs de omweg van de hypofyse). Complexere mechanismes als de vlucht- of vechtreactie, plezier en angst worden ook via deze kleine hersenkern geregeld.

>>> zie ook: module 3 - Vechten of vluchten

### In één vloeiende beweging – kleine hersenen

De kleine hersenen (cerebellum) bevinden zich achter de hersenstam en onder de grote hersenen (cerebrum). Ze ontvangen inkomende signalen van het ruggenmerg, de hersenschors (cortex), de zenuwknopen naast het ruggenmerg en via het evenwichtsorgaan in het oor. Alle informatie is toegespitst op onze lichaamspositie en lichaamsoriëntatie.

De kleine hersenen gebruiken deze informatie om **bewegingen te coördineren**. Zonder cerebellum zouden we niet in één vloeiende beweging een bladzijde van deze informatiebrochure kunnen omslaan. We zouden eerder hortend en stotend bewegen, vergelijkbaar met de bewegingen van een robot. Zonder cerebellum zou je bovendien niet kunnen spreken, want ook de vloeiende beweging van lippen en strottenhoofd worden aangestuurd door de kleine hersenen.

## Grijze en witte stof tot nadenken

### Grote hersenen

Het meest opvallend aan mensenhersenen zijn de grote hersenen (cerebrum). Die zijn opgedeeld in **twee delen of hemisferen**. Beide hemisferen zijn met elkaar verbonden via de **hersensbalk** (corpus callosum).

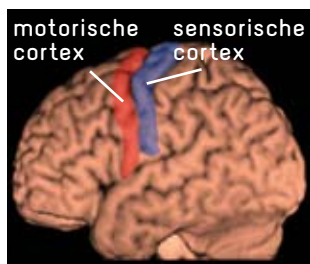
De buitenste laag van de grote hersenen bestaat uit de zogenaamde **grijze stof**. Daarin zitten zenuwcellen dicht op elkaar gepakt. Die laag, amper drie millimeter dik, wordt de hersenschors of cortex genoemd. De totale oppervlakte van die schors bedraagt 1.000 tot 1.500 cm<sup>2</sup>, de oppervlakte van een krantenpagina. Om deze oppervlakte onder het schedeldak te krijgen, vertoont de cortex windingen (gyri) en groeven (sulci). Verschillende grote groeven verdelen de grote hersenen in **kwabben**, respectievelijk de frontale (voorhoofdsqwab), pariëtale (wandbeenqwab), occipitale (achterhoofdsqwab) en temporale (slaapbeenqwab) kwabben.

Onder de drie millimeter grijze stof zit de **witte stof**. Deze witte stof binnenin de hersenen wordt gevormd door uitlopers van zenuwcellen, waardoor diverse gebieden van de hersenen onderling en met het ruggenmerg verbonden zijn. De witte kleur is het gevolg van de isolerende laag waarmee deze uitlopers zijn omgeven.

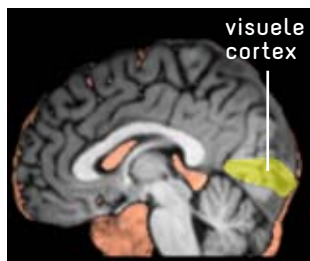
De witte stof kan met andere woorden gezien worden als de bekabeling van de hersenen waarlangs informatieoverdracht tussen zenuwcellen verloopt, terwijl de grijze stof de informatie verwerkt.

### 'Daar ligt geheugen'

Dat elk gebiedje op de hersenschors zijn eigen specifieke functie heeft, is een idee dat in de 19de eeuw is ontstaan. De Franse neurochirurg Paul Pierre Broca beschreef een patiënt die niet meer samenhangend kon praten, hoewel hij toch nog



Motorische cortex (MRI-scan van een gezonde proefpersoon – Bron: GifMI)



Visuele cortex (MRI-scan van een gezonde proefpersoon – Bron: GifMI)

woorden kon begrijpen. Na onderzoek bleek dat het slachtoffer een beschadiging had opgelopen in de linker frontale kwab van de hersenen, in een gebied dat voor klank en articulatie verantwoordelijk was. Dat gebied kreeg de naam van Broca.

Carl Wernicke, een tijdgenoot van Broca, had een patiënt met het omgekeerde probleem: hij kon nog wel vloeiend praten maar wat hij vertelde was betekenisloos en hij knoopte geen touw vast aan wat andere mensen tegen hem zeiden. Ook hij had een hersenbeschadiging, ditmaal in de slaapkwab en ook Wernicke kreeg 'zijn' hersengebied.

Aan de hand van dit soort patiënten konden hersenonderzoekers in de late 19de en begin 20ste eeuw **functionele gebieden** afbakenen in de cerebrale cortex. Vooral soldaten die hersenbeschadiging opliepen tijdens de eerste wereldoorlog waren een belangrijke bron van informatie. Hersenchirurgen durfden zich ook al eens aan een experimentje wagen. Door bijvoorbeeld tijdens een hersenoperatie de motorische cortex aan te prikken met een naald, ging de patiënt met een welbepaald lichaamsdeel een beweging maken. Of door de visuele cortex aan te prikken, had de patiënt het idee dat hij een lichtflits zag.

### wist je dat?

#### Het doorboorde brein van Phineas Gage

Het meest opmerkelijke voorbeeld van een persoon met een hersenbeschadiging die de hersenwetenschap een handje toestak, is Phineas Gage, een Amerikaanse spoorwegaarbeider bij wie op 13 september 1848 de hersenen doorboord werden door een ijzeren staaf. Als bij wonder overleefde Gage het ongeluk, alleen werd de spoorwegaarbeider nooit meer dezelfde. In plaats van een rustige en vriendelijke ploegbaas werd hij een nukkig, oneerbiedig, oneerlijk man die snel aan lager wal raakte.

De persoonsveranderingen bij Gage konden toegewezen worden aan de beschadiging van zijn linker frontale hersenkwab. Dat is het hersengebied van waaruit het sociale gedrag wordt aangestuurd.

>>> tip!

Wil je graag meer weten over mensen met hersenproblemen? Lees het boek: 'Het bizarre brein' van Vilayanur Ramachandran en Sandra Blakeslee (Utrecht/Antwerpen, Kosmos-Z&K, 1998, ISBN 90-215-3013-9)

Gelukkig zijn hersenwetenschappers vandaag minder aangewezen op oorlogsslachtoffers en mensen met hersenbeschadigingen om hun onderzoek te doen. Ze beschikken immers over nieuwe technieken om in de hersenen te kijken en hersenfuncties te bestuderen, zonder de schedel te moeten openen.

## Orkest zonder dirigent

Al deze informatie heeft geleid tot de afbakening van grote functionele gebieden in de hersenen. Toch is het niet correct om de hersenen te zien als een lappendeken van afzonderlijke gebieden die elk een alleenrecht hebben op één bepaalde functie of gedrag. In de praktijk bestaat er geen enkel hersengebied dat volledig zelfstandig instaat voor het verwerken van geluid, of niet één gebied voor voelen, voor ruiken, zien of bewegen. De taken om een welbepaalde functie uit te voeren, worden verdeeld over diverse gebieden die allen met elkaar in verbinding staan. Onderzoek met scanners toonde aan dat we voor het luisteren naar woorden, het uitspreken van woorden, het lezen van woorden en het begrijpen van woorden, minstens twintig verschillende gebieden van de hersenschors inzetten. We gebruiken ook minstens een dertigtal zones om visuele informatie te verwerken. Sommige gebieden zijn bezig met het ontleden van kleur, andere met het in kaart brengen van hoeken en lijnen, nog andere met beweging of dieptezicht.

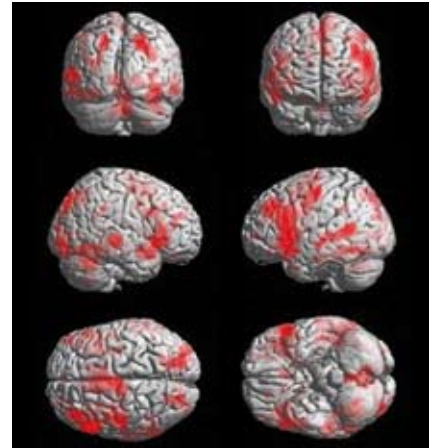
Ons brein is als een orkest, met tientallen verschillende leden die elk hun eigen instrument bespelen. Indien één speler uitvalt (door bijvoorbeeld een kleine hersenbeschadiging), kan een andere speler de partituur overnemen. Pas als het halve orkest uitvalt of als een onmisbaar instrument getroffen wordt, gaat de hele symfonie de mist in.

Dat **hersenorkest** speelt bovendien zonder dirigent. Er is immers niet zoiets als een hersenkern of een hersengebied dat als ultiem overkoepelende verwerkingseenheid optreedt en het spel van de andere leden in goede banen leidt. Het menselijk brein werkt eerder als een orgaan waarin honderden verschillende gebieden via netwerken met elkaar verbonden zijn en waarbij al die netwerken met elkaar een dialoog aangaan. Het ene gebied houdt het andere in de gaten, corrigeert en stimuleert indien nodig. Dat continu aftasten, communiceren, stimuleren en corrigeren tussen complexe **netwerken van zenuwcellen** vormt de kern van het evenwichtig functioneren van onze hersenen.

## Moeder van alle netwerken

### Tot een meter lang

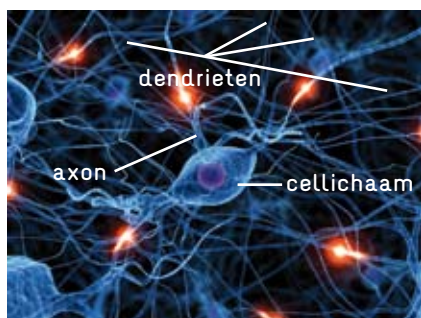
Het zenuwstelsel van de mens is opgebouwd uit **100 miljard neuronen** of zenuwcellen. Het grootste deel daarvan bevindt zich in de hersenen en het ruggenmerg (centrale zenuwstelsel). Daarnaast zijn er ook perifere zenuwen die signalen overbrengen vanuit het lichaam naar het centrale zenuwstelsel (bijvoorbeeld vanuit gevoelsensoren in de vingers naar het ruggenmerg) of omgekeerd van het centrale zenuwstelsel naar het lichaam (bijvoorbeeld van het ruggenmerg naar de spieren).



Deze hersenscan toont aan hoeveel verschillende hersengebieden betrokken zijn bij taal. (Bron: fMRI)



Prikkeloverdracht tussen twee neuronen verloopt via een chemische stof (neurotransmitter).



Anatomie van een zenuwcel

Alle neuronen hebben een gelijkaardige structuur: ze bestaan uit een **cellichaam**, één of meer **axonen** en **dendrieten**.

Sommige zenuwcellen zijn tot een meter lang. Een signaal wordt van de ene kant van de cel (meestal het cellichaam) naar de andere kant (de **synaps** aan het uiteinde van het axon of axonen) doorgegeven via elektriciteit. Elektrische signalen worden langs de zenuwvezel doorgegeven door wijziging van de elektrische spanning (potentiaal) tussen de binnenzijde en de buitenzijde van de zenuwcel. Deze golf van elektrische ontlading is vergelijkbaar met een golf die op een strand aanspoelt. De zenuwcel is actief als ze vele en hoge golven doorstuurt, niet-actief als er slechts rimpelingen over haar celmembraan lopen. Eén dergelijke 'hoge golf' noemt men een **actiepotentiaal**.

### Anatomie van een zenuwcel (neuron)

Elke zenuwcel heeft een cellichaam (soma) en dunne uitlopers.

- Het **cellichaam** vormt het centrale deel van de cel en bevat de kern (met het genetisch materiaal), mitochondriën (structuren om energie te produceren), ribosomen (om eiwitten te maken) en alle andere essentiële componenten die ook andere cellen in het menselijk lichaam hebben;
- Het **axon** is een lange, kabelachtige uitstulping die de elektrische stroom vanuit het cellichaam vervoert naar andere cellen. Sommige zenuwcellen hebben microscopisch korte axonen, bij andere kan het axon tot een meter lang zijn, bijvoorbeeld bij zenuwcellen die vanuit het ruggenmerg de spieren in je kleine teen of je pink aansturen;
- De **dendrieten** zijn vertakkingen die connecties maken met andere neuronen en binnenkomende signalen naar het cellichaam vervoeren.

Zenuwcellen zijn er in alle maten en soorten. Ze hebben verschillende vormen, naargelang de specifieke functie die ze uitoefenen. Ruwweg kunnen we ze onderverdelen in vier categorieën:

- **Receptoren** - nemen informatie op uit de omgeving (licht, geluid, warmte, druk of een chemische reactie) en zetten deze om in een elektrisch signaal;
- **Sensorische neuronen** - voeren het signaal van de receptor naar het ruggenmerg en de hersenen;
- **Motorische neuronen** - voeren signalen van het centrale zenuwstelsel naar de periferie van het lichaam (spieren, huid, organen);
- **Interneuronen** - leggen verbindingen tussen zenuwcellen in de hersenen en/of het ruggenmerg.

### Elektriciteit en chemie

Zenuwcellen kunnen hun elektrische signalen niet rechtstreeks aan elkaar doorgeven. Tussen de contactpunten (**synapsen**) van twee neuronen bevindt zich immers een kleine spleet van 20 nanometer (20 miljoenste van een millimeter) breed.

De actiepotentiaal kan die synaptische spleet niet overbruggen. Daarom verloopt de prikkeloverdracht tussen twee neuronen via een chemische stof, een zogenaamde **neurotransmitter**. Voorbeelden van dergelijke neurotransmitters zijn adrenaline, nicotine, serotonine en dopamine. In de praktijk hebben de verschillende neurotransmitters elk hun eigen receptor. Ze passen als een sleutel in een slot. Er zijn evenwel sloten waarop meerdere sleutels passen.

De signaaloverdracht in de hersenen en andere delen van het zenuwstelsel is met andere woorden een combinatie van elektriciteit en chemie.



### Deurtje open, deurtje toe

Neurotransmitters zitten opgeslagen aan het einde van het axon van de 'presynaptische' cel en worden vrijgegeven van zodra een actiepotentiaal in het axon aankomt. De neurotransmitter komt in de synaptische spleet terecht en bindt aan receptoren op het membraan van het tegenoverliggende neuron, de 'postsynaptische' cel. Dit zal bij de ontvangende zenuwcel een verandering in de membraanpotentiaal teweegbrengen en zal, indien het chemische signaal groot genoeg is, resulteren in een nieuwe actiepotentiaal. Er zijn naast stimulerende neurotransmitters ook inhiberende. Vaak bepaalt het evenwicht tussen deze twee of een actiepotentiaal ontstaat.

Veelal bestaan de receptoren in het postsynaptisch neuron uit ionenkanalen die plaatselijk grote hoeveelheden positief geladen ionen (oa. natrium- en kaliumionen) doorheen het celmembraan doorlaten. Het ionenkanaal gaat enkel open als er een neurotransmitter op gebonden is. Door de massale migratie van ionen ontstaat een lokale verstoring van het normale elektrische spanningsveld tussen de binnen- en buitenzijde van de cel.

#### Snel opgeruimd

De binding van de neurotransmitter op de receptor is slechts tijdelijk. Van zodra de neurotransmitter loskomt, sluit meteen ook het ionenkanaal. Het is dan wel de bedoeling dat de neurotransmitter uit de synaptische spleet wordt verwijderd, anders wordt het postsynaptische neuron heel de tijd geactiveerd en zou er na korte tijd een gigantische kostsluiting optreden in de hersenen. De neurotransmitter wordt ofwel afgebroken in de synaptische spleet door bepaalde enzymen of terug opgenomen in de zenuwcel via 'transporter'-eiwitten.

### Van reflexboog...

Zenuwcellen vormen communicatienetwerken. Het eenvoudigste netwerk van zenuwcellen in het menselijk lichaam is de reflexboog. Voorbeelden zijn de kniepees- en de enkelpeesreflex. Als een arts met een hamertje op de peesaanhechting net onder je knieschijf tikt, zal je voet een schoppende beweging maken. Dit is de kniepeesreflex. Je hersenen zelf zijn niet betrokken bij deze reflex, want die wordt volledig aangestuurd vanuit je ruggenmerg. Om andere taken uit te voeren, maken we meestal wel gebruik van complexere netwerken. Daar zijn duizenden, zelfs miljoenen, individuele neuronen bij betrokken.

### ... tot complex netwerk met eigen inbreng

Een neuronaal netwerk is geen rechttoe rechtaan systeem waarin elk aankomend signaal klakkeloos wordt doorgegeven aan het volgende neuron, zoals dat in een net van koperdraad het geval zou zijn. Integendeel, een neuronaal netwerk is veel complexer. Zo kan een inkomend signaal van één dendriet het signaal van een andere dendriet versterken, maar evengoed verzwakken. In een neuronaal netwerk is er met andere woorden een voortdurende interactie tussen exciterende en afzwakkende signalen, en dat over de honderden dendritische uitlopers die in één cellichaam toekomen.

In het cellichaam wordt beslist of er een actiepotentiaal wordt doorgegeven naar andere neuronen. Elk neuron is bijgevolg een individueel schakelstation dat op basis van alle inkomende informatie bepaalt of het zelf zal vuren.

Als je beseft dat de meeste neuronen met minstens honderden andere zenuwcellen – sommigen zelfs met enkele tienduizenden – zijn verbonden, dan zie je hoe vernuftig en complex de meeste neuronale netwerken in elkaar zitten!

### Een grote onbekende?

Ondanks de grote stappen die de genetica, neurobiologie, psychologie, gedrags- en cognitieve wetenschappen de laatste decennia hebben gezet, blijven vele aspecten van onze hersenen nog onbekend. Onder meer de vraag hoe een **netwerk van cellen**, communicerend via elektrische stroom en chemische boodschappers, een **denkproces** tot stand kan brengen. Maar ook hoe uit een netwerk van cellen een fenomeen als **gedrag** ontstaat, of vrije wil, of geloof, of liefde of verslaving.

Zelfs de meest sterke scanners dringen vandaag niet diep genoeg door in de menselijke hersenen om een antwoord te bieden op deze vragen. Ook met proefdiermodellen kunnen we slechts een stuk van de weg afleggen. Misschien slagen we er wel nooit in om de instrumenten en modellen te ontwikkelen die ons toelaten onze eigen hersenen tot in hun diepste geheimen te doorgronden. Sommige onderzoekers vragen zich af of de capaciteit van onze hersenen wel groot genoeg is om zichzelf te begrijpen. Anderen menen dat er weinig systemen in de natuur zijn die onbegrijpelijk complex zijn, dus ook onze hersenen niet. De toekomst zal het moeten uitwijzen.

## Hersenen in beeld

Hersenen in beeld brengen, was lange tijd onmogelijk. Het schedeldak zit immers in de weg. Zelfs op een klassieke **X-stralenfoto** laten hersenen zich alleen van hun wazige zijde zien.

### Plakjes

Een eerste verbetering was de **CT-scan**. CT staat voor computer tomografie. Een CT-scanner bestaat uit een tunnelvormig apparaat met een ring waaraan aan de ene zijde een röntgenbuis zit en aan de tegenoverliggende zijde een camera. De ring draait om de patiënt heen en na elke volledige draai schuift het toestel enkele millimeters op. Vanuit verschillende hoeken en om de paar millimeter worden beelden gemaakt. Alsof de patiënt virtueel in plakjes wordt gesneden.

Al die plakjes achter elkaar geplakt door een computer, leveren een driedimensionaal beeld van de hersenen. Een CT-scan kan heel veel zeggen over de structuur van de hersenen, maar weinig of niks over de functionele gebieden.

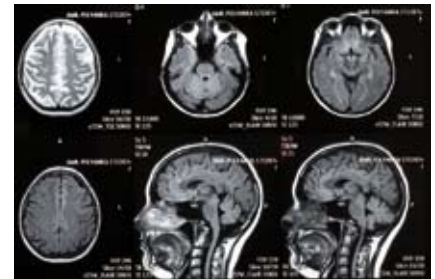
### Magnetisch water

Een andere techniek is magnetische resonantie beeldvorming (**MRI**). De technologie is gebaseerd op de magnetische eigenschappen van de protonen in watermoleculen in de hersenen. MR-beelden zijn meestal contrastrijker en gedetailleerder dan CT-beelden. Bovendien komt er bij MRI geen schadelijke of ioniserende straling aan te pas.

MRI laat ook toe om hersenen in actie in beeld te brengen. Men spreekt dan van functionele MRI of kortweg **fMRI**. Het basisprincipe van fMRI is het volgende: actieve hersengebieden hebben meer energie nodig en vragen daarom meer bloeddoorstroming. Dat bloed moet de hersencellen van brandstof (glucose) en zuurstof voorzien. Omdat hierdoor de lokale zuurstofconcentratie verandert, veranderen de magnetische eigenschappen. Deze wijzigingen worden opgepikt door het MRI-toestel. In feite wordt de verhouding zuurstofrijk en zuurstofarm hemoglobine gemeten, wat in vaktermen het BOLD-effect ('Blood Oxygenation Level Dependent'-effect) wordt genoemd. Het leuke aan het BOLD-effect is dat je kan nagaan welk hersengebied actief is als je bijvoorbeeld leest, je kleine teen beweegt, aan huiswerk denkt of een sigaret rookt.

### Suiker met een label

Positronemissietomografie (**PET**) is een beeldvormingstechniek die gebruik maakt van een bijzonder type radioactieve stof. Deze stoffen zenden tijdens hun verval positronen uit. Dit zijn de antideeltjes van elektronen: ze hebben dezelfde massa als elektronen maar dragen een positieve lading. Het is niet het positron zelf dat wordt gedetecteerd door de PET-scanner, wel de gammastralen die worden uitgezonden



MRI-scan





EEG

van zodra het uitgezonden positron een elektron tegenkomt en ze elkaar neutraliseren.

In de praktijk krijgt de patiënt die een hersen-PET-scan laat nemen  $^{18}\text{F}$ -fluor-desoxyglucose (FDG) ingespoten. In feite is dat suiker met een 'positronlabeltje'. De redenering is gelijkaardig aan fMRI: actieve hersengebieden nemen meer suiker op en zullen bijgevolg meer gammastralen uitzenden. Dus actieve hersengebieden kleuren sterker op de PET-beelden dan gebieden die minder actief zijn.

### Elektrische golven

Elektro-encefalografie (**EEG**) is een eenvoudige en pijnloze manier om de elektrische activiteit van de hersenen via de hoofdhuid te meten. Hierbij worden sensoren aangebracht op de schedel om de elektrische activiteit te registreren. De registraties in de vorm van golfpatronen zijn nuttig bij het vaststellen van bijvoorbeeld epilepsie en sommige andere hersenaandoeningen. De golfpatronen kunnen ook informatie geven over de staat waarin de hersenen zich bevinden, bijvoorbeeld of men slaapt, ontspannen is of juist opgewonden.

## Cognitieve processen in de hersenen

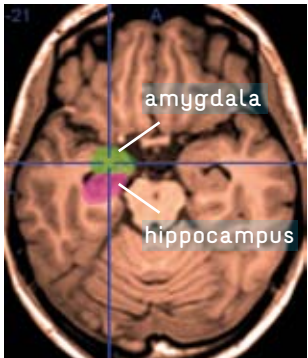
De groei van de hersenen is het meest opvallende kenmerk in de evolutionaire ontwikkeling van de mens. Door zijn hersenen onderscheidt de mens zich het meest van andere dieren. De *Homo sapiens* kan immers denken, leren, redeneren, taal gebruiken, vraagstukken oplossen,... Kortom, eigenschappen waar de dieren meestal niet toe in staat zijn. Die typisch menselijke capaciteiten vatten we meestal samen onder de noemer 'cognitieve vermogens'. Maar wat verstaan we onder 'cognitie'? 'Niemand kan cognitie in zijn handen houden, je kan het niet meten, er is geen instrument of scanner om cognitie in zijn geheel in beeld te brengen', zegt de Amerikaanse neuroloog Richard Restak. Restak noemt cognitie dan ook geen ding maar een proces.

Cognitie beperkt zich niet tot denken, filosoferen of wiskundige vraagstukken oplossen. Cognitie betekent ook weten hoe je je neus moet snuiten, weten dat je gemakkelijker soep kan eten met een lepel dan met een vork of dat het veiliger is om mét in plaats van zónder handen te fietsen. Elk menselijk gedrag wordt gestuurd door **cognitieve processen** in de hersenen. Zelfs het eenvoudig uitzoeken van een appel – een gedrag zoals we er duizenden per dag plegen – is een verrassende aaneenschakeling van complexe cognitieve processen waarbij tientallen verschillende hersenzones betrokken zijn.

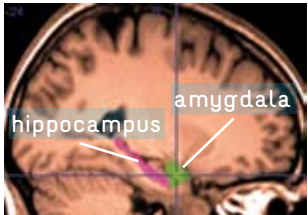
### Een eenvoudige keuze.. op het eerste gezicht

Wat is er gemakkelijker dan een appel uit een fruitmand nemen? Kies je die rode, zoete *Jonagold* of de groene, zure *Granny Smith*? Vooraleer je een keuze hebt gemaakt, hebben je hersenen meer dan een dozijn verschillende cognitieve processen uitgevoerd. We zetten er enkele op een rijtje:

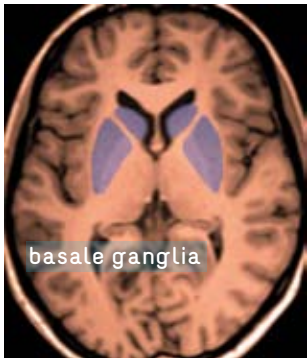
- 1 **Van 2D naar 3D** – De ogen registeren de wereld in twee dimensies. De hersenen moeten die beelden omzetten tot een voorstelling in drie dimensies. Ze steunen daarbij op ervaring. Onder andere door te 'weten' dat als één appel gedeeltelijk aan het zicht onttrokken wordt door een andere appel, de eerste waarschijnlijk achter de tweede appel ligt. Of door rekening te houden met schaduwen. De hersenen 'weten' dat een schaduwvlek zich bijna altijd aan de onderzijde van een object bevindt, want de zon schijnt altijd van boven naar beneden.
- 2 **Van klein naar groot** – In de tweede plaats moeten de hersenen zich een juist beeld vormen van de grootte van elke appel. Die is afhankelijk van de afstand van de appel tot het oog: appels die dichtbij liggen, vormen een groter beeld op het netvlies dan appels die verder weg liggen. De hersenen moeten compenseren voor dit afstandseffect.
- 3 **Hoofdzaak en detail** – Op het netvlies zal de appelscène bestaan uit een bonte verzameling van vormen, kleuren, vlekjes, stippen, steeltjes, schaduwen, enz. De



Amygdala en hippocampus (MRI-scan van een gezonde proefpersoon – Bron: GifMI)



Amygdala en hippocampus (MRI-scan van een gezonde proefpersoon – Bron: GifMI)



Basale ganglia (MRI-scan van een gezonde proefpersoon – Bron: GifMI)

hersenen selecteren alleen de elementen die ze belangrijk vinden voor het in beeld brengen van de appels.

- 4 **Indelen in vakjes** – Eenmaal ons visueel cognitief systeem zich een beeld heeft gevormd van de appelmand, komt een beslissingsproces van hogere orde op gang. Vooraleer ik een keuze kan maken, moeten mijn hersenen elke appel indelen in categorieën: grote appels bij grote, kleine bij kleine; *Jonagolds*, *Golden Delicious* en *Granny Smiths* elk in een apart vakje; appels met rotte vlekken of wormgaten horen weer in een andere categorie, enz. Kortom, elke appel wordt ingedeeld in verschillende vakjes en elk vakje krijgt een ‘waardeoordeel’.
- 5 **Geheugen raadplegen** – Het hele beslissingsproces wordt gestuurd vanuit eerder aangeleerde en in het geheugen opgeslagen categorieën (*Jonagolds* zijn rood, *Granny Smiths* zijn diepgroen) en vanuit voorkeuren gebaseerd op eerdere ervaringen (ik hou wel van de zurige smaak van een *Granny Smith*, maar appels met rotte vlekjes of wormgaatjes vind ik vies). Andere elementen die totaal niet relevant zijn voor het maken van mijn keuze, worden weggefilterd (bvb. het feit of de mand van plastic of uit riet is en of de appel al dan niet een steeltje heeft).
- 6 **Actie na keuze** – Uiteindelijk, als het brein een besluit heeft genomen, schiet het motorisch systeem van de hersenen in werking om de bewegingen te plannen en te coördineren: de rechterhand reikt naar de gekozen appel, grijpt hem vast, brengt hem naar de mond en we bijten er een stuk uit. De speekselklieren krijgen het bevel om wakker te schieten nog vooraleer ik de eerste beet doe (ik krijg letterlijk het water al in de mond).

>>> meer weten?

Een gevolg van het feit dat ons brein continu beslissingen neemt, is dat we (vaak zonder dat we het door hebben) dikwijls denkfouten maken.

Lees het artikel: <http://www.kennislink.nl/publicaties/slim-is-meer-dan-een-hoog-iq>

### Balans tussen impuls en controle

Waar de cognitieve processen zich afspelen in de hersenen, is niet zomaar aan te wijzen. Belangrijke gebieden zitten zeker in dat ‘nieuwe’ deel – de grote hersenen met de hersenschors (cortex) – dat zo typerend is voor mensenhersenen. Maar er zijn ook andere delen bij betrokken. Denk aan het voorbeeld van de appel.

Wanneer we keuzes maken is dat voor de hersenen een zoektocht naar de **balans tussen primitief impulsgedrag en gecontroleerd gedrag**. Dat is ook zo bij het kiezen van een appel. Dit is minstens voor een deel een impulsieve activiteit. Je zal geneigd zijn om de grootste appel te nemen of als eerste bij de appelmand te staan – je bent dan tenminste zeker dat je een appel hebt. Of liever nog neem je alle appels. Tegelijkertijd onderdrukken je hersenen dat impulsief handelen, door gebruik te maken van wat je vroeger geleerd hebt. In de eerste plaats dat de anderen het niet leuk vinden wanneer je alle appels wegneemt, vervolgens dat de grootste appel niet

noodzakelijk de lekkerste is. Dat ‘leren’ vormt de essentiële basis van de controle-rende mechanismen.

Belangrijke delen van de cortex (hersenschors) zijn verantwoordelijk voor het onderdrukken van impulsief gedrag. Dat impulsgedrag is ongetwijfeld nuttig om te overleven – als je vreselijke honger hebt, is het een goed idee om iemands eten weg te pakken – maar in een maatschappij met regels, normen en waarden wordt het stelen van eten door groepsgenoten als asociaal beschouwd en denk je beter even na voor je je overgeeft aan primaire driften en impulsen.

**Impuls- en controlerende processen** grijpen plaats in **verschillende locaties in de hersenen**: impuls- of automatische activiteiten zijn eerder gelokaliseerd aan de achterkant (occipitaal), de bovenkant (pariëtaal) en zijkant (temporaal) van de grote hersenen, terwijl gecontroleerde processen in hoofdzaak plaatsvinden aan de voorkant (frontaal). Ook dieper gelegen structuren als de hippocampus, de basale ganglia, de amygdala en de kleine hersenen spelen een rol.



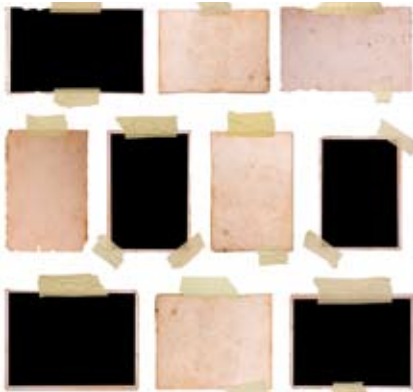
### Een kwestie van geheugen

Bij alle cognitieve processen speelt het geheugen een belangrijke rol. Denk aan het voorbeeld van de appel. Om dingen te onthouden gebruiken onze hersenen drie soorten opslagsystemen: de informatie komt binnen in het (korte) sensorische geheugen, het wordt doorgegeven aan het kortetermijngeheugen om tot slot overgebracht te worden naar het langetermijngeheugen.

Het sensorische geheugen kan miljoenen stukjes informatie tegelijk verwerken, het filtert echter het grootste deel weg als onbelangrijk. Wat overblijft komt in het kortetermijngeheugen terecht. Dit ‘werkgeheugen’ kan slechts een beperkt aantal stukjes informatie gedurende enkele tientallen seconden vasthouden. Tijdens deze periode beslissen onze hersenen welke informatiestukjes worden doorgestuurd naar het langetermijngeheugen.

Er zijn verschillende manieren om er zeker van te zijn dat informatie wordt overgebracht van korte- naar langetermijngeheugen: één ervan is pure herhaling van de informatie (uit het hoofd leren), een andere is uitvoerige herhaling (begrijpend leren). Daarnaast is de emotionele inhoud een belangrijke modulator voor opslag in het langetermijngeheugen! In het langetermijngeheugen zijn er drie categorieën: het episodisch geheugen (unieke gebeurtenissen en situaties – een huwelijk, een ongeval...), het semantisch geheugen (feiten zoals belangrijke feestdagen, de pincode van je bankkaart...) en het procedureel geheugen (informatie over hoe je dingen doet – fietsen, staartdelingen maken...).

In theorie is de capaciteit van het langetermijngeheugen onbegrensd. Alleen is ons brein soms onmachtig om de opgeslagen informatie terug op te vissen. Vergeten betekent dus niet altijd dat de informatie is gewist uit het geheugen.



Vergeeten heeft iets tragisch, maar ook iets therapeutisch. Of niet?

### Het vermogen om te vergeten

Sommige mensen vergeten niets. Zoals *Jill Price*. Sinds haar veertiende onthoudt ze alles, elk gesprek, elke regel uit een boek dat ze heeft gelezen tot hele tv-journaals die ze heeft gezien. Of Jill blij is met haar bekwaamheid? Niet echt. 'Vergeeten heeft iets tragisch, maar ook iets therapeutisch', vindt ze. 'Het kan deugd doen om slechte herinneringen te verliezen of nare gebeurtenissen wat bij te kleuren. Om vrede met jezelf te hebben, moet je af en toe dingen kunnen vergeten', besluit Jill.

>>> tip!

Kijk eens naar: De film 'Eternal sunshine of the spotless mind' (Michel Gondry, 2004).

Het Interview met Jill Price op youtube: <http://www.youtube.com/watch?v=aAbQvmf0Y0Q>

#### wat denk jij?

Wat denk jij, is het jammer dat we dingen vergeten, of niet?

## Leren vanaf de geboorte

Volgens neurowetenschappers behoren baby's en jonge kinderen tot de krachtigste leermachines op aarde. Je zou het op het eerste gezicht niet zeggen: baby's slapen meer dan ze wakker zijn en zelfs op hun 'wakkere ogenblikken' lijken ze vooral aandacht te hebben voor hun volgende papfles. Maar de werkelijkheid is anders: de hersenen van baby's en kleine kinderen bouwen zich aan een fenomenaal tempo op. De dendritische en axonale uitlopers van miljarden zenuwcellen groeien uit en maken duizenden contacten. Telkens als het kind iets ziet, hoort, voelt of ruikt, leggen zijn hersenen nieuwe connecties. Alsof de hersenen al die nieuwe ervaringen met elkaar in verband wil brengen.

### Een eerste snoeibeurt – geboren worden

Op het ogenblik van de geboorte beschikt een baby al bijna over 90 tot 95% van de zenuwcellen (neuronen) waarmee het zijn verdere leven zal voortdoen. Maar toen het nog een foetus was had het meer hersencellen. Het **menselijk brein** heeft immers het **hoogste aantal zenuwcellen tussen de derde en zesde maand van de zwangerschap**. Daarna worden alle niet noodzakelijke zenuwcellen geëlimineerd.

### Een tweede snoeibeurt – volwassen worden

De aanleg van nieuwe ‘communicatielijntjes’ tussen neuronen vanaf de geboorte gaat minstens door tot aan de leeftijd van ongeveer 12 jaar. Daarna treedt een tweede snoeibeurt op die een tiental jaar duurt<sup>2 3</sup>. **Deze keer worden geen zenuwcellen geëlimineerd, wel overbodige verbindingen tussen neuronen.** De tweede snoeibeurt wordt voor een deel biologisch gestuurd (vanuit de genen), maar ook volgens het ‘use-it-or-lose-it’-principe: synapsen die we zelden gebruiken, worden verbroken en opgeruimd; verbindingen die we vaak gebruiken, worden versterkt.

Het is heel **belangrijk waar we tijdens deze periode actief mee bezig zijn**, toont onderzoek aan. Wie veel videospelletjes speelt, versterkt bijvoorbeeld de zenuwbanen en hersengebieden die de beweging van de vingers coördineren; wie veel correspondeert met buitenlandse vrienden, versterkt zijn taalsynapsen, enz.

Door al het snoeiwerk neemt de grijze stof in omvang af met ongeveer 0,7% per jaar. Tegelijk neemt de witte stof toe in volume.

De witte stof bestaat uit de axonen (de lange verbindingen tussen neuronen) en steuncellen (glia) die o.a. de isolatie maken en als een elektrische isolatiemantel de axonen omhullen. Door het verdikken van die isolatiemantels verhoogt de snelheid en de efficiënte doorgang van de elektrische signalen.

**Tijdens de tienerjaren krijg je dus minder maar snellere connecties.** De hersenen worden een efficiëntere en beter geoliede machine. Er is echter ook een kostprijs: ze verliezen een deel van hun capaciteit en flexibiliteit om te leren en ze herstellen bvb. minder snel van een hoofdtrauma.

### Puberende hersenen zetten aan tot pubergedrag

Het ‘**volwassen worden**’ van de hersenen gebeurt eerst in de achterste hersenzones en verschuift geleidelijk naar voor. De hersengebieden die instaan voor het directe contact met de buitenwereld – zien, horen, voelen en ruimtelijk gevoel – rijpen als eerste. **De laatste rijping** vindt plaats in de **prefrontale cortex**, de thuishaven van het plannen, prioriteiten stellen, impulsen onderdrukken, afwegen wat de gevolgen zijn van een bepaald gedrag, enz.

De golf van veranderingen die door de hersenen trekt, vormt een plausibele verklaring – samen met de hormonale lawine die optreedt – voor het ‘typische pubergedrag’ bij jongeren.



### Volgende veranderingen treden op in een puberend brein:

- 1 De prefrontale cortex is het laatste deel van de hersenen dat 'volwassen wordt'. Gelokaliseerd juist achter het voorhoofd groeit de cortex tijdens de kindertijd en verkleint ze weer tijdens de pubertijd als gevolg van de tweede snoeibeurt. Omdat in de prefrontale cortex vooral de controlerende activiteiten plaatsgrijpen, verklaart de late rijping het soms impulsieve en roekeloze gedrag van jonge adolescenten.
- 2 De hersenbalk bevat zenuwbanen die de linker- en de rechterhelft van de grote hersenen met elkaar verbinden. Gedurende de adolescentie verdikken deze banen en laten ze informatie sneller en efficiënter doorstromen.
- 3 De basale ganglia worden soms ook wel de 'secretaresse van de prefrontale cortex' genoemd omdat ze helpen bij het leggen van prioriteiten in de informatiedoorstroming. De basale ganglia en de prefrontale cortex zijn sterk met elkaar verbonden en tijdens de adolescentie worden zowel nieuwe connecties aangelegd als oude weggesnoeid. Het feit dat dit deel van de hersenen zo actief verandert tijdens deze periode en ook betrokken is bij zowel fijne als grove motoriek verklaart misschien waarom topsporters en musici de basis voor hun latere carrière meestal op deze leeftijd leggen.
- 4 De amygdala vormen het emotioneel centrum van de hersenen. Ze zijn de thuishaven van angst en woede. Bij het verwerken van emotionele informatie, vallen tieners sterk terug op de amygdala, terwijl volwassenen veel meer de (rationele) prefrontale cortex gebruiken.
- 5 Van de kleine hersenen werd tot nu toe aangenomen dat ze vooral een rol spelen bij het coördineren van beweging. Recent onderzoek toont echter aan dat de kleine hersenen ook sommige denkprocessen regelen, waaronder: wiskundige, muzische en verfijnde sociale vaardigheden. Tijdens de tienerjaren wijzigen de kleine hersenen grondig: zowel het aantal neuronen als de hoeveelheid connecties stijgen.
- 6 Bij meisjes grijpen rijpingsprocessen eerder plaats dan bij jongens. Gemiddeld begint de grote hersensnoei bij meisjes op de leeftijd van 11 jaar, bij jongens vanaf 12,5. Dat verklaart voor een stuk waarom soms wordt gezegd dat meisjes vroeger 'puberen' en ook vroeger volwassen zijn dan jongens. Sommige leerkrachten vinden dat jongens en meisjes van dezelfde leeftijd eigenlijk niet bij elkaar in één klas horen: hun hersenen zijn gewoon te verschillend om samen op een efficiënte manier te leren en te studeren.

>>> meer weten?

Lees 'Vraag en antwoord over adolescenten':

<http://www.hersenenleren.nl/adolescenten.php>

## Kampioenen in leren

Het groei- en snoei-geweld tijdens onze jeugd is nodig om optimaal te 'leren' en wat we geleerd hebben met elkaar in verbinding te brengen. Het ultieme doel van dit proces is de verworven kennis op gepaste wijze gebruiken in de voortdurende interactie met de omgeving. Dankzij de leercapaciteit van onze hersenen is de mens uitgegroeid tot dé kampioen van informatieverwerking en aanpassing. Het gevolg is dat wij zowel op de evenaar als op de Noordpool kunnen wonen, in staat zijn om op minder dan acht uur de Atlantische Oceaan over te steken of om een complexe taal

te gebruiken als communicatiemiddel. Alhoewel ook dieren kunnen leren en hun gedrag aanpassen aan wijzigende omstandigheden, slaagt toch geen enkel dier erin om de mens op dit vlak bij te benen.

### wist je dat?

#### Lerende dieren – Pavlov en zijn hond

Leren is geen exclusief menselijk fenomeen. Dat bewees de Russische fysioloog Ivan Pavlov die leefde van 1849 tot 1936. Hij onderzocht de spijsvertering en speekselproductie van honden. Op zeker ogenblik merkte hij hoe zijn honden al begonnen te kwijlen nog voor ze voedsel kregen. Hij bedacht volgend experiment:

- Hij plaatste een hond in een kooi en liet een bel rinkelen. Observatie: geen hond die kwijlde.
- Dan liet hij een bel rinkelen en bood enkele seconden later voedsel aan. Dat gecombineerd bellen en voedsel aanleveren, herhaalde hij een aantal keren.
- Vervolgens belde hij, maar gaf geen voedsel. Observatie: elke hond kwijlde.

Het leerproces dat Pavlov beschreef noemen we vandaag een voorbeeld van klassieke conditionering: als prikkel A herhaaldelijk prikkel B – die een bepaald gedrag opwekt (bvb. kwijlen) – voorafgaat, zal op de duur prikkel A hetzelfde gedrag opwekken zelfs zonder aanbieding van prikkel B. Deze conditionerende processen staan centraal bij het africhten van honden, maar zijn ook belangrijk bij de mens. Al zijn er bij de mens vanzelfsprekend ook meer complexe leerprocessen.

### Neurobiologie en de school

In mei 2005 bracht een Nederlandse commissie van experts een rapport uit om een betere uitwisseling tussen hersenwetenschap, cognitiewetenschap en onderwijswetenschap op gang te brengen<sup>4</sup>. Het rapport stelt dat **onderwijs** niet alleen gericht zijn moet zijn op 'kennis-leren', maar **meer aandacht moet schenken aan de bredere cognitieve vermogens van mensen en de individuele verschillen daartussen**.

Allereerst moet het onderwijs zich meer richten op de verschillende fasen in de hersenontwikkeling en op individuele verschillen in cognitieve vaardigheden. Recent hersenonderzoek heeft uitgewezen dat hersenen zich blijven ontwikkelen, volgens een bepaald patroon. Veertienjarige kinderen hebben andere hersenmogelijkheden dan bvb. vijfjarigen, en die hersenprocessen zijn medebepalend voor de efficiëntie van het leren.

Daarnaast moet het onderwijs meer rekening houden met de 'paradox van de puberteit': het onderwijs aan adolescenten is met name gericht op cognitief leren (omdat het brein in die leeftijdsfase optimaal is toegerust daarvoor), terwijl de puber vooral openstaat voor sociale interactie.



### wat denk jij?

Wat denk jij hierover? Licht volgens jou op school teveel de nadruk op 'kennis-leren'? Herken je jezelf in de vaststelling dat wat je leert te weinig is aangepast aan je interesse?

### Gemengde scholen niet optimaal?

In het *Nieuwsblad* van 8 oktober 2008 is te lezen dat jongens en meisjes in gemengde klassen ook af en toe beter apart les krijgen<sup>5</sup>. 'Op die manier kunnen hun vaardigheden op een aparte manier aangemoedigd worden.' Dat zeggen deskundigen Katrien De Vlaemynck en Luk Bosman van het Expertisecentrum Ervaringsgericht Onderwijs uit Leuven.

Dan maar beter **terug naar gescheiden klassen voor jongens en meisjes**, zoals het vroeger was? 'Nee', menen De Vlaemynck en Bosman. 'Een gemengde klas heeft nog steeds meer voordelen dan nadelen, maar we mogen niet vergeten dat jongens en meisjes van elkaar verschillen en dus een andersoortige aandacht nodig hebben. Wetenschappelijk onderzoek toont aan dat jongens beter presteren in een klas met meisjes. Gemengde scholen scoren ook beter op attitudes en sociale en communicatieve vaardigheden. Het klopt wel dat meisjes beter presteren in niet-gemengde klassen.'

## Een verstoord brein

### Als het fout loopt...

Niet bij iedereen verlopen de ontwikkelingsprocessen in de hersenen optimaal. Hersenwetenschappers beginnen een beter **inzicht** te krijgen in wat er precies fout loopt bij **ontwikkelings- en psychiatrische stoornissen**<sup>6</sup>. Ze vermoeden bijvoorbeeld dat autisme veroorzaakt wordt door het onvoldoende of abnormaal wegsnoeien van zenuwcellen in de moederschoot. ADHD (attention deficit/hyperactivity disorder) zou dan weer ontstaan tijdens de groeifase van de hersenen na de geboorte en voor de pubertijd. En schizofrenie zou het gevolg zijn van het abnormaal snoeien in de prefrontale cortex tijdens de pubertijd. Uit MRI-studies blijkt dat een schizofreniepatiënt tot 25% van de grijze stof verliest tijdens zijn pubertijd, terwijl er bij de gemiddelde tiener tussen de 10 en 15% verloren gaat.

Ook voor **leerstoornissen** als dyslexie (leesstoornis), dysorthografie (schrijfstoornis) en dyscalculie (rekenstoornis) hebben hersenwetenschappers aandacht. Mensen met een leerstoornis hebben moeite om wat ze horen en zien te interpreteren of om gegevens uit verschillende delen van de hersenen met elkaar te verbinden. Waarschijnlijk zijn de problemen het gevolg van het niet goed kunnen combineren van gegevens uit verschillende delen van de hersenen. Zo lijkt het er voor dyslexie op,

dat het hersengebiedje waar klanken aan schrifttekens worden gekoppeld te zwak is aangelegd of moeilijk bereikbaar is. De klankcodes worden daardoor onvolledig of incorrect in de hersenen verwerkt en minder goed in het geheugen opgeslagen. Het gevolg is dat deze ook minder goed uit het geheugen zijn op te halen om gekoppeld te worden met het woordbeeld.

Op dit moment is de gangbare theorie dat leerstoornissen veroorzaakt worden door hele lichte storingen in de hersenstructuur en hersenfuncties. Veel wetenschappers denken dat bepaalde problemen al voor de geboorte ontstaan.

### Herkennen, erkennen, behandelen, omgaan met...

Voor een aantal aandoeningen zijn er momenteel al geneesmiddelen op de markt. Dat is bijvoorbeeld het geval voor ADHD en schizofrenie. Naarmate we meer leren over **de biologische achtergrond van stoornissen** als ADHD, autisme, schizofrenie, leerstoornissen, e.a., groeit de hoop dat we ze ook steeds beter zullen kunnen behandelen.

Wat even belangrijk is als de ontwikkeling van mogelijke geneesmiddelen, is dat de neurowetenschappen kunnen leiden tot een **beter begrip vanuit de samenleving** voor mensen met ontwikkelings-, psychiatrische- of leerstoornissen. Er heersen namelijk nogal wat **clichés** rond deze stoornissen. En patiënten worden vaak **gestigmatiseerd**. Een kind met ADHD wordt al gauw 'een lastig en stout kind', iemand met dyslexie wordt afgeschilderd als lui of dom. Daarmee gaan we voorbij aan het feit dat kinderen met dyslexie (of ADHD, of dyscalculie, of...) even intelligent zijn en evenveel talenten hebben als andere kinderen. Ook zij hebben het recht om die talenten ten volle tot ontwikkeling te laten komen. En toch gaan deze kinderen vaak gebukt onder een berg vooroordelen.

Volgens professor Annemie Desoete (Universiteit Gent) is bvb. dyscalculie een onderschatte en ernstige leerstoornis met zware gevolgen: 'Onderzoek bij volwassenen wijst uit dat mensen met dyscalculie beroepen uitoefenen die minder betaald worden en dat ze minder voltijds werken. Nochtans zijn deze mensen niet dommer. Ook in het dagelijkse leven krijg je er voortdurend mee te maken. Denk maar aan de kortingen bij koopjes of wanneer je recepten voor vier personen naar twee personen moet omzetten.'

Ria Van den Heuvel directeur van het ADHD-expertisecentrum 'ZitStil vzw' omschrijft het als volgt: 'Kinderen die niet mee kunnen in de klas omdat ze slecht zien, krijgen een bril. Waarom zou een kind met ADHD of dyslexie dan ook niet de nodige aanpassingen mogen krijgen?'

>>> zie ook: module 3 – Het stigma van de psychiatrische aandoening



De neurowetenschappen kunnen leiden tot meer begrip voor mensen die lijden aan stoornissen als autisme, schizofrenie, enz.

>>> meer weten?

Lees volgende artikels:

<http://www.kennislink.nl/publicaties/autisme-beinvloedt-het-hele-brein>

<http://www.kennislink.nl/publicaties/schizofrenie-ziek-van-verwarring>

<http://www.kennislink.nl/publicaties/dyslexie-verschillende-oorzaken-in-verschillende-landen>

### Hersendoping?

Wie intelligent is, heeft in onze samenleving een streepje voor. **Intelligentie** – onder welke vorm dan ook – staat synoniem met succes, status, een hoog inkomen,..... Het is dan ook niet te verwonderen dat veel mensen op zoek gaan naar manieren om hun hersenen sneller en efficiënter te laten functioneren, en dus intelligenter te zijn. Cognitieve capaciteit wordt zeker voor een deel bepaald door aanleg (genen dus), maar aanleg alleen is onvoldoende. Hersenen moeten ook getraind worden en dat kost moeite.

Zijn er alternatieven? Zou het niet handig zijn als er pilletjes waren die ons slimmer maken? Op dit ogenblik zijn er in ieder geval nog geen **leer- of geheugenpillen** op de markt waarvan bewezen is dat ze bij gezonde mensen het leren of het onthouden verbeteren. Toch grijpen nogal wat mensen naar middelen om hun mentale prestaties te bevorderen. Vijf tot tien procent van de Amerikaanse studenten zou af en toe de toevlucht nemen tot een vorm van ‘doping voor de grijze cellen’. Het ADHD-middel *Rilatine* is onder de studenten een topper. Tot een derde van de beroepsmusici bestrijden hun plankenkoorts met een portie alcohol of bètablokkers. Een vijfde van de wetenschappers op een internetforum van het wetenschappelijke tijdschrift *Nature* gaf toe dat ze af en toe wel eens geneesmiddelen hebben ingenomen om hun geestelijke prestatievermogens te verbeteren<sup>8</sup>.

**wat denk jij?**

Wat moeten we hiervan denken? Gaat het om ongeoorloofde hersendoping? Of is er in feite weinig nieuws onder de zon, want iedereen neemt dagelijks zijn toevlucht tot één of meer substanties om – gewild of ongewild – zijn hersenen een ‘boost’ te geven. Een koffie, een cola, een sigaretje,... of zelfs straffer spul.

Waarom is een pilletje dan doping terwijl cafeïne in cola of koffie en nicotine in een sigaret dat niet zijn? Zouden pilletjes om ons slimmer te maken of om ons een feilloos geheugen te geven het leven bovendien niet veel gemakkelijker maken? Studenten moeten dan minder ‘blokken’, boodschappenlijstjes worden overbodig en je onthoudt de naam van iedereen die je ooit bent tegengekomen.

Of zit er toch een adder onder het gras? Vind jij dat geneesmiddelen vooral moeten gebruikt worden om zieke mensen te genezen in plaats van gezonde mensen te verbeteren? Gaat ‘natuurlijk’ niet boven ‘kunstmatig opgepept’?

En als die pillen er komen, heb je dan uiteindelijk nog wel een vrije keuze? Komen we niet in een situatie dat je wel mee moet? Als al je vrienden en vriendinnen op school beter presteren omdat ze een pilletje nemen, waarom zou jij dan op een ‘natuurlijke’ manier je schoolcarrière doorlopen en steevast de laatste van de klas zijn, of in het beroepsleven elke promotie aan je neus laten voorbijgaan omdat je collega’s hun hersenen kunstmatig oppeppen?

**Een brein in verval of succesvol cognitief verouderen**

Hoe het in de toekomst ook uitdraait met hersenpepillen, vandaag de dag kunnen we in ieder geval slechts korte tijd genieten van ons optimaal gesnoeid en geolied brein. **Al vanaf de leeftijd van vijftwintig** zet het **verval** zich in. Hier en daar wordt al eens een verbinding verbroken die onvoldoende hersteld wordt, deze of gene zenuwcel sterft af en wordt niet vervangen, de massa van het brein neemt langzaam maar gestaag af. Niet dat we onmiddellijk met die achteruitgang geconfronteerd worden in het dagelijkse functioneren. Maar toch zien we bijvoorbeeld dat veertigers op sommige cognitieve taken al minstens 25% minder sterk presteren dan een doorsnee jongvolwassene.

Veroudering in het algemeen gaat op het niveau van de cellen in ons lichaam gepaard met de achteruitgang van functie, de opstapeling van schadelijke stoffen en afbraakproducten en de afname van reservecapaciteit die instaat voor herstel. Dergelijke veranderingen treden het sterkst op in organen die bestaan uit cellen die zich niet meer delen, zoals de hersenen.

De **hersenen** kennen specifieke gebieden die gevoeliger zijn voor **verouderings-schade** dan andere. De hersenschors is een vrij gevoelige regio, maar ook de kleine hersenen, de amygdala en de hippocampus. Deze laatste is sterk betrokken bij geheugenprocessen en wordt bij een aandoening als Alzheimer-dementie sterk getroffen<sup>9</sup>.



Dementie tast onder meer het geheugen van mensen ernstig aan.

Voor **gezonde verouderende hersenen** is er echter geen reden tot paniek, meent de Maastrichtse hersenwetenschapper Jelle Jolles. Volgens hem blijft ons vermogen om te leren tot ver in de laatste levensfase behouden, evenals onze **hersenplasticiteit**<sup>10</sup> (dat is het vermogen van onze hersencellen om nieuwe verbindingen te leggen). Zenuwcellen die verloren gaan of verbindingen die verbroken worden kunnen doorgaans door andere cellen worden overgenomen. Het komt er alleen op aan om gedurende ons leven die reservecapaciteit van onze hersenen zo intact mogelijk te houden. De Amerikaanse arts Howard Fillit van het Instituut voor Verouderingsonderzoek beschrijft die capaciteit als volgt: ‘We beschikken over een spaarrekening in de hersenen. In de loop van ons leven storten we daar voortdurend ‘bedragen’ op en zo bouwen we een cognitief reservekapitaal op. Wie zijn best doet om zijn reservekapitaal zo groot mogelijk te maken, kan op zijn oude dag mentaal nog in topconditie blijven.’

De sleutel tot **succesvol cognitief verouderen** ligt in de eerste plaats in lichamelijk gezond blijven. Bloeddrukverhoging, diabetes, hart- en vaatziekten, psychische aandoeningen, e.a., versnellen het aftakelingsproces van het brein. Hetzelfde geldt voor een ongezonde levensstijl: foute eetgewoonten en te weinig lichaamsbeweging. En waarschijnlijk is het ook niet goed voor het brein als het niet actief wordt gebruikt. Het spreekwoord ‘rust roest’ is hier zeker van toepassing.

### Leven met steeds minder geheugen – dementie

Bij dementie gaan de hersenen steeds minder goed werken. Vooral het **geheugen** van mensen gaat steeds verder achteruit. Mensen met dementie kunnen minder goed denken en plannen maken, ze kunnen dagelijkse dingen minder goed doen (wassen, koken, aankleden), ze begrijpen woorden niet meer en kunnen zich niet goed uitdrukken, of ze herkennen zelfs hun eigen partner, kinderen of kleinkinderen niet meer.

In België leven naar schatting zo'n 100.000 mensen met dementie. De ziekte beïnvloedt niet alleen de persoon met dementie zelf, maar ook zijn ruime omgeving. Elf procent van de middelbare scholieren heeft een grootouder met dementie. Zowat de helft van deze jongeren gaf aan weinig te weten over de ziekte.

>>> meer weten?

De ziekte van Alzheimer is de meest voorkomende vorm van dementie.

Deze ziekte gaat gepaard met een aanzienlijk verlies van hersencellen.

Bekijk het filmpje:

[http://www.pbs.org/kcet/wiredscience/video/211-the\\_brain\\_of\\_an\\_alzheimer\\_s\\_patient.html](http://www.pbs.org/kcet/wiredscience/video/211-the_brain_of_an_alzheimer_s_patient.html)

## Chemische soep in de hersenen

Het leven is één en al chemie. Chemische stoffen bepalen of je zenuwachtig bent, honger of dorst hebt, je goed of slecht voelt. Serotonine, dopamine, adrenaline, melatonine, insuline,... het zijn slechts enkele van de vele chemische verbindingen die je lichaam sturen.

In de hersenen gebeurt de overdracht van informatie tussen twee zenuwcellen ook via chemische stoffen. Die stoffen noemen we **neurotransmitters**. Overdracht van informatie in de hersenen verloopt als volgt: elektrische stromen die reizen langs het **axon** van de ene zenuwcel, veroorzaken de afgifte van neurotransmitters in de **synaps**. De neurotransmitters binden aan speciale eiwitten (receptoren) op het oppervlak van de **dendrieten** van het tweede neuron. De receptoren zetten die binding om in chemische of elektrische signalen die langsheen de dendriet naar het cellichaam worden afgevoerd.

>>> zie: basisbrein – afbeeldingen p.14

### Hormoon of neurotransmitter

Het aantal gekende soorten neurotransmitters loopt tot in de tientallen. Volgens sommige neurowetenschappers kan dat zelfs oplopen tot enkele honderden. Meestal worden ze ingedeeld in klassen al naargelang hun oorsprong. Zo zijn sommige neurotransmitters afgeleid van aminozuren (de basisstof waaruit eiwitten zijn opgebouwd), terwijl andere uit stukjes eiwit bestaan en weer andere een koolstofring hebben.

Er bestaat soms verwarring of een stof een **hormoon** is, dan wel een **neurotransmitter**. Beide zijn biologische signaalstoffen die volgens gelijkaardige principes werken: ze binden op een receptormolecule van de doelwitcel en brengen daar een reeks reacties op gang. Het grote verschil tussen een neurotransmitter en een hormoon is dat de eerste door een zenuwcel wordt afgegeven aan de eindsynaps als signaal naar de zeer nabijgelegen andere zenuwcel, terwijl een hormoon door verschillende types van cellen kan afgegeven worden en verspreid wordt via de bloedsomloop.

Toch is het verschil niet altijd even makkelijk te maken. Er zijn chemische stoffen die functioneren als hormoon én als neurotransmitter. Voorbeelden zijn dopamine en adrenaline. Van steeds meer 'klassieke' hormonen wordt overigens ontdekt dat ze in de hersenen ook een rol spelen als neurotransmitter. Er gaan onder neurofarmacologen dan ook stemmen op om de neurotransmitters onder te brengen bij de hormonen. Maar die discussie is nog lang niet ten einde.

>>> meer weten?

Bekijk de animatiefilmpjes:

<http://brainu.org/movies>

<http://outreach.mcb.harvard.edu/animations/synaptic.swf>

### Ziekte en geneesmiddelen

Heel wat hersenaandoeningen worden (minstens gedeeltelijk) veroorzaakt door problemen met de 'neurotransmissie' (neurotransmitters die zorgen voor de signaaloverdracht tussen neuronen): bij depressie is er iets mis met serotonine, bij de ziekte van Alzheimer met acetylcholine, bij de ziekte van Parkinson en ADHD met dopamine, enz. Veel **geneesmiddelen** bootsen dan ook de **werking** na van natuurlijke **neurotransmitters** of grijpen in op de neurotransmitters door hun productie te verhogen of te verlagen, hun afbraak of heropname te vertragen, door hun binding met de receptor te wijzigen of door de gevoeligheid van een zenuwcel voor één of meerdere neurotransmitters te wijzigen.

Voorbeelden van dergelijke geneesmiddelen zijn: pijnstillers, slaapmiddelen, kalmeermiddelen en onrustverminderende geneesmiddelen, antipsychotica, antidepressiva, opwekkende geneesmiddelen en medicatie voor de behandeling van de ziektes van Parkinson of Alzheimer.

### De ziekte van Parkinson en DBS (Deep Brain Stimulation)

Bij de ziekte van Parkinson sterven cellen af in de zwarte kern (substantia nigra) van de hersenen. Deze cellen produceren dopamine. De oorzaak van het afsterven van de hersencellen is onbekend. Door het **tekort aan dopamine** krijgt de patiënt zijn lichaamsbewegingen minder goed onder controle. De patiënt heeft als klachten stijfheid, trillende ledematen en moeite met fijne vingerbewegingen, balans en concentratie. Hij beweegt steeds langzamer en vaak krijgt zijn gezicht een strakke uitdrukking. Soms gaat de ziekte ook gepaard met dementie.

De **neurodegeneratieve** (ziekte van het zenuwstelsel waarbij in de loop der jaren zenuwcellen afsterven) **ziekte** van Parkinson is niet te genezen en de behandeling is dan ook gericht op het verminderen en verlichten van de klachten. Onder meer door de hoeveelheid dopamine in de getroffen hersengebieden op peil te houden met het geneesmiddel levodopa (levodopa wordt in de hersenen omgezet in dopamine – de stof waaraan de Parkinson-patiënt een tekort heeft).

Bij sommige patiënten die niet of onvoldoende reageren op de geneesmiddelen of die te veel last ondervinden van bijwerkingen van medicatie, kan **hersenstimulatie** overwogen worden. In het algemeen spreekt men van **DBS (Deep Brain Stimulation)**. Bij DBS worden één of twee elektroden via een kleine opening in de schedel in de hersenen geplaatst. Die elektrodes zijn verbonden met een soort pacemaker die kleine stroomstootjes afgeeft. Door die stroomstootjes verminderen de symptomen van de Parkinson-patiënt (bewegingstraagheid, beven of stijfheid, overbeweeglijkheid of onwillekeurige bewegingen).

Zeer experimenteel is het **transplanteren** van **stamcellen** in de hersenen om de afgestorven cellen in de zwarte kern (substantia nigra) te vervangen, Voorlopig met slechts een beperkt succes.

### wat denk jij?

Wat denk jij over technieken als DBS of stamceltherapie? Deze technieken lokken nogal wat controverses uit. Kan het voor jou zomaar dat je iemand zijn hersenen vol met elektronica steekt of nieuwe cellen laat inplanten? In hoeverre is iemand met een ingeplante elektrode een op afstand aangestuurde robot? Of loopt het allemaal zo'n vaart niet?

>>> meer weten?

Bekijk het filmpje:

[http://www.pbs.org/kcet/wiredscience/video/255-deep\\_brain\\_stimulation.html](http://www.pbs.org/kcet/wiredscience/video/255-deep_brain_stimulation.html)

Lees het artikel:

<http://www.kennislink.nl/publicaties/stamcellen-en-herstel-van-het-beschadigde-centrale-zenuwstelsel>

## Een verslaafd brein

De 'chemische achtergrond' van onze hersenen is gevoelig voor de buitenwereld: stress, voeding, slaap, zonlicht, sport en tal van andere factoren veranderen die chemische omgeving. Bovenal zijn de hersenen gevoelig voor stoffen die rechtstreeks inwerken op de neurotransmitters, hun receptoren, of op de activiteit van eiwitten die neurotransmitters afbreken of heropnemen. Naast geneesmiddelen doen ook drugs dat. En niet alleen cocaïne, speed, XTC, LSD of heroïne, maar ook THC (cannabis), cafeïne (koffie, thee, cola of Red Bull), nicotine (sigaretten) of alcohol.

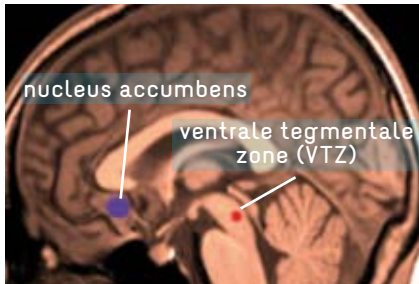
Veel onderzoekers hebben zich gebogen over de vraag hoe deze psychoactieve stoffen precies werken en waarom de ene stof meer verslavend is dan de andere. Of waarom sommige mensen gevoeliger zijn voor de lokroep van psychoactieve stoffen dan anderen. Het antwoord wordt, u raadt het al, vooral in de hersenen gevonden.

### Schadelijk, maar lekker en sexy

Verslaving is zo schadelijk voor de mens dat je je kan afvragen waarom de natuurlijke selectie er al lang geen komaf mee gemaakt heeft. Als het al moeilijk is om in licht beschonken toestand een fiets of een auto te besturen, hoe moeilijk moet het dan niet zijn om te ontsnappen aan een tijger of om een wild zwijn te vangen voor je lunch als je een glaasje teveel op hebt?

En toch, het gebruik van drugs is even oud als de menselijke beschaving. De eerste sporen van echte wijnindustrie, goed 5.000 jaar oud, zijn teruggevonden op de oevers van de Nijl. Nog 2.500 jaar eerder kenden de Sumeriërs tussen Eufraat en





Centraal in het beloningssysteem in onze hersenen staat de ventrale tegmentale zone (VTZ). Dat is onze 'thermometer voor genot'. (MRI-scan van een gezonde proefpersoon – Bron: GifMI)

Tigris het genot van opium al. En dichterbij huis wisten de oude Galliërs dat feestjes pas echt leuk worden als je een gegiste oplossing van tarwe en water schenkt (zie: alle stripverhalen van *Asterix en Obelix*).

'Drugs ontsnappen aan de natuurlijke selectie omdat ze meeliften op levensbelangrijke hersenfuncties waarmee onze voorouders konden overleven in een vijandige wereld', meent de Amerikaanse hersenonderzoekster Nora Volkow. 'Drugs haken rechtstreeks in op het **beloningsmechanisme in de hersenen**. Dat systeem kleurt onze ervaringen met emoties en dirigeert de reactie van een individu op stimuli als voeding, drank, seks en sociale interactie. Zaken die we nodig hebben om te overleven en kinderen te verwekken. Vandaar dat het beloningsmechanisme in het licht van de biologische evolutie zo belangrijk is.<sup>12</sup>'



### 'Voel-je-goed neuronen'

Het beloningssysteem bestaat uit meerdere gebieden in de hersenen. Onder andere de amygdala, de nucleus accumbens, de ventrale tegmentale zone (VTZ), de hippocampus en de hersenschors (cortex). Centraal in het beloningssysteem staat de ventrale tegmentale zone (VTZ). Dat is onze 'thermometer voor genot'. Hoe groter het plezier, hoe meer signalen de zenuwcellen van de VTZ afvuren naar de nucleus accumbens en de amygdala. De amygdala en de nucleus accumbens leggen mee vast of een ervaring al dan niet plezierig is en schakelen daarvoor ook andere hersengebieden in: in de eerste plaats delen van de hersenschors (die al die informatie verwerken) en zeker ook de hippocampus (het diep in de hersenen gelegen geheugencentrum). Die hippocampus houdt niet alleen bij hoe plezierig iets was, maar onthoudt ook waar, wanneer en met wie die heuglijke gebeurtenis plaatsvond. Het hele beloningssysteem drijft op de neurotransmitters dopamine (als stimulator) en GABA (gamma aminoboterzuur, als afremmer).

Biologisch gezien, leiden een portie goede seks, een lekkere boterham met kaas of een speedpil tot hetzelfde effect: de vrijgave van een 'dopamine-shot' uit de zenuwcellen van de VTZ. Het verschil is dat speed het beloningssysteem vele malen sterker stimuleert, dan een alledaagse boterham of doordeweekse seks.

In normale omstandigheden wordt het effect van die dopamineroes gedempt door de afremmende werking van GABA-neuronen, die op dezelfde ontvangende zenuwcellen zijn aangesloten als de dopamineproducerende zenuwcellen. Sommige drugs, zoals heroïne of morfine, verhogen niet de dopamineproductie, maar blokkeren de vrijzetting van GABA waardoor het beloningssysteem minder wordt afgeremd<sup>13 14</sup>. Het netto-effect is gelijkaardig.

**wist je dat?****Proefdieren en hersenscans**

Het inzicht dat verschillende drugs via dezelfde mechanismen van neurotransmissie inspelen op dezelfde hersenkernen is er in de eerste plaats gekomen uit experimenten met proefdieren. Want ratten, muizen of apen genieten even sterk van genotsmiddelen als mensen.

In zo'n typisch experiment worden proefdieren aan een infuus gelegd en in een kooi geplaatst met drie knoppen. Drukken de dieren op de eerste knop, dan krijgen ze via het infuus een hoeveelheid drugs; duwen ze op de tweede knop, krijgen ze een even grote hoeveelheid water; via de derde knop krijgen ze een stukje voedsel.

Het echte spul – Binnen de paar dagen zijn de dieren 'aan de drugs': ze dienen zichzelf aan een razend tempo cocaïne, heroïne, amfetamine of wat dan ook toe. Elke andere activiteit – eten, drinken, slapen of zich voortplanten – komt in de verdrukking. Sommige dieren overlijden zelfs van uitputting of ondervoeding. Alleen 'scoren' telt nog. Zelfs indien ze honderden keren op het eerste knopje moeten drukken om één enkele dosis drugs te krijgen, weten de proefdieren van geen ophouden.

Door de hersenactiviteit bij deze dieren te bestuderen, ontdekten wetenschappers het bestaan van het beloningssysteem en de hersengebieden die erbij betrokken zijn.

Kleurrijke spots in de scanner – Hersenscans van proefpersonen die net ervoor een drug inhaleerden, bevestigen dat ook bij de mens de nucleus accumbens, de amygdala, de ventrale tegmentale zone (VTZ) en de prefrontale cortex sterk betrokken zijn bij een drugroes.

**Eens verslaafd, altijd verslaafd?**

Een eenmalig 'dopamine-shot' als gevolg van het nemen van een drug, leidt niet tot verslaving. Dat gebeurt wel bijna zeker bij chronisch gebruik. Want **chronisch gebruik** brengt **wijzigingen** aan in de zenuwbanen van het beloningssysteem die weken, maanden of zelfs jaren kunnen aanhouden na het laatste gebruik. Deze veranderingen zorgen ervoor dat de gebruiker steeds meer van een middel nodig heeft om hetzelfde effect te bekomen. Dit is een eerste effect van chronisch gebruik van drugs: de gebruiker wordt 'tolerant' voor de psychoactieve stof.

Een tweede effect is dat van 'hunkering' (craving) waarbij de gebruiker aan niets anders meer kan denken dan aan zijn favoriete psychoactieve stof. Hoewel hij of zij afhankelijk wordt van de psychoactieve stof, blijven verder de zaken nog wel redelijk onder controle.

Dat is niet meer het geval in de derde fase, die van het controleverlies. Niets of niemand staat de gebruiker nog in de weg om toch maar aan de drug te komen. Zelfs al weet men dat men zichzelf en zijn omgeving ten gronde richt, men wil en zal 'scoren'. Ten koste van alles.



Wanneer een (ex-)drugsverslaafde geconfronteerd wordt met iets dat hem aan zijn geliefkoosde drug doet denken, bijvoorbeeld sigarettenblaadjes, worden dezelfde hersenkernen geactiveerd die actief zijn tijdens het druggebruik zelf.

De fenomenen van **tolerantie**, **hunkering** en **controleverlies** lopen parallel bij proefdieren en mensen. Ze zijn experimenteel vast te stellen in de drugskooi (voor de proefdieren) of in de scanner (bij proefdier en mens). Als bij verslaafde proefdieren de drug wordt weggenomen, stoppen ze na verloop van tijd met het zoeken naar chemische voldoening. Ogenscheinlijk zijn ze het drugsgenot vergeten en schakelen ze over op een normaal leven, maar niets is minder waar. Een rat die zelfs al maanden 'clean' is, begint onmiddellijk terug knopjes in te drukken als ze in de drugskooi wordt gezet. Maar ook bepaalde vormen van stress – bijvoorbeeld een onverwachte stroomstoot, of zelfs een foto van de drugskooi – zal de rat onherroepelijk doen terugkeren naar zijn verslavingsgedrag.

Hetzelfde fenomeen zien we ook bij mensen. Wanneer een drugsverslaafde, of een ex-drugsverslaafde, geconfronteerd wordt met dingen die hem aan zijn geliefkoosde drug doen denken – een witte lijn op een spiegel (cocaïne), een stukje zilverpapier (heroïne of cocaïne), een sigarettenblaadje (cannabis) – worden opnieuw dezelfde hersenkernen geactiveerd. Onder de scanner is dit duidelijk te zien. Blijkbaar heeft de verslaafde in zijn geheugencentra de verbinding gelegd tussen deze parafernalia (gebruiksvoorwerpen voor middelengebruik) en de euforie van het gebruik zelf. De betrokken hersenkernen warmen zichzelf alvast op voor wat komen gaat...

### Verslaafd aan honger?

'Nu we in de hersenen kunnen kijken weten we dat verslaving **geen gebrek aan wilskracht** is', zegt Nora Volkow, psychiater, en sinds april 2003 directeur van het Amerikaanse *National Institute on Drug Abuse*. 'Er treden aanzienlijke **veranderingen** op in het brein van een verslaafde, veranderingen die ook de terugkeer naar een 'gewoon' leven bijzonder moeilijk maken. Veel drugs activeren de beloningscircuits in onze hersenen vele malen sterker dan alledaagse beloningen als eten en seks. Geen wonder dat een verslaafde zijn drug ziet als beter dan het lekkerste eten of de beste seks die hij ooit heeft gehad.'

Het hoeven trouwens niet eens drugs te zijn, die deze spiraal in werking laten treden. 'Elk soort gedrag, van **gokken** over **shoppen** tot **internetten**, kan uitgroeien van een plezierige ervaring tot een gewoonte en afglijden tot een verslaving', zegt Volkow.

Ook een **eetstoornis** als anorexia nervosa gaat gepaard met storingen in het beloningscentrum van de hersenen. Valerie Compan van het Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Montpellier, Frankrijk, is één van de onderzoekers die gelooft dat anorexia nervosa op een gelijkaardige manier werkt als drugsverslaving. Uit haar onderzoek blijkt dat anorexia en het gebruik van XTC (ecstasy) een gelijksoortig effect hebben in de hersenen<sup>15</sup>.

>>> meer weten?

Lees het artikel: 'Is dit mijn laatste sigaret? De biochemie van verslaving.'  
<http://noorderlicht.vpro.nl/dossiers/14615288/hoofdstuk/14615440/>

### Ravage in de hersenen

Middelenmisbruik is ongezond. In feite weet iedereen dat. Van sigaretten krijg je kanker (niet van de nicotine, wel van de teer en andere substanties). Overmatig drinken beschadigt je lever. Heroïneverslaafden hebben vaak last van constipatie.

'Maar ook in de hersenen blijven er sporen achter. Soms overduidelijk, soms subtiel.', aldus Nora Volkow. De hersenen van regelmatige cocaïnegebruikers bijvoorbeeld vertonen een duidelijke daling in activiteit. Vooral in de frontale lobben, de gebieden waarmee we plannen, abstract denken en impulsief gedrag onderdrukken. Zelfs honderd dagen na het laatste gebruik zijn er nog opmerkelijke verschillen.

Ook alcohol heeft invloed op de hersenen. Wie zichzelf vaak lazarus drinkt en er daarenboven een slecht voedingspatroon op na houdt (met een tekort aan vitamine B1) loopt een risico op het **Korsakov syndroom**, een opmerkelijke vorm van geheugenverlies. Vooral dingen die kort geleden zijn gebeurd, kan de patiënt met Korsakov zich niet meer herinneren. Korsakov-patiënten hebben grote problemen om gebeurtenissen in chronologische volgorde te plaatsen en zullen niet snel hun geheugenproblemen toegeven. Integendeel, ze vullen de gaten in hun geheugen op met fantasieverhalen. Die verhalen zijn zo aannemelijk dat buitenstaanders het idee kunnen krijgen dat er met het geheugen van de betrokkene niets aan de hand is. Door het geheugenverlies komen Korsakov-patiënten echter dikwijls in probleemsituaties terecht die ze zelf niet meer kunnen oplossen.

'De schade in de hersenen als gevolg van middelengebruik kan soms opvallend hard toeslaan op één enkel systeem', meent Volkow. 'Soms houden de problemen gedurende jaren of zelfs levenslang aan. Gebruikers van methamfetamines ('meth') bijvoorbeeld, hebben last om nieuwe dingen te leren. En dat houdt minstens 14 maanden na het laatste gebruik aan.'

Ook voor middelengebruik geldt dus: 'beter voorkomen dan genezen'!

>>> meer weten?

Bekijk de presentatie 'Drugs en je hersenen':  
<http://desleutel.be/>  
 (Klik op: 'Preventie' > 'Informatie over drugs' > 'Drugs en je hersenen')

## Risicogroep voor verslaving?

### Niet iedereen gelijk

Hoe gemakkelijk iemand ‘aan de drugs raakt’, hangt af van verschillende factoren. Veel mensen die voor het eerst drugs gebruiken, doen dat om te experimenteren, uit nieuwsgierigheid of omdat ze op zoek zijn naar een bepaald gevoel. Of iemand na die eerste keer doorgaat met gebruiken is onder meer afhankelijk van de werking van de drug en van de mate waarin iemand gevoelig is voor de effecten. Ook de beweegredenen om de drug te nemen spelen een rol: iemand die gebruikt omdat hij zich rot voelt, loopt een groter risico op problematisch gebruik dan iemand die gebruikt terwijl hij lekker in zijn vel zit.

Geen enkele drug leidt bij eenmalig gebruik tot verslaving. Het is echter moeilijk te zeggen wat het **risico op afhankelijkheid** is van de verschillende drugs. De ene gebruiker kan snel geestelijk afhankelijk zijn van hasj, terwijl de ander daar nooit last van krijgt. Die ander kan op zijn beurt snel aan bijvoorbeeld cocaïne verslinderd raken. Toch leiden bepaalde drugs tot minder verslavingsproblemen dan andere. Hoewel er de laatste jaren een duidelijke toename waarneembaar is, is het aantal mensen dat door gebruik van hasj en weed in de problemen komt, een stuk lager dan het aantal mensen dat door het gebruik van bijvoorbeeld heroïne in moeilijkheden raakt.

Dat het gebruik van softdrugs automatisch overgaat in het gebruik van harddrugs klopt niet. Wel kan de wereld van de harddrugs dichterbij komen als iemand op een ‘harde’ (overmatige) manier softdrugs gebruikt.

### Jongeren, een kwetsbare groep?

Vormen jongeren een risicogroep voor verslaving? De meeste observaties wijzen in ieder geval in die richting, menen Geert Dom, psychiater en hoofd van de afdeling verslavingszorg van het PC Broeders Alexianen en Jan Bogaerts van het dagcentrum van De Sleutel in Antwerpen<sup>16</sup>.

Adolescenten en jongvolwassenen gaan door een ontwikkelingsfase die belangrijk is voor het al dan niet ontstaan van verslaving. Ze experimenteren meer en alcohol- en drugproblemen komen bij hen meer voor dan in andere leeftijdsgroepen. Als men bovendien bij volwassenen met een tabak-, alcohol- of drugverslaving terugkijkt, stelt men vast dat de verslaving meestal tijdens de adolescentie is begonnen. Voorbeelden: de meeste rokers zijn begonnen vóór de leeftijd van 18; zelden is een dagelijkse roker nog gestart na de leeftijd van 25; meer dan 50% van de volwassen alcoholisten hadden al alcoholgerelateerde problemen tussen hun 15 en 19 jaar. Verder zien we ook dat een vroege start van middelengebruik voorspellend is voor een hogere ernst van verslaving op latere leeftijd. Kortom, hoe vroeger men begint (met roken, alcohol, joints...), hoe hoger het risico op latere problemen.

Dom en Bogaerts schrijven de kwetsbaarheid van adolescenten voor het inprenten van verslavingsgedrag toe aan onder meer de **veranderingen** die zich tijdens het verloop van de **adolescentie** in meerdere **hersengebieden** voordoen. Als gevolg van die veranderingen in de hersenen neigen adolescenten tot sterk explorerend gedrag, de hierbij aansluitende grensoverschrijdingen, gepaard gaand met (in de ogen van volwassenen) gevaarlijk of sensatiebelust gedrag.

>>> zie ook: module 1 – Puberende hersenen zetten aan tot pubergedrag

## Liefde is... een hersenspel

‘Vergeet romantiek, ban verliefdheid en gooi poëzie in de vuilnisbak, want binnen enkele jaren hebben neurowetenschappers de genetische en neurobiologische componenten van “liefde” in kaart gebracht’, meent Larry Young van de Emory University in Atlanta (VS)<sup>17</sup>. En misschien is de fun er dan wel af? Want **wat blijft er over van het mysterie van de liefde als we weten hoe het werkt?**

### Moederliefde zit in de hersenen

Volgens Young is **liefde** een evolutionair geconserveerd **hersenenmechanisme** dat ook bij dieren voorkomt. Een voorbeeld is moederliefde. Die wordt zowel bij mensen, apen, schapen en andere viervoeters aangestuurd door het hormoon oxytocine<sup>18</sup>. Dat hormoon komt vrij tijdens de bevalling en tijdens het geven van moedermelk. Dit **‘knuffelhormoon’** versterkt de binding tussen moeder en kind door specifieke circuits in de hersenen te activeren, onder andere het **beloningscentrum**. Exact hetzelfde centrum waarop drugs inwerken!

Opmerkelijk is dat **moederliefde** zelfs **kunstmatig** kan worden **opgewekt**: oaien die via een infuus oxytocine in de hersenen krijgen, hechten zich zonder probleem aan een vreemd lam, alsof het hun eigen lam is.

Een vraag die we ons kunnen stellen is of langdurige partnerbinding (het equivalent van ‘echte liefde’?) door dezelfde hersenenmechanismen wordt gereguleerd als moederliefde. Bij de woelmuis lijkt het alvast die richting uit te gaan. Een vrouwelijke woelmuis bindt zich aan het eerste het beste mannetjesdier, als het een shot oxytocine krijgt ingespoten. Ook hier weer wordt het beloningssysteem gestimuleerd. Maar werkt het ook bij mensen zo? ‘Ja’, meent Young, ‘want onder de scanner zien we een actief beloningscentrum als een moeder een foto van haar kind ziet, of een jongere de foto van zijn of haar lief’.



Zou jij een pil nemen om je liefde voor iemand te verhogen of te verlagen?

Onderzoekers Andreas Bartels en Semir Zeki ontdekten dat **romantische liefde en moederliefde** op elkaar lijken. Bartels vergeleek moederliefde-scans met hersenscans uit zijn eerdere studie naar romantische liefde. 'De gelijkenis is verbluffend. Bijna al die extra actieve beloningsgebieden en onderdrukte negatieve gebieden kwamen overeen.' Toch waren er ook een paar verschillen. Een gebied voor moederzorg speelde slechts op als de vrouwen van foto's van hun kinderen zagen. Bovendien was een gebied in de hypothalamus, betrokken bij seksuele opwinding, gereserveerd voor de romantische partner<sup>19</sup>.

### Verslaafd aan liefde?

De Amerikaanse antropologe Helen Fisher van de Rutgers University onderzoekt wat liefde met mensen (en hun hersenen) doet<sup>20</sup>. Volgens Fisher is verliefdheid als een verslaving. Fisher en haar collega's stopten 49 mensen in een hersenscanner (fMRI) om het brein-circuit van romantische liefde te onderzoeken. Wanneer mensen in de scanner een foto van hun geliefde te zien kregen, gebeurde in de hersenen iets gelijkaardigs als bij druggebruikers. Verliefdheid bezorgt mensen niet alleen de euforische opwinding van drugs, maar ook de verslavende effecten.

'Verliefdheid lijkt in alles op verslaving', stelt Fisher. 'Er treedt gewenning op: je verlangen naar die ander wordt steeds groter, je kunt hem/haar niet meer missen. En ontwenningverschijnselen: als je de bons krijgt, voel je intens verdriet en verlangen. En net als bij verslaving is er de terugval: is het uit, en word je maanden later ineens aan hem of haar herinnerd, dan laait het verlangen weer op.'

>>> meer weten?

Bekijk volgende filmpjes op 'You Tube':

'Helen Fisher: The science of love, and the future of women.'

<http://www.youtube.com/watch?v=x-ewvCNguug>

'Drugs or Love? Helen Fisher at World Future 2007.'

<http://www.youtube.com/watch?v=lc66J-80wAo>

### Liefde niet meer dan chemische soep?

Het standpunt dat liefde niet veel meer is dan een cocktail van hormonen en neurotransmitters heeft belangrijke maatschappelijke implicaties. Geneesmiddelen of drugs die de liefde voor iemand verhogen of verlagen, zijn dan niet ver weg. Via internet is vandaag al vloeibaar oxytocine te koop (dat toelaat om het even welke begeerlijke vrouw of man aan de haak te slaan?). Jammer dat het mengsel – in de samenstelling die nu te koop is – alleen effect heeft op je bankrekening.

Iets anders waar we in de toekomst over zullen moeten nadenken is het fenomeen van 'gestuurde selectie'. Hoe iemand genetisch in elkaar zit heeft mogelijks invloed op hoe deze persoon zich in een relatie zal gedragen (trouw of ontrouw, enz.). Het besef hiervan opent de poort naar 'prehuwelijk genetisch testen'. Het kan handig zijn, vooraleer 'echt' verliefd te worden, om je toekomstige partner even genetisch door te lichten. Pech voor hem/haar als hij/zij niet over de juiste variaties beschikt?

#### **wat denk jij?**

Zou jij geneesmiddelen nemen om je liefde voor iemand te verhogen of te verlagen?  
En lijkt het je waarschijnlijk dat we in de toekomst onze potentiële partners om een genetische test zullen vragen? Waarom wel of niet?



## Vechten of vluchten

Een eerste scenario: je zwemt in zee. Rustig laat je je drijven op de deinende golven. Plots zwemt er een gigantische kwal onder je door. In je hersenen wordt de thalamus als eerste gewaarschuwd. Daar komen de prikkels van de zintuigen toe. De thalamus stuurt een signaal naar de amygdala, het angstcentrum. Die zendt onmiddellijk een alarm uit naar alle delen van het lichaam: de bijnieren worden aangemaand om de stresshormonen adrenaline en cortisol vrij te geven, de zenuwbanen die instaan voor hartslag en ademhaling worden geactiveerd, de zintuigen en de spieren worden op scherp gesteld... je bent klaar voor de actie.

Een tweede scenario: je zit in het examenlokaal. De leerkracht deelt tergend langzaam de examens uit. Tafel na tafel schuift hij in jouw richting. Eindelijk, de examenbundel ploft op je bank. Je begint snel de vragen te overlopen. Vraag 1, 'oei daar weet ik niks van'. Vraag 2, 'waar gaat dit in hemelsnaam over'? Vraag 3, 'help, heb ik wel het juiste vak gestudeerd'? Je raakt in paniek. De amygdala, het angstcentrum, zendt een alarm uit naar alle delen van het lichaam: de bijnieren worden aangemaand om de stresshormonen adrenaline en cortisol vrij te geven, de zenuwbanen die instaan voor hartslag en ademhaling... de rest van het verhaal ken je.

Of het nu een kwal in de Middellandse Zee is of een examen waarvoor je de leerstof niet kent, de **reactie van de hersenen** is in beide gevallen hetzelfde. Elektrische signalen worden naar alle lichaamsdelen gestuurd en een waterval van hormonen komt op gang. Je bent klaar om te **vechten** of te **vluchten**. Het zijn primaire reacties ('fight, flight or freeze') die bedoeld zijn om je leven veilig te stellen. De orkestmeester van deze reacties is de amygdala.

### Emoties, vluchtig en weinig tastbaar

Wetenschappers vinden gevoelens en emoties moeilijke materie. Gevoelens zijn niet tastbaar, uiterst subjectief, nauwelijks meetbaar. Misschien is er één uitzondering: angst. Angst is een gevoel dat zich relatief makkelijk laat herkennen: angstige ratten blijven aan de grond genageld zitten, bij mensen breekt het koude zweet uit, het hart klopt tegen de klok, de bloeddruk stijgt. Angst laat ook sporen na in onze herinneringen. Wie ooit doodsangsten heeft uitgestaan, kan meestal seconde per seconde navertellen wat er precies is gebeurd. Angst geeft wetenschappers een kapstok om emoties te bestuderen.

### Angst, een dubbele route

Wat we weten over de neurobiologie van angst is voor een groot deel afkomstig van onderzoek met ratten. Wetenschappers hebben ratten geleerd om schrik te krijgen van alles en nog wat – van een bel tot een lamp. Ze geven hen een elektrische shock

onmiddellijk nadat een bel is afgegaan of een lamp is aangegaan. De **dieren leren om angst te hebben** van zodra de prikkel wordt aangeboden, zelfs al blijft de shock na enige tijd achterwege. Door bij proefdieren naar overeenkomsten te zoeken tussen defect gemaakte hersengebieden en hun reactie op angst, brachten wetenschappers stukje bij beetje in kaart hoe hersenen angst opwekken.

>>> zie ook: module 1 – Lerende dieren – Pavlov en zijn hond

### Motor & Rem

In feite zijn er twee routes:

- De eerste werd reeds geschetst in de twee scenario's aan het begin van deze module en is de ultrasnelle **vecht- of vluchtreactie**. De amygdala zenden elektrische signalen uit naar de hersenstam die verantwoordelijk is voor de opstart van de klassieke angstreactie: snelle hartslag, verhoogde bloeddruk, zweten, verwijding van de pupil. Verder activeren de amygdala de hypothalamus en de hypofyse die op hun beurt de bijnieren aansporen om adrenaline en cortisol vrij te geven. Dit is de zogenaamde hypothalamus-hypofyse-bijnier-as of HPA-route (hypothalamus-pituitary gland-adrenal gland).
- De tweede route is veel langer en trager. Ze loopt vanuit de thalamus via de hersenschors (cerebrale cortex) naar de amygdala. De hersenschors **analyseert** de binnenkomende informatie **en evalueert** of de vecht- of vluchtreactie echt wel gepast is. (Denk aan ons voorbeeld: misschien was de kwal wel een stuk doorzichtig plastic.) De hersenschors rapporteert aan de amygdala dat het gevaar geweken is en dat het allemaal vanaf nu wat rustiger mag.

Als de snelle route, via de amygdala, de hersenstam en de hypothalamus, de **motor** is van de angstreactie, dan is de trage route via de hersenschors de **rem**. De wisselwerking tussen beide vormt de basis van de **angstreactie**... althans bij de rat.

### Paniek in mensenhersenen

Onderzoek met mensen heeft ondertussen ook al heel wat interessante kennis opgeleverd. In eerste instantie aan de hand van **patiënten met hersenletsel**. Zo is er het fascinerende voorbeeld van een mevrouw X die als gevolg van een hersenziekte een afwijking had aan de amygdala. Ze werd onderzocht door psychologen van de Universiteit van Iowa (VS). Die lieten mevrouw X een reeks foto's zien van gezichten die één of andere emotie uitdrukten. Mevrouw X had er geen moeite mee om gelukkige, boze of trieste gezichtsuitdrukkingen te benoemen. Alleen van een angstig gezicht herkende ze het gevoel niet. Ze beweerde dat het gezicht sterk geëmotioneerd was, maar herkende er geen angst in.

Verder heeft men aan de hand van **hersenscanonderzoek** ook enkele interessante bevindingen gedaan. Onderzoekers van de Universiteit van Pittsburgh (VS) toonden aan dat 'overangstige' kinderen grotere amygdala hebben<sup>21</sup> die bovendien ook heftiger reageren bij het zien van foto's met 'angstige' gezichten<sup>22</sup>. Andere onderzoekers onderzochten de hersenen van Amerikaanse soldaten die teruggekomen waren uit oorlogsgebied en die last hadden van PTSS (posttraumatisch stresssyndroom). PTSS is een angststoornis die wordt veroorzaakt door de blootstelling aan een overweldigende, traumatische gebeurtenis, waarbij de persoon die gebeurtenis later herhaaldelijk herbeleeft. In vergelijking met soldaten zonder PTSS die toch dezelfde traumatische gebeurtenissen hadden meegemaakt, vertoonden de PTSS-militairen overactieve amygdala en tegelijkertijd een verminderde activiteit in de gebieden van de hersenschors betrokken bij emotieverwerking<sup>23</sup>.

De experimenten met de PTSS-militairen bewijzen dat de amygdala en de hersenschors ook bij de mens motor en rem zijn van angst, maar ze sluiten niet uit dat er ook nog andere hersengebieden in het spel zijn. Bovendien zeggen de experimenten weinig over oorzaak en gevolg. Hebben deze soldaten af te rekenen met PTSS omdat ze op voorhand een actievere amygdala hadden of heeft de ervaring in het oorlogsgebied hun amygdala actiever gemaakt? Beide verklaringen blijven op basis van deze experimenten mogelijk.

>>> meer weten?

Wetenschappers onderzoeken of traumatische herinneringen gewist kunnen worden.

Lees het artikel 'Weg met nare herinneringen!':

<http://noorderlicht.vpro.nl/artikelen/33648713/>

>>> zie ook: module 1 – Het vermogen om te vergeten

### Een rem op het leven

Iedereen is wel eens bang of angstig. Maar sommige mensen zijn bang wanneer de omstandigheden daar weinig aanleiding toe geven. Ze durven hun huis niet uit, het zweet breekt hen uit bij de gedachte dat ze een telefoontje moeten plegen,.... Mensen met zulke angsten neigen ertoe om de vaak doodgewone situaties te vermijden die ze met de angst in verband brengen. Die vermijding gaat hun leven steeds meer bepalen, terwijl hun angst er niet door afneemt. Iemand met zulke angsten heeft een angststoornis. Naar schatting zouden er in België 1,1 miljoen mensen leven met een angststoornis<sup>24</sup>.

De grens tussen gewone angst en een angststoornis is moeilijk te trekken. Bang zijn voor slangen is verstandig, maar wanneer iemand al verstijft bij het zien van een slang op televisie, is er sprake van abnormale angst. Kenmerkend voor een angststoornis is dat de angst buitensporig is en duidelijk niet realistisch, terwijl de persoon er zoveel last van heeft dat het dagelijks leven er ernstig door wordt belemmerd.

### wist je dat?

#### Fobie, angststoornis<sup>25</sup>

Fobieën – een gerichte angst voor bepaalde dingen, dieren of situaties. Die angst kan gepaard gaan met heftige lichamelijke verschijnselen en paniekgevoelens. De persoon in kwestie weet meestal goed dat zijn angst niet reëel is, maar de angst wint het van het gezonde verstand. Bekende fobieën zijn: hoogtevrees, vliegangst, claustrofobie, angst voor de tandarts en voor spinnen of muizen. Eén op de 10 Belgen heeft in meer of mindere mate last van een enkelvoudige fobie.

Sociale fobie – mensen met een sociale fobie (sociale-angststoornis) wekken vaak de indruk extreem verlegen te zijn. Ze voelen zich vooral in (onbekend) gezelschap kritisch bekeken en hebben steeds het gevoel het 'niet goed' te doen. Contacten leggen is een groot probleem. Sociale fobieën kunnen op allerlei situaties betrekking hebben, zoals de angst mensen te ontmoeten, te telefoneren, in het openbaar te spreken of in een restaurant te eten. Bijna 8 procent van de Belgische bevolking heeft in zijn leven een tijdlang last van een sociale fobie.

Straatvrees – straatvrees wordt ook wel agorafobie of pleinvrees genoemd. Iemand met straatvrees is bang voor plaatsen waar hij niet gemakkelijk weg kan komen en vreest geen hulp te krijgen als hem plotseling iets overkomt. Meer dan 3 procent van alle Belgen krijgt in zijn leven ooit straatvreesklachten.

Paniekstoornis – iemand die een paniekstoornis heeft kan op volkomen onverwachte momenten overvallen worden door grote angst. Ze hebben dan het gevoel de controle over zichzelf te verliezen. De gewaarwording flauw te vallen, dood te gaan of gek te worden is overweldigend. De plotselinge paniek gaat gepaard met angstaanjagende lichamelijke verschijnselen, die het gevoel nog versterken. In België heeft 4 procent van de mensen wel eens een paniekaanval meegemaakt. Maar er is pas sprake van een paniekstoornis als de angst voor paniekaanvallen het leven gaat beheersen. Bij veel mensen gaat een paniekstoornis samen met straatvrees.

Dwangstoornis – iemand met een dwangstoornis (obsessieve-compulsieve stoornis) herhaalt steeds bepaalde handelingen en gedachten. Voorbeelden zijn: de handen wassen, controleren of het gas uit staat, het huis schoonmaken of alle gele stoeptegels tellen, desnoods honderd keer op een dag. De dwanghandelingen en dwanggedachten moeten bescherming bieden tegen een enorme angst en onrust en het gevoel dat er iets vreselijks gaat gebeuren. 1 tot 4 procent van alle Belgen krijgt ooit dwangklachten.

>>> tip!

Kijk eens naar de film 'As good as it gets' (James L. Brooks, 1997).

>>> meer weten?

Lees volgende artikels:

<http://www.kennislink.nl/publicaties/bange-pubers>

<http://www.kennislink.nl/publicaties/het-sociaal-angstige-brein-in-de-scanner>

## Depressie

### Chronische angst = snelweg naar depressie?

Een van de twistpunten in de neurowetenschappen is de relatie tussen angst en depressie. Voor sommige onderzoekers is het **uit de hand lopen van de angst-reactie**, de belangrijkste factor in het ontstaan van depressie. Veel volwassenen die last hebben van depressie, waren als kind 'over'-angstige kinderen. Bovendien is de hormonale hypothalamus-hypofyse-bijnier-as of HPA-route vaak verstoord bij depressieve patiënten.

Andere onderzoekers brengen alternatieve elementen aan om het stijgend aantal depressies te verklaren. In de eerste plaats is er de **onaangepastheid van ons brein** aan de moderne samenleving. Wij leven immers met een brein dat biologisch nauwelijks verschilt van dat van de mens van 30.000 jaar geleden. Onze hersenen zijn niet ontwikkeld om te leven binnen een stedelijke omgeving, met miljoenen mensen op een kleine oppervlakte, met de voortdurende blootstelling aan prikkels door reclame, televisie, computerspelletjes en e-mails. De moderne maatschappij is iets van de laatste honderd jaar, terwijl onze hersenen gevormd en geslepen zijn om de savannes van Afrika te doorkruisen.

Weer anderen verwijzen naar het verschil in frequentie van **depressie bij mannen en vrouwen**. Vrouwen hebben twee maal vaker een depressie dan mannen. Hiervoor zijn twee verklaringen mogelijk: biologische verschillen of de sociale positie van de vrouw in onze samenleving. Voor wat betreft de sociale positie van de vrouw is de redenering als volgt: vrouwen krijgen kinderen – vaak nemen ze ook het leeuwen-aandeel van de verzorging en opvoeding voor hun rekening – en daarnaast moeten ze een carrière uitbouwen. Vrouwen hebben het in die zin moeilijker en lopen mede daardoor vaker tegen een depressie aan, aldus de Nederlandse hoogleraar psychiatrie Willem Nolen<sup>26</sup>.

Een tweede mogelijke verklaring is de biologische: hormonen zouden mee het seksverschil kunnen verklaren. Vóór de pubertijd hebben meisjes namelijk helemaal niet vaker een depressie dan jongens. Ook na de overgang, als de menstruatiecyclus stopt en er geen oestrogenen meer worden aangemaakt, verdwijnt het seksverschil.



Vrouwen hebben twee maal vaker een depressie dan mannen.

>>> meer weten over depressie?

Lees het artikel:

<http://www.kennislink.nl/publicaties/depressie>

### Mannen en vrouwen anders depressief ?

Waarom de aandoening depressie bij vrouwen vaker voorkomt dan bij mannen is nog onduidelijk. Wel ontdekten onderzoekers dat het mechanisme waardoor depressie ontstaat verschillend is bij mannen en vrouwen. Er zijn bijvoorbeeld verschillen in de stress-systemen van mannen en vrouwen. De stress-systemen bij vrouwen zouden over het algemeen gevoeliger zijn. Ook omgevingsfactoren en genetische factoren spelen een rol.

De ontdekking dat depressieve mannen andere stresshormonen in hun hersenen hebben dan depressieve vrouwen, werd gedaan door het Nijmeegse neurobiologische onderzoeksinstituut FC Donders Centrum, onderdeel van de Radboud Universiteit in Nijmegen (Nederland). Deze ontdekking zou kunnen leiden tot het ontwikkelen van **geslachtspecifieke medicijnen** tegen deze de ziekte depressie.

Hoewel, één ziekte? De verschillen tussen mannen en vrouwen zijn zo groot dat bepaalde onderzoekers menen dat er wel eens sprake zou kunnen zijn van twee verschillende ziekten<sup>27</sup>.



### Neurotransmitters en depressie

Neurotransmitters zijn chemische boodschapperstoffen die zenuwcellen gebruiken om met elkaar te communiceren. Neurotransmitters zijn ook betrokken bij depressie. Bij depressieve mensen treedt er in de hersenen een verstoring op van de serotonine- en noradrenaline-spiegels.

De bestaande medicatie tegen depressie is gericht op deze neurotransmitters. Zo verhogen de tricyclische antidepressiva (TCA's), het oudste type van depressiemedicatie, de effectieve concentratie van de neurotransmitters serotonine en noradrenaline in de hersenen. De monoamine-oxidase-remmers (MAO-remmers), die later op de markt kwamen, blokkeren het eiwit dat de neurotransmitters serotonine en noradrenaline afbreekt. De meest moderne klasse van antidepressiva, de selectieve serotonine 'reuptake' inhibitoren (SSRI), verhogen de beschikbaarheid van serotonine in de hersenen door de heropname af te remmen. Prozac is een voorbeeld van een SSRI. Net als alle medicijnen hebben ook antidepressiva bijwerkingen. Voor sommige mensen zijn die zo ernstig dat ze moeten overschakelen op andere geneesmiddelen.

>>> zie ook: module 2 – Chemische soep in de hersenen

### Depressie, een symptoomdefinitie

Officieel heb je een depressie als je gedurende twee weken vijf van de volgende negen symptomen vertoont: bijna de hele dag een neerslachtige stemming hebben; geen interesse meer hebben in en geen plezier meer kunnen beleven aan dagelijkse activiteiten; sterk in gewicht aankomen of afvallen; heel slecht kunnen slapen of juist heel veel slapen; je geremd gedragen, je spreken en bewegen vertragen; geen energie hebben; gevoelens van waardeloosheid of overmatige schuldgevoelens hebben; slecht kunnen denken of concentreren; terugkerende gedachten aan de dood of zelfs denken aan zelfdoding.

Een **diagnose van depressie** stellen lijkt op deze manier een eenvoudig optelsommetje, maar het is geen eenvoudig etiket. Eventjes down zijn, je tijdelijk lusteloos voelen of door een periode van liefdesverdriet gaan, betekent niet dat je depressief bent. Maar wie lange tijd geen energie heeft, niets meer kan verdragen, van niets nog kan genieten, voor wie alles verschrikkelijk veel moeite kost, zich schuldig voelt, geen zin meer heeft in seks, doodmoe is maar niet kan slapen... die moet beseffen dat er iets ernstig aan de hand is.

Depressie neem je best ernstig. Op de website van het Vlaams Agentschap Zorg en Gezondheid vinden we het volgende terug over **depressie en zelfdoding**: 'De Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) noemt depressie 'de ziekte van de eenentwintigste eeuw'. Europa is het continent met het hoogste zelfdodingcijfer en Vlaanderen scoort hoog boven het Europees gemiddelde. In Vlaanderen alleen al sterven 3 personen per dag aan zelfdoding, het Vlaamse gemiddelde is 1.100 op jaarbasis. Dit aantal is vermoedelijk licht onderschat. Het getal ligt alvast hoger dan het dagelijks aantal dodelijke verkeersslachtoffers. Wekelijks krijgt 1 school in Vlaanderen te maken met de zelfdoding van een leerling.'

### Gen én omgeving?

Depressie heeft een stevige genetische basis. Dat maken familieonderzoek, tweelingenonderzoek en de lotgevallen van adoptiekinderen duidelijk<sup>28</sup>. Als één helft van een eeneiige tweeling depressief is, heeft de andere helft vijftig tot zestig procent kans dat ook te worden. Voor twee-eiige tweelingen is dat herhalingsrisico ongeveer twintig procent. Dat wijst op een sterke genetische achtergrond want eeneiige tweelingen zijn genetisch identiek, terwijl twee-eiige tweelingen slechts de helft van hun genen delen. Ook geadopteerde kinderen van een depressieve biologische ouder hebben een hogere kans op depressie, méér dan wanneer één van hun adoptieouders depressief is.

De verwachting is echter dat meerdere genen (misschien wel vele tientallen) in wisselende combinaties de vatbaarheid voor depressie bepalen. Een deel van deze genen is wellicht ook betrokken bij andere psychiatrische aandoeningen.

**Depressie** is echter geen kwestie van genen alleen. Anders zou het herhalingsrisico bij eenige tweelingen tegen de 100% moeten aanlopen. Ook **omgeving** speelt een rol: depressie komt vaker voor bij mensen met een lagere opleiding, mensen zonder betaald werk of met tijdelijk werk, inwoners van grote steden, alleenstaanden, gescheiden mannen, gedetineerden en vluchtelingen in opvangcentra. Ook **levensgebeurtenissen** kunnen een rol spelen: mishandeling en verwaarlozing tijdens de jeugd, het meemaken van een traumatische ervaring, reactie op pijn en verlies, enz.<sup>29</sup>

Samengevat kunnen we stellen dat de oorzaken van depressie anders zijn bij elke patiënt en veelal een (nog onbekend) mengsel zijn van aanleg en omgevingsfactoren.

#### wat denk jij?

Als de gewone behandelingsmethoden niet helpen tegen depressie, bestaat de mogelijkheid om tot elektroshocktherapie of elektrische stimulatie van de hersenen over te gaan.

Lees er meer over in het artikel: 'Pacemaker tegen depressie'  
<http://noorderlicht.vpro.nl/artikelen/21530035/>

Wat denk jij over een techniek als elektrische stimulatie? Kan het voor jou zomaar dat iemand zijn hersenen gemanipuleerd worden?

>>> zie ook: module 2 – De ziekte van Parkinson en DBS

#### wist je dat?

##### De kostprijs van zieke hersenen

De European Brain Council berekende in 2004 dat hersenziekten de Europese Unie maar liefst 386 miljard euro per jaar kosten aan behandeling, verzorging en werkverlet. Die kostprijs zal alleen maar stijgen als gevolg van de veroudering van de bevolking.

Het aantal Belgen met een of andere hersenaandoening wordt geschat op 2,9 miljoen. Dat is meer dan één op vier Belgen. De meest frequent voorkomende aandoeningen zijn angststoornis (1,1 miljoen), migraine (860.000), verslaving (800.000) en depressie (500.000). De totale kostprijs die deze aandoeningen met zich meebrengen, wordt geschat op 10,6 miljard euro per jaar of 4% van het Belgische bruto nationaal product. Omgerekend per Belg betekent dat 1.029 euro per jaar.



## Pillenkampioenen

Belgen zijn wereldkampioenen in het slikken van geneesmiddelen die inwerken op de hersenen. In 2007 gebruikten we 226 miljoen doses antidepressiva, 35 miljoen doses antipsychotica en 600 miljoen doses kalmeringspillen<sup>30</sup>. Alles samen goed voor 850 miljoen doses, of 85 pillen per Belg per jaar.

Wat moeten we nu denken van die **toename van het geneesmiddelengebruik**? Sommige mensen vinden dat een dergelijke toename een uiting is van het feit dat aandoeningen die vroeger miskend werden, zoals angststoornissen en depressie, nu ernstig genomen worden. De doelmatigheid van de nieuwe geneesmiddelen zou bovendien sterk verbeterd zijn tegenover de vroegere.

Anderen beschouwen de toename van het geneesmiddelengebruik als een signaal dat mensen te snel het etiket 'depressie' of andere aandoeningen opgekleefd krijgen. Steeds meer mensen krijgen zo'n etiket – en de bijbehorende pillen. Het probleem hierbij is dat waarschijnlijk een aantal mensen nu deze pillen slikken terwijl ze in feite niet 'echt' depressief zijn of niet 'echt' een angststoornis hebben.

De toename van het geneesmiddelengebruik zou volgens sommigen ten slotte ook voor een groot deel te maken hebben met de druk van de farmaceutische industrie om zoveel mogelijk pillen te verkopen.



Belgen zijn wereldkampioenen in het slikken van geneesmiddelen die inwerken op de hersenen.

### wat denk jij?

Bepaalde depressieve patiënten die niet kunnen geholpen worden met standaard behandelingen reageren positief op mindfulnessstraining. Mindfulness is gebaseerd op een combinatie van eeuwenoude meditatie technieken en recente inzichten in cognitieve gedragstherapie (dit is de samenhang tussen gedachten, gevoelens, lichaam en gedrag)<sup>31</sup>.

Wetenschappelijk onderzoek bevestigt dat 'mindfulnessstraining resulteert in verandering qua hersenactiviteit en in een gelijkmatige, open aandacht voor elke nieuwe ervaring'<sup>32</sup>.

Moet het onderzoek naar dergelijke alternatieve behandelingen volgens jou aangemoedigd worden? Zijn mensen niet beter af met bvb. meditatie in plaats van met medicatie?

## De macht van de industrie

In oktober 2008 brachten het tijdschrift Knack en het Nederlands dagblad Trouw een artikelenreeks over de rol van de farmaceutische industrie. In 'De slag om de patiënt', 'Patiëntenlobby te koop' en 'De ADHD-epidemie' zocht onderzoeksjournaliste Marleen Teugels naar de manier waarop de farma-industrie greep tracht te krijgen op de arts en de patiënt<sup>33</sup>.

De industrie schrikt er zelfs niet voor terug om 'ziektes te verkopen', meent journaliste Nathalie Carpentier in haar boek 'Het breinrapport'<sup>34</sup>. Er is immers veel geld mee te verdienen, als je gezonde mensen vertelt dat ze ziek zijn.

De relaties overheid, farmaceutische industrie, arts en patiënt zijn complex. De farmaceutische bedrijven hebben in hun opdrachtverklaring weliswaar allemaal staan dat het welzijn van de patiënt op de eerste plaats komt, maar ze staan ook onder druk van de aandeelhouders om zoveel mogelijk winst te maken. Hoe kunnen ze daar een evenwicht in vinden?

### Het stigma van de psychiatrische aandoening

Op aandoeningen van de hersenen rust nog steeds een taboe. Zowel op psychische aandoeningen zoals depressie, schizofrenie, of angststoornissen; als op neurologische als dementie, de ziekte van Tourette, epilepsie en tal van andere. Patiënten schamen zich ervoor, zwijgen er in alle talen over. **Stereotiepe beelden** beïnvloeden in sterke mate de manier waarop mensen omgaan met de persoon met een hersenaandoening. Patiënten worden geconfronteerd met de beeldvorming over hersenaandoeningen die heerst in onze samenleving: ‘mensen met een hersenziekte zijn ontoerekeningsvatbaar, **een beetje gek**,..., ze zijn niet goed bij hun hoofd, toch?’.

Hoe kunnen we de negatieve beeldvorming die heerst over aandoeningen van de hersenen veranderen? **Informer**en blijkt alvast een belangrijke stap. Een voorbeeld: uit een onderzoek aan de Universiteit van North Carolina (VS) blijkt dat mensen die een biologische en genetische verklaring kregen voor eetstoornissen meer begrip konden opbrengen voor personen die lijden aan anorexia nervosa<sup>35</sup>.

Anorexia nervosa wordt vaak beschouwd als iets dat onder controle wordt gehouden door de persoon die eraan lijdt. Daardoor worden mensen met anorexia dikwijls verantwoordelijk gehouden voor het hebben van de aandoening. Een anorexia patiënt wordt hierdoor, naast de aandoening waar hij/zij reeds onder te lijden heeft, met nog meer problemen opgezadeld. De negatieve beeldvorming zou er ook voor zorgen dat anorexia patiënten minder snel hulp zoeken.

Het onderzoek aan de Universiteit van North Carolina toonde aan dat mensen die informatie kregen over eetstoornissen als biologische aandoeningen, minder geneigd zijn de schuld voor eetstoornissen bij de patiënt of diens familie te leggen.

>>> zie ook: module 2 – Verslaafd aan honger?

### wat denk jij?

In 'Klasse voor Leraren' (193, Maart 2009, p.10-15) staat het volgende te lezen: 'Jongeren zijn zeer hard in het beoordelen van mensen met een depressie. 6 op 10 van de Vlaamse jongeren denken dat mensen met een depressie er zelf kunnen uitraken. 1 op 4 jongeren vindt dat depressie een teken van persoonlijke zwakte is. Ondanks de zware stigmatisering van mensen met een depressie zegt maar 5 procent van de jongeren dat ze iemand niet zouden uitnodigen op een feestje indien die persoon een depressie heeft gehad.

Jongens zijn meer geneigd om mensen met een depressie te stigmatiseren. Indien meisjes een depressie zouden hebben zijn ze iets meer geneigd om hun depressie te verzwijgen dan jongens.'

Herken jij jezelf hierin?



Is het feit dat er steeds meer antidepressiva in omloop zijn een goede of slechte zaak?

## Geluk in de hersenen?

### Geluk uit een potje

Sommigen vinden het een goede zaak dat antidepressiva meer in omloop zijn. De medicijnen helpen mensen met een depressie doorheen een moeilijke levensperiode. Anderen vinden dan weer dat wij moderne mensen hoe langer hoe minder in staat zijn om met tegenslag, mislukking of verdriet om te gaan. Nare ervaringen en de bijbehorende gevoelens spelen volgens hen een belangrijke rol in ons leven. Door te snel naar geluk uit een potje te grijpen, stevenen we af op een maatschappij die 'jezelf goed voelen' tot absolute norm verheft en waar er geen plaats meer is voor rouw of verdriet<sup>36</sup>.

### Op zoek naar de 'happiness spot'

Tot nu toe zochten neurowetenschappers vooral naar de neurologische basis van negatieve gevoelens als stress, angst, depressie, paniek, fobie.... Langzaam komen echter ook de meer positieve gevoelens onder hun aandacht<sup>37</sup>.

Een van de neurobiologische gelukszoekers is de Amerikaanse onderzoeker Richard Davidson. Die ging in 2004 bijna door het dolle heen toen zijn computer een ongewone hersenactiviteit registreerde in de hersenen van een mediterende Boeddhistische monnik<sup>38</sup>. 'We vermoedden al dat er ergens in de linker prefrontale cortex een 'geluksplek' moest liggen, maar we hadden niet verwacht dat de activiteit zo dramatisch kon zijn als we bij deze monnik zagen', lichtte Davidson later toe in *Times Magazine*<sup>39</sup>. Wat bij de monnik te zien was, blijkt in zekere mate voor iedereen op te gaan: hoe actiever dat plekje in de linker prefrontale kwab, hoe gelukkiger mensen blijken te zijn.

**De wetenschap van geluk** staat nog in de kinderschoenen in vergelijking met wat we weten over angst en depressie. Maar nu wordt al duidelijk dat naast de prefrontale ‘happiness spot’ die Davidson ontdekte, ook diverse dieper gelegen hersenkernen betrokken zijn (ook de amygdala) en dat ook nu weer de neurotransmitter dopamine centraal in beeld komt.

>>> zie ook: module 2 – Chemische soep in de hersenen

### **wat denk jij?**

Wat als we allemaal die ‘geluksplek’ zouden vinden? Of dat we die kunstmatig zouden kunnen aanschakelen door het nemen van een pil of via een elektrode ingeplant in de hersenen? Wat zou dat betekenen voor ons en voor onze samenleving?

>>> meer weten?

Lees volgende artikels:

<http://www.knack.be/cmp/11/1140/46826/Geboren-voor-het-geluk-article.html>

<http://www.kennislink.nl/publicaties/de-kunst-van-het-geluk>

## Neuro-economie

### Neuromarketing: wie beslist, mijn brein of ik?

‘Mensen worden elke dag gebombardeerd met duizenden **reclameboodschappen**. Die overdaad aan reclame maakt het er voor diegene die zijn of haar product wil verkopen niet makkelijker op. Hoe bereik je vandaag als verkoper nog je klant? Hoe val je op tussen die stortvloed van boodschappen? Gebruik de moderne neurowetenschappen: pas je verkoopstrategie aan de hersenen van je koper aan! Succes verzekerd! Als je inspeelt op de (onbewuste) **beslissingscentra** van de menselijke **hersenen**, komt je boodschap beter over en sluit je meer deals.’

Het bovenstaande is een vertaling van de achterflap van het boek *Neuromarketing*<sup>40</sup> met als ondertitel *Understanding the ‘buy buttons’ in your customer’s brain* door Patrick Renvoisé en Christophe Morin. De auteurs spelen in op de nieuwste inzichten die de neuro-economie brengt. De **neuro-economie** is een recentelijk opgekomen onderzoeksgebied waarbinnen onderzocht wordt wat zich bij economische beslissingen in het brein afspeelt.

Hebben we hier te maken met prietpraat van handige jongens die een boek willen verkopen of worden onze hersenen vandaag al, en in de toekomst steeds meer, gebrainwasht door commerciële bedrijven met het oog op hun winst? Zijn reclameboodschappen van Sony, Calvin Klein of misschien Marlboro en Breezer ‘slimme verpakkingen’ die in werkelijkheid boodschappen bevatten waarmee ons onderbewustzijn aangemaand wordt om te kopen?

### wist je dat?

#### De invloed van het imago van een merk op onze denkprocessen

Een onderzoeksteam van het Baylor College of Medicine in Houston (VS) heeft zich in 2004 verdiept in een interessant fenomeen: namelijk dat Coca-Cola de meest verkochte cafeïnehoudende priklimonade ter wereld is, maar dat aartsrivaal Pepsi meestal beter scoort wanneer mensen blind moeten proeven<sup>41</sup>.

Wat bleek nu uit het onderzoek? Coca-Cola en Pepsi brengen – zolang het merk niet bekend is – vergelijkbare hersenactiviteit teweeg. Maar van zodra een proefpersoon het logo van Coca-Cola ziet verschijnen, komt een bepaald gebied in de hersenen (de VMPFC of ventromediale prefrontale cortex) in actie. We zouden daaruit kunnen afleiden dat sommige fabrikanten er dus blijkbaar in geslaagd zijn om hun merk in het brein van de consument te ‘branden’.

Opmerkelijk is nog, zo ontdekten Michael Koenigs en Daniel Tranel van de Universiteit van Iowa in 2008, dat bij patiënten met een beschadiging aan de VMPFC de voorliefde voor Coca-Cola zich niet meer voordoet. Hun proefpersonen vonden, zelfs wanneer ze wisten dat het geen Coca-Cola was, Pepsi nog steeds lekkerder.

### Beloften van de neuro-economie: feit of fictie?

‘De neuro-economie stelt het vertrekpunt van de klassieke economie in vraag’, schrijft journalist Eric Verreet in het blad *Vacature*, ‘namelijk dat een mens rationele keuzes maakt’<sup>42</sup>. Het menselijke brein wordt immers grotendeels gedomineerd door automatische processen en niet door bewust denken.

Veel van wat in de hersenen gebeurt, is emotioneel en niet cognitief of rationeel van aard. De moderne neuro-economen kijken naar wat er effectief binnen onze hersenen gebeurt en hoe daar beslissingen tot stand komen. Ze willen weten welke delen van de hersenen in een zakelijke context actief worden en willen voorspellen hoe een werknemer, een potentiële koper, een kiezer... zich in een bepaalde situatie zal gedragen<sup>43</sup>.

De beloften van de neuro-economen zijn groot. Renvoisé en Morin beloven dé trukendoos voor een succesvolle – want **op het brein** van de cliënt **inspelende** – **marketingstrategie**.

De Nederlandse hoogleraar Willem Verbeke meent dan weer dat over enkele jaren iedereen die voor een hoge functie in aanmerking komt, eerst getest zal worden op mogelijk psychopatisch gedrag<sup>44</sup>.

Dat kan, volgens Verbeke, op basis van scannertechnologie, door hem en zijn team ontwikkeld. De Rotterdamse hoogleraar gaat zelfs nog verder: ‘Als een bedrijf een **solicitant** of een medewerker wil **testen**, zullen we na de test een profiel kunnen schetsen van die persoon en advies kunnen geven over het soort job waar die best in past. Sommige verkopers zijn beter in het onderhouden van contacten met klanten dan het werven van nieuwe klanten. Dergelijk advies zullen wij geven, steeds gefundeerd op neurologie.’

>>> meer weten?

Lees het artikel:

<http://www.kennislink.nl/publicaties/de-creditcard-kwab>

### wat denk jij?

Of de scanner effectief een huisinstrument zal worden van de moderne personeelsdienst of van het interim-bureau, dat valt nog af te wachten. Maar wat zullen we doen als het ooit zo ver komt, wat doen we dan met privacy? Stel dat uit een hersenscan het vermoeden rijst dat je holebi bent. Of dat je op dat ogenblik hartstikke verliefd bent. Of net in een psychologisch dipje zit. Dat zijn toch allemaal gegevens waar de werkgever niks mee te maken heeft. Akkoord?

## Bewust en onbewust

De neuro-economie, samen met andere afgeleide takken van de neurowetenschappen, zetten de discussie over ons brein en de relatie tussen het brein en wie we zijn op scherp. Neurowetenschappers onderzoeken vragen als: Hoe wij beslissingen nemen, bewust of onbewust? Heeft mijn brein die gsm gekocht of was ik het? Wie beslist wat ik vanavond ga eten, mijn hersenen of ikzelf? Wat blijft er in het kader van de moderne neurowetenschappen over van de vrije wil? Wie ben ik dan? Ben ik mijn brein en/of is mijn brein ik? Wat betekent het om mens te zijn?

Laten we bij het begin beginnen: kunnen we een onderscheid maken tussen bewuste en onbewuste processen in de hersenen? Wanneer spreken we van een **bewust** hersenproces? Van sommige informatiestromen in de hersenen 'weten' we dat ze plaats hebben gehad en hebben we de indruk dat we ze zelf gestuurd hebben: het plannen wat je die dag nog wil doen, beslissen of je een broodje eet of uitgebreid gaat lunchen. Andere activiteiten zijn overduidelijk **onbewust**, zoals de controle over je hartritme, het toepassen van grammaticale regels als je spreekt in je moedertaal, de opeenvolging van spiersamentrekkingen als je met de fiets rijdt. Die activiteiten grijpen ergens in de hersenen plaats maar je bent je er niet bewust van.



Kiezen of we een broodje eten of uitgebreid zullen lunchen doen we bewust. Andere activiteiten zijn overduidelijk onbewust, zoals de opeenvolging van spiersamentrekkingen als je wandelt.



### Twee vragen

Rond bewustzijn zijn er twee pertinente vragen, meent de Amerikaanse hersenwetenschapper Steven Pinker: een gemakkelijke en een moeilijke<sup>45 46</sup>. De gemakkelijke vraag is waar het bewuste en het onbewuste zich precies ophouden in het brein, waar de grens tussen beide ligt. Nu ja, 'gemakkelijk' is een eufemisme, maar wetenschappers weten waar ze moeten zoeken en als we genoeg middelen en mankracht inzetten vinden we de antwoorden wel. Onderzoekers als Christof Koch en anderen voorspellen dat we zullen aantonen dat bewustzijn in hoofdzaak zal gelegen zijn in gebieden behorende tot de frontale cortex<sup>47</sup>, al doen we voor de meeste bewuste processen een beroep op dieper gelegen kernen en structuren zoals die voor geheugen, emoties, e.a.



## Groen is groen... of toch een sigaar

Het moeilijke probleem bij bewustzijn is, nog steeds volgens Pinker, verklaren waarom een bewust proces in de hersenen ook 'aanvoelt alsof er iets is', waarom er 'persoonlijke beleving' is. Een voorbeeld: groene dingen zien er anders uit dan rode. Als we iets groens zien, herinnert ons dat aan andere groene dingen en we kunnen de uitspraak doen: 'Dat is groen.' Het rare is echter dat we het ook echt als groen aanvoelen. In onze hersenen wordt het beleefd als groen en het is niet terug te brengen tot iets anders. Hoe ontstaat die subjectieve beleving van groen uit het mengsel van elektrische stroom en chemische reacties die zich in onze hersenen voordoen?

De vraag stelt zich zelfs of dezelfde combinatie van stroom en chemie in de hersenen van iemand anders ook bij hem of haar de beleving 'groen' zou opwekken. Misschien ervaart die andere persoon wat jij als groen aanvoelt wel als 'purper', of 'oranje' of denkt hij spontaan aan het beeld van een sigaar.

### Geen 'geest in het brein'

Wat voor de buitenwereld, de niet-neurowetenschapper, mogelijk een schokkerende vaststelling is, is deze: dat elke gedachte, elk gevoel, elke herinnering, elk geloof in wezen een materiële activiteit in de weefsels van het brein is. Bewustzijn bevindt zich niet in een 'hemelse ziel' of een 'niet-materiële geest' die het brein gebruikt als een computer. Nee, **bewustzijn is de activiteit van het brein.**

Wetenschappers hebben met andere woorden de geest uit de (brein)-machine verjaagd. Ze kunnen **bewustzijn zelfs kunstmatig opwekken**. Elektrische stimulatie van de hersenschors tijdens hersenoperaties doet bij de patiënt hallucinaties ontstaan die niet van de realiteit te onderscheiden zijn. Sommige patiënten beweren na zo'n operatie bij hoog en bij laag dat ze een opera van Verdi hebben gehoord tijdens de ingreep, terwijl er helemaal geen muziek was. Of ze beweren dat hun kleinkind geboren is, terwijl hun schoondochter niet eens zwanger was. 'Ja maar, ik heb het toch "echt" beleefd', verdedigen ze zich dan. Terwijl het niets anders was dan een elektrische stroom in hun hersenen.

Als de activiteit van de hersenen stopt, verdwijnt tenslotte ook het bewustzijn. Pogingen om de 'geest' van de doden weer op te wekken, lopen op niets uit, tenzij op goedkope goocheltrucs voor goedgelovigen.

>>> meer weten?

Antwerpse onderzoekers hebben een manier ontdekt om een buitenlichamelijke ervaring op te wekken.

Lees het artikel:

Belgische wetenschappers vinden verklaring voor 'uit lichaam treden', De Morgen, 5 november 2007, p12

Neem een kijkje op:

<http://www.nieuwsblad.be/Article/Detail.aspx?articleID=uu1jheul>



## wist je dat?

### God in de hersenen?<sup>48</sup>

Waarom mensen geloven in een opperwezen is een vraag die wetenschappers al lang bezighoudt. Volgens Jordan Grafman van het Amerikaanse National Institute of Neurological Disorders and Stroke ligt de oorsprong van geloof in onze hersenen. Nieuw onderzoek geeft aan dat ons brein 'geprogrammeerd' is om religieuze ervaringen te ontvangen.

'Religieuze overtuiging en gedrag zijn een kenmerk van het menselijk leven dat in alle culturen wordt aangetroffen en waarvan in het dierenrijk geen equivalent wordt aangetroffen', zegt Grafman in de krant 'The Independent'. 'Wat uniek is in onze studie, is dat we aantonen dat specifieke onderdelen van godsgeloof worden bepaald door al bekende netwerken in de hersenen.'

Onderzoekers als Olaf Blanke, Andrew Newberg en Michael Persinger houden zich exclusief met het 'religieuze brein' bezig. Hun theorie is dat religieuze ervaringen opgewekt worden door hyperactiviteit van de temporaalkwab. Critici reageren op deze theorie door te zeggen dat het feit dat wetenschappers biologische sporen vinden van transcendente ervaringen en religieuze gevoelens, ze hiermee geen antwoord geven op de cruciale vraag: 'Creëren onze hersenen God of heeft God onze hersenen geschapen?'.



Wetenschappers op zoek naar 'god in de hersenen' nemen hersenscans van boeddhistische monniken terwijl ze mediteren of van biddende mensen, om te kijken welke hersenregio's daarbij op de beelden oplichten.

>>> meer weten?

Bekijk het filmpje op 'You Tube':

'Ramachandran, the Temporal Lobes and God.'

<http://www.youtube.com/watch?v=qliisDlkDtg>

## Vrije wil en verantwoordelijkheid

### Is vrije wil een illusie?

Het begrip 'vrije wil' kreeg een mokerslag door het onderzoek van de Berlijnse wetenschapper John-Dylan Haynes. Met een schijnbaar eenvoudig experiment verbaasde hij de wereld. Hij liet 14 proefpersonen plaatsnemen in een hersenscanner. De linker- en rechterhand lagen naast het lichaam, elke wijsvinger rustte op een knop. Op een willekeurig moment, volkomen naar eigen keuze, mocht de proefpersoon op een knopje drukken, links of rechts. De proefpersonen waren er zelf van overtuigd dat ze de beslissing bewust namen.

Uit de fMRI-beelden bleek echter iets opvallend: Haynes zag al een verhoogde activiteit in de frontotemporale hersenschors gemiddeld zeven seconden vooraleer de proefpersonen zelf het idee hadden dat ze een keuze maakten. De frontotemporale cortex is een onderdeel van de voorhoofdskwab en zit net boven de ogen. Het gebied controleert de motorische respons. Er was ook verhoogde activiteit in het gebied dat gaat over beweging en oriëntatie in de pariëtale kwab en in de motorschors.

Er was dus sprake van verhoogde **activiteit** in de frontotemporale hersenschors en de pariëtale kwab en motorschors **voorafgaand** aan het ogenblik waarop de proefpersonen aangaven dat ze ‘vrijwillig’ de **beslissing** namen om op het knopje te drukken.

Hieruit zouden we kunnen concluderen dat vrije wil een illusie is. Lang vooraleer we ons er bewust van zijn dat we een keuze maken, starten er blijkbaar al onbewuste processen in de hersenen. Dit is een gegeven dat neuromarketeers als Renvoisé en Morin als muziek in de oren moet klinken, maar dat radicaal ingaat tegen het idee dat wij mensen verantwoordelijke wezens zijn, die vrij en rationeel kunnen beslissen en handelen. Indien dat het geval zou zijn stelt zich een immens probleem. De gevolgen van de opvatting dat niemand echt vrij is zijn gigantisch: geen enkele misdadiger is dan nog verantwoordelijk voor zijn misdaden, geen enkele verdienste is dan nog te prijzen, elk spijtgevoel is dan overbodig, enz.

Dat een ‘bewuste’ beslissing over het duwen op een knopje wordt voorafgegaan door een reeks onderbewuste hersenactiviteiten hoeft volgens bepaalde wetenschappers helemaal niet te betekenen dat er geen vrije wil meer bestaat. De **vrije wil**, en de daaruit voortvloeiende ontkenning van **persoonlijke verantwoordelijkheid**, naar de prullenmand verwijzen op basis van ‘knopje-druk-experimenten’, is volgens hen wel heel verregaand.

>>> meer weten?

Lees het artikel: ‘Vrije wil illusie?’

<http://noorderlicht.vpro.nl/artikelen/42254997/>

### Wie is verantwoordelijk? Mijn brein of ik?

Lees even mee uit *De Standaard* van 13 mei 2009:

‘Maandenlang, misschien zelfs al jarenlang, leeft **Kim De Gelder** met de innerlijke dwang om mensen te vermoorden. Wie, dat maakte niet uit. Hij moest en zou moorden. Dat droegen de niet identificeerbare stemmen in zijn hoofd hem op. Hij heeft zich een hele tijd verzet tegen die bevelen, tot hij uiteindelijk heeft gedaan wat van hem werd geëist. Zonder motief. Met lukraak uitgekozen slachtoffers.’ Dat is de manier waarop Jaak Haentjens, de advocaat van Kim De Gelder, tegen het dossier aankijkt. Haentjens baseert zich op de verklaringen in het dossier en op de gesprekken die hij met zijn cliënt kon voeren in de gevangenis. ‘Voor mij is het duidelijk dat deze jongen niet in de rechtszaal thuishoort. Ik kan zijn **moorden** alleen **verklaren vanuit zijn geestesziekte**. Dus is hij volgens mij niet toerekeningsvatbaar. Een assisenproces zou onrechtvaardig zijn. En neen, dat is niet erg voor de slachtoffers. Die willen toch ook de waarheid kennen. De waarheid is dat mijn cliënt zware psychiatrische problemen heeft.’

Haentjens ontkent in alle toonaarden dat Kim De Gelder tijdens zijn moordpartijen in Vrasene en in kinderdagverblijf Fabeltjesland in Dendermonde koelbloedig te werk ging. ‘Hij was juist erg angstig toen hij de feiten pleegde. Maar tegelijk was hij niet meer in staat om empathie te voelen voor de slachtoffers. Dat vermogen was uitgeschakeld. Hij werd gedreven door iets dat sterker was dan hijzelf.’

Kim De Gelder is lang niet de enige die zijn **‘ziek brein’** inroept om zijn **dad**en te **verklaren**. In de VS stak een jonge Amerikaan, die zijn baas in een pizzatent had beroofd en vermoord, de schuld op zijn ‘slechte genen’. Hij was voorbestemd om te doden – **‘born to kill’**. Dat soort argumenten is gebaseerd op experimenten van onder meer de Amerikaanse psychiater Adrian Raine, die in 2000 aantoonde dat mensen met een antisociaal gedragspatroon 11% minder grijze materie in de voorkwab van hun hersenen hebben dan een normale controlegroep<sup>49</sup>. Raine zocht naar een antwoord op de vraag waarom de ene mens meer crimineel gedrag of agressie vertoont dan de andere. Het antwoord op die vraag is volgens hem te vinden in de frontale cortex. Dit deel van de hersenen vormt volgens hem het centrum van de zelfbeheersing. Als die beschadigd raakt, gaan brave burgers door het lint. **Criminaliteit** is volgens Raine met andere woorden (minstens voor een deel) toe te schrijven aan **biologie**, hetzij onder de vorm van genen, hetzij functionele breinstoornissen.

Andere neurowetenschappers beklemtonen het zwakke oorzakelijk verband tussen psychische aandoeningen en structurele variaties in de hersenen, enerzijds, en crimineel gedrag, anderzijds. De overgrote meerderheid van de psychiatrische patiënten of mensen met een ietwat kleinere frontale cortex – om bij het voorbeeld van Raine te blijven – zijn even brave burgers als u en ik. De oorzaken van antisociaal en crimineel gedrag zijn veel complexer. Ook **ongunstige gezinsinvloeden** en **omgevingsfactoren** zijn immers immens belangrijk.

De Zwitserse gerechtspsychiater Bruno Gravier<sup>50</sup> stelt het als volgt: ‘Genetische factoren of hersenafwijkingen kunnen worden gezien als elementen die het opduiken van antisociaal en crimineel gedrag vergemakkelijken, maar ze kunnen nooit de plaats innemen van de levensgeschiedenis en de levenscontext van de persoon in kwestie. Het is veel belangrijker om rekening te houden met factoren uit het persoonlijke leven van de delinquent, onder meer de blootstelling aan geweld (trauma’s, ontworteling, verstoting...), situaties die het geweld versterken (vertoeven in een ‘slecht’ milieu), en ontketenende factoren (bvb. alcohol). In plaats van mensen te gaan screenen op biologische factoren die de aanleg voor criminaliteit zouden moeten weergeven, lijkt het me veel zinvoller om kinderen die in een risicovolle omgeving leven en waarvan de levensloop risico’s inhoudt vroegtijdig op te sporen en te begeleiden. Daarvoor hoeven we echt geen hersenscans uit te voeren.’

### wat denk jij?

Moeten rechters volgens jou in de toekomst hersenaandoeningen (meer) mee in rekening brengen bij het vellen van een vonnis?

## Een sociaal brein

### Dat brein en jij... en de anderen

En daar zitten we dan met dat brein waarvan sommige neurowetenschappers zeggen dat jij dat bent. Jij bent je brein en je brein ben jij. Maar niet iedereen is het hiermee eens. 'Jij bent veel meer dan je brein', zegt de Britse neurobioloog Steven Rose<sup>51</sup>. Om de eenvoudige reden dat organismen met een brein, en de mens in het bijzonder, biosociale wezens zijn. Wij mensen maken allen deel uit van een samenleving, van een groep met andere mensen. Precies dat samenleven heeft ons gecreëerd tot wie we zijn. Onze persoonlijkheid, ideeën, overtuigingen, gedrag... zijn allemaal geboetseerd door het samenzijn met anderen. Zonder die anderen zouden je hersenen in een heel andere richting zijn geëvolueerd en zou je zeker niet zijn wie je nu bent. Jij bent dus duidelijk méér dan je hersenen!

Dat die sociale mens een product is van de natuurlijke evolutie, geeft ook Rose toe. Een natuurlijke, sociale evolutie die overduidelijk sporen heeft nagelaten in onze hersenen. In die zin dat de evolutie de hersenen heeft geoptimaliseerd om van ons sociale wezens te maken die niet alleen communiceren via een complexe taal maar die ook sociale eigenschappen hebben ontwikkeld als moraliteit, empathie, altruïsme, groepsgevoel.... Die **sociale eigenschappen** zijn zelfs neurobiologisch verankerd **in onze hersenen**.

### Spiegelneuronen

In die optiek is de ontdekking van spiegelneuronen één van de meest sensationele in de recente geschiedenis van de neurowetenschappen. Een spiegelneuron is een zenuwcel die niet alleen vuurt als je zelf een handeling uitvoert (bvb. van een glas water drinken), maar die ook vuurt wanneer je iemand anders dezelfde handeling ziet doen. Spiegelneuronen werden in de jaren '90 ontdekt bij de apensoort makaken door onderzoekers van de Universiteit van Parma (Italië)<sup>52</sup> maar inmiddels is duidelijk dat ook mensen beschikken over spiegelneuronen<sup>53</sup>.

**Spiegelcellen** zorgen er bijvoorbeeld voor dat neuronen in de premotorcortex van ons eigen brein actief worden als we Ronaldo op televisie een strafschoep zien trappen. Het zijn dezelfde neuronen die actief zouden zijn als we zelf de strafschoep zouden nemen. Spiegelen beperkt zich echter niet tot beweging. Spiegelcellen blijken op allerlei plaatsen in de hersenen actief te zijn. Zien we bijvoorbeeld beelden van iemand die een injectie krijgt, dan vuren ook in ons lichaam bepaalde pijnneuronen. Medelijden doen we dus heel letterlijk.

Spiegelneuronen zorgen ervoor dat we mentaal en emotioneel met elkaar verbonden zijn, betoogt de neuroloog Marco Iacobini<sup>54</sup>. Waarom raken we door zorgvuldig geënceneerde scènes in bepaalde films geëmotioneerd? Omdat spiegelneuronen het leed dat we op het filmdoek zien in onze hersenen herscheppen. We voelen met de fictieve personages – we weten wat ze voelen – omdat we letterlijk dezelfde emoties ervaren.

Wanneer we iemand geestelijk of lichamelijk zien lijden, helpen spiegelneuronen ons de gelaatsuitdrukking van de ander te lezen, waardoor we ons kunnen inleven. Deze **inleving via spiegelneuronen** vormt het fundament van ons empathisch vermogen, en volgens de Gentse moraalwetenschapper Jan Verplaetse zelfs van onze moraal. De nieuwste ontdekkingen in de neurobiologie bewijzen volgens Verplaetse dat morele systemen gebruik maken van een neuronale basis die je bij elke mens van bij de geboorte aantreft. Het zou uitermate veel moeite kosten of geheel onmogelijk zijn om medemensen in nood te helpen, samenwerkingen op te zetten of een samenleving te beschermen tegen bedreigingen van binnen en van buiten, zonder die aangeboren basis. Onze morele instincten zorgen ervoor dat we dit gedrag spontaan verrichten of bijzonder snel leren. Bij mensen zonder die intuïties, die bijvoorbeeld het slachtoffer waren van een hersenaandoening, merk je hoe moeilijk zij die elementaire morele handelingen kunnen uitvoeren of leren. Hun **morele gedrag** is anders. Hun moraal lijkt op die van een buitenaards wezen dat zijn sociale beslissingen alleen verstandelijk neemt. Zonder morele instincten lijken mensen wel zombies<sup>55</sup>.

>>> meer weten?

Bekijk het dossier: 'Het bizarre brein – Spiegel in het brein':

<http://noorderlicht.vpro.nl/dossiers/8234068/hoofdstuk/9334758/>



Sociale eigenschappen als empathie en altruïsme zouden neurobiologisch verankerd zijn in onze hersenen.

## wist je dat?

### Leven zonder inleving

Empathie is het vermogen ons in te leven in anderen. Wat doet verminderde capaciteit tot empathie met een mens? Heel wat, zo blijkt. Zowel voor het individu als voor de samenleving heeft dit gevolgen. Zo wordt van psychopaten aangenomen dat het hen ontbreekt aan empathie. Zij kunnen ernstige misdaden – mishandeling, verkrachting, moord – plegen zonder tekenen van spijt of berouw. Uit onderzoek blijkt dat psychopaten een verminderd vermogen bezitten om angstige gezichten te herkennen. Veel onderzoek voor een verklaring van het gebrek aan empathie bij psychopaten concentreert zich op de amygdala die verantwoordelijk zouden zijn voor angst en aversieve leerprocessen.

Volgens wetenschappelijk onderzoek hebben ook kinderen met autisme (en aanverwante stoornissen) het moeilijk om zich in te leven in een ander. Ze kunnen zich niet voorstellen dat iemand andere gedachten, gevoelens en intenties heeft dan zij. Juist daarom denken veel wetenschappers dat kinderen met autisme minder actieve spiegelneuronen hebben – de 'broken mirror' theorie – en dat ze daardoor moeite hebben met sociale interactie. De Britse onderzoeker Justin Williams is één van die onderzoekers. Hij denkt dat bij sommige kinderen er vroeg in de ontwikkeling iets mis loopt met deze bijzondere neuronen, waardoor een soort domino-effect van steeds meer ontwikkelingsstoornissen optreedt. Het resultaat is autisme. Ook de Gentse psycholoog Herbert Roeyers ziet wel een plaats voor spiegelneuronen in het verklaren van autisme, maar stelt dat het wellicht slechts om een stukje gaat van een ingewikkelde puzzel die nog lang niet gelegd is<sup>56</sup>.

Net als intelligentie verschilt ook het empathisch vermogen bij mensen onderling. Sommige mensen vertonen een hoog inlevingsvermogen, andere een lager. Een vraag die zich stelt is waar de grens ligt tussen normaal en abnormaal. Wanneer vertoont iemand trekjes van psychopathie of is hij gewoon wat zwakker in inlevingsvermogen? En bovendien, wie zegt dat iemand met psychopatische trekjes niet kan functioneren in de samenleving? Er gaan geruchten dat sommige mensen die bijzonder goed scoren in de samenleving – bedrijfsleiders, politici, professoren – in werkelijkheid verborgen psychopaten zouden zijn. Misschien niet echt verwonderlijk, want als je een fabriek herstructureert en met één handtekening honderden mensen van hun job berooft, is het beter dat je niet gehinderd wordt door een supergroot inlevingsvermogen.

- 1 Restak R. The naked brain, Three Rivers Press, 2005.
- 2 Giedd JN. The teen brain: insights from neuroimaging. *J Adolesc Health*. 2008 Apr;42(4):335-43. Review.
- 3 Lenroot RK, Giedd JN. Brain development in children and adolescents: insights from anatomical magnetic resonance imaging. *Neurosci Biobehav Rev*. 2006;30(6):718-29. Review.
- 4 Het hele rapport 'Leer het brein kennen': [http://www.hersenenenleren.nl/leer\\_het\\_brein\\_kennen.pdf](http://www.hersenenenleren.nl/leer_het_brein_kennen.pdf)
- 5 Het artikel 'Jongens en meisjes moeten af en toe apart les krijgen': [www.nieuwsblad.be/Article/Detail.aspx?articleID=gmk21cp3f](http://www.nieuwsblad.be/Article/Detail.aspx?articleID=gmk21cp3f)
- 6 Paus T, Keshavan M, Giedd JN. Why do many psychiatric disorders emerge during adolescence? *Nat Rev Neurosci*. 2008 Dec;9(12):947-57. Review.
- 7 Bron: <http://www.klasse.be/leraren/nieuws.php?id=10923>
- 8 Berger, M. en Normann C., Oppeppers voor de grijze cellen. *Psyche en Brein*, 0806, 36-41.
- 9 Steinbusch, H., Sierksma, S., Schmitz, C. Neurobiologie van hersenveroudering, in *Vergrijzend brein, Bio-Wetenschappen en Maatschappij*, 2007.
- 10 Jolles J. Levenslang leren ondanks cognitieve achteruitgang, in *Vergrijzend brein, Bio-Wetenschappen en Maatschappij*, 2007.
- 11 Falkenstein, M. 7 gulden regels voor uw mentale conditie, *Psyche & Brein*, 0806, 42-47.
- 12 Volkow ND, Fowler JS, Wang GJ, Baler R, Telang F. Imaging dopamine's role in drug abuse and addiction. *Neuropharmacology*. 2009;56 Suppl 1:3-8.
- 13 Volkow ND, Li TK. Drug addiction: the neurobiology of behaviour gone awry. *Nat Rev Neurosci*. 2004 Dec;5(12):963-70.
- 14 Lemonick M.D. en Park, W.A. The science of addiction, *Time Magazine*, 10 september 2007.
- 15 <http://www.newscientist.com/article/dn12718-starving-is-like-ecstasy-use-for-anorexia-sufferers.html>
- 16 Dom G. en Bogaerts J., Middelengebruik en misbruik bij adolescenten, [www.desleutel.be/files/middelengebruik\\_en\\_misbruik\\_bij\\_adolescenten.pdf](http://www.desleutel.be/files/middelengebruik_en_misbruik_bij_adolescenten.pdf)
- 17 Young L. Love: neuroscience reveals all. *Nature*, 457, 8 januari 2009, 148.
- 18 Wilhelm K. Oxytocine: een hormoon met vele gezichten, *Brein en psyche*, januari 2009, 86-91.
- 19 De Schipper S. Moederliefde: stapelverliefd en stekeblind, <http://noorderlicht.vpro.nl/artikelen/16544758>
- 20 <http://www.helenfisher.com/index.html>
- 21 De Bellis MD et al., A pilot study of amygdala volumes in pediatric generalized anxiety disorder. *Biol Psychiatry*. 2000 Jul 1;48(1):51-7.
- 22 Thomas KM, et al., Amygdala response to fearful faces in anxious and depressed children. *Arch Gen Psychiatry*. 2001 Nov;58(11):1057-63.
- 23 Woodward SH, Kaloupek DG, Streeter CC, Martinez C, Schaer M, Eliez S. Decreased anterior cingulate volume in combat-related PTSD. *Biol Psychiatry*. 2006 Apr 1;59(7):582-7.
- 24 Cijfers van de Vlaamse Vereniging voor Geestelijke Gezondheid ([www.vvvg.be](http://www.vvvg.be))
- 25 Bron: <http://www.geestelijke-gezondheid.be/>
- 26 Kupka R., Knoppert, E., Nolen, W. *Handboek bipolaire stoornissen*, 2008.
- 27 [www.kennislink.nl/publicaties/man-en-vrouw-anders-depressief](http://www.kennislink.nl/publicaties/man-en-vrouw-anders-depressief)
- 28 McGuffin P. et al., *Seminars in Psychiatric Genetics*, Royal College of Psychiatrists, 1994.
- 29 Trimbos Instituut, [www.trimbos.nl](http://www.trimbos.nl)
- 30 De Stoop, C., Belgen slikken meer psychofarmaca dan ooit tevoren, Knack website, 17 juni 2008. <http://www.knack.be/nieuws/belgie/belgen--slikken-meer-psychofarmaca-dan-ooit-tevoren/site72-section24-article18674.html>
- 31 De Camps, A., psycholoog en ervaren mindfulness-trainer ([www.azsintblasius.be](http://www.azsintblasius.be))
- 32 De Raedt, R. Mindfulness en de zorg voor meer welzijn: is het enkel hersengymnastiek? <http://www.breinvijzer.be/Prof.%20R.%20De%20Raedt%20gespreksavond%20mindfulness%2030%20april%202009.pdf>
- 33 De Knack-reeks is te downloaden via [www.fondspascaldecroos.org/werkbeurzen/dossiers/2007\\_571](http://www.fondspascaldecroos.org/werkbeurzen/dossiers/2007_571)
- 34 Carpentier N. Het breinrapport, *Houtekiet*, 2006.
- 35 University of North Carolina at Chapel Hill (January 2008). People With Anorexia Less Likely To Be Blamed When Biology, Genetics Explained. <http://www.unc.edu/news/archives/jan08/bulik010908.html>
- 36 'De waarden van een pil' door Coen Simon in 'Een ander ik. Technologisch ingrijpen in de persoonlijkheid', Rathenau Instituut, 2004.
- 37 Burgdorf J, Panksepp J. The neurobiology of positive emotions. *Neurosci Biobehav Rev*. 2006;30(2):173-87.
- 38 Lutz A, Greischar LL, Rawlings NB, Ricard M, Davidson RJ. Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2004 Nov 16;101(46):16369-73.
- 39 Lemonick MD. The biology of joy, *Time Magazine*, 7 februari 2005.
- 40 Renvoisé P. en Morin C. *Neuromarketing*. Thomas Nelson, 2007.
- 41 Bron: Hubert M en Kenning P. In het hoofd van de consument. *Psyche en brein*, februari 2009, 20-25.
- 42 Verreet E. Waarom hersenonderzoek zo revolutionair is, *Vacature*, 21 februari 2009, 12-14.
- 43 Westerhoff N. De subjectieve prijs. *Psyche en brein*, februari 2009, 26-31.
- 44 Verreet E. Over 5 jaar scannen we het brein van elke sollicitant, *Vacature*, 21 februari 2009, 9-11.
- 45 Pinker S. *How the mind works*, 1999.
- 46 Pinker S. The mystery of consciousness, *Time Magazine*, 12 februari 2007, 38-46.
- 47 Koch C. The quest for consciousness, a neurobiological approach, Roberts and Company Pub., 2004.
- 48 Bronnen: De Morgen ([www.demorgen.be/dm/nl/992/Wetenschap/article/detail/769094/2009/03/15/God-zit-in-onze-hersenen.dhtml](http://www.demorgen.be/dm/nl/992/Wetenschap/article/detail/769094/2009/03/15/God-zit-in-onze-hersenen.dhtml)) en The Independent ([www.independent.co.uk/news/science/belief-and-the-brains--god-spot-1641022.html](http://www.independent.co.uk/news/science/belief-and-the-brains--god-spot-1641022.html))
- 49 Yang Y, Glenn AL, Raine A. Brain abnormalities in antisocial individuals: implications for the law. *Behav Sci Law*. 2008;26(1):65-83. Review.
- 50 Raeymaekers P, Rondia K. *Mijn bijzonder brein. Een uitgave van de Koning Boudewijnstichting*, 2004.
- 51 Statement by professor Steven Rose in *Connecting brains and society, the present and future of brain science*, Rathenau Instituut en Koning Boudewijnstichting, 2005, 77-79.
- 52 Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res Cogn Brain Res*. 1996 Mar;3(2):131-41.
- 53 Fabbri-Destro M, Rizzolatti G. Mirror neurons and mirror systems in monkeys and humans. *Physiology (Bethesda)*. 2008 Jun;23:171-9. Review.
- 54 Iacobini M. *Het spiegelende brein*, Uitgeverij Nieuwezijds, 2008.
- 55 Verplaetse J. *Het morele instinct*, Uitgeverij Nieuwezijds, 2008.
- 56 Roeyers H. *Autisme: alles op een rijtje*. Acco Uitgeverij, 2007.





