

Het gedrag van een kikker die om een steen heen loopt om een vlieg te vangen, kan worden verklaard louter op basis van elkaar tegenwerkende reflexen. Het gedrag van een mens

lijkt eindelijk veel

complexer. Een mens

ziet niet elk bewe-

gend vlekje aan voor

een hapje voedsel.

Victor A.F. Lamme

Wetenschap

De geest uit de fles

Het is 23 mei 1987. Kenneth Parks heeft een zware dag achter de rug. Hij zit in geldnood, en is zonder werk. Hij slaapt al weken niet meer dan twee of drie uur per nacht. Uitgeteld hangt hij op de bank en kijkt naar een aflevering van *Saturday Night Live* op de tv. Het kan hem niet erg boeien en al snel sukkelert hij in slaap.

Als hij wakker wordt, staat hij in de woonkamer van zijn schoonouders. Voor hem ligt zijn schoonvader te happen naar adem. Iets verderop ligt zijn schoonmoeder levenloos in een grote plas bloed. Verward kijkt Parks in het rond. Tot hij zich realiseert dat ook hij onder het bloed zit. En in zijn handen heeft hij een groot keukennmes, waar rode vloeistof vanaf druipet.

Wat is er gebeurd? Irgens die nacht is Ken Parks van zijn bank voor de tv opgestaan en het huis uitgewandeld. Hij is in zijn auto gestapt, heeft de 23 kilometer naar het huis van zijn schoonouders afgelegd, en daar aangekomen is hij vrijwel meteen begonnen zijn schoonmoeder te bewerken met een voorhanden keukennmes. Zij steeft ter plekke. Zijn schoonvader overleeft het incident tenaameloos.

Ken Parks ziet geen reden iets te ontkennen. Het bewijs is onweerslegbaar: zijn auto voor de deur, het bloed op zijn handen, de getuigenis van zijn schoonvader. Maar er is één probleem: Ken Parks kan zich van dit alles niets herinneren. In zijn geheugen is het helemaal 'zwart' tussen het zien van de aflevering van *Saturday Night Live* en het wakker worden tussen zijn geslachte schoonouders. Hoezeer hij ook probeert in zijn herinnering te graven naar wat er die nacht gebeurd moet zijn, er verschijnt helemaal niets voor zijn geestesoef. Hij heeft namelijk alles gedaan terwijl hij slaapwandelde.

De advocaten van Parks grijpen dit gegeven aan en zetten een heroïsche verdediging op. Een slaapexpert doet EEG-metingen en stelt vast dat Parks inderdaad aan slaapwandelen lijdt. Bovendien weet hij aanmerkelijk te maken dat Parks juist die nacht slaapwandelde: dat komt vaker voor in periodes van stress. Verder legt hij uit dat slaapwandelen gebeurt in de diepste stadia van de slaap, wanneer iemand nauwelijks te wekken is. Een slaapwandelaar is zo bewusteloos als een gezond (en levend) iemand maar kan zijn. Kortom, de hake

Hoewel het stimulusresponsrepertoire van de mens rijker is dan dat van de kikker, is het - zo betoogt Victor Lamme in onderstaande bijdrage - niet essentieel anders.

gebeurenis van die nacht is een aaneenschakeling van onvrijwillige, automatische handelingen geweest, zonder bewuste aansturing van de zijde van Parks. En daarom diende hij te worden vrijgesproken. En dat werd hij ook.¹

Zo diep zijn begrippen als bewustzijn, vrijwillig handelen, intentie en vrije wil blijikbaar verankerd in onze maatschappij en ons denken over de mens. Dat zijn de eigenschappen die van ons een echt mens maken, en die min of meer tegenover het onbewuste, instincten, automatismen en reflexen staan. Deze begrippen doemen in alle facetten van ons leven op. Het voorbeeld van de moordende Parks is nogal dramatisch. Maar het begint eigenlijk al als we nog kinderen zijn. Het wordt ons met de paplepel ingegoten dat het allemaal niet zo erg is als 'we het niet expres' deden.

Maar wat is nou precies het verschil tussen bewust en onbewust handelen? In het geval Parks lijkt het moeilijk een scheidslijn te trekken. Een auto bestuuraren kan bijvoorbeeld scheldstijf te trekken. Een auto bestuuraren kan bijvoorbeeld bewustzijn. Toch vereist dat het verwerken van ingewikkelde sensorische informatie, en het uitvoeren van complexe handelingen. Het brein van Parks stond dus niet 'uit'. Waarom vinden we hem dan toch onschuldig? Omdat niet de échte Parks de moorden heeft gepleegd? Ziet er soms een apart 'mannetje' in hem, waarover hij geen controle heeft, waarvoor hij geen verantwoordelijkheid draagt? Waar in het brein zit dat tweede mannetje? En waar zit dan de echte Parks? Bestaat bewuste controle wel echt, of heeft de verdediging van Parks de jury een rad voor ogen gedraaid? Houden we ons zelf niet allemaal voor de gek? Laten we eens kijken wat de hersenwetenschap hierover te zeggen heeft.

Een slaaf van de omgeving

In 1981 onderzoekt de Franse neuroloog Francis Drenthite een aantal patiënten die lijden aan beschadigingen van de mediale frontale schors. Hij beschrijft bijvoorbeeld hoe een belezen en geslissingeerde ingenieur zich gedraagt als hij bij de dokter thuis is uitgenodigd en in zijn appartement wordt rondgeleid:

1...Ik liep naar de badkamer. De patiënt volgde mij en

waste zijn handen. Toen hij mijn elektrische scheraparaat zag, begon hij zich ermee te scheren. In de slaapkamer was de sprei van het bed getraakt en was het lakken teruggeslagen. Toen de patiënt dit zag, kleedde hij zich direct uit. Hij stapte in het bed, trok de lakens op tot aan zijn nek en bereidde zich voor om te gaan slapen. Later, toen ik een kleedingsstuk oprapte, stond de patiënt op en kleedde hij zich weer netjes aan [...] (Lhermitte, Pillon & Serdaru, 1986).

In de kliniek onderzoekt hij dit soort patiënten verder. Hij gaat hij ze aan een tafel zitten en legt verschillende voorwerpen neer. Een glas wordt, expres een beetje vet, voor de patiënt neergezet. Lhermitte geeft geen instructie om iets met het glas te doen, maar de patiënt voelt zich er onweerstaanbaar door aangetrokken en staart op uit zijn stoel om het te kunnen pakken. Ook een fles wordt opgepakt. De patiënt schenkt vervolgens het glas vol en drinkt het leeg. Als daarna een vulpen en papier worden neergelegd, schuift de patiënt ook die voorwerpen naar zich toe en begint spontaan een stukje te schrijven. Best zijn naam, dan die van het ziekenhuis, en ten slotte het begin van een zin. Met een neergelegde kam worden de haren gekamd, een bril wordt opgezet.

Het gedrag lijkt weinig verontrend, maar heeft ook wel iets vreemds. De handen van de patiënt lijken als een magneet te worden aangetrokken door de voorwerpen die voor hem liggen. Hij kan het niet laten, ook al is het hanteren van het voorwerp volkomen onzinnig. Op het einde van de sessie heeft de man drie brillen op zijn neus, simpelweg omdat Lhermitte er drie heeft neergelegd. Hij heeft zijn tanden gepoetst met een tandenborstel, maar dan zonder pasta of water. Zelfs een urinaal dat hem wordt voorgehouden, wordt spontaan gebruikt.

De patiënten lijken wel robots, die hekelmaal automatisch elke handeling uitvoeren die bij een voorwerp past, of dat nou zin heeft of niet. Maar een normaal mens zijn gedrag afstamt op zijn eigen behoeften, wordt het gedrag van deze patiënten voornamelijk bepaald door de omgeving waarin zij zich bevinden of de voorwerpen die er voorhanden zijn. Met een kaan doe je je haar, een bed is om in te slapen, en een urinaal om in te plassen. Het is niet meer de persoon die bepaalt wat er gedaan wordt met een voorwerp, het is het voorwerp dat bepaalt wat de persoon gaat doen. En dat is natuurlijk de omgekeerde wereld.

Lhermitte constateert dat zijn patiënten lijden aan *environmental dependency* (Lhermitte, 1986). Ze zijn in veel opzichten de slaaf van hun omgeving geworden, en lijken niet langer zelf te bepalen wat ze doen. De beschadiging van de frontale schors heeft een zombie van hen gemaakt met alleen nog een vast repertoire van ingesleten reacties.

Ingesleten reacties, vaste gewoontes en goed geoorloofde bewegingen worden tot stand gebracht door meer naar achteren gelegen gedeeltes van het brein. Die gebieden zetten sensorische informatie om in bewegingsprogramma's. Elke sensorische prikkel van buitenaf, alles wat je ziet, hoort en voelt, zal zo een aantal automatische reacties oproepen. Zonder verdere bijsturing wordt vanzelf de meest ingesleten en

meest gebruikte gekozen. De frontale schors is nodig om een minder voor de hand liggende reactie voorrang te verlenen, of om dit vaste repertoire helemaal te onderdrukken en daarvoor een andere handeling in de plaats te stellen. Zonder frontale schors blijven alleen de automatismen over. De frontale schors lijkt cruciaal om je te 'bevrijden' van de invloed die de buitenwereld heeft op je gedrag.

Moeten we daarom concluderen dat de frontale schors het commandocentrum is, waar alle mogelijk stimulusrespons koppelingen worden geëvalueerd, en waar wordt besloten wat de volgende stap wordt in de keten van geordend en doelgericht gedrag (Fillior, 2003)? Is de frontale schors dan de plek waar ons bewustzijn, geweten, en echte ik huist? Volgens mij is dat onzin, en een heel ander dier dan de mens vertelt ons waarom.

De kikker en de vlieg

Als een kikker een vlieg voor zich ziet, strekt hij zijn tong uit, en hap, het beestje is weg.³ Voor een kikker is dat zeer nuttig gedrag. Soms maakt hij eerst een sprongetje of een draai, als het insect niet recht vóór hem zit. Altijd behandelt zo het hapje op zijn tong. Dat ziet er uit alsof de kikker weet waar het insect zit, maar de gedragsbioloog zal zeggen dat we zitten te kijken naar een setje aangeboren of aangeleerde reflexen.

Onderzoek aan de hersens van kikkers laat zien hoe die reflexen werken. Een insect vlak vóór de kikker vormt een bewegend vliekje op het bovenste gedeelte van het netvlies. Dat stuurt een signaal naar een soort schakelstation, het *tectum*, dat op zijn beurt weer de juiste spieren aanstuurt om de kikker te laten happen. Andere stukken netvlies zijn via het *tectum* verbonden met de spring- en draaispieren.⁴ Afhankelijk van *waar* in het netvlies de zenuwcellen worden geprikkeld, wordt zo de juiste respons gegeven. Deze simpele reflexen zorgen er voor dat de kikker helemaal *zakaf*/vliegles vangt (Ewert, 1970; Ingle, 1970, 1973; Collett, 1982).⁵

Maar wat als er tussen vlieg en kikker een obstakel ligt, zoals een grove steen? Als de kikker dan zijn standaardrepertoire afdraait, zal hij lelijk zijn neus stoten. Wat de kikker in dat geval zou moeten doen, is even om de steen heen lopen. Maar dat is wel wat veel gevraagd van simpele reflexen. Want dat zou betekenen dat de kikker eerst iets *verder* van zijn pool weg moet gaan om er uiteindelijk dichterbij te kunnen komen. De reflexen van het rectum moeten even opzij worden gezet, om daarna het oude streven weer op te pakken.⁶

Maar verdomd, zet een kikker voor een obstakel met daarachter een vlieg, en het beestje doet een stap opzij, loopt dus eerst een stukje weg van de vlieg, om even later vanuit een betere hoek toe te slaan. Het lijkt net alsof de kikker die gevolgen van zijn gedrag naar de toekomst kan extrapoleren. Hij lijkt wel te beschikken over wat psychologen bij mensen 'cognitieve controle' noemen. Maar hoe lost het simpele kikkerbrein dat op?

In het brein van de kikker zit vóór het rectum een andere structuur die het preectum wordt genoemd. Dit ontvangt ook signalen vanuit het oog, maar reageert alleen als een

groot deel van het nervies tegelijk wordt geactiveerd. Met andere woorden, telkens wanneer er een grote vlek in beeld is. Het pretectum zet op zijn beurt dan een karakteristiek gedrag in gang, dat verzamingsgedrag wordt genoemd. Het bestaat eruit stapjes opzij te doen.

Het tectum zorgt er dus voor dat de kikker vliegen vangt, het pretectum laat de kikker om obstakels heen lopen. Lost dat het probleem van de kikker op? Op zichzelf niet. Als de twee systemen onafhankelijk zouden werken, zou de kikker steeds een stapje opzij doen en weer terug. De ene reflex zou hem naar de vlieg drijven, de ander er vandaan. En zo tot in het oneindige. Het lijkt nog steeds nodig dat er een soort supervisorsysteem is, dat in de gaten houdt welk systeem op welk moment actief moet worden, dat de situatie overziet en een verstandige beslissing neemt. Maar in het brein van de kikker zit niet veel meer dan een tectum en pretectum. Dus hoe kan dat?

De oplossing is dat de twee systemen, vliegenranger en obstakelvermijder, elkaar *reguleren*. De neuronen van tectum en pretectum zijn zo met elkaar verbonden dat ze nooit tegelijkertijd actief kunnen zijn. Als een kikker voor een obstakel staat en een vlieg ziet, worden in eerste instantie cellen én pretectum geactiveerd. Maar dan gaat de ene groep cellen de ander onderdrukken. Die wederzijdse inhibitie heeft bovendien een *winner-take-all* karakter: het winnende systeem wordt volledig actief, het andere volledig stilgelegd. Het is niet de bedoeling dat het ene systeem het andere afzwakt. Er moet een alles-of-nietsbeslissing worden genomen. De kikker heeft er niets aan als hij zijn tong half uitsteekt of half opzij stapt.

Niets of niemand in het brein bepaalt wie de winnaar wordt. Dat wordt gewoon bepaald door de systemen zelf, en door de mate waarin ze worden geactiveerd door de buitenwereld. Bij een dikke vlieg achter een klein steentje wringt het tectum en volgt een sprong of hap. Een klein vliege achter een grote steen zal resulteren in victorie voor het pretectum en een stap opzij.

Dit levert een opmerkelijk inzicht op. Door twee systemen met tegengestelde belangen zo te schakelen dat ze elkaar tegenwerken, lijkt er zomaar een extra functie bij te komen. In dit geval een functie die, in ieder geval aan de buitenkant, erg lijkt op een 'besismodule': iemand die alleen naar het gedrag van de kikker kijkt, zou concluderen dat het dierlijke zijn gedrag kan optimaliseren door te kijken naar de langetermijneffecten van naar voren dan wel opzij stappen. De werkelijke oplossing is oneindig veel efficiënter. En van een schitterende eenvoud.

Een prins blijft een kikker

Het voert misschien wat ver om de mens, die boeken schrijft en naar de maan vliegt, te vergelijken met een naar vliegen huppende kikker. Een mens ziet niet elk bewegend vlekje aan voor een happe voedsel. Hij onderscheidt zijn auto van die van de buurman. Hij zet zijn kind lopen tussen een heel klasje peuters. Of hij herkent een zeldzame postzegel op een

antiekbeurs. En bij elke stimulus hoort een ander geëigend gedrag. Het stimulusresponsrepertoire van de mens is rijker dan dat van de kikker, maar niet essentieel anders. En een groot deel van dit repertoire wordt gestuurd vanuit de omgeving, zo zagen we bij de patiënten van Lhermitte.

Maar de parallel gaat verder. Als we bij de kikker het pretectum weghalen, gaan, net zoals bij de patiënten met *environmental dependency*, de overgebleven stimulusresponskoppelingen van de kikker een eigen leven leiden. Waar de patiënten van Lhermitte niet met hun handen van dingen konden afbliven, zo gaat een kikker zonder pretectum naar alles happen wat beweegt, ongeacht wat er in de weg zit (Ewert, 1970; Ingle, 1973). En zo lijkt ook de kikker beroofd van zijn vermogen om langetermijnplannen te maken. Hij is veroordeeld tot een leven als dom robotje, vastgelopen in doodlopende paadjes, niet meer in staat om obstakels te ontwijken, huppend naar vliegen die hij nooit meer zal vangen. Een *zombie* is hij geworden.

Zal het bij de mens dan niet net zo zijn? Waarom zou het voorste deel van het brein gezegend zijn met edele functies als controle, beslissingen nemen, ja zelfs bewustzijn, en het achterste deel niet? Ligt het niet veel meer voor de hand dat ook de frontale schors *typisch* omzet in *output*? En dat het door de interactie tussen de frontale schors en het achterste stuk van het brein net *lijkt* alsof een mens plannen maakt, bewuste beslissingen neemt, en zichzelf onder controle heeft? Is het idee van bewuste controle over je gedrag niet gewoon een verzinself? Een verzinself dat is ontstaan omdat we de mens altijd van de buitenkant bekijken? Als we van een kikker zeggen dat hij zijn gedrag bewust beheerst, is dat aantoonbaar onzin. Maar is het niet net zo'n onzin om dat van een mens te zeggen? We zouden kunnen, of misschien moeten constateren dat het brein van de mens, net als dat van een kikker, niets meer is dan een grote vergaarbak van stimulusresponskoppelingen?

Willens en wetens

Dat klinkt natuurlijk allemaal wel heel erg mechanistisch en ouderwets behavioeristisch. En hoe zit het dan met het vermogen van de menselijke geest om abstracties en symbolen te hanteren en daarmee een schier onbegrensd gedachtegoed te creëren en over te brengen? Is dat ook allemaal maar schijn? Dat is niet wat ik wil zeggen. Natuurlijk hebben we gedachten. Tot vervelens toe, zou ik haast zeggen. Wat schijn is, is het idee dat die gedachten ons gedrag aansturen. Dat idee is volgens mij niet meer dan een bijwerking van ons sociale gedrag.

Sociale dieren, zoals apen en mensen, vragen zich voortdurend af: 'wie gaat wat doen, en wanneer?' Dat is belangrijk voor het verkrijgen van zowel voedsel als status, vrouwtjes, de beste slaapplek, en wat al niet. Daarom heeft zich in dat soort dieren een opmerkelijke functie ontwikkeld, die we *theory of mind* noemen, kortweg *rom*. *Rom* is het vermogen om ons in de geest van een ander te plaatsen. Nauwkeuriger geformuleerd: het is het vermogen om het gedrag van een an-

der te voorspellen op basis van wat hij weet en wil? Kinderen snappen bijvoorbeeld op een gegeven moment dat een ander kind hun speelgoed niet zal afpakken als ze het uit het zicht van dat andere kind houden. Door je te verplaatsten in een ander kan je weten wat hij weet en zijn gedrag voorspellen.

Row wordt vaak omschreven als een uniek menselijk vermogen, maar dat is onzin. De ethologische literatuur laat prachtige voorbeelden zien van *row*-gedrag. Een grooe zal meestal wegvluchten voor een naderende keeuw. Maar als de keeuw net iets te ver uit de buurt is om hem te kunnen pakken, zal hij juist op de keeuw aflopen. De grooe laat aan de keeuw zien 'ik zie jou, en ik weet dat je me niet kunt pakken'. En daarbij gaat de grooe ervan uit dat de keeuw dit ook weet. Want anders neemt hij alleen maar extra risico. Door *row* te gebruiken bespaart de grooe zichzelf, en de keeuw, een hoop moeite (Griffin, 2001). Gedragbiologen zullen dit verklaren in termen van geconditioneerd of effectief bepaald gedrag, voortgekomen uit de behoefte om efficiënt om te springen met energie.

Als een mens *row* toepast, voorspelt hij het gedrag van de ander in termen van diens motivatie, kennis, en vermogens. Hij *will* dit, hij *weet* dat, hij *kan* zo. Dat zijn huidige operationele termen in het kader van de voorspellingen. Maar dat wil niet zeggen dat concepten als *willess* of *werken* werkelijk het gedrag van de ander bepalen.

Nog één keer terug naar de kikker. Wie tegen een kikker aanzijkt die om een steen heen loopt, zal dat omschrijven met zinnen als 'de kikker *will* de viërg vangen, maar hij *weet* dat hij er niet bij kan. *Daarom besluit* hij om de steen heen te gaan'. We weten intussen dat wat er werkelijk in de kikker gebeurt, op geen enkele manier lijkt op deze omschrijving. Dat neemt niet weg dat het een volkomen adequate omschrijving is binnen de context van *row*. Hij is namelijk adequaat om het gedrag van de kikker te voorspellen. Maar het is geen adequate beschrijving van de werkelijke determinanten van het gedrag van de kikker.

Gaandweg zijn we *row* ook gaan toepassen op onszelf (Gopnik, 1993). Ergens in de evolutie is de mens gaan denken dat het voorspellen van zijn eigen gedrag aan de hand van begrippen als *willess* en *weten* ook daadwerkelijk de oorzaak van dat gedrag is. De voorspelling lijkt namelijk vaak juist. Voor een deel is dat omdat het vaak helemaal niet om voorspellingen gaat, maar om attributie achteraf: de mens bekijkt de situatie van vóór zijn daad, en die daarna, en vertzint een geschikte keten van mentale causaliteit om de twee te verbinden. Dat lijkt dan uiteraard snel te kloppen. Alleen onder strenge experimentele omstandigheden kan worden aangetoond dat de redenen die mensen geven voor hun gedrag pertinent onjuist kunnen zijn. Daarvoor verwijs ik graag naar allerlei leerzaam en amusant sociaal-psychologisch en neuropsychologisch onderzoek.²

Schuld en boete

Waar leidt dit toe, bijvoorbeeld voor het geval Parks, die zijn schoenouders vermoordde. Doet het er eigenlijk iets toe dat

hij in slaap was toen het gebeurde? Misschien stond zijn frontale schors even 'uit' op het fatale moment, en kregen de stimulusresponskoppelingen van de rest van zijn brein de overhand. Die bleken helaas van het minder sympathieke soort. Waarom hoeven zij niet naar de gevangenis? Is het argument dat de slaapwandelaar Parks geen controle over zijn daden had nog wel valide?¹⁰

In het licht van wat ik tot nu toe besproken heb, zou je moeten zeggen dat controle niet bestaat. Dat wil zeggen, het idee dat we onze daden controleren met onze gedachten, dat is een illusie. Uiteraard worden onze daden wel gecontroleerd door het brein. Dat het brein tegelijkertijd allerlei gedachten produceert, doet er niet zo veel toe. Die gedachten dienen om ons eigen gedrag te voorspellen. *Memory of mind* toe te passen op onszelf. Maar in fette lasten we daarbij niet zo diep in het duister als wanneer we het gedrag van anderen voorspellen.

Iemand is gewoon wat hij doet, ongeacht wat hij daar later, of van tevoren, over zegt. Iemand's karakter is de opelsom van alle stimulusresponskoppelingen die in zijn hersenen zijn vastgelegd, hetzij genetisch, hetzij door ingeslepen ervaringen. Iemand's persoonlijkheid, iemands échte ik, zit daarom ook volledig verspreid door het brein, niet alleen in de frontale schors.!" Daarom lijkt me dat notes als *instinctie* beter kunnen worden geschrapt uit het mensbeeld. En daarmee dus ook uit het strafrecht.

Een fles zonder geest

Veel belangrijker vind ik de consequenties van deze inzichten voor mijn eigen vakgebied, de cognitieve neurowetenschap. In dat vakgebied wordt geprobeerd een relatie te leggen tussen mentale processen en hersenmechanismen. Een vraag zou bijvoorbeeld kunnen zijn 'waar in het brein zitten de mechanismen die ons gedrag controleren, en hoe werken die?' Het onderwerp, cognitieve controle, is een volkomen valide onderwerp van studie, zolang dat gebeurt binnen de cognitieve psychologie. De psychologie is tenslotte een soort doorgeschoten variant van onze onbedwingbare neiging tot *Memory of mind*. Op wetenschappelijke wijze worden allerlei versies van de concepten 'willen', 'weten', 'kunnen' gebruikt om het menselijk gedrag te verklaren. De heilige graal van de psychologie is om met handend procent zekerheid te kunnen voorspellen wat iemand op elk moment in de tijd, in elke willekeurige situatie gaat doen.

Het probleem ontstaat pas op het moment dat er gevraagd wordt naar een koppeling tussen die cognitieve processen en wat er gebeurt in het brein. Voor de laatste keer terug naar de kikker: de psycholoog, of in dat geval de gedragpsycholoog, komt een heel eind met het verklaren van het gedrag van de kikker in termen van cognitieve controle. Maar wat gebeurt er als we op zoek gaan naar de controlemodule in het brein van de kikker? We kunnen hem bijvoorbeeld in de fMRI-scanner leggen. De grap is dat wanneer de kikker zijn viërg-tapreflex inhoudt, we dan inderdaad het pretectum zouden zien oplichten. Dat wint namelijk op dat moment de strijd

der reflexen. Maar zou dat dan rechtvaardigen het pretectum het controlecentrum van de klikker te noemen? Ik hoop dat u nu wel begrijpt van niet.

Voor het succesvol uitvoeren van het vaak cognitieve neurowetenschap, is het dus heel gewaardijkt om uit te gaan van de psychologie. Voor je het weet schrijf je aan het brein volkomen imaginaire functies toe. Let wel, binnen de psychologie vervullen die functies een belangrijke rol in het voorspellen van gedrag, zeg maar in het perfectioneren van onze *theory of mind*. Maar binnen de biologie van het brein hebben ze geen plaats. Dat is overigens een inzicht dat ook binnen de psychologie steeds meer terrein wint.

Voor een goed begrip van de relatie tussen brein en geest, is het dus, vreemd genoeg, nodig dat de geest er in eerste instantie buiten wordt gelaten. Men moet uitgaan van het brein. Onderzoek wat daar allemaal gebeurt, en hoe zich dat vertaalt in onze vermogens. Het in kaart brengen van de functies van het brein moet behulp van *brain-scanning*-technieken, is daarbij een eerste stap. Het gebruik van deze techniek grijpt nu als een razend vuur om zich heen, helaas nog vaak in de vorm van een soort neo-frenologie, waarbij alken maar wordt geprobeerd de uit de psychologie stammende mentale functies in veelkleurige plaatjes te *mappen* op de hersenschors. Het zou nog veel krachtiger kunnen worden ingezet bij het toetsen van theorieën over de macroscopische werking van het brein.

Daarnaast zal men zeker ook een beter begrip moeten krijgen van de werking van het brein op meer microscopische schaal. Welke hersencellen zenden signalen naar welke andere? Hoe wordt informatie van de ene structuur door netwerken van neuronen vertaald in andere vormen van informatie? Wat gebeurt er precies op cellulair niveau, tot en met de interacties tussen moleculen binnen de cel en tussen cellen? Pas dan wordt duidelijk wat er werkelijk gebeurt in het brein, en leren we of een cognitieve functie echt bestaat of niet. Het is daarom dat onderzoek aan proefdieren een essentieel onderdeel zal blijven vormen van de cognitieve neurowetenschap, ook al gaat het om het bestuderen van menselijke functies, en ondanks de voorschrijding der technieken op het gebied van *brain scanning*.

Twee geesten in één fles

Wat ik zeg moet vooral niet worden geïnterpreteerd als een proclamatie van het idee dat de biologie niets kan zeggen over de geest. Integendeel, en dat wil ik ter slot graag kort illustreren aan de hand van ons onderzoek over visueel bewustzijn.

Uitgebreide studie van de neuroanatomie en neurofysiologie van de visuele hersenschors laat zien dat er sprake is van twee types van verwerking van visuele informatie. Z'n drie keer per seconde bewegen we onze ogen met een ruwe stilstand komt, wordt de afbeelding die dan op het netvlies valt naar de hersenen gestuurd. Dat gaat razendsnel. Binnen één tiende seconde heeft het signaal een cascade van

zogenoemde *feedforward*-verwerking doortlopen, van lagere visuele gebieden in de hersenschors naar hogere, en vandaar naar de motorschors, waar potentiële reacties op de visuele prikkels al worden klaargelegd. Een beetje zoals bij de vlieg-hapreflex van de klikker.

Uit het onderzoek van de *feedforward* sweep blijkt dat dit een geweldige apparaat is. Het stelt ons in staat om vormen, kleuren en bewegingen van elkaar te onderscheiden. Maar ook worden gezichten en andere belangrijke visuele categorieën herkend: is het een dier, is het gewaardijkt, leeft het of is het dood materiaal? Met deze corticale reflexen kunnen we tennisballen terugslaan die met 200 km/uur op ons af worden geserveerd, of een glas vangen dat per ongeluk van tafel valt. Of we duikken weg voor een rondwaaiende plank.

Uit het onderzoek blijkt echter ook dat al dit nuttigs niet gepaard gaat met bewuste ervaringen. Zolang iets alleen nog maar is verwerkt door de *feedforward* sweep zien we het niet echt. Het brein heeft de bewegende plank geregistreerd, en een reactie erop klaargezet, maar we zijn ons nog niet bewust van het nadere omheil. En toch klinken we al ineens. De *feedforward* sweep is onbewust, net zo onbewust als de kniepeereflex (Zie onder anderen Lamme, Super & Spekreijse, 1998; Lamme, Zipse & Spekreijse, 1998, 2000; Lamme & Roelfsema, 2000; Super, Spekreijse & Lamme, 2001; Lamme, 2003, 2004).

Bewuste ervaringen ontstaan pas nadat er een tweede soort verwerking door de hersenschors gaat. Na de eerste tiende seconde gaan de neuronen uit hogere gebieden namelijk signalen terugsturen naar de lagere gebieden. Dat gebeurt via *feedback*-verbindingen. Zo ontstaat iets wat we *recurrente interacties* of *resonantie* noemen. Onderzoek heeft laten zien dat deze recurrente interacties bewuste ervaringen oproepen. Zij zijn de neurale signatuur van het hebben van een bewuste ervaring (zie ook Haynes, Driver & Rees, 2005; Juan, Campana & Walsh, 2004; Pascual-Leone & Walsh, 2001).

Dan het verschijnsel bewustzijn zoals dat wordt omschreven door psychologisch onderzoek. Dat suggereert dat we ons, op elk moment in de tijd, maar van één of een paar dingen bewust zijn. Het meest opmerkelijk in dat verband is het zogenaamde *change blindness*- of *matteitonsal blindness*-onderzoek. Daaruit blijkt dat als we onze aandacht op het ene voorwerp richten, we helemaal niet zien dat andere voorwerpen verdwijnen, veranderen of tevoorschijn komen. Zelfs dramatische veranderingen als verwisselingen van gezichten of gebouwen worden niet opgemerkt (Simons & Levin, 1997; Simons & Chabris, 1999). We denken wel dat we alles zien wat zich voor onze ogen afspeelt, maar als we er kritisch naar vragen, blijft van dat idee maar weinig over.

Omdat we echter ook weten wat de neurale signatuur van bewuste verwerking is, kunnen we iets heel opmerkelijks vaststellen. Het blijkt namelijk dat ook in situaties waar we leiden aan *change blindness* of *matteitonsal blindness* al-berkel voorwerpen door het brein toch worden verwerkt in de bewuste modus.¹² Er is wel degelijk recurrente verwerking van veel meer voorwerpen dan alleen die waar we onze aan-

- met daaropvolgende stimuli. De prefrontale schors zal bijvoorbeeld een zeker signaal geven wanneer de achtergebleven informatie niet strookt met de nieuwe informatie dan wanneer alles bij het bereik blijft. Dat vormt min of meer de basis voor het vertragen om te leren van onze fouten.
8. Voor een kritische benadering zie Russell (2005).
 9. Voor sociaal-psychologisch onderzoek over de illusie van bewuste aansluiting zie bijvoorbeeld Wegner (2004). Aanrdig voorbeelden van ons betekenisrijk gedrag: inzicht in de moties van eigen handelen zijn te vinden in Chadwick (2005). Onderzoek waarnaar blijkt dat patiënten met hersenbeschadiging aantoonbaar verkeerde moties voor hun gedrag geven, is te vinden in hoofdstuk 16 van Gazzaniga, Noy 9 Manning (2002).
 10. Het is al met al heel omwarschijnlijk dat Paris in alle opzichten vrijfallt gaat. Bijlkaar luiden er in zijn brein nogal strikte stimulussensatieopstellingen. Dat een aantal andere stimulussensatieopstellingen even uit stond, vind ik geen verachtste onzandigheid. De foute behoeven in ieder geval enige correctie. Of dat in de vorm van gevoegensstaf of een andere behandelng moet, doet er even niet toe. Ik vind het overigens wel vreemd om voor correctie van de ene koppeling te kiezen voor de cel, en voor correctie van de andere voor zelfs als tis. Vooral als we ons realiseren dat zogezantde autonomsie handelingen, kennens routine en gewoontes, veel dieper zijn ingesleten dan wat kennend zogezand bewust doet.
 11. Dat blijkt ook uit een reade beschouwing van de patiënten van Thermitte. Ondanks de beschadiging van de frontale schors en het schijnbare verlies van controle, zag hij dat de patiënten nog wel hun eigen karakter ten toon spelden in hun autonomsie gedrag. Als een make suggestie om taal verspreken bij een roker, werd het meteen geoperd en stak hij er een op. Bij een niet-roker werd het hoogst beloken. Maar de ingeurter het opvoegselgebed bed bij Thermitte thuis zag als een middel om dat uit te leiden en te geen slapen, reageerde een vrouwelijke patiënt heel anders: zij stonpe de tabaks in en strek het bed glad. De voorwerpen lidden het gedrag wel uit, en zijn ook de aanleiding voor het gedrag, maar het is wel gedrag dat bij de persoon in kwestie past. Een mannelijke patiënt eegde zich aan de aanwezigheid van vrouwelijke consnetra, maar ging vol plezier aan de slag met een hamer, en was helemaal niet meer te houden bij de aantak van een reukver. De handelingen die de patiënt uitvoert, hoen dus bij zijn normale experientie van alledaagse handelingen, die hij ook vóór de hersenbeschadiging zou hebben uitgevoerd. Je zou kunnen zeggen dat de patiënt met zijn gedragingen niet zomeer de staat van zijn omgving is gewonden abeel een staat van zijn eigen gewoontes.
 12. Schnide, Withereen, Speknelise & Lamine (in press, Supper et al. (2001) en Lamine (2002)) iaken zien dat recurrense verwerking ook onafhankelijk kan zijn van rapportage van de stimulus.
 13. Metaforiek wordt ook binnen de psychologie onderkend dat er allerlei orde-wake determinanten van gedrag zijn. Maar onderzoek beelert daar hezake als niet rapporteerbaar of niet cognitief meetbaar. De neurowetenschap-pelijke definitie van bewuste verwerking die ik hier hannes, brengt thinnet het onbewuste van de psycholoog nog een extra tweedeling aan. Maar de psycholoog heet heert over bewust versus onbewust, sprekt de neurowetenschapp-er over feedforward (onbewust), beperkt recurrent (bewust), en uitgebreid recurrent (v-bewust). Zie ook Lamine (2003).
 14. Dat is niet helemaal waar. Het verschil in verwerking dat de neurowetenschapp-er vaststelt, leidt tot een verschil in de oostand van het brein na deze verwerking. Feedforward verwerking leidt waarschijnlijk niet tot synaptische plasticiteit, recurrense verwerking wel. Daarmee leidt recurrense verwerking dus tot een (in dit geval onbewust) geheugenspor van het verwerke. Dat heert dan weer consnetrukties voor een volgende keer dat een vergelijkbare stimulus wordt verwerkt, keuzes die worden gemaakt, gewoontes.

Literatuur

- Block, N. (1996). How can we find the neural correlate of consciousness? Trends in Neuroscience, 19, 456-459.
- Block, N. (2005). Two neural correlates of consciousness. Trends in Cognitive Sciences, 9, 46-52.
- Collet, T.S. (1982). Do heads plan routes? A study of the debar behavior of Buto vinkes. Journal of Comparative Physiology, 146, 261-271.
- Denno, D.W. (2003). A mind to blame: New views on involuntary acts. Behavioral Sciences and the Law, 21, 601-618.
- Elliot, R. (2003). Executive functions and their disorders. British Medical Bulletin, 65, 49-59.
- Ewert, J.-P. (1970). Neural mechanisms of prey-catching and avoidance behavior in the head (Buto buno). Brain, Behavior, and Evolution, 3, 36-56.
- Gazzaniga, M.S., Noy, R.G. & Manning, C.R. (2002). Cognitive neuroscience: The biology of the mind. New York: Norton and Co.

Chadwick, H. (2005). *Brain: The power of thinking without thinking*. New York: Little Brown and Co., Time Warner Book Group.

Coppin, A. (1993). How we know our minds: the illusion of first-person knowledge of intentionality. *Behavioral and Brain Sciences*, 59, 26-37.

Griffin, D.R. (2001). *Arched minds: Beyond cognition to consciousness*. Chicago: University of Chicago Press.

Haynes, J.D., Doherty, J. & Rees, G. (2005). Visuality reflects dynamic changes of effective connectivity between V1 and fusiform cortex. *Neuron*, 46, 811-821.

Ingle, D. (1970). Visuomotor functions of the frog optic tectum. *Body, Behavior, and Evolution*, 3, 57-77.

Ingle, D. (1973). Two visual systems in the frog. *Science*, 181, 1053-1055.

Juan, C.H., Carranza, C. & Weisky, V. (2004). Cortical interactions in vision and awareness: Therapies in reverse. *Progress in Brain Research*, 144, 117-130.

Lamine, V.A. & Roelofsma, P.R. (2000). The distinct modes of vision offered by feed-forward and recurrense processing. *Trends in Neuroscience*, 23, 571-579.

Lamine, V.A. (2003). Why visual attention and awareness are different. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 12-18.

Lamine, V.A. (2004). Separate neural definitions of visual consciousness and visual attention: a case for phenomenal awareness. *Neural Networks*, 17, 861-872.

Lamine, V.A., Supper, H. & Speknelise, H. (1998). Feedforward, horizontal, and feedback processing in the visual cortex. *Current Opinions in Neurobiology*, 8, 529-535.

Lamine, V.A., Ziper, X. & Speknelise, H. (1998). Figure-ground activity in primary visual cortex is suppressed by anesthesia. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 95, 3263-3268.

Lamine, V.A., Ziper, X. & Speknelise, H. (2002). Masking illusory figure-ground signals in V1. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 1044-1053.

Thermitte, F., Pillon, B. & Sereno, M. (1980). Human anatomy and the frontal lobes. Part II: Inhibition and utilization behavior: A neuropsychological study of 75 patients. *Annals of Neurology*, 19, 326-334.

Thermitte, L. (1985). Human anatomy and the frontal lobes. Part II: Patient behavior in complex and social situations: the Environmental Dependency Syndrome. *Annals of Neurology*, 19, 335-343.

Rochel-Horne, A. & Weisky, V. (2001). Fast backprojections from the motion to the primary visual area necessary for visual awareness. *Science*, 292, 510-512.

Russell, J. (2005). *Ashtyng all the bus about false belief*. *Trends in Cognitive Science*, 9, 307-308.

Schnide, H.S., Withereen, S.C., Speknelise, H. & Lamine, V.A.F. (in press). The influence of inhibition on the neural correlates of scene segmentation. *Cognitive Brain Research*.

Simons, D.J. & Chabris, C.F. (1999). Corillas in our midst: sustained attentional blindness for dynamic events. *Perception*, 28, 1059-1074.

Simons, D.J. & Levin, D.T. (1997). Change blindness. *Trends in Cognitive Sciences*, 1, 261-267.

Supper, H., Speknelise, H. & Lamine, V.A. (2001). Two distinct modes of sensory processing observed in monkey primary visual cortex (V1). *Motiv Neuroscience*, 4, 304-310.

Wegner, D.M. (2004). Preets of the illusion of conscious will. *Behavioral and Brain Sciences*, 27, 649-659; discussion 659-692.

Summary

Chasing the mind

V.A. Lamine

The idea that we have a conscious mind, controlling our bodily actions, is deeply embedded in our thinking of human nature. But is this correct? In this essay I will take you along sleepwalking murderers, patients that have lost control over their actions, and frogs catching flies, to convince you that this idea is mostly an illusion, borne out from our ceaseless wanting to predict our fellow human beings' behavior. The implications of this insight for the relation between psychology and neuroscience are discussed.