

Ziende blind

Links & rechts en boven & onder in het brein

De Academische Boekengids 51, juli 2005, pp. 5-7.

Verschillende paden door ons brein maken het mogelijk dat blinde patiënten dingen zien die onzichtbaar voor ze zouden moeten zijn. Zo kan iemand met zwaar beschadigde hersenen toch een rondje over straat fietsen. Maar waarom duurt het zo lang voordat dit soort nieuwe kennis zijn weg vindt naar de handboeken?

Een paar jaar geleden werd tijdens een congres een filmpje van een roterend brein getoond. De hersenen waren van een tiener die ergens aan de Canadese westkust leeft. Op het eerste gezicht leek de grijze massa gewoon op die van iedere gezonde jongen. Maar naarmate het filmpje vorderde en het brein verder roteerde, verloor het zijn typische vorm. Een groot deel van de achterkant van de hersenen bleek verdwenen. De jongen had een tweezijdige - in vaktermen bilaterale - laesie van het eerste visuele gebied (V1) in de occipitaalkwab. Dit gebied is het eerste grote netwerk waar visuele informatie ingrijpende bewerkingen ondergaat: de initiële stap naar bewust waarnemen. Zonder een functioneel gebied V1 zijn we blind. Nu zijn er wel meer beroemde patiënten met V1 laesies; het filmpje was dan ook niet genoeg om het met presentaties overladen publiek echt enthousiast te krijgen. Leuk filmpje, dat wel. Maar de volgende dia zou het gesprek van de dag worden: deze patiënt kon nog fietsen en speelde Tetris op de computer!

Docenten nemen dit soort cases graag op in hun colleges. Ze prikkelen de student, vooral omdat ze de grenzen van het voorstellingsvermogen overschrijden. Een klassiek voorbeeld in die traditie is de *split-brain* patiënt. Het is moeilijk voorstelbaar dat er mensen zijn die niet kunnen vertellen wat ze zien, maar het aangeboden voorwerp vervolgens wel kunnen aanwijzen. Toch is zoiets wel degelijk mogelijk. Een voorbeeld: een patiënt met een ernstige vorm van epilepsie is niet meer te helpen met anti-epileptica. Het ongecontroleerde vuren van de zenuwen begint vaak lokaal, maar daarna verspreidt de activiteit zich snel over het gehele brein. De ongelukkige patiënt heeft geen controle meer over hersenen en lijf en dient de aanval te aanvaarden. Althans, totdat de wetenschappers Roger Sperry en Ronald Meyers op het idee kwamen om een vrij rigoureuze ingreep te doen. Na dieronderzoek op katten en later apen onderwierpen zij in 1961 de eerste mens aan een zogenaamde callosotomie. De hersenen bestaan uit twee helften. Deze helften communiceren met elkaar via een vezelbaan die het *corpus callosum* heet. Bij de ernstig epileptische patiënt wordt deze verbinding grotendeels, maar voor het gemak hier even helemaal, doorgesneden. Het brein wordt gesplitst, vandaar de term *split-brain* patiënten. Het idee is dat als in de rechter- of linkerhelft van de hersenen een epileptische aanval optreedt, de ongecontroleerde activiteit zich niet kan verplaatsen naar de andere hersenhelft en er dus nog halfzijdige controle is. Patiënten lopen zo minder kans zich te verwonden tijdens een aanval.

‘GY, EEN VAN DE BEROEMDSTE LAESIEPATIËNTEN EN GRAAG GEZIENE
PROEFPERSOON, WORDT DE HELE WERELD OVERGEVLOGEN, MAAR WEET
INTUSSEN MEER VAN ZIJN KWAAL DAN DE GEMIDDELDE NEUROPSYCHOLOOG.’

Op het eerste gezicht lijkt er weinig of niets met deze *split-brain* patiënten aan de hand te zijn. Maar onder experimentele condities kwamen er wetenschappelijk interessante aspecten aan het licht. Om die op waarde te kunnen schatten, is een korte uitleg over de organisatie van ons brein belangrijk. Onze ledematen worden gekruist aangestuurd. Zo wordt de linkerarm bestuurd door de motorische hersengebieden in onze rechterhersenhelft. Maar de ogen functioneren anders, want beide ogen projecteren naar beide helften van de hersenen. Het netvlies van ieder oog heeft twee kanten, links en rechts van het centrum. De nasale kant, de zijde van het oog die aan de kant van de neus ligt, en de temporale kant. De nasale zijden van beide ogen kruisen: zo projecteert de rechterzijde van het netvlies van het linkeroog op de rechterhelft van de hersenen. De temporale zijden kruisen niet. De temporale kant van het linkeroog projecteert op de linkerhersenhelft en die van het rechteroog op de rechterhelft. Deze manier van organiseren zorgt ervoor dat het rechtergezichtsveld (rechts van het punt van fixatie) links in de hersenen wordt verwerkt en vice versa. Als laatste is het van belang te weten dat het centrum voor taal in het menselijk brein gelateraliseerd is. Kort door de bocht geformuleerd, zit het taalcentrum in de linkerhemisfeer voor de meeste, rechtshandige mensen. Met deze kennis is een van de meest fascinerende experimenten uit de geschiedenis van het breinonderzoek te begrijpen.

Sperry en zijn collega's sloten het linkeroog van hun *split-brain* patiënt en lieten deze vervolgens een object - stel een soeplepel - zien, zodanig dat het enkel op het rechternetvlies (de temporale zijde) van het rechteroog werd afgebeeld. Dit projecteert op de rechterhersenhelft. Daar wordt de informatie over het aangeboden object vervolgens gerepresenteerd. Toen Sperry de patiënt vroeg welk object hij had gezien, bleef deze het antwoord schuldig. Hij kon het niet vertellen. Vervolgens legde Sperry drie objecten op tafel, waaronder de soeplepel, en vroeg de patiënt het eerder aangeboden object met zijn linkerhand aan te wijzen. Tot veler verbazing pakte de patiënt de soeplepel eruit. Hij kon het dus niet

zeggen, maar wel aanwijzen.

Dit experiment is (uiteraard) verklaarbaar. Om te kunnen vertellen wat je hebt gezien, moet de informatie over het aangeboden object dat gerepresenteerd ligt in de rechterhelft van de hersenen, naar de linkerzijde van het brein. Daar ligt immers het spraakcentrum van onze rechtshandige patiënt. Maar die informatie kan de linkerzijde nooit bereiken. De brug - het corpus callosum - is immers niet meer functioneel. De reden waarom het object wél met de linkerhand kan worden aangewezen, is ook duidelijk. De motorcortex die deze hand aanstuurt, ligt in de rechterhersenhelft: de zijde waar de visuele informatie aangekomen is. Om het object te kunnen pakken, hoeft de informatie enkel van de visuele gebieden naar de motorische gebieden in dezelfde hersenhelft te reizen - en die verbindingen zijn nog gewoon intact.

Dit fantastische experiment spreekt tot de verbeelding van iedereen die geïnteresseerd is in de werking van het brein en terecht mocht Sperry in 1981 een Nobelprijs ophalen. De proef was simpel, zuinig, elegant en zegt veel over de organisatie van onze hersenen. Dat deze patiënten doorgaans geen of weinig problemen ervaren, komt doordat ze onder gewone omstandigheden met twee ogen kijken en hun hoofd kunnen bewegen, zodat alle informatie in beide hersenhelften wordt gerepresenteerd.

'HET ONDERZOEK VAN GOODALE EN MILNER LAAT ZIEN DAT GEDRAG ALS OBSERVEERBAAR RESULTAAT VAN HERSENPROCESSEN OOK PROBLEEMLOOS KAN ZIJN ZONDER BEWUSTZIJN.'

Toch zou het verhaal niet zo leuk zijn als er geen spannende bijkomstigheden te melden waren. Zo gaven sommige *split-brain* patiënten aan het gevoel te hebben dat er een soort onenigheid bestond tussen beide hersenhelften. De linkerhand selecteerde andere kleren uit de kast dan de rechterhand. Zoiets is koren op de molen van wetenschappers die het 'bewustzijn' als studieonderwerp hebben. Een vraag naar de locatie van het 'ik'-gevoel. Deze discussie over de locatie van het 'ik' is thans erg actueel. Het gaat dan over de vraag welke informatie we bewust ervaren en welke onbewust blijft. Het feit dat de patiënt een voorwerp niet kan benoemen, maar wel aanwijzen, geeft immers aan dat de informatie wel beschikbaar is en dat er zo nodig iets mee gedaan kan worden.

In het boek *Sight Unseen. An Exploration of Conscious and Unconscious Vision* gaan Melvyn Goodale en David Milner vooral in op dit verschil en ze gebruiken daarvoor - zoals het neuropsychologen betaamt - uitzonderlijke gevallen. Hoewel ook ik smul van casestudies, ben ik vanuit wetenschappelijk perspectief niet de grootste fan van dit soort onderzoek: de spannendste patiënten zijn bijzonder zeldzaam en de vraag is of je bevindingen op basis van observeerbaar gedrag van een enkeling mag generaliseren naar een populatie. Ook moet je rekening houden met de ervaringen die de sufgeteste patiënten opbouwen. GY, een van de beroemdste laesiepatiënten en graag geziene proefpersoon, wordt de hele wereld overgevlogen, maar weet intussen meer van zijn kwaal dan de gemiddelde neuropsycholoog. Er zijn vernuftige experimenten nodig om zeker te weten dat hij niet antwoordt wat hij denkt te moeten antwoorden.

Omdat wetenschappers grote naam kunnen maken met het beschrijven van extreme gevallen, schermen ze hun vondst bovendien vaak af van collega's en de buitenwereld. Denk bijvoorbeeld aan Genie, het meisje dat bijna tot haar dertiende jaar zat opgesloten in een klein kamertje en door de afwezigheid van andere mensen nooit had leren spreken. Het gesjoemel met Genie heeft ertoe geleid dat ze niet meer door wetenschappers gevolgd kan worden, terwijl zij toch antwoorden had kunnen geven op zeer fundamentele vragen. Vragen die experimenteel-psychologen om ethische redenen maar moeilijk kunnen beantwoorden met gewone proefpersonen. Ook problematisch wordt het als patiënten tijdens latere testsessies een ander dan het oorspronkelijk geschetste profiel laten zien. Hoewel ook de patiënt in de studie van Goodale en Milner zich mettertijd (gelukkig) gedragsstrategieën heeft eigen gemaakt, en daarmee minder controleerbaar is geworden, is het boek bewonderenswaardig.

De inhoud ervan is opgehangen aan met name één - intussen beroemde - patiënt, Dee (Fletcher). Dee kwam in 1988 naar het toenmalige lab van de beide onderzoekers in St. Andrews. Ze was midden dertig, had als gevolg van een koolmonoxidevergiftiging een hersenbeschadiging opgelopen en leek vooral visuele problemen te hebben. Zo herkende ze haar moeder niet. Alleen wanneer die sprak, was herkenning mogelijk op basis van stemgeluid.

Het verhaal van Dee wordt prachtig (en spannend) ingeleid met tot de verbeelding sprekende experimenten. Zo blijkt dat Dee geen vormen kan waarnemen. Een lijntekening van een appel kan ze niet benoemen. Als haar gevraagd wordt een appel na te tekenen, mislukt dat jammerlijk, met als resultaat een paar lijntjes die veel meer op een vierkantje lijken. Een volgende vraag is dan of ze überhaupt nog een representatie van een appel in haar brein heeft. Dat blijkt wel het geval te zijn. Als Dee gevraagd wordt een appel te tekenen op basis van in haar geheugen opgeslagen informatie, is het resultaat bevredigend. Dee werd gediagnosticeerd met *visuele vorm agnosie*. De verstikking had selectief haar bewuste ervaring van de visuele wereld aangetast, met name haar vermogen om vormen waar te nemen. Op zich was dit niet zo nieuw, er waren meer van dit soort patiënten beschreven, zelfs voor de tijd van Freud. Maar het leuke (voor de wetenschapper) moest nog komen.

Dee kan dus geen objecten of mensen herkennen op basis van de vorm (ze ziet overigens wel kleuren en

kennelijk was het voor haar niet moeilijk om een van de collega's van Goodale en Milner te herkennen aan zijn in vele kleuren geverfde haar). Dee kan evenmin vertellen of de experimentator een pen horizontaal, verticaal of op een andere wijze omhooghoudt. Als een buitenstaander bij dit soort experimenten aanwezig zou zijn, kan deze enkel tot de conclusie komen dat de proefpersoon stekeblind is. Maar als de wetenschappers Dee vragen om de pen te pakken, doet ze dat toch op dezelfde manier als gezonde proefpersonen. Ze kan de oriëntatie van de opening van een brievenbus niet aangeven, maar zal een brief op de juiste manier door de gleuf laten glijden als zij die er zelf in mag stoppen. Sterker, tijdens een wandeling in de Schotse heuvels kostte het Dee geen enkele moeite om een pad in een dicht dennenwoud op eigen kracht te bewandelen. Ze struikelde niet en botste nergens tegenop. Mijn Utrechtse collega Chris Dijkerman, die enige tijd in St. Andrews werkte, zag Dee na een etentje in huize Milner de tafel afruimen, inclusief de transparante glazen. Niets wees erop dat zij visuele problemen had.

De verrassende bevinding was dus dat er een verschil bestaat tussen wat Dee als informatie bewust ziet en het aansturen van bewegingen op basis van diezelfde informatie. De gegevens zijn wel aanwezig in haar brein, maar worden niet bewust ervaren in de zin dat Dee ze bewust kan zien en beschrijven. Maar dat wil niet zeggen dat deze informatie ongebruikt blijft. Het lijkt erop dat het brein beschikt over twee systemen: het ene is verantwoordelijk voor hetgeen we zien en dus voor het opbouwen van bewuste perceptuele representaties; het andere houdt zich bezig met de controle over onze acties. Van dit laatste systeem zijn we ons niet bewust.

'ZOALS IN BIJNA ELK HANDBOEK, HOUDT OOK GREGORY VAST AAN DE OUDE VERKLARING. HET IS FRAPPANT, MAAR SLEUTELN AAN MAKKELIJKE VERKLARINGEN, OOK AL ZIJN ZE FOUT, GEBEURT ZELDEN IN HANDBOEKEN.'

Om een goed bewijs voor het bestaan van de twee systemen te krijgen, is het van belang een patiënt te vinden die het tegenovergestelde patroon laat zien: intacte bewuste visuele waarneming, maar problemen met controle over acties. Deze patiënten bestaan en hun aandoening heet *optische ataxie*. Ze geven een goede beschrijving van een voorwerp, maar gaan in de fout als ze een objectgerelateerde actie moeten ondernemen. Sommige patiënten zijn bijvoorbeeld prima in staat een brievenbus te beschrijven, maar kunnen een envelop niet op de juiste manier in de gleuf stoppen.

Hoewel zo'n *dubbele dissociatie* niet geldt als sluitend bewijs, is het momenteel meer dan geaccepteerd dat ons visuele systeem verschillende verwerkingspaden gebruikt, elk met zijn eigen specialisaties. De discussie over parallelle paden heeft vooral de jaren negentig van de vorige eeuw gedomineerd. Momenteel ligt de nadruk op bewuste en onbewuste processen in het brein, getuige ook de titel van het boek van Goodale en Milner. Zoals Wim van de Grind in *De Academische Boekengids # 49* al aangaf, is er een *quest for consciousness* gaande. Meer en meer dringt door dat niet alles *beseft* hoeft te worden. Een groot deel van onze hersenprocessen gaat aan onze bewuste waarneming voorbij.

Goodale en Milner maken onderscheid tussen het dorsale pad dat via gebied V1 naar de pariëtaalkwab loopt en het ventrale pad dat zich, ook via V1, een weg baant naar de temporaalkwab. De laatste route zou verantwoordelijk zijn voor onze bewuste waarneming. Het is het pad waar vorm en kleur worden verwerkt. Dit geeft aan dat Dee een heel specifiek probleem heeft. Immers: kleuren neemt ze wel waar. Ze gebruikt de informatie over vorm ook, anders zou ze nooit in staat zijn om dingen op te pakken, laat staan een tafel af te ruimen.

Het onderzoek van Goodale en Milner laat zien dat gedrag als observeerbaar resultaat van hersenprocessen ook probleemloos kan zijn zonder bewustzijn. Maar er is wel een verschil met de *split-brain* patiënt. Deze heeft een probleem met het versturen van informatie, terwijl de patiënt van Goodale en Milner een probleem heeft met het verwerken van informatie binnen een gebied.

Vanuit dit 'kapotte gebied perspectief' lijkt het fietsen van de Canadese jongeman zonder visueel gebied V1 te verklaren. Wanneer gebied V1, als tussenstation naar de temporaalkwab, niet meer werkt, dan zullen ook de gebieden die verantwoordelijk zijn voor het verwerken van vorm geen input krijgen. Hebben we daarmee niet een tweede patiënt als Dee? Het antwoord is nee. V1 stuurt namelijk ook informatie naar het dorsale pad. Dit pad is bij Dee nog intact en op basis daarvan kan zij actiegerelateerd gedrag vertonen. Nu bestaat het verschijnsel *blindsight*, dat wellicht aanknopingspunten biedt voor een verklaring van de toestand van de fietsende jongen. Patiënten met een V1 laesie zeggen niets te zien in het kapotte deel van hun gezichtsveld. Toch is er duidelijke evidentie dat ze boven kansniveau scoren wanneer ze een waarnemingstaak moeten verrichten, terwijl ze aangeven te gokken. De voorgestelde verklaring van dit 'blinde zien' is het bestaan van een oud pad door een structuur die de *superior colliculus* heet. Deze structuur heeft weer connecties met het dorsale pad. Kennelijk komt via deze route nog zoveel informatie binnen dat zelfs actiegerelateerde taken als fietsen mogelijk zijn.

Boeken als *Sight Unseen* zijn niet alleen belangrijk om de geschoolde lezer een toegankelijk *state of the art* overzicht te geven van een onderzoeksveld, ze zijn ook van groot belang voor progressie in de wetenschap. Jonge onderzoekers krijgen in een beknopt aantal pagina's prachtige experimenten voorgeschoteld en vooral uitgelegd waarom deze experimenten op dat moment nodig waren om tot nog meer inzicht te komen.

Dit lijkt in strijd met de huidige rage om vooral grote, dikke overzichtswerken te publiceren. Alle

sleuteluitgevers in mijn vakgebied bieden titels aan als *The Foundations of...; The [‘uitgever’] Encyclopaedia of...* Persoonlijk heb ik niet zoveel met deze meestal onder redactie totstandgekomen overzichtspillen. Ze bevatten vaak een compilatie van oud en bekend werk, ooit uitgevoerd door de vele schrijvers van de vele hoofdstukken: veel informatie in een klein bestek, in een bij voorbaat te duur boek. Een boek zonder mooie inleidingen en overgangen, de lijn die het boek van Goodale en Milner zo kenmerkt.

Richard Gregory (Londen, 1923) fungeert al sinds jaar en dag als lijn voor ons waarnemingswetenschappers. In 1977 vond hij dat het tijd werd voor een snel en toegankelijk overzicht in de vorm van een soort encyclopedie. In 1987, na veel ingangen zelf te hebben geschreven, werd de eerste editie van zijn *Oxford Companion to the Mind* uitgegeven. Het is verassend dat er pas nu, zeventien jaar later, een tweede editie ligt. Als we alle andere overzichtsboeken moeten geloven, heeft het veld zich immers exponentieel ontwikkeld (wat er dan ook op de y-as mag staan).

Een encyclopedie is niet bedoeld om bladzijde voor bladzijde door te nemen, maar vooral om te raadplegen. Uiteraard kijkt een recensent eerst naar de beschrijving van de eigen specialisatie. Nu is het bekend dat wetenschappers veel goed vinden, zolang het maar niet over hun eigen specialisatie gaat. Ook ik ben een mens. Blij met in ieder geval een citaat, zocht ik naar wat het boek te vertellen heeft over een van de oudste illusies, ‘de watervalillusie’, ook wel het *bewegingsna-effect* genoemd. Als je een tijdje gefixeerd naar een waterval hebt gekeken en vervolgens naar iets stationairs kijkt, zoals de rotsen naast de waterval, dan lijken deze omhoog te bewegen. Deze illusie, ooit al beschreven door Aristoteles, werd in de jaren zestig van de vorige eeuw elegant en simpel verklaard met het ‘ratiomodel’, dat uitgaat van een koppeling tussen bewegingsensoren voor tegengestelde richtingen. Als je naar een waterval hebt gestaard, zie je daarna een beweging naar boven doordat de sensoren die coderen voor opwaartse beweging nu relatief een hogere activiteit hebben. Dit komt doordat de voor neerwaartse bewegingsinformatie verantwoordelijke sensoren minder vuren dan ze normaal spontaan zouden doen: ze zijn door het verwerken van de informatie moe geworden. Maar vanaf de jaren tachtig zijn er verschillende studies geweest die duidelijk aantonen dat deze elegante verklaring fout moet zijn. Het nieuwe model gaat uit van een weging van activiteit van de sensoren die coderen voor alle richtingen, niet enkel tegengestelde. Als we bijvoorbeeld een tweede waterval over de beschreven waterval plaatsen en die van links naar rechts laten bewegen, is er een na-effect zichtbaar in de richting die tussen de twee verwachte - opwaarts en naar links - richtingen ligt.

Zoals in bijna elk handboek, houdt ook Gregory vast aan de oude verklaring. Het is frappant, maar sleutelen aan makkelijke verklaringen, ook al zijn ze fout, gebeurt zelden in handboeken. Dat is het grote verschil met publicaties als *Sight Unseen*. Dat is bijzonder gedetailleerd, toont het waarom van de experimentele kneepjes en geeft daarmee een overzicht van de chronologie van kennisvermeerdering. Het enige risico dat de wetenschap loopt, is dat Gregory het elegant en daarmee wellicht te simpel samenvat.

Ondanks deze kritiepunten hoort ook Gregory’s boek binnen het handbereik van iedere geïnteresseerde wetenschapper te liggen; met name voor het raadplegen van termen, niet om een gedegen overzicht te krijgen à la Goodale en Milner. Maar ik durf hier wel te stellen dat *The Oxford Companion to the Mind* - zeker door collega’s die college geven - met grote regelmaat geraadpleegd zal worden en dat lijkt bij de dikke overzichtswerken minder voor te komen. Die blijven kastvulling.

Frans Verstraten is hoogleraar psychologische functieleer aan de Universiteit Utrecht.

Besproken boeken:

SIGHT UNSEEN. AN EXPLORATION OF CONSCIOUS AND UNCONSCIOUS VISION
door **Melvyn Goodale en David Milner**.
Oxford University Press. Oxford 2004.
135 pag., € 26,55

THE OXFORD COMPANION TO THE MIND
door **Richard L. Gregory (red.)**.
Oxford University Press. Oxford 2004 (1ste editie 1987).
1004 pag., € 66,60