

Langs de Amazone van de neurowetenschappen, van oorsprong tot stroomversnelling in de 21e eeuw

Han F.A. Diesfeldt

Kees Brunia – Het brein van farao tot fMRI. Een fenomenale ontdekkingsreis. Delft, Eburon, 2015. ISBN: 978 90 5972 936 0

In de afgelopen eeuw verdubbelde de productiviteit van hersenonderzoekers elke tien jaar. Die exponentiële groei brengt ons nu bij gigantische internationale onderzoeksprojecten zoals *Human Connectome*, dat stukje bij beetje de verbindingen tussen de zenuwcellen in de hersenen zichtbaar gaat maken. De omslag van dit tijdschrift laat er een voorbeeld van zien. Naast dit hersencartografische project begon in 2013 een minstens zo groot-schalige onderneming die in beeld gaat brengen wat er precies gebeurt in de complexe neurale netwerken tijdens mentale activiteiten. Door ontwikkelingen in de computertechnologie komt ook de nabootsing van een werkend menselijk brein, een *brain-on-a-chip*, binnen bereik.

Om de stortvloed van data die deze ontwikkelingen hebben opgeleverd enigszins begrijpelijk te maken, zijn verhalen nodig. Verhalen die duidelijk maken welke weg de mensheid heeft afgelegd om het moderne hersenonderzoek mogelijk te maken en wat op het ogenblik de grote vragen zijn die dat onderzoek probeert te beantwoorden.

In zijn recente boek *Het brein, van farao tot fMRI*, vertelt Kees Brunia, emeritus hoogleraar fysiologische psychologie aan de Universiteit van Tilburg, dat verhaal op een wel zeer aansprekende wijze. De acht hoofdstukken zijn typografisch

schitterend verzorgd en rijk geïllustreerd, niet alleen met tal van historische foto's, maar ook met glasheldere neuroanatomische tekeningen in kleur, die Rogier Trompert speciaal voor dit werk maakte.

Zoals de titel doet vermoeden, vertelt het boek de geschiedenis van de neurowetenschappen, vanaf het vroegste begin tot aan de moderne tijd. Bovendien zijn de laatste 150 bladzijden een boeiend verhaal over de neuropsychologie van motoriek en doelgericht gedag, bewustzijn, intermenselijke communicatie, sociaal gedrag en de menselijke belevingswereld. Daarbij is de auteur royaal met voorbeelden uit het dagelijks leven en de kliniek (hij praktiseerde jarenlang als neuroloog).

Door het boek heen, en vooral in hoofdstuk 6 ('Brein, beweging en nog meer') valt Brunia's vroege fascinatie voor het motorisch systeem te herkennen, die destijds uitmondde in zijn proefschrift (*Alertheid en de veranderingen van de achillespees- en Hoffmannreflex*, 1970). Alle gedrag is uiteindelijk motoriek. Dat geldt niet alleen voor bewegen als zodanig, maar ook voor emoties en cognitieve functies. Zij krijgen immers betekenis in motorische expressies, zoals lichaamstaal, gebaar, en gesproken of geschreven woord. Ook lezen zou zonder oogbewegingen onmogelijk zijn.

Het verhaal over brein en beweging laat in de hoofdstukken 7 en 8 niet na te benadrukken wat de hersenen voor ons doen: een leefbare wereld creëren waarin waarneming en beweging naadloos in elkaar overvloeien, waarin mensen en dingen herkend kunnen worden, voorwerpen gehanteerd en de mens tegelijk *homo sapiens* en

H.F.A. Diesfeldt (✉)
Putten, Nederland
e-mail: h.diesfeldt@outlook.com

homo faber kan zijn. De eenheid van waarneming en beweging wordt in de hersenen op tal van niveaus gerealiseerd. In de prefrontale schors wordt de initiatie van ons gedrag georganiseerd, in communicatie met de basale ganglia, de kleine hersenen en diverse structuren in de hersenstam. Neurale netwerken in de prefrontale schors bepalen de waarde die dingen of mensen voor ons hebben, en zorgen voor motivatie en concentratie op wat we waarnemen en doen. De eenheid van waarneming en beweging is echter ook op andere niveaus terug te vinden, zoals in de primaire motorische en sensorische hersenschors, in de spinale reflexkringen en uiteindelijk zelfs op het niveau van individuele zenuwcellen. In de premotorische cortex van het apenbrein zijn neuronen gevonden met een visuomotorische functie. Zij vuren wanneer het dier een voorwerp pakt of er alleen maar naar kijkt. In de pariëtale schors vinden we visuomotorische en visueel dominante neuronen, naast motorisch dominante neuronen. De laatste zijn niet actief wanneer het dier kijkt, maar vuren zodra het dier iets gaat pakken. Het oude adagium: de voorzijde van het brein is motorisch, de achterzijde sensorisch, is een grove simplificatie. Bewegen en waarnemen vormen een geheel, een eenheid die mede wordt gerealiseerd via zenuwcellen in de premotorische en pariëtale cortex.

Dat het motorisch systeem een middel is om zelf bewegingen te maken, is een gemakkelijk te aanvaarden uitspraak. Maar het neurowetenschappelijk onderzoek heeft aan het motorische brein een sociale functie toegevoegd. Dat begon met de ontdekking van neuronen in de premotorische cortex van het apenbrein, die niet alleen vuren wanneer het dier zelf een beweging maakt, maar ook wanneer het een ander dier zo'n beweging ziet maken. De ene zenuwcel doet de andere na, spiegelt het gedrag van de ander, de term 'spiegelneuronen' was geboren. Ook de spiegelneuronen zijn een voorbeeld van cellen die sensorische en motorische activiteit combineren. Hun werkzaamheid is met fMRI en transcraniële magnetische stimulatie bij mensen aangetoond, niet alleen in de primaire motorische cortex, maar ook in het gebied van Broca. Handelingen van een ander begrijpen, berust op simulatie van het geobserveerde gedrag in ons eigen brein. Wij activeren dezelfde structuren in onze hersenen die actief zijn bij degene die we iets zien doen. Dit is het begin van een mogelijk sociaal contact. Ook bij emoties werkt dat zo. Of we de emotie zelf ondergaan, of dat we deze herkennen bij een ander, het zijn dezelfde breinstructuren in de *cortex cingularis anterior* en de *insula* die actief worden. Door de spiegel functie van het brein neemt de toeschouwer de expres-

sie (bijvoorbeeld de gezichtsuitdrukking) van de ander over. De daarmee gepaard gaande veranderingen van het autonome zenuwstelsel treden vervolgens ook in het eigen lichaam op. Dit is in grote lijnen hoe empathie werkt, mijn innerlijke wereld wordt toegankelijk voor de ander.

De moderne inzichten die Brunia weergeeft, hebben een eeuwenlange historische aanloop. De huidige kennis van de hersenen vloeit voort uit vroege ontwikkelingen in de anatomie, natuurkunde en de levenswetenschappen, zoals biologie, fysiologie en biochemie. Deze ontwikkelingen worden gepresenteerd in de eerste vijf hoofdstukken. Een eerste bewijs voor het bestaan van een sensomotorische lus over de hersenschors is niet eens zo oud, en werd pas gevonden in 1984. Dat is 150 jaar na de ontdekking (in 1833) van de spinale reflexkring, toen duidelijk werd dat prikkeling van de achterwortel een spiercontractie tot gevolg had. Daaraan vooraf ging, in 1811, de ontdekking dat er vezels waren waarlangs berichten het ruggenmerg in- en uitgaan. Voor die tijd waren er alleen maar vermoedens van het bestaan daarvan, zoals genoteerd door Unzer in 1771. Hij beschreef opstijgende en afdalende banen, 'die contact maken met de periferie van het lichaam: ze gaan naar spieren of komen uit de zintuigen'. Dit alles weer honderd jaar nadat Jan Swammerdam in 1666 de vlindervormige figuur en andere anatomische eigenschappen van het ruggenmerg van kikkers had beschreven en getekend.

Dat sensorische vezels die het ruggenmerg binnengaan contact maken met de motorische cellen in de voorhoorn werd pas aannemelijk gemaakt in 1888. In 1906 werd begrepen hoe dat gebeurde door de ontdekking van de synaps, de contactplaats tussen twee zenuwuitlopers of tussen zenuw en spier. Dat de prikkeloverdracht niet alleen een elektrisch, maar ook een biochemisch fenomeen is, werd in 1921 achterhaald door de ontdekking van neurotransmitters.

Een geschiedenis van de hersenwetenschappen kan er niet omheen dat de hersenen deel uitmaken van het lichaam en daarmee in voortdurende wisselwerking zijn. De ontdekking door Harvey in 1628 dat het bloed in het lichaam rondloopt door de spierkracht van het hart en een bloedvatstelsel met venen, arteriën en kleppen maakte een eind aan de vigerende verklaring die nog stamde uit de tijd van Galenus in de tweede eeuw van onze jaartelling. 'De golfslag van het bloed voorziet de weefsels van voedingsstoffen, het bloed blijft heen en weer stromen door de vaten. Het pneuma uit de longen bereikt het linker hart en wordt daar vermengd met het bloed dat vanuit het rechter hart door de wand passeert. Daar ontstaan de *spiritus vitales* die in golven de organen

bereiken en ze levend houden', *dixit* Galenus. Harvey dreef in de 17e eeuw niet alleen de 'geesten' uit het hart, maar maakte de geest ook rijp voor de ontdekking van een andere kringloop, in het zenuwstelsel, tussen hersenen en spieren.

Brunia situeert, in navolging van andere geschiedschrijvers, het begin van de neurowetenschap in Egypte, nu vijfduizend jaar geleden. In geschriften uit die tijd wordt de term 'hersenen' gebruikt. Bij beschadiging van de hersenen worden er motorische stoornissen gevonden. Er worden halfzijdige verlammingen opgetekend.

Vervolgens gaan er duizenden jaren voorbij voordat, vijf eeuwen voor onze jaartelling, Hippocrates zijn verlichte denkbeelden over epilepsie noteerde. Weer vijfhonderd jaar later doet Galenus, lijfarts van verschillende Romeinse keizers, van zich spreken. Daarna blijft het opnieuw meer dan duizend jaar stil; het zijn de *dark ages* van de levenswetenschappen, waarin pas met de *Zeven boeken over de bouw van het menselijk lichaam* van Andreas Vesalius (1543) een kentering komt. De 17e eeuw is in het boek met ruim tien natuurwetenschappelijke hoogtepunten vertegenwoordigd (Harvey, Descartes, Swammerdam, Stensen, Van Leeuwenhoek), evenals de 18e eeuw (Toricelli, Boerhaave, Galvani, Volta). In de 19e eeuw groeit de natuur- en neurowetenschappelijke kennis al zeer sterk, om in de eeuw daarna te 'exploderen'.

Is geschiedenis droog en saai? Dat hangt helemaal af van de verteller. Kees Brunia is de (geschiedenis)leraar die elke leerling of student zich zou wensen. Ook na zijn emeritaat, trekt hij met voordrachten over hersenwetenschap en neuropsychologie volle zalen en hangen toehoorders vanuit diverse professionele achtergrond aan zijn lippen. Zijn recente boek is onder meer de vrucht

daarvan. Brunia selecteert voor ons de belangrijkste feiten en maakt duidelijk, zonder te hoeven speculeren, hoe nieuwe inzichten hun steun vinden in wetenschappelijke bevindingen. Het boek combineert aantrekkelijke geschiedschrijving met filosofische bespiegeling en modern neuropsychologisch inzicht, en verschilt daarin van ander werk, dat uitsluitend de focus legt op de geschiedenis van de (neuro)wetenschap.

De nog altijd voortgaande, exponentiële kennisgroei is vooral het gevolg van steeds betere en in toenemende mate verfijnde onderzoekstechnieken. We weten steeds nauwkeuriger welke hersenstructuren en functies onze gedachten en gevoelens, ons gedrag mogelijk maken. Wat we echter niet weten of begrijpen is hoe die 'heksenketel van elektrochemische activiteit' in de hersenen gedachten en gevoelens voortbrengt. Voelen en denken zijn ongrijpbare, immateriële functies, die zonder hersenen niet kunnen bestaan. Maar het is nog altijd niet wetenschappelijk uit te leggen hoe bijvoorbeeld de sensatie en mededeling 'lekker weertje vandaag' uit de activiteit van het brein oprijst. Deze grootste wetenschappelijk uitdaging heeft de mens na drieduizend jaar filosoferen en technologische ontwikkeling niet onder de knie. Sommigen denken dat het moet kunnen, daar hebben we toch juist onze hersenen voor? Anderen, Kees Brunia inclusief, zijn er minder gerust op. Straks kunnen we alles zien, de horizon van onze kennis schuift steeds verder op, maar de 'heilige graal', het ultieme inzicht in de relatie materie en geest, ligt erachter, inherent onbereikbaar. Een contrast om over na te denken, een intellectueel geschenk, waarin de groeidiament van dit boek culmineert.

