

Publicaties van de Raad voor Geesteswetenschappen nr. 7

Eerder verschenen in deze serie:

1. *Het hemd is nader dan de rok. Zes voordrachten over het eigene van de Nederlandse cultuur.* (1991)
2. *De moderniteit van de Oudheid. Zes voordrachten over de Klassieke Oudheid en de moderne wetenschap.* (1992)
3. *De toekomst van de vooruitgang. Vier voordrachten over bibliotheken, boeken en computers.* (1995)
4. *Vreemde gasten. Deconstructie en cognitie in de geesteswetenschappen.* (1998)
5. *Geschiedenis op school. Zes voordrachten over het geschiedenisonderwijs.* (1998)
6. *Literatuur op school. Zeven voordrachten over het literatuuronderwijs.* (2000)

Interdisciplinariteit in de geesteswetenschappen

Een essay en acht voordrachten over de mogelijkheden
en onmogelijkheden van interdisciplinair onderzoek
in de geesteswetenschappen
door

J.J.A. Mooij
Palmyre Oomen
Bram van de Beek
Peter Hagoort
Pieter Muysken
Albert Visser
Ginette Verstraete
Thijs Pollmann
Dick van Halsema

onder redactie van Koen Hilberdink

Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen
Amsterdam, 2003

Interdisciplinariteit in de geesteswetenschappen

Een essay en acht voordrachten
over de mogelijkheden en de
onmogelijkheden van
interdisciplinair onderzoek
in de geesteswetenschappen

J.J.A. Mooij
Palmyre Oomen
Bram van de Beek
Peter Hagoort
Pieter Muysken
Albert Visser
Ginette Verstraete
Thijs Pollmann
Dick van Halsema

Onder redactie van
Koen Hilberdink

De verlovings tussen neurowetenschap en psychologie

Het onderwerp van de conferentie waarop deze bundel is gebaseerd, betrof de relatie tussen psychologie, neurologie en taalkunde. In de bijdrage van Pieter Muysken staat de vraag centraal hoe de taalkunde zich verhoudt tot aanpalende wetenschapsgebieden. Ik zal mij in deze bijdrage vooral richten op de relatie tussen psychologie en neurologie.

Alvorens in te gaan op die relatie wil ik eerst het terrein van de neurologie en psychologie verder afbakenen. Neurologie staat doorgaans voor het vakgebied of medisch specialisme dat zich met aandoeningen van het centrale zenuwstelsel bezighoudt. Daarom gaat het mij hier niet in eerste instantie. Fundamenteeler is de relatie tussen psychologie en neurowetenschap, waarvan de neurologie een onderdeel is. Neurowetenschap staat voor kennis van en onderzoek naar de hersenen, van het moleculaire en cellulaire niveau tot en met het niveau van geïntegreerde neurale systemen. Daarnaast hebben we de psychologie.

Psychologie is de wetenschap van het mentale leven, een definitie van de beroemde psycholoog George Miller waarin ik mij heel wel vinden kan. Onze mentale huishouding bestaat uit een aantal cognitieve en emotionele vaardigheden. Een centrale vraag in de psychologie is hoe het complexe samenstel van cognitieve en emotionele vaardigheden waarover wij beschikken is opgebouwd. Allereerst een illustratie van wat ik daarmee bedoel.

Als ik Peter Struyckens puntenwolk op een postzegel van 39

eurocent op uw netvlies projecteer, bent u in staat deze visuele informatie als een gezicht te zien, bovendien daarin het gezicht te herkennen van onze vorstin, de naam die bij het gezicht hoort uit het geheugen op te halen, de gevoelens die ze bij u oproept in woorden aan anderen mee te delen, et cetera.

Waarneming, geheugen, aandacht, taal, het plannen en uitvoeren van beweging, emotie, bewustzijn, het zijn even zo vele woorden voor uiterst complexe processen die zich bij voortdurende in onze hersenen afspelen. Het totaal en samenspel van al deze processen is wat wij onder geest (*mind* in het Engels) of mentaal leven verstaan. Grotendeels spelen deze processen zich in de kelders van de geest af. Dat wil zeggen, we hebben geen bewuste toegang tot de machinerie van ons mentale leven. Introspectie is als wetenschappelijke methode dan ook weinig vruchtbaar gebleken. Fundamentele psychologische kennis is vandaag de dag grotendeels gebaseerd op resultaten verkregen in experimenteel onderzoek dat op een natuurwetenschappelijke leest geschoeid is.

Via vaak ingenieuze experimenten is in het psychologisch laboratorium inzicht verkregen in de wijze waarop mentale processen verlopen. Zo hebben we bijvoorbeeld in de laatste decennia een steeds nauwkeuriger beeld gekregen over hoe de visuele patronen op dit papier ertoe leiden dat u deze als letters en woorden herkent en die tot een betekenisvolle interpretatie samensmeedt. De hele cascade van processen die daarbij een rol speelt, laat zich samenvatten in de cognitieve architectuur van lezen, een soort bouwtekening van het leesproces. Soortgelijke blauwdrukken zijn te geven voor visuele waarneming, het ophalen van informatie uit het geheugen, het sturen van aandacht, et cetera.

Met de komst van de computer ontstond de mogelijkheid de genoemde cognitieve functies te simuleren. Het grote voordeel van computermodellen is dat ze de ontwerper dwingen heel expliciet te zijn over de wijze waarop de daarin opgeslagen informatie is gerepresenteerd en wordt verwerkt. Vage concepten leiden nu eenmaal niet tot een werkend computermodel. Een computationeel expliciete theorie over cognitie ontmaskert de ontbrekende elementen die zich in een louter verbale theorie gemakkelijk aan de waarneming onttrekken.

Tevens vormen werkende computermodellen voor patroonherkenning, redeneren, taalproductie, et cetera veelal een nuttige heuristiek voor onderzoek naar menselijke cognitie. Als de ingenieur een oplossing voor een bepaald probleem bedacht heeft, kan het de moeite waard zijn om na te gaan of Moeder Natuur niet 'per ongeluk' van dezelfde truc gebruikgemaakt heeft.

Dit laatste is echter geenszins gegarandeerd. De menselijke geest is niet op de tekentafel van een meesterontwerper tot stand gekomen, maar in een evolutionair selectieproces, waarvan een opeenstapeling van niet-optimale oplossingen voor lokale overlevingsproblemen de uitkomst is. Daarmee zijn we aanbeland bij de neuropsychologie.

De grondgedachte van de neuropsychologie is dat de geest niet in de vrije ruimte zweeft, maar vast verankerd is in de hersenen. Dit is kort en bondig samengevat in het materialistisch adagium van Donders' vriend en tijdgenoot Jacob Moleschott (1822-1893): 'Zonder fosfor geen gedachten'.

In de context van de neuropsychologie laat dit zich vertalen in: zonder hersenen geen geheugen, taal, perceptie, emotie, bewustzijn; en al evenmin geloof, hoop en liefde. Het zijn de hersenen die in een lang proces van evolutionaire ontwikkeling hun huidige vorm hebben gekregen en daarmee de mogelijkhedenvoorwaarden voor de verschillende aspecten van menselijke cognitie realiseren. De neuropsychologie onderzoekt menselijke cognitie in relatie tot de evolutionair bepaalde organisatieprincipes van het brein. Daarbij wordt onder andere gepoogd na te gaan hoe de componenten van de cognitieve architectuur in de hersenen zijn geïnstantieerd. De neuropsychologie vormt een eerste schakel tussen neurowetenschap en psychologie.

HARDWARE VERSUS SOFTWARE

Het uitgangspunt van de neuropsychologie is echter geenszins vanzelfsprekend. Wie de geschiedenis van de psychologie bekijkt, ontdekt dat theorieën over onze mentale huishouding meestal bestonden uit analogieredeneringen met de op dat moment voorhanden zijnde, meest geavanceerde techniek. De freudiaanse theorie bijvoorbeeld ontleent haar inspiratie aan de

stonoemachine. Overdruk in het onbewuste ontsnapt in de vorm van versprekingen en dromen. Een recentere benadering in de psychologie vat de mens op als informatieverwerkend systeem. Deze gedachte is gebaseerd op een analogie met radio en radar, en kwam op na de Tweede Wereldoorlog. En in nog recentere tijden is de computermetafoor buitengewoon krachtig gebleken in de psychologie. Die metafoor wordt ook vaak gehanteerd als het gaat om een werkverdeling tussen psychologie en neurowetenschap.

Daarbij geldt de volgende overweging. Men hoeft geen dualist te zijn om de mening te hebben dat de relatie tussen de wetten van de psychologie en die van de neurowetenschap arbitrair zijn. Daarvan zijn andere voorbeelden te geven. De wetten van de economie bijvoorbeeld zijn vrijwel geheel onafhankelijk van de materie waaruit ons geld gemaakt is. Zo zou het ook kunnen zijn dat er geen transparante relaties bestaan tussen de wetten van de psychologie en de wetten van de neurobiologie.

Dit is vergelijkbaar met het verschil tussen de *hardware* en de *software* van een computer. In principe kun je computers maken van allerlei soort materiaal. Ongeacht of de schakelingen van de computer elektronisch, optisch of biologisch van aard zijn, kan daar een bepaald programma op gedraaid worden. De psychologie gaat in deze redenering over de mentale software. En hoe die eruitziet, hangt af van de programma-architectuur, maar niet rechtstreeks van de hardware. Voor de psychologie doet het er dus niet zozeer toe dat onze mentale huishouding in de *wet-zare* van de hersenen wordt gerealiseerd. We zouden in principe ook een computer kunnen bouwen die dezelfde mentale verschijnselen vertoont. Ook al geloven we dat de geest niet buiten de materie om kan bestaan, de afwezigheid van een duidelijke epistemologische relatie tussen hersenen en geest impliceert dat de wetten van het mentale leven niet kunnen worden afgeleid uit de wetten van zijn materiële substraat. Aldus kan men een dualistisch standpunt vermijden en tegelijkertijd handhaven dat psychologie en neurobiologie niets met elkaar te maken hebben. Deze opvatting staat bekend als het functionalisme. Bekende verdedigers van deze gedachte zijn onder anderen Hillary Putnam en Jerry Fodor.

Hoewel het functionalistische standpunt tot voor kort de psychologie gedomineerd heeft, begint het thans snel terrein te verliezen als gevolg van een aantal ontwikkelingen die de wetenschappelijke praktijk van de psychologie van tegenwoordig in toenemende mate zijn gaan bepalen. Laat ik er daarvan een tweetal noemen.

1. Onze kennis over moleculaire en cellulaire processen in het brein is de laatste jaren zodanig toegenomen dat nu veel directer relaties gelegd kunnen worden met cognitieve functies. Bijvoorbeeld is aangetoond dat bepaalde veranderingen op het niveau van de synapsen in het brein zouden kunnen samenhangen met geheugen. Dit verschijnsel staat bekend als LTP (*Long Term Potentiation*). Onder andere voor de ontdekking daarvan is in 2000 de Nobelprijs aan Eric Kandel toegekend. Een ander voorbeeld betreft de waarnemingspsychologie. In de eerste helft van de twintigste eeuw hebben de gestaltpsychologen een aantal wetten geformuleerd die verklaren hoe een waarnemer onder meer figuur en achtergrond van elkaar onderscheidt. Zonder problemen zijn we in staat een dalmatiër waar te nemen tegen een achtergrond van zwarte en witte vlekken. Hoe doen we dat? Recent neurowetenschappelijk onderzoek wijst erop dat bepaalde synchroniciteitspatronen in het vuurgedrag van de neuronen zouden kunnen verklaren hoe klassieke waarnemingsverschijnselen zoals de scheiding tussen figuur en achtergrond in de hersenen gerealiseerd worden.

Onlangs zijn in het brein van apen neuronen aangetroffen die niet alleen vuren wanneer de aap zelf een beweging maakt naar een doel (bijvoorbeeld een banaan), maar ook wanneer de aap een ander die beweging ziet maken. Dit suggereert dat het brein over een systeem zou kunnen beschikken dat de intenties van de ander allest door ze te 'vertalen' naar het eigen handeldingsdomein. Deze drie voorbeelden zijn met vele andere uit te breiden. De neurobiologie levert ons kortom steeds directere inzichten in de neurale bouwstenen van menselijke cognitie.

2. Technologische ontwikkelingen in de laatste decennia maken het mogelijk hersenactiviteit die samenhangt met cognitieve processen, te meten in het brein. Er is een hele serie hersenscanningstechnieken beschikbaar gekomen, die ons in staat stellen het gezonde brein te onderzoeken tijdens werk in uitvoering. Het gaat hier om technieken zoals MEG (Magneto-Encephalografie), PET (Positron-Emissie-Tomografie), fMRI (Functionele Magnetische Resonantie-Imaging), of (Optische Imaging). Elk van deze technieken berust op verschillende fysische principes en meet een eigen deelaspect van hersenactiviteit. Tezamen biedt het hele gamma aan moderne hersenscanningstechnieken inzicht in de temporele dynamiek en de ruimtelijke specificiteit (waar in het brein) van hersenactiviteit. Met behulp van dit instrumentarium kunnen we thans onder experimenteel gecontroleerde omstandigheden het intacte brein in werking zien tijdens spreken en luisteren, het ophalen van informatie uit het geheugen, het herkennen van het gezicht van onze vorstin, et cetera. Dit heeft geleid tot een ongekeerde explosie aan onderzoek naar de neurale verankering van mentale functies.

Als gevolg van deze ontwikkelingen zien we de psychologie en de neurobiologie naar elkaar toe groeien. Er zijn wetenschappelijke verenigingen ontstaan zoals de *Cognitive Neuroscience Society*, waarin psychologen en neurowetenschappers volop met elkaar interacteren. De *Society for Neuroscience* organiseert 's werelds belangrijkste jaarlijkse *meeting* op het gebied van de neurowetenschappen en trekt zo'n 25.000 onderzoekers. Ruim veertig procent daarvan heeft psychologie gestudeerd. En wie een tijdschrift als *Trends in Cognitive Sciences* leest, ziet hoezeer vandaag de dag kennis over het brein in de psychologie en de cognitiewetenschap is ingevlochten. De hedendaagse psychologie is in toenemende mate geneuronaliseerd. Wat de wetenschapsfilosofen er ook van mogen vinden, de wetenschappelijke praktijk is er een waarin psychologie en neurowetenschap feitelijk al druk bezig zijn de grenzen te slechten. Ook al blaft er hier en daar nog een hond, de karavansen van psychologen en neurowetenschappers trekken steeds meer met elkaar op.

Betekenen deze ontwikkelingen dat de psychologie gereduceerd wordt tot de neurobiologie?

Naar mijn oordeel geenszins. Een dergelijke vraag vooronderstelt een veel te statisch beeld van de kennisdynamica in de wetenschap. Verder is sprake van het ontstaan van een nieuw wetenschapsgebied waarin psychologie en neurowetenschap met elkaar vervlochten zijn. Dit vakgebied staat thans bekend als de cognitieve neurowetenschap.

Een dergelijke ontwikkeling is niet nieuw. Ook in het verleden zijn nieuwe wetenschapsgebieden ontstaan uit het samengaan van andere wetenschapsgebieden. Een bekend voorbeeld daarvan is het samengaan van de mendeliaanse klassieke genetica en de darwiniaanse evolutietheorie in de moderne synthese. Het is als met de drijvende eilanden in het Titicacameer. De interne kennisdynamiek fungeert als de onderstroom die de eilanden van psychologie, neurobiologie, biofysica en informatica naar elkaar toedrijft, grensoverschrijdingen mogelijk maakt en op dit moment de federatie van de cognitieve neurowetenschap vorm geeft. Daarin wordt de ene wetenschap niet gereduceerd tot de andere, maar ontstaan theorievorming en experimentatie waarin elementen uit de samenstellende wetenschapsgebieden met elkaar versmolten zijn.

Dit samengaan van psychologie en neurobiologie kan worden weergegeven in wat ik zelf omschrijf als de driehoek van de cognitieve neurowetenschap. Zonder expliciete analyse van cognitieve functies is onderzoek naar de onderliggende neurale architectuur gedoemd te mislukken. Tegelijkertijd leidt kennis over bouw en werking van de hersenen tot aanpassing en verfijning bij het specificeren van de cognitieve architectuur. Strikt scriptie modellen van informatieverwerking in de psychologie staan bijvoorbeeld op gespannen voet met het massieve parallelisme waarvan in het brein sprake is. Anderzijds doen bepaalde klassen van connectionistische modellen in de psychologie weer onvoldoende recht aan de relatieve functionele specialisatie in de cortex. Aangezien het bij het specificeren van de cognitieve en neurale architecturen vrijwel altijd om complexe systemen gaat, zullen computersimulaties nodig zijn om de consequenties

van gepostuleerde werkingsmechanismen door te rekenen en voldoende exacte voorspellingen te genereren. Het op elkaar betrekken van deze drie niveaus van analyse vormt de kern van cognitieve neurowetenschap.

DE VERLOVING TUSSEN NEUROWETENSCHAP EN PSYCHOLOGIE

Er is de laatste twee decennia een vruchtbare relatie ontstaan tussen psychologie en neurowetenschap. We zijn thans aangeland in een fase waarin hersenonderzoekers en onderzoekers naar cognitie voldoende vooruitgang hebben geboekt om elkaars kennis zinvol in het eigen onderzoek in te vlechten. De verloving is een feit. Op den duur zal deze verloving leiden tot een steeds grotere verwevenheid van de betrokken vakgebieden en een steeds verdergaande co-evolutie of zelfs integratie van theorieën op het gebied van hersenen en cognitie.

Of het aanstaande huwelijk tussen psychologie en neurowetenschap een gelukkig huwelijk zal zijn, is moeilijk te zeggen. Zeker is dat wetenschappelijk en maatschappelijk de hoop leeft dat doorbraken in onze kennis over hersenen en geest aanstaande zijn. Of en wanneer deze verwachting zal worden ingelost, is uiteindelijk niet voorspelbaar. Wat beleidsmakers en politici maar al te vaak vergeten, is dat beleid gebaseerd is op de kennis van vandaag, maar dat het in de wetenschap gaat om de kennis van morgen. Daarvoor geldt, zoals Popper heeft opgemerkt, dat we vandaag niet kunnen voorzien wat we pas morgen zullen weten. Wie de avontuurlijke reis van het wetenschappelijk onderzoek wil afdekken met een reisgarantie van de wetenschappelijke reisorganisaties, hij of zij zoek een andere baan.