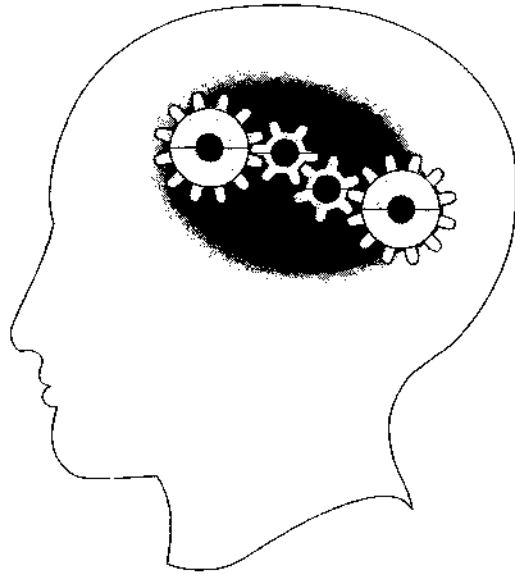


# BRAIN & MIND



dr. Peter Hagoort  
dr. Monica Meijsing

Meilezing '97

Retinisten Vereniging Veritas



### **Dr. Peter Hagoort**

Na voltooiing van het gymnasium studeerde Peter Hagoort (1954) biologie en psychologie aan de (toenmalige Rijks-) Universiteit Utrecht. Zijn studie in de psychologische functieleer voltooide hij aan de Katholieke Universiteit Nijmegen. In 1990 promoveerde hij aan deze universiteit op een proefschrift over de taalstoornissen bij afasiepatiënten. Daarnaast was hij oprichter en redacteur van Grafiet, een publicatiereeks op het gebied van de sociale wetenschappen, literatuur en beeldende kunst. In die hoedanigheid redigeerde hij o.a. *Geest, Computer, Kunst* (1986) en *Vensters op de Geest* (1989). Sinds 1990 is hij hoofd van het onderzoeksproject *Neurocognitions of Language Processing* op het Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek te Nijmegen. De centrale vragen in zijn onderzoek zijn die naar de cognitieve architectuur van het menselijk taalvermogen en de wijze waarop deze in het menselijk brein verankerd is. Behalve in wetenschappelijke publikaties en voordrachten, legt hij via de media de uitkomsten van zijn onderzoek met een zekere regelmaat voor aan een breed publiek.

### **Dr. Monica Meijnsing**

Monica Meijnsing, geboren in 1954 te Haarlem, studeerde psychologie en filosofie aan de Universiteit van Amsterdam. In 1986 promoveerde zij op het proefschrift *Mens of Machine? Het lichaam-geest probleem in de cognitieve psychologie*, aan de faculteit wijsbegeerte van de Katholieke Universiteit Nijmegen. Van 1986 tot 1991 werkte zij bij de afdeling cognitiewetenschappen aan deze universiteit en sinds 1990 is zij aangesteld als universitair docent bij de afdeling algemene ken- en wetenschapsleer aan de faculteit wijsbegeerte van de Katholieke Universiteit Brabant, in samenwerking met de afdeling algemene wetenschapsleer van de Katholieke Universiteit Nijmegen. Ze houdt zich bezig met thema's uit de filosofie van de psychologie en de philosophy of mind.

## ■ Zonder fosfor geen gedachten: Gagarin, geest en brein

**Peter Hagoort**

**Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek  
Nijmegen**

### **De Gagarin van deze tijd**

Nadat de timmermanszoon Joeri Aleksejevitsj Gagarin op die gedenkwaardige twaalfde April 1961 als eerste mens de kosmische verken had doorkruisd, werd hem bij terugkeer op aarde de vraag voorgelegd of hij op zijn anderhalf uur durende reis door het heelal God was tegengekomen. Zijn antwoord daarop was ontkenkend, de implicatie van dit antwoord dat gereede twijfel mogelijk was aan het bestaan van God.

De menselijke hersenen doen in complexiteit niet onder voor het heelal. In een ruimte ter grootte van een halve voetbal bevindt zich een microkosmos van meer dan honderd miljard zenuwcellen. Elk van die honderd miljard zenuwcellen heeft vele verbindingen met andere zenuwcellen, soms wel 15.000. Het totaal aantal verbindingen in dit netwerk van zenuwcellen heeft dan ook astronomische dimensies. Deze microkosmos met een gewicht van amper tweeënehalf pond stelt ons in staat wetenschap, techniek en kunst voort te brengen. Behalve dat kunnen we ook voor meer dagelijkse, maar bij nadere beschouwing ongehoord complexe bezigheden niet zonder deze microcosmos. Dat we ons herinneren wat we gisteren deden, dat we onze gedachten in woorden uitdrukken, dat we onze auto besturen, is alleen mogelijk bij de gratie van de microcosmos onder het benig omhulsel van ons schedeldak.

Het laatste decennium van deze eeuw is door het Amerikaanse congres uitgeroepen tot het decennium van het brein. Een van de redenen daarvoor is de enorme vooruitgang die de afgelopen jaren in het hersenonderzoek is geboekt. De neurowetenschappen bloeien als nooit tevoren. Wat in het begin van deze eeuw voor de fysica gold, geldt volgens velen thans voor de genetica en de neurowetenschappen: dit zijn de gebieden waar de grenzen van ons kennen vertegd worden.

De moderne neurowetenschapper is de Gagarin van onze tijd. Met behulp van een hele reeks aan nieuwe technieken om in de levende hersenen te kijken, maakt hij een fascinerende ontdekkingsreis door de microkosmos van het brein. De enthousiaste reisverslagen kan men met een zekere regelmaat in krant en op TV aantreffen. Toch zijn ook andere geluiden waarneembaar. Als wij de werking van de hersenen in kaart hebben gebracht, hebben we dan niet alles wat ons dierbaar is herleid tot neurofysiologische processen? Is mijn voorkeur voor Beethoven, die van mijn buurman voor Harley Davidson motoren, en het geloof van mijn vader in een voortbestaan na de dood dan allemaal herleidbaar tot elektrische en chemische processen in het brein? Kortom, wat blijft er over van de menselijke geest? Als wij de Gagarin van onze tijd de vraag zouden voorleggen of hij in de microkosmos van het brein de menselijke geest is tegengekomen, wat zou dan zijn antwoord zijn?

Om deze vraag op juiste waarde te schatten is een uitstapje naar de praktijk van het onderzoek naar hersenen en geest op zijn plaats. Tijdens dit uitstapje zal ik in kort bestek een schets geven van twee centrale cognitieve functies: taal en geheugen. Het doel van deze schets is enig inzicht te geven in wat de wetenschappen van hersenen en geest zoal bezig houdt. Met inachtneming van wat omgaat in deze cognitieve neurowetenschap zal vervolgens de dialoog met de Gagarin van onze tijd gevoerd worden.

### Intermezzo: Taal en geheugen

Een niet onaanzienlijk deel van de dag houden we ons bezig met praten en luisteren naar wat anderen zeggen, of met lezen van wat anderen geschreven hebben. We drukken onze gedachten in taal uit en maken die daarmee overdraagbaar.

In de taalpsychologie is inmiddels vrij veel bekend over wat er zoal komt kijken wanneer wij spreken of een tekst als deze lezen. Een gedeelte van deze kennis laat zich illustreren aan de hand van het volgende scenario. Gesteld, wandelend door Utrecht komt u ter hoogte van de Zadelstraat ineens een levensechte beer van fors postuur tegen. Twee voor de hand liggende reacties zijn in dat geval: hard wegrennen, of verbaasd uitroepen "een beer". Met name deze tweede reactie is in deze context een analyse waard. Wat speelt zich af alvorens de uitroep "een beer" de omstanders doet opschrikken? Daarvoor is de volgende reeks processen nodig. Allereerst wordt het beeld van een beer op het netvlies doorgesluisd naar de visuele schors achter in de hersenen. De visuele schors bevindt zich in de occipitaalkwab (zie figuur 1). Op basis van de visuele informatieverwerking die daar plaatsvindt kunt u wat daar in de Zadelstraat rondscharrelt als beer herkennen. Om vervolgens het woord "beer" te kunnen zeggen, moet de woordinformatie uit het geheugen worden opgehaald. Ook daarbij komt het een en ander kijken.



Figuur 1:

*Op een zijaanzicht van de menselijke hersenen zijn de plaatsen van de vier hersenkwabben aangegeven. Het visuele hersengebied bevindt zich in de occipitaalkwab, de motorische schors (voor bewegingen) bevindt zich aan de bovenzijde van de frontaalkwab, belangrijke geheugengebieden bevinden zich in het mediale deel van de temporaalkwab. Voor taal zijn zowel de temporaalkwab als de frontaalkwab in de linker hersenhelft van centraal belang.*

Een volwassen spreker van het Nederlands heeft in het brein kennis over zo'n 40.000 Nederlandse woorden opgeslagen. Die kennis is van heel diverse aard. Het betreft de betekenis van woorden, hoe ze klinken en geschreven worden, maar daarnaast ook de grammaticale en morfologische eigenschappen van woorden. Zo weet een spreker van het Nederlands dat "beer" een zelfstandig naamwoord is en het meervoud daarvan "beren" is. Dit kennisbestand over de woorden van onze taal wordt het mentale lexicon genoemd. Op basis van de gegevens in het

mentale lexicon kunnen uiteindelijk de articulatieorganen aangestuurd worden, zodat het woord "beer" uitgesproken wordt. Grote delen van deze woordkennis over beren moet worden opgehaald tussen het herkennen van de beer en het uitroepen van het woord "beer". Al deze processen spelen zich razendsnel, in tienden van seconden, af.

Een doorsnee persoon spreekt met een snelheid van zo'n 3 woorden per seconde. Bij spreken zijn zo'n 100 spieren betrokken die tijdens het spreken door het brein op een gecoördineerde wijze moeten worden aangestuurd. Gegeven de hoeveelheid informatie in het mentale lexicon en de hoeveelheid spieren die bij het spreken betrokken zijn, is de snelheid waarmee wij dat doen ronduit verbazingwekkend.

Het is tegenwoordig mogelijk de hersenactiviteit te meten die plaatsvindt tijdens een cognitieve taak zoals spreken of lezen. Op deze wijze kan worden achterhaald welke hersengebieden ingeschakeld worden bij onze verschillende cognitieve functies, zoals taal en geheugen. Zo weten we redelijk precies welke hersengebieden actief zijn terwijl u deze tekst leest. Dat blijkt een heel netwerk van hersengebieden te zijn dat er in samenspel voor zorgt dat de streepjes en rondjes op dit papier uiteindelijk vertaald worden in de daarin vervatte boodschap. Stukje bij beetje begint duidelijk te worden wat de rol van verschillende hersengebieden is in dit complexe en razendsnelle samenspel. Sommige gebieden zijn betrokken bij het herkennen van de visuele vormen van letters, andere bij het activeren van de bijbehorende klank en de betekenis van woorden, enz.

Ook is bekend dat een hersenbeschadiging in een van deze gebieden tot bepaalde taaluitvalsverschijnselen kan leiden. Sommige patiënten kunnen nog wel de beer als beer herkennen, maar zullen bijvoorbeeld uitroepen "een paard". Niet langer kan de juiste woordbetekenis uit het geheugen worden opgehaald. Andere patiënten zijn niet langer in staat de juiste woordklanken te produceren, hetgeen kan leiden tot uitingen als "een peem, nee ... beem, nee ... beel, nee ... beer, ja"

Dit alles laat zien dat woorden niet als kant\_en\_klare pakketjes in onze hersenen liggen opgeslagen. Telkens wanneer wij spreken, moeten we de woorden opnieuw aanmaken op basis van de kennisingredienten in ons mentale lexicon. Wanneer we woorden spreken, schrijven, lezen of horen wordt een groot aantal hersengebieden gerecruteerd. Deze gebieden zijn onderling met elkaar verbonden, maar ook met de visuele (bij lezen) en auditieve gebieden (luisteren), de motorische schors (spreken en schrijven), en met de hersengebieden die onze aandacht sturen. Afhankelijk van wat de taalgebruiker op een bepaald moment met woorden moet doen, wordt de activiteit van deze diverse gebieden neuraal georkestreerd. Uiteraard neemt de complexiteit van dit samenspel in het brein alleen nog maar toe indien we daarbij betrekken hoe woorden in een zinsverband worden ingebed, hoe bij het uitspreken van een zin de juiste intonatie geproduceerd wordt, enzovoort.

Taal is een belangrijke component van onze mentale huishouding, maar er zijn ook nog andere onvervangbare bestanddelen. Zo'n ander centraal aspect van de menselijke geest is het geheugen. Zonder geheugen is de band met het verleden doorgesneden en de persoonlijkheid opgesloten in de enge ruimte van het hier en nu. Er zijn mensen die door een hersenbeschadiging diep in de temporaalkwab geen gebeurtenissen meer in het geheugen

kunnen vastleggen. Zo iemand is een half uur na een gebeurtenis alles vergeten. De mededeling dat een geliefde is overleden is elke keer opnieuw weer even schokkend, maar ook weer even snel is het gemelde feit verloren. De persoonlijke ontwikkeling is voor een groot deel gebaseerd op eerdere ervaringen, maar voor wie deze ervaringen niet meer in het geheugen kan vastleggen komt dit ontwikkelingsproces tot stilstand. Zoals een van deze patiënten zijn situatie ooit treffend samenvatte: "Every day is alone in itself, whatever enjoyment I've had, and whatever sorrow I've had."

Een intrigerend verschijnsel is dat hoewel deze patiënten geen nieuwe ervaringen in het geheugen kunnen opslaan, ze nog wel allerlei vaardigheden kunnen leren, zoals fietsen, typen, kegelen of handballen. Hoewel de patiënt elke keer opnieuw zal zeggen dat dit de eerste keer is dat hij kegelt, zien we zijn prestaties steeds beter worden. Ook al wordt het feit dat hij gekegeld heeft niet langer in het geheugen opgeslagen, de motorische patronen die bij het kegelen horen worden dat kennelijk wel. Ook een zwaar demente patiënt die vergeten is waar hij zich bevindt en hoe hij daar gekomen is, kan nog wel lopen en herinnert zich dus op onbewuste wijze hoe hij dat moet doen.

Wat hieruit te leren valt is dat het geheugen niet een grote vergaarbak van ervaringen is die op één bepaalde plaats in ons brein valt aan te treffen. In werkelijkheid beschikken mensen over een aantal geheugensystemen. Voor elk van die geheugensystemen is een ander deel van de hersenen verantwoordelijk. In hersenonderzoek is gevonden dat aparte hersenstructuren beschikbaar zijn voor het geheugen van objecten, van waar dingen zich in de ruimte bevinden, van emoties, en van gezichten. Ook hiervoor geldt dat we ons sommige informatie bewust kunnen herinneren, terwijl andere informatie in het geheugen zich slechts indirect kenbaar maakt. Een illustratie is het voorval dat de Zwitserse dokter Clarapède reeds in 1911 beschreven heeft. In zijn praktijk bevond zich een vrouw met een geheugentoomis. Tijdens een van zijn spreekuren begroette de dokter haar, zoals gebruikelijk, met het geven van een hand. Deze keer had hij in zijn hand echter een punaise verborgen die het handen schudden voor zijn patiënt tot een onaangename ervaring maakte. Bij het volgende bezoek herinnerde de vrouw zich niets van dit voorval. Ze herinnerde zich zelfs niet de dokter ooit eerder ontmoet te hebben. Wel weigerde ze hem deze keer een hand te geven. Hoewel ze dus geen enkele bewuste herinnering had aan het eerdere voorval, was op een onbewust nivo met het handen schudden een onaangename emotie in het emotiegeheugen opgeslagen, die tot de weigering aanleiding gaf. Kennelijk waren niet alle geheugensystemen door de hersenbeschadiging aangetast.

Voor de verschillende geheugens waarover we beschikken geldt dat we slechts van enkele de inhoud tot het bewustzijn kunnen laten doordringen. Daarover kunnen we mededelingen doen aan anderen. Andere geheugeninhouden zijn ontoegankelijk voor introspectie. Deze manifesteren zich echter in ons gedrag.

In alle boven besproken vormen van geheugen gaat het erom de opgedane ervaringen permanent op te slaan. Naast deze vormen van permanent geheugen, hebben we nog verschillende zogenaamde korte termijn geheugens. Daarin kunnen we tijdelijk een beperkte hoeveelheid informatie onthouden, zoals het telefoonnummer, de postcode en het gironummer van bijvoorbeeld onze psychiater of melkboer. Dergelijke informatie wordt meestal weer snel

vergeten. De frontaalkwab lijkt een belangrijke rol te spelen voor bepaalde aspecten van ons korte termijn geheugen.

Het menselijk geheugen bestaat kortom uit een verzameling van verschillende deelgeheugens, waarvoor verschillende hersenstructuren verantwoordelijk zijn. De aard van het geheugenverlies dat kan optreden na een hersenbeschadiging hangt af van de aangedane hersenstructuren. Bepaalde hersenbeschadigingen maken het opslaan van nieuwe ervaringen onmogelijk, andere leiden tot het verlies van oude ervaringen. Bij patiënten met de ziekte van Alzheimer zijn al deze structuren aangetast. De ontluistering van de persoonlijkheid die daarvan het gevolg is geeft eens te meer aan dat met het verlies aan geheugen de geest ten dele geweken is.

### **Neuraal determinisme**

Het intermezzo over taal en geheugen had ten doel iets van de cognitieve neurowetenschap in praktijk te laten zien. Daaruit laten zich enkele punten destilleren die van belang zijn voor het beantwoorden van de vraag aan de Gagarin van onze tijd.

Allereerst kan worden opgemerkt dat in de moderne wetenschap aan het begrip geest de wat esoterische klank ontnomen is. Onder geest wordt verstaan het collectief aan cognitieve functies waarover de mens beschikt. Behalve de reeds genoemde cognitieve functies taal en geheugen, worden daartoe onder meer gerekend waarneming (visueel, auditief, etc.), emoties, het uitvoeren van handelingen, aandacht en bewustzijn. Zoals we gezien hebben kunnen deze functies elk op zich weer, als ware het een Lego bouwdoos, uit elkaar gelegd worden in deelcomponenten. Door de verschillende cognitieve functies en daarbinnen de deelcomponenten te identificeren wordt gepoogd het bouwwerk van de geest in kaart te brengen. In dat verband wordt tegenwoordig zeer toepasselijk gesproken over de cognitieve architectuur.

Een tweede opmerking naar aanleiding van de eerdere voorbeelden is dat we ons van het meeste dat zich in onze geest afspeelt onbewust zijn. We weten dat we een gedachte hebben en dat we een zin uitspreken, maar we hebben geen toegang tot de processen die de gedachte omzetten in een reeks woorden. Hoe wij woorden uit ons mentale lexicon ophalen, hoe wij die tot grammaticaal welgevormde uitingen samenvoegen, dat alles is ontoegankelijk voor introspectie. Wij kunnen ons herinneren wat we gisteren gegeten hebben en wat de naam is van onze vorstin. Hoe wij die informatie uit ons geheugen ophalen, daarvan zijn we ons niet bewust. Er is zeer ingenieus experimenteel onderzoek nodig om iets over deze cognitieve processen aan de weet te komen. Bewustzijn is een geestestoestand die slechts op een beperkt deel van ons mentale leven van toepassing is. Voor een bespreking van dit centrale aspect van menselijke cognitie, verwijs ik naar de bijdrage van Monica Meijsing.

Heeft de hersenonderzoeker de geest aangetroffen in het brein? Of luidt het antwoord analoog aan dat van Joeri Gagarin ontkenkend? Alvorens dat vast te stellen moet de vraag zelf nog eens tegen het licht gehouden worden. Toen Joeri Gagarin in 1961 gevraagd werd naar een mogelijke ontmoeting met God in het heelal, lag daaraan de gedachte ten grondslag dat men zich God kan voorstellen als een soort persoon die ergens in het heelal kantoor houdt. Dit is een mogelijke voorstelling van God, maar zeker niet de enige of de beste. Alvorens te weten wat de vraag

betekent zal men in zo'n geval dus de notie van God verder in moeten vullen. Hetzelfde geldt voor de vraag aan de Gagarin van onze tijd. We moeten eerst een idee hebben hoe we ons de geest moeten voorstellen, alvorens daarnaar op zoek te kunnen gaan in de microkosmos van het brein. Voor veel cognitieve functies zijn de vereiste ideeën beschikbaar. We weten redelijk goed hoe taal en geheugen in elkaar zitten. Daarom zijn we ook in staat op zoek te gaan naar de hersenprocessen die met taal en geheugen samenhangen. In die zin is het antwoord van de Gagarin van onze tijd dus "ja". Zo lang we maar een voldoende uitgewerkt idee van de geest hebben, kunnen we in principe de daarmee corresponderende toestanden van ons brein opsporen.

Dit antwoord lijkt te impliceren dat de geest niet zonder het brein kan bestaan. Of zoals de 19e eeuwse materialist Jacobus Moleschott het verwoordde: "Zonder fosfor geen gedachten". Inmiddels zijn een hele reeks van chemische substanties bekend die tezamen met kleine elektrische stroompjes voor de informatieoverdracht in het brein verantwoordelijk zijn. Maar de essentie van de gedachte van Moleschott staat nog steeds recht overeind. Deze is dat de geest niet in de vrije ruimte zweeft, maar altijd causaal gebonden is aan zoiets stoffelijks als het brein. De geest is niet anders dan een bepaalde organisatiegraad van de materie. De hersenen voldoen aan die organisatiegraad. Derhalve zijn mentale verschijnselen mogelijk. Bij de hersendood valt de voor onze geest noodzakelijke organisatie van de materie uiteen. De geest is geweken; dat wil zeggen: de hersendood houdt ook het einde van onze geest in.

Zoals we eerder hebben gezien, leidt aantasting van het materiële correlaat van de geest in de vorm van hersenaandoeningen onherroepelijk tot schade aan onze cognitieve vermogens. De hersenaandoening bij een Alzheimerpatiënt brengt geheugenverlies met zich mee, schade aan de taalgebieden in de hersenen leidt tot afasie, en tekort aan een bepaalde chemische substantie in het brein heeft de ziekte van Parkinson ten gevolge. Geest en hersenen zijn twee kanten van eenzelfde medaille. Niettegenstaande de beweringen van de Jomanda's uit Tiel gaat niets van wat wij denken, doen, voelen en geloven buiten de hersenen om. Deze materialistische opvatting over de relatie tussen hersenen en geest wordt heden ten dage gedeeld door de overgrote meerderheid van neurowetenschappers, psychologen en filosofen. Maar, en dit is de cruciale vraag, houdt een dergelijke materialistische opvatting in dat al ons denken, doen, voelen en geloven ook volledig gedetermineerd worden door de werking van onze hersenen? Met andere woorden, zal het ooit mogelijk zijn via een subtiele ingreep in de hersenen van mijn buurman zijn voorkeur voor Harley Davidson motoren te veranderen in een voorkeur voor Beethoven, en mijn vaders geloof in het hiernamaals te doen veranderen in ongelooft? Het gaat mij hierbij niet om de ethische implicaties van een dergelijke ingreep. Zoiets zal hopelijk altijd ontoelaatbaar blijven. Desondanks kunnen we ons bij wijze van gedachtenexperiment nog wel afvragen of zoiets bij volledige kennis over het brein überhaupt mogelijk zou zijn. De algemene achterliggende kwestie is die van het neurale determinisme: zijn de inhouden van ons mentale leven volledig gedetermineerd door de toestanden van ons brein?

Het antwoord op deze vragen is ontkennend. De reden daarvoor is de volgende. Onze geest bevindt zich niet in een ommuurde gevangenis, afgesloten van de buitenwereld, veilig



opgeborgen achter slot en grendel van ons schedeldak. Integendeel, onze cognitieve architectuur is een open systeem dat zich in constante interactie bevindt met de omgeving. De invulling van onze cognitieve functies is mede het gevolg van wat de omgeving ons aanreikt. De hersenstructuren die bij een Fransman actief worden wanneer hij spreekt zijn, voor zover wij thans weten, hetzelfde als die van een Nederlander tijdens het spreken. Dat in het ene geval Frans en in het andere Nederlands gesproken wordt komt doordat tijdens de opvoeding de hersenen van de Fransman met Frans zijn opgetuigd en die van de Nederlander met Nederlands. Op vergelijkbare wijze zijn onze voorkeuren en opvattingen ontstaan in de interacties met de buitenwereld. Voor de vorming en het hebben van voorkeuren en opvattingen zijn bepaalde hersenprocessen en hersenstructuren nodig. Maar dat mijn voorkeur Beethoven geldt en die van mijn buurman Harley Davidson motoren is daarmee niet vastgelegd. Zonder ooit muziek van Beethoven gehoord te hebben hadden mijn hersenstructuren die voor het hebben van voorkeuren verantwoordelijk zijn nooit opgetuigd kunnen worden met deze speciale voorkeur. Ook al is de formulering "zonder fosfor geen gedachten" in essentie juist, dat betekent nog niet dat daaruit volgt dat we met fosfor wel gedachten hebben, of dat we uit fosfor de inhoud van onze gedachten zouden kunnen afleiden.

Het volgende, enigszins gezochte voorbeeld maakt dit duidelijk. In het stadhuis van Utrecht meldt zich een echtpaar voor de huwelijksvoltrekking. De bruidegom is een Griek, de bruid afkomstig van Texel. Teneinde de taalproblemen te vermijden heeft de ambtenaar der burgerlijke stand besloten bruid en bruidegom hun jawoord te laten geven via het schudden van het hoofd. Nadat de ambtenaar de "neemt u.." vraag in twee talen gesteld heeft, knikt de bruid netjes ja, maar de bruidegom schudt met zijn hoofd nee. Algehele consternatie is het gevolg. Al snel blijkt deze consternatie echter op een misverstand te berusten. In Griekenland blijkt men namelijk ja te zeggen door nee te schudden. Kortom hoe een bepaalde hoofdbeweging geïnterpreteerd moet worden hangt af van de omgeving, in dit geval Griekenland versus Nederland. Deze interpretatie is contextafhankelijk. In de ene cultuur betekent een bepaalde hoofdbeweging "ja" en een andere "nee". In een andere cultuur kan dit precies andersom zijn. Zo is het ook met de relatie tussen hersenen en geest. Men leze hier voor de hoofdbewegingen de toestanden in ons brein, en voor de betekenis van de hoofdbewegingen de inhoud van onze gedachten. In dit geval zien wij dus dat twee verschillende hersentoestanden (hoofdbewegingen) dezelfde gedachte ("Ja, ik wil") kunnen uitdrukken.

Nog belangrijker is dat de gedachteinhoud niet vastgelegd wordt door de hersentoestand. De gedachteinhoud is niet een functie van de hersentoestand alleen, maar ook van de externe omgeving. Waarover een gedachte gaat is afhankelijk van zowel onze hersentoestand als van de wereld waarin wij ons bevinden. Indien mijn hersenen zouden worden getransplanteerd in het hoofd van mijn buurman, betekent dit niet automatisch dat er ook een gedachtentransplantatie heeft plaatsgevonden. Mijn voorkeur voor Beethoven is niet opeens die van mijn buurman geworden, louter en alleen omdat mijn brein is getransplanteerd naar zijn lichaam. De reden is dat mijn brein nu is ingeplugd in de omgeving van mijn buurman, en de inhoud van mijn gedachten, voorkeuren en opvattingen pas worden vastgelegd in het samenspel tussen hersenen en omgeving. Filosofen formuleren dit als volgt: de menselijke geest is relationeel van aard, dat

wil zeggen betrokken op de buitenwereld. Onze hersentoestanden zijn dat niet. Ook al zijn hersenen en geest twee kanten van eenzelfde medaille, het blijven wel twee kanten. Ook al kunnen hersentoestanden gemeten worden, daaraan kunnen niet zomaar de inhouden van onze mentale toestanden worden afgelezen.

We kunnen deze complexe relatie tussen brein en geest inzichtelijk maken door het volgende gedachtenexperiment waarvoor ik mij door de filosoof Leibniz heb laten inspireren. Indien we het menselijk brein zouden kunnen opblazen tot de grootte van een fabriek zodat er onder deskundige leiding van neurowetenschappers van wereldfaam rondleidingen gegeven konden worden in deze hersenfabriek, zouden we dan de verklaring voor mijn voorkeur en die van mijn buurman vinden? Het antwoord is nee. De gidsen zouden ons kunnen laten zien waar de machinerieën voor zien, voelen, handelen, enz zich bevinden, ze zouden ons het helse kabaal van de werkende machines kunnen laten horen, en ons de raderen en tandwielen van het machinepark laten zien. Maar de grondstof voor deze machinerieën komt voor een belangrijk deel van buiten. Deze grondstoffen bepalen mede hoe het eindprodukt er uit ziet. Mijn buurman en ik hebben dezelfde raderen en tandwielen nodig om onze voorkeuren te produceren. Maar omdat de grondstoffen die aan de poort van mijn buurman's fabriek worden aangeleverd verschillen van die welke bij mijn fabriek zijn gelost, zal dezelfde machinerie toch een verschillende kleur aan onze voorkeuren geven.

Kort en goed, ook al is de geest niet denkbaar zonder de hersenen, en ook al is er zonder de elektrische en chemische processen in het brein geen geloof, hoop en liefde, daaruit is niet afleidbaar wat iemand gelooft, wat iemand hoopt en hoe iemand lief heeft.

Voor wie zich door deze filosofische bespiegelingen niet heeft laten overtuigen dat hersenonderzoek fascinerend maar niet bedreigend is, rest de troost van onze onwetendheid. Wereldwijd houden steeds meer onderzoekers zich met de hersenen bezig. Dankzij allerlei technologische doorbraken is er de laatste jaren flinke vooruitgang geboekt in onze kennis over het brein. Maar dat mag geen reden zijn tot grootspraak of naïviteit. Joeri Aleksejevitsj Gagarin was zo naïef te denken dat hij na een reisje van anderhalf uur op 300 kilometer afstand van de aarde in staat was alle vragen over het heelal te beantwoorden, inclusief die naar het woonadres van God. Hopelijk is de Gagarin van onze tijd minder naïef. Want ondanks alle doorbraken, staan we nog maar aan het begin van wat een fascinerende zoektocht is naar de werking van het orgaan dat in schoonheid, complexiteit en intrigerendheid niet onder doet voor het heelal, ook al zijn wij om met Lucebert te spreken slechts "een kruimel aan de rok van het universum".