

Van moleculen tot mensen
Over de toekomst van de cognitiewetenschappen
in Nederland

Advies van de Commissie Organisatiestructuur Cognitiewetenschappen


Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen
Amsterdam, april 2008

© 2008. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, via internet of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de rechthebbende, behoudens de uitzonderingen bij de wet gesteld.

Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW)
Kloveniersburgwal 29, 1011 JV Amsterdam
Postbus 19121, 1000 GC Amsterdam
T 020-551 07 00
F 020-620 49 41
E knaw@bureau.knaw.nl
www.knaw.nl

Voor het bestellen van publicaties: 020-5510759

ISBN 978-90-6984-548-7

Het papier van deze uitgave voldoet aan  ISO-norm 9706 (1994) voor permanent houdbaar papier

Inhoud

Voorwoord 7

Samenvatting en aanbevelingen 9

1 Inleiding 17

1.1 Cognitiewetenschappen: innovatief en dynamisch 17

1.2 Bijdrage aan de maatschappij 18

1.3 Opdracht aan de Commissie Organisatiestructuur
Cognitiewetenschappen 19

2 Institutionele verankering 21

2.1 Cognitiewetenschappen binnen NWO en KNAW 21

2.2 Oprichting Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen 22

2.3 De disciplinaire verkokering voorbij 23

2.4 Financiën 24

2.5 Aanbevelingen 25

3 Onderzoeksfaciliteiten 27

3.1 Hoogwaardige infrastructuur onderzoeksfaciliteiten 27

3.2 Optimale inzet van middelen 28

3.3 Expertise gebruik onderzoeksfaciliteiten en -data 29

3.4 Aanbevelingen 30

4 Onderwijs 31

4.1 Kernthema's 31

4.2 Aandacht voor techniek en methodologie 32

4.3 Tweejarige masteropleiding met bètastatus 32

4.4 Aanbevelingen 32

5 Conclusies 33

Literatuur 34

Bijlagen 35

1 Commissieleden 36

2 Afkortingen 37

3 Winnaars Spinozapremie 38

4 Selectie van recente Nederlandse publicaties in
Nature en *Science* (2002-2007) 39

Voorwoord

Cognitieonderzoekers bestuderen informatieverwerkingsprocessen die gerelateerd zijn aan hersenen en/of gedrag. Uniek voor cognitiewetenschappelijk onderzoek is de veelheid aan disciplines die er in samenkomen: cognitieve neurowetenschappen, neurobiologie, psychologie, filosofie, taalkunde, artificiële intelligentie, (gedrags)genetica, (neuro)ethologie, neuroanatomie, neuroendocrinologie, neurofysiologie, bewegingswetenschappen, antropologie, en nog meer. De cognitiewetenschappen zijn voor ons allemaal van belang: ze kunnen immers een bijdrage leveren aan een beter individueel en sociaal functioneren in een complexe kennismaatschappij.

Nederland moet het hoofd bieden aan de sterke internationale concurrentie in de cognitiewetenschappen. Vanuit dit perspectief heeft de KNAW medio 2007 besloten een advies op te stellen over de gewenste organisatiestructuur van de cognitiewetenschappen in Nederland. Het voor u liggende advies is opgesteld door de Commissie Organisatiestructuur Cognitiewetenschappen. De KNAW is de Commissie bijzonder dankbaar voor het voorbereiden van dit advies.

Het advies bevat aanbevelingen die beogen de huidige situatie in de Nederlandse cognitiewetenschappen te verbeteren. Twee belangrijke aanbevelingen uit het advies zijn gericht aan de universiteiten. De universiteiten zouden zowel lokale (universitaire) platforms als een Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen moeten oprichten. Het advies geeft de contouren van de lokale platforms en het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen. De wijze waarop die platforms – zowel de lokale als het nationale – vorm moeten krijgen, is echter nog niet in steen gebeiteld. Evenmin is zeker gesteld dat deze platforms voldoende ruimte krijgen en voldoende geïnstrumenteerd zijn om er, in nauwe samenwerking met het Nationaal Initiatief Hersenen & Cognitie (regieorgaan i.o.), aan bij te dragen dat de Nederlandse cognitiewetenschappen blijvend kunnen inspelen op de internationale ontwikkelingen op dit brede gebied. Ik roep de universiteiten daarom op met elan deze platforms op te richten volgens de lijnen die het advies schetst en deze vervolgens in overleg met de cognitieonderzoekers vorm en inhoud te geven. En vooral moedig ik alle partijen aan het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen gezamenlijk tot stand te brengen en het de serieuze positie te geven die het verdient en die noodzakelijk is voor een samenhangende aansturing van het cognitieonderzoek.

Prof. dr. Frits van Oostrom
President van de KNAW

Samenvatting en aanbevelingen

Het wetenschappelijk onderzoek naar hersenen, cognitie en gedrag is de laatste decennia in een stroomversnelling geraakt. Nieuwe theoretische en methodologische ontwikkelingen zorgen voor ongekennde mogelijkheden. Vooral de integratie van onderzoek op de diverse niveaus van cognitie (van moleculair tot maatschappelijk) is veelbelovend. Op fundamenteel niveau neemt het inzicht in het dynamische samenspel tussen genen, brein, lichaam en omgeving toe. Op basis van deze kennis kunnen nieuwe toepassingen worden ontwikkeld op het gebied van onderwijs, veiligheid en gezondheid. Mede daardoor zijn de wereldwijde ambities voor het onderzoek naar hersenen, cognitie en gedrag torenhoog. In veel landen, zoals de Verenigde Staten, Duitsland, China en het Verenigd Koninkrijk, staat cognitieonderzoek prominent op de wetenschappelijke agenda.

Het Nederlandse cognitieonderzoek is van excellent niveau. Om in de toekomst op dit niveau te blijven, tot een integrale wetenschappelijke benadering van cognitie te komen en goede maatschappelijke toepassingen te ontwikkelen, moet Nederland structureel en grootschalig investeren in cognitiewetenschappelijk onderzoek én onderwijs. Alleen zo zullen de beste cognitieonderzoekers zich in Nederland thuis blijven voelen om te werken aan dit complexe en uitdagende vraagstuk.

Op institutioneel niveau betekent dit dat er een permanent Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen moet komen. Dit platform functioneert als strategisch overlegorgaan, vooralsnog naast en in aanvulling op het tijdelijke Nationaal Initiatief Hersenen & Cognitie (regieorgaan i.o.). Het regieorgaan i.o. zal zich richten op het ontwikkelen van een onderzoeksportfolio in samenwerking met bedrijfsleven, overheid, NWO en de KNAW. Het platform kan deze taken overnemen na afloop van het Nationaal Initiatief. Zolang het Nationaal Initiatief bestaat, richt het platform zich voornamelijk op de verankering van het cognitiewetenschappelijke onderwijs en onderzoek in het universitaire bestel, en op het landelijk afstemmen van de lange termijn ontwikkelingen binnen het veld van de cognitiewetenschappen. Door de permanente aard van het platform is landelijke afstemming op het gebied van het cognitiewetenschappelijke onderzoek en onderwijs voor langere tijd gegarandeerd. Daarnaast dient elke universiteit die wil investeren in de cognitiewetenschappen een lokaal platform op te richten om het lokale cognitieonderzoek en -onderwijs te integreren en het interdisciplinaire karakter van cognitiewetenschappelijk onderzoek te stimuleren. Verder moeten organisaties zoals NWO zich, onder meer bij het beoordelen van onderzoeksvoorstellen op het gebied van de cognitiewetenschappen, instellen op de interdisciplinaire kenmerken van het veld. Een forse toename van de financiële middelen voor het huidige NWO-thema *Brain and Cognition* en een waardige opvolger ervan in 2012 zijn nodig voor het continueren van uitmuntend cognitieonderzoek.

De onderzoeksfaciliteiten spelen een cruciale rol in de ontwikkeling van de cognitiewetenschappen in Nederland. Daarom zijn blijvende investeringen in de nieuwste onderzoeksfaciliteiten essentieel. Alleen zo is het uitdagende ideaal

van integratie van cognitieonderzoek op alle niveaus te realiseren. Het is van groot belang dat er voldoende financiële middelen zijn voor onderzoeksgroepen op het gebied van de cognitiewetenschappen om de beste onderzoeksfaciliteiten aan te kunnen schaffen. Zo kunnen de wetenschappers zelf zorgen voor de juiste apparatuur die snel en gemakkelijk toegankelijk is. Het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen dient een belangrijke adviserende rol te spelen in de toekenning van de toekomstige investeringen in de onderzoeksinfrastructuur en zo te zorgen voor een optimale inzet en landelijke afstemming van middelen. Daarnaast dient NWO de integrale kostprijs van het gebruik van onderzoeksfaciliteiten te vergoeden. Het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen zorgt voor een blijvende ontwikkeling van methodologische en technische expertise door middel van een instrumentatiewerkgroep. Ook stimuleert het platform de ontwikkeling van een *e-science* – de samenwerking van diverse disciplines om uitgebreide en complexe computernetwerken te ontwikkelen voor simulatie, analyse en (internationale) samenwerking – toegesneden op de cognitiewetenschappen om de grote hoeveelheid data op een zinvolle manier op te slaan en te analyseren. DANS (*Data Archiving and Networked Services*) kan een leidende rol spelen bij het – op gestandaardiseerde manier – bewaren en het voor andere onderzoekers toegankelijk maken van deze data.

Voor het uitvoeren van de goede experimenten zijn naast de onderzoeksfaciliteiten ook goed opgeleide cognitieonderzoekers en technici van cruciaal belang. Omdat de cognitiewetenschappen steeds complexer en technologischer worden, dient de opleiding van cognitiewetenschappers in deze groei mee te gaan. Daarom moeten de cognitiewetenschappelijke masteropleidingen twee jaar duren en de bètastatus hebben. Bovendien moeten methodologische en theoretische kernthema's in master- en graduateprogramma's zorgen voor een hoog basisniveau van theoretische kennis en praktische vaardigheden van alle afgestudeerden van deze opleidingen. Om optimaal gebruik te kunnen maken van de hoogwaardige onderzoeksfaciliteiten dient speciale aandacht te gaan naar het creëren en op peil houden van het vereiste aantal technici.

Hieronder volgen de aanbevelingen puntsgewijs met tussen haakjes erachter de instituties waaraan deze gericht zijn.

Algemeen

- Oprichting van een permanent Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen om het cognitiewetenschappelijke onderwijs en onderzoek op de agenda te houden. Dit platform functioneert als strategisch overlegorgaan, vooralsnog naast en in aanvulling op het Nationaal Initiatief Hersenen & Cognitie (regieorgaan i.o.). Daardoor betreft de taakstelling van het platform aanvankelijk voornamelijk de verankering van het cognitiewetenschappelijke onderwijs en onderzoek in het universitaire bestel, en het landelijk afstemmen van de lange termijn ontwikkelingen binnen het veld van de cognitiewetenschappen. Echter, terwijl het Nationaal Initiatief een tijdelijk karakter zal hebben, is het platform permanent van aard. Zodoende is landelijke afstemming op het gebied van het cognitiewetenschappelijke onderzoek en onderwijs voor langere tijd gegarandeerd.
(universiteiten)

Institutionele verankering

- Verbetering van de interdisciplinaire samenwerking van cognitiewetenschappers binnen universiteiten. Elke universiteit die wil investeren in de cognitiewetenschappen vormt een lokaal platform voor cognitiewetenschappen. (universiteiten)
- Institutionele aanpassingen om de beoordeling van het interdisciplinair cognitiewetenschappelijke onderzoek te faciliteren. (NWO)
- Introductie van een nieuw interdisciplinair aan de cognitiewetenschappen gerelateerd thema na het NWO-thema *Brain and Cognition* (2008-2012). (NWO, Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen)
- Sterke verhoging van de financiële middelen voor het NWO-thema *Brain and Cognition*. (ministeries van BZK, EZ, Justitie, OCW en vws)
- Versterking van het Nationaal Initiatief Hersenen & Cognition (regieorgaan i.o.). (ministeries van BZK, EZ, Justitie, OCW en vws, en het bedrijfsleven)

Onderzoeksfaciliteiten

- Blijvende investeringen in aanschaf en ontwikkeling van nieuwe onderzoeksfaciliteiten afgestemd op aanwezige expertise op het gebied van de cognitiewetenschappen. (universiteiten, UMC's, NWO)
- Integrale vergoeding van de kosten verbonden aan het gebruik maken door cognitiewetenschappers van grootschalige onderzoeksfaciliteiten. (NWO)
- Blijvende ontwikkeling van methodologische en technische expertise op het gebied van de cognitiewetenschappen door middel van een instrumentatiewerkgroep. (Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen)
- Ontwikkeling *e-science* toegesneden op de cognitiewetenschappen. (Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen, DANS)

Onderwijs

- Vastleggen van centraal gecoördineerde methodologische en theoretische kernthema's voor alle master- en graduateprogramma's in de cognitiewetenschappen. (Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen)
- Meer aandacht voor de opleiding van cognitiewetenschappers en technici met de juiste expertise voor het optimale gebruik van hoogwaardige onderzoeksfaciliteiten. (universiteiten)
- Bètastatus voor cognitiewetenschappelijke masteropleidingen. (ministerie van OCW, universiteiten)

Summary and recommendations

Research into the brain, cognition and behaviour has gained momentum in the past few decades. New theories and methodologies are leading to unparalleled opportunities. One particularly promising development is the integration of research at the various levels of cognition (from molecular to societal). Our understanding of the dynamic interplay between genes, the brain, the body and the environment is increasing at the most fundamental level. Based on this knowledge, new applications are being developed in education, security and health. That is in part why, worldwide, expectations are running exceedingly high for brain, cognitive and behavioural research. In many countries – for example the United States, Germany, China and the United Kingdom – cognitive research has been given a prominent place on the scientific agenda.

Dutch cognitive research is of excellent quality. To maintain this level of excellence, promote an integrated scientific approach to cognition and develop socially relevant applications, the Netherlands must make a long-term, major investment in cognitive research and education. Only in this way will the best cognitive researchers continue to feel at home in the Netherlands as they work on this complex and challenging field.

At institutional level, this means setting up a permanent National Platform for Cognitive Sciences. This platform will function as a strategic consultative body, for the time being alongside and supplementary to the temporary National Initiative on Brain & Cognition. The National Initiative will develop a research portfolio in collaboration with the business sector, government, the Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO) and the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences (KNAW). After the National Initiative has ended, the National Platform may take over these tasks. As long as the National Initiative exists, the National Platform will focus primarily on facilitating education and research in the cognitive sciences within the universities and on aligning long-term developments within the cognitive sciences at national level. Because the National Platform is a permanent body, long-term nation-wide coordination with respect to research and education will be guaranteed. In addition, each university that is willing to invest in the cognitive sciences should create a local platform to integrate cognitive research and education locally and to facilitate the interdisciplinary nature of their cognitive research. Organisations such as NWO should focus on the interdisciplinary characteristics of the field, for example when assessing research proposals in the cognitive sciences. To retain the level of excellence in cognitive research, a substantial increase is needed in the funding made available under the NWO's *Brain and Cognition* programme, as well as under a worthy successor to this programme in 2012.

Research facilities play a vital role in the cognitive sciences in the Netherlands. That is why it is essential to continue investing in the latest research facilities. That is the only way to meet the challenge of integrating cognitive research at all levels. It is very important for research groups in the cognitive sciences to have enough funding available to acquire the best research facilities. In that way,

researchers can ensure that they have quick and easy access to the right equipment. The National Platform for Cognitive Sciences should play a significant advisory role in allocating funding in the research infrastructure, so that resources are used to best advantage and coordinated on a nation-wide basis. NWO should also compensate the full cost of using research facilities. The National Platform will see that methodological and technical expertise continues to grow by setting up an instrumentation work group, and it will encourage the development of an *e-science* – an interdisciplinary effort to develop a complex and extensive system of computer networks for simulation, analysis and cooperation – tailored to the cognitive sciences and making it possible to usefully store and analyse the huge amount of data produced. DANS (Data Archiving and Networked Services) could play a leading role in archiving such data and making it available to other researchers.

Good experiments depend not only on the research facilities but also on having properly trained cognitive researchers and technicians. The cognitive sciences are becoming increasingly complex and technical in nature, and the relevant educational programmes must keep pace with these changes. The Master's programme in cognitive sciences should therefore be a two-year course and categorised as a science programme (*betastatus*). The core methodological and theoretical themes in the Master's and Graduate programmes should also guarantee that all graduates in the cognitive sciences have an excellent basic level of theoretical knowledge and practical skill. To ensure that the high-tech research facilities are exploited in full, a sufficient number of technicians must become and remain available.

Below are the recommendations listed point by point, with the institutions being addressed indicated in parentheses.

General recommendations

- Founding of a permanent National Platform for Cognitive Sciences to ensure that research and education in the cognitive sciences remain on the agenda. This platform will function as a strategic consultative body, for the time being alongside and supplementary to the National Initiative on Brain & Cognition. For the time being, the National Platform will focus primarily on facilitating education and research in the cognitive sciences within the universities and on aligning long-term developments within the cognitive sciences at national level. Whereas the National Initiative is temporary in nature, however, the National Platform is a permanent body, guaranteeing long-term national coordination with respect to research and education in the cognitive sciences. (universities)

Institutional embedding

- Improved interdisciplinary collaboration between cognitive researchers within universities. Each university that is willing to invest in the cognitive sciences should create a local platform. (universities)

- Institutional adjustments to facilitate the assessment of interdisciplinary cognitive research.
(NWO)
- Introduction of a new interdisciplinary programme related to the cognitive sciences to follow up the NWO's *Brain and Cognition* programme (2008-2012).
(NWO and National Platform for Cognitive Sciences)
- Major increase in government funding for the NWO's *Brain and Cognition* programme.
(Ministries of the Interior & Kingdom Relations; Economic Affairs; Justice; Education, Culture and Science; and Health, Welfare and Sport)
- Support for the National Initiative on Brain & Cognition.
(Ministries of the Interior & Kingdom Relations; Economic Affairs; Justice; Education, Culture and Science; and Health, Welfare and Sport, and the business sector)

Research facilities

- Ongoing investment in the purchase and development of new research facilities tailored to existing expertise within the cognitive sciences.
(universities, university medical centres and NWO)
- Full compensation of the costs associated with using large-scale research facilities by cognitive researchers.
(NWO)
- Continuing development of methodological and technical expertise within the cognitive sciences through the instrumentation work group.
(National Platform for Cognitive Sciences)
- Development of an *e-science* tailored to the cognitive sciences.
(National Platform for Cognitive Sciences and DANS)

Education

- Adoption of centrally coordinated, core methodological and theoretical themes for all Master's and Graduate programmes in the cognitive sciences.
(National Platform for Cognitive Sciences)
- Greater concern for training to ensure that cognitive researchers and technicians have the right expertise to make full use of high-tech research facilities.
(universities)
- Science status for Master's programmes in the cognitive sciences.
(Ministry of Education, Culture and Science, and universities)

1.1**Cognitiewetenschappen: innovatief en dynamisch**

Het kabinet wil dat Nederland tot de internationale top vijf gaat behoren op het gebied van hoger onderwijs, onderzoek en innovatie en heeft daartoe in 2003 het Innovatieplatform opgericht.¹ Dit KNAW-advies richt zich op een sterk groeiend en dynamisch onderzoeksveld dat bij uitstek kan bijdragen aan deze ambitie, namelijk de cognitiewetenschappen.

Cognitiewetenschappen is een brede term waarin vele disciplines samen komen. Al deze disciplines hebben met elkaar gemeen dat ze op een natuurwetenschappelijk geïnspireerde wijze informatieverwerkingsprocessen bestuderen die gerelateerd zijn aan hersenen en/of gedrag. Dit onderwerp wordt bestudeerd vanuit een grote diversiteit van bestaande disciplines zoals cognitieve neurowetenschappen, neurobiologie, psychologie, filosofie, taalkunde, artificiële intelligentie, (gedrags)genetica, (neuro)ethologie, neuroanatomie, neuroendocrinologie, neurofysiologie, bewegingswetenschappen en antropologie. Maar er zijn meer disciplines te noemen.

Sinds de jaren zestig hebben de cognitiewetenschappen zich zeer snel ontwikkeld. Daarvoor is een aantal redenen aan te wijzen. Ten eerste zijn de wetenschappen die traditioneel mentale processen bestudeerden zoals de psychologie en de filosofie veel formeler geworden. Geformaliseerde en mathematische modellen van cognitieve processen zijn veel gemakkelijker te verbinden met meer neurobiologisch georiënteerd onderzoek. Bovendien hebben ontwikkelingen in de informatica en artificiële intelligentie ervoor gezorgd dat het simuleren van cognitieve processen gemakkelijker en natuurgetrouwer kon. Zo konden cognitieonderzoekers hun modellen beter vormgeven en toetsen.

Ten tweede heeft voortschrijdend onderzoek in de genetica en moleculaire neurobiologie gezorgd voor nieuwe perspectieven op en vragen voor de cognitiewetenschappen. Zo neemt de kennis van het (humane) genoom snel toe, kunnen wetenschappers met nieuwe analysemethoden steeds meer informatie verwerken en zijn er veel nieuwe diermodellen ontwikkeld. Deze ontwikkelingen zorgen voor nieuwe mogelijkheden om de relatie tussen genen, ontwikkeling, omgeving en mentale (dis)functies te onderzoeken. Dit heeft er onder andere toe geleid dat er veel nieuwe kennis is verworven over de neurale veranderingen in het brein als er iets nieuws wordt geleerd (neuroplasticiteit).

Ten derde hebben nieuwe beeldvormende technieken, zoals fMRI en PET, een katalyserend effect gehad op het onderzoek naar de neurale neerslag van mentale functies. De activiteit van het humane brein is zowel in tijd als in ruimte steeds beter te relateren aan cognitieve functies zoals taal, geheugen en perceptie.

De maatschappij is, ten vierde, ook sterk veranderd. Door de opkomst van de computer en internet is informatie steeds gemakkelijker toegankelijk en te gebruiken. Burgers dienen daarom steeds beter met meer informatie om te kunnen gaan. Kortom, kennis is van steeds grotere waarde geworden. Toepassingen van

¹ www.innovatieplatform.nl.

het interdisciplinaire onderzoek naar de mens als kennisverwerker en kennisdrager hebben daardoor aan gewicht gewonnen.

Voor de verdere ontwikkeling van het veld is het essentieel dat er wordt gewerkt aan een betere integratie van de diverse niveaus waarop onderzoek wordt bedreven. Ook in Nederland staat de disciplinaire integratie van onderzoek naar hersenen en cognitie hoog op de agenda.² Pas door te kijken naar informatieverwerkingsprocessen die beginnen bij interacties tussen moleculen en eindigen bij groepen mensen is een volledig beeld van cognitie in haar volle en dynamische omvang te krijgen.

1.2

Bijdrage aan de maatschappij

De cognitiewetenschappen kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan een beter individueel en sociaal functioneren in een complexe kennismaatschappij.³ Het cognitieonderzoek in Nederland is van internationaal hoog niveau. Ons land kent een excellente traditie in belangrijke disciplines als de (neuro)ethologie, cognitieve psychologie, artificiële intelligentie, neuroanatomie, neuroendocrinologie en de neurofysiologie.⁴ In het (recente) verleden hebben Nederlandse wetenschappers grote invloed gehad op de ontwikkeling van bovenstaande disciplines. De groep van innovatieve en invloedrijke onderzoekers naar hersenen en gedrag in Nederland kent nu nog steeds uitmuntende voorbeelden. De lijst van recente winnaars van de Spinozapremies laat zien dat er een aanzienlijk aantal uit de cognitiewetenschappen komt.⁵ En een groot aantal Nederlandse cognitiewetenschappers publiceert regelmatig in de toonaangevende tijdschriften zoals *Nature* en *Science*.⁶

Ook aan het Nederlandse bedrijfsleven en de Nederlandse overheid zijn de (inter)nationale ontwikkelingen in de cognitiewetenschappen niet voorbij gegaan. Bedrijven zoals Philips, Organon en de Nederlandse Spoorwegen hebben belangstelling voor de ontwikkelingen in de cognitiewetenschappen. Philips zet hoog in op *ambient intelligence*.⁷ Het bedrijf voorziet een wereld waarin technologie zo geïntegreerd raakt in de dagelijkse omgeving, dat deze gevoelig is en reageert op de aanwezigheid van mensen en hun behoeften. Organon heeft als één van haar speerpunten in haar onderzoeksbeleid de neurowetenschappen.⁸ Het bedrijf richt zich vooral op depressie, psychose en slaapstoornissen. Op basis van nieuwe inzichten uit de neurowetenschappen probeert het bedrijf nu bijvoorbeeld een nieuwe generatie antidepressiva te ontwikkelen die op andere plekken in de hersenen werkzaam zullen zijn. Daarbij is een belangrijke rol weggelegd

2 Fruits of Enlightenment, nwo, 2001; Hersenonderzoek Nederland, strategienota 2005-2015, Neurofederatie, 2005; Nationaal Research Initiatief Hersenen en Cognitie: From molecules to minds, nwo, 2006; Theme 'Brain and Cognition: An Integrative Approach', nwo, 2007.

3 Fruits of Enlightenment, nwo, 2001.

4 Hersenonderzoek Nederland, strategienota 2005-2015, Neurofederatie, 2005.

5 Zie bijlage 3 en www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/nwoP_5VNCW6.

6 Zie bijlage 4.

7 www.research.philips.com/technologies/syst_softw/ami/background.html.

8 www.organon.nl/products/Algemeen/mental/index.asp?ComponentID=25292&SourcePageID=79814#1.

voor de invloed van de samenwerking tussen de hypothalamus, de hypofyse en de bijnier bij het ontstaan en in stand houden van stress. De Nederlandse Spoorwegen werken samen met cognitiewetenschappers om mentale belasting, geheugenrepresentaties en redeneerstrategieën van planners te bestuderen. Softwareondersteuning van planners bij bijvoorbeeld rangeren en personeelsplannen wordt steeds belangrijker, maar ook steeds complexer. Vanuit een cognitief perspectief is het daarom beter uit te gaan van deelalgoritmen binnen complexe denkstructuren van planners dan van complexe algoritmen waar planners dan maar zo goed mogelijk bij moeten aansluiten.⁹ Als rekening wordt gehouden met de adequate mentale ruimte van planners ontstaan niet alleen betere, maar ook beter te begrijpen oplossingen.

Ook de Nederlandse overheid ziet het belang van de toepassingen uit de cognitiewetenschappen in een vergrijzende en steeds complexere maatschappij.¹⁰ Een aantal ministeries (ocw, Justitie, Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, vws en EZ) denkt actief na over mogelijke toepassingen van cognitiewetenschappen op maatschappelijke ontwikkelingen en problemen. De meeste aandacht richt zich op gezondheid, veiligheid en leren. Zo organiseerde NWO samen met het Rathenau Instituut en Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT) op 20 november 2007 het congres Cognitie en Justitie, waar experts uit de cognitiewetenschappen en het justitiële veld nadachten over de mogelijkheden van toepassingen uit de cognitiewetenschappen voor justitie en politie.¹¹ En in 2002 hebben het algemeen bestuur van NWO en het ministerie van ocw de commissie Hersenen en Leren ingesteld met de opdracht om uitwisseling tussen hersenwetenschappen, cognitiewetenschappen, onderwijswetenschappen en de onderwijspraktijk actief op gang te brengen. Het rapport 'Leer het brein kennen' uit 2005 was het resultaat van deze eerste uitgebreide verkenning.¹²

1.3

Oprichting aan de Commissie Organisatiestructuur Cognitiewetenschappen

Voor veel landen is het onderzoek naar hersenen en cognitie een prioriteit in hun wetenschapsbeleid.¹³ De Chinese regering heeft het bijvoorbeeld tot één van haar speerpunten gemaakt. Groot-Brittannië heeft een Foresight programma ingesteld en in Duitsland hebben zowel de Volkswagenstiftung als het Bundesministerium für Bildung und Forschung een zwaartepuntsprogramma (neuro)cognitie gecreëerd. In de Verenigde Staten investeren topuniversiteiten als Harvard, Massachusetts Institute of Technology en Stanford al jarenlang in grootschalige centra waar hersenen en cognitie centraal staan.

9 Wezel, W.M.C. van, Jorna, R.J. & Meystel, A. (2006). *Planning in Intelligent Systems*. New Jersey: Wiley.

10 Linden, M. van der (2007). Breinbeleid. De ontluikende rol van de hersenwetenschappen in het overheidsbeleid. Den Haag: Rathenau Instituut.

11 : www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/nwoA_77FCRY; Wetenschappelijk Onderzoeks- en Documentatiecentrum (2006). Biologie en criminologie, *Justitiële Verkenningen*, 32 (8), Den Haag: Boom Juridische Uitgevers: www.wodc.nl/images/JV0608_vollledige_tekst_tcm44-59645.pdf.

12 Uit: www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/nwoP_6CHFLF.

13 Nationaal Research Initiatief Hersenen en Cognitie: From Molecules to Minds, NWO, 2006.

Om het hoofd te kunnen bieden aan de snelle ontwikkelingen in het vakgebied en om in het internationaal sterke krachtenveld een vooraanstaande positie in te nemen heeft het Dagelijks Bestuur van de KNAW op instigatie van de Commissie Cognitiewetenschappen besloten te adviseren over de organisatiestructuur van de cognitiewetenschappen in Nederland. Het Dagelijks Bestuur heeft daartoe de Commissie Organisatiestructuur Cognitiewetenschappen¹⁴ – kortweg: commissie – ingesteld en deze commissie gevraagd een antwoord te geven op de volgende vragen:

- Hoe moet het dynamische vakgebied van de cognitiewetenschap zodanig institutioneel verankerd worden (in universiteiten, in wetenschappelijke gremia als NWO) dat een duurzame ontwikkeling mogelijk is?
- Welke *roadmap* voor grootschalige onderzoeksinfrastructurele voorzieningen is nodig om Nederland internationaal competitief te laten blijven, en wat is het optimale aggregatieniveau van de onderzoeksfaciliteiten (bijvoorbeeld: creatie van *national centers of excellence*, van nationale biobanken, een landelijke verdeling of juist concentratie van *imaging* faciliteiten, etc)?
- Hoe kunnen de master- en promotieopleidingen optimaal georganiseerd worden, qua aantal, schaalgrootte, kwaliteit, etc.?
- Hoe verhoudt de infrastructurale inbedding zich tot het buitenland? Zijn er voorbeelden van *best practices* in andere landen te geven?

Op 26 en 27 november 2007 is de commissie twee dagen bij elkaar geweest om een gezamenlijk antwoord te formuleren op bovenstaande vragen. De presentaties van nationale en internationale wetenschappers uit de commissie en de daaruit voortvloeiende discussies en de consultatieronde per e-mail met het veld van cognitieonderzoekers zijn de basis voor de volgende drie hoofdstukken. Allereerst komt de gewenste institutionele verankering van de cognitiewetenschappen aan bod. Het daarop volgende hoofdstuk richt zich op de onderzoeksfaciliteiten voor de cognitiewetenschappen. Het laatste inhoudelijke hoofdstuk behandelt het universitaire onderwijs in de cognitiewetenschappen. De *best practices* uit de Verenigde Staten, België, Duitsland en Groot-Brittannië, tijdens de conferentie van 26 en 27 november 2007 door de leden van de commissie naar voren gebracht, zijn een belangrijke bron van inspiratie geweest voor het opstellen van de tekst en de aanbevelingen.¹⁵

14 Zie bijlage 1.

15 Het Department of Cognitive Science van de University of California, San Diego (www.cogsci.ucsd.edu) en de Graduate School of Neural & Behavioural Sciences van de International Max Planck Research School aan de Universiteit van Tübingen (www.neuroscience-tuebingen.de/gradschool/behav/index.php) zijn goede voorbeelden van interdisciplinair en integratief cognitieonderwijs en -onderzoek met hoogwaardige onderzoeksfaciliteiten en ruime aandacht voor de computationele aspecten van cognitie en cognitieonderzoek.

2.1

Cognitiewetenschappen binnen NWO en KNAW

De nationale wetenschappelijke gremia hebben initiatieven ontplooid naar aanleiding van de ontwikkelingen in de cognitiewetenschappen. De KNAW heeft op 1 juli 2005 de Commissie Cognitiewetenschappen ingesteld voor een periode van vijf jaar. Deze Commissie vervult een ontmoetingsfunctie voor zowel leden als niet-leden van de Akademie die actief onderzoeker zijn op het gebied van de cognitiewetenschappen. De Commissie kan door signaleringen, attenderingen en aanbevelingen aan de agendering van Akademiebesturen en -adviesraden bijdragen.

Bij NWO liep vanaf 2002 het Cognitieprogramma, dat is gefinancierd door het Algemeen Bestuur van NWO, de Gebieden Aard- en Levenswetenschappen (ALW), Exacte Wetenschappen (EW), Geesteswetenschappen (GW), Maatschappij- en Gedragwetenschappen (MaGW), de Nederlandse organisatie voor gezondheidsonderzoek en zorginnovatie (ZonMw) en de technologiestichting STW.¹⁶ Dit programma had een omvang van veertien miljoen euro. NWO stelde voor het verwezenlijken van deze doelstellingen vijf actielijnen op, namelijk onderzoek, wetenschappelijke bijeenkomsten, publieksactiviteiten, educatieve activiteiten en informatievoorziening. NWO heeft met dit programma het onderzoek op de grensvlakken van bestaande cognitiegebieden flink gestimuleerd. Daarnaast verbeterde dit programma de interactie binnen de cognitiewetenschappen en werd het maatschappelijk draagvlak vergroot. In 2008 is dit Cognitieprogramma opgevolgd door het NWO-thema *Brain and Cognition*.¹⁷ Sterker nog dan het vorige programma wil dit thematische programma de nadruk leggen op de integratie van de cognitiewetenschappen. Bovendien gaat er extra aandacht naar het stimuleren van excellent onderzoek, het formeren van (inter)nationale netwerken en steun voor de wetenschappelijke ontwikkeling van veelbelovende jonge onderzoekers. Tot nu toe is acht miljoen euro toegezegd voor het uitwerken van deze doelstellingen. Het programma loopt tot 2012.

Tot 2009 loopt bij NWO ook het in 2002 gestarte programma *Behaviour and Evolution*.¹⁸ Het doel van dit programma is ten eerste om door middel van veelal vergelijkend onderzoek nieuwe inzichten in de evolutionaire basis van humaan gedrag te genereren. Een tweede doel is het stimuleren van het gebruik van evolutionaire benaderingen in de maatschappij- en gedragwetenschappen. Het programma stimuleert een actieve samenwerking tussen wetenschappers uit de levens- en maatschappij- en gedragwetenschappen.

NWO heeft – naast bovenstaande twee programma's – in 2005 het initiatief genomen tot de oprichting van het Nationaal Initiatief Hersenen & Cognitie (regiegeaan i.o.).¹⁹ De NWO-Gebieden ALW, GW en MaGW creëerden samen met ZonMw dit samenwerkingsverband om een krachtige nationale regie te kunnen

16 www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWO_P_5W5KZG.

17 NWO Theme 'Brain and Cognition: An Integrative Approach', NWO, 2007.

18 www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWO_P_5T8EXB.

19 Nationaal Research Initiatief Hersenen en Cognitie: From Molecules to Minds, NWO, 2006.

voeren op het gebied van hersen- en cognitieonderzoek. Dit initiatief beoogt een optimale integratie van fundamenteel en toegepast neurowetenschappelijk- en cognitieonderzoek om zo tot een beter begrip van het brein en ons gedrag te komen. Deze kennis kan dan leiden tot een optimale ondersteuning van de functies van het brein gedurende ons hele leven. Onder leiding van oud-politicus Jan Terlouw is een *task force* opgezet die als taak had om in samenwerking met het wetenschappelijke veld de plannen verder uit te werken en te verkennen welke maatschappelijke, departementale en industriële partners interesse hebben in het Nationaal Initiatief.²⁰ Ook de KNAW heeft zich inmiddels aangesloten bij dit Nationaal Initiatief Hersenen & Cognitie (regieorgaan i.o.).

2.2

Oprichting Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen

Aan de Nederlandse universiteiten zijn de disciplines die vallen onder de cognitiewetenschappen in heel diverse faculteiten ondergebracht. Dit loopt van de Exacte Wetenschappen, Psychologie, Biologie, Medische Wetenschappen, Letteren, Filosofie tot aan Economie. Enkele universiteiten faciliteren de lokale logistieke en inhoudelijke samenwerking van cognitiewetenschappelijk onderzoek en onderwijs door onderzoeksscholen of -instituten. De Radboud Universiteit Nijmegen heeft het platform *Donders Institute for Brain, Cognition and Behaviour*. De Universiteit Maastricht heeft het *Maastricht Brain Imaging Centre* (M-BIC). De Universiteit van Amsterdam, de Vrije Universiteit Amsterdam, het Academisch Medisch Centrum, het VU Medisch Centrum en de KNAW hebben zeer recent het Spinozacentrum, een instituut voor *neuroimaging*, opgericht. De Universiteit Leiden heeft het *Leiden Institute for Brain and Cognition* (LIBC) en de Rijksuniversiteit Groningen de *Groningen Graduate School for Behavioural and Cognitive Neurosciences* (BCN). De Universiteit Utrecht kent twee cognitieonderzoeksscholen, namelijk de *Helmholtz Research School* en de *Rudolf Magnus Graduate School of Neuroscience*.

Elke universiteit die wil investeren in de cognitiewetenschappen dient een lokaal platform voor cognitiewetenschappen op te richten. In een dergelijk lokaal platform moeten wetenschappers uit alle voor die universiteit relevante cognitieve disciplines vertegenwoordigd zijn. De doelstellingen van de platforms kunnen natuurlijk verschillen van universiteit tot universiteit, maar ze zouden in ieder geval de integratie van het lokale cognitieonderzoek en -onderwijs moeten omvatten en het interdisciplinaire karakter van cognitiewetenschappelijk onderzoek stimuleren. Een platform heeft formeel geen bevoegdheden, maar adviseert de faculteiten op welke wijze het lokale cognitieonderzoek en -onderwijs gestimuleerd dient te worden.

Uit de lokale centra moeten de betrokken universiteiten, in samenspraak met NWO en de KNAW, een permanent Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen installeren. In dit platform neemt van elke instelling voor wetenschappelijk onderzoek een vertegenwoordiger zitting onder de voorwaarde dat die instelling wil investeren in de Nederlandse cognitiewetenschappen. Dit kan worden

²⁰ Contours of the National Initiative on Brain & Cognition: Mind the Brain, NWO, 2006.

afgemeten aan de omvang van de investeringen, het niveau van onderwijs en de wetenschappelijke productie. Eventueel neemt van meerdere instellingen gezamenlijk, bijvoorbeeld van de drie technische universiteiten, een vertegenwoordiger zitting in het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen.

Van groot belang is dat er een goede afstemming is tussen dit platform en het door NWO en KNAW ondersteunde Nationaal Initiatief Hersenen & Cognitie (regieorgaan i.o.). Het Nationaal Initiatief is van tijdelijke aard (5-10 jaar) en heeft een belangrijke functie als aanjager van het cognitieonderzoek. Het voorziet echter niet in een structurele landelijke afstemming. Bovendien heeft het (voortkomend uit NWO en KNAW) geen duidelijke rol in het onderwijs. Vanuit die overweging is er plaats voor het hier voorgestelde Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen. Zorgvuldige afstemming en taakverdeling is vereist voor de periode waarin beide landelijke gremia functioneren. Of dit platform onder de VSNU, NWO of de KNAW gaat vallen, dient door de betrokken partijen nader besloten te worden. Bestuurlijk en beleidsmatig dient het platform autonoom te kunnen acteren, vooralsnog in afstemming met het Nationaal Initiatief Hersenen & Cognitie (regieorgaan i.o.). Na afloop van het Nationaal Initiatief kan het platform de samenwerking met bedrijfsleven en overheid onderhouden en waar nodig uitbreiden. Zo kan het platform een rol spelen bij de ontwikkeling van toepassingen op basis van fundamenteel onderzoek en nieuwe onderzoekslijnen op basis van maatschappelijke vragen.

2.3

De disciplinaire verkokering voorbij

Bij NWO is – net als bij de universiteiten – een zekere disciplinaire verkokering van de cognitiewetenschappen aanwezig. Binnen NWO zijn de volgende Gebieden relevant voor de cognitiewetenschappen: Exacte Wetenschappen (EW), Maatschappij- en Gedragswetenschappen (MaGW) en de daaronder vallende Programmaraad voor het Onderwijsonderzoek (PROO), Aard- en Levenswetenschappen (ALW) en Geesteswetenschappen (GW). Ook de Nederlandse organisatie voor gezondheidsonderzoek en zorginnovatie (ZonMw) en de Stichting Wetenschap en Techniek (STW) zijn relevant voor de cognitiewetenschappen. Voorstellen voor onderzoek worden meestal in één Gebied ingediend. Andere Gebieden hebben dan geen invloed op het beoordelingstraject. Een gevaar van deze disciplinaire scheidingen is dat interdisciplinaire onderzoeksvorstellen volledig disciplinair worden beoordeeld, waardoor excellentie soms niet wordt herkend en erkend. Interdisciplinair onderzoek wordt op een andere manier opgezet en uitgevoerd dan zuiver disciplinair onderzoek en de meerwaarde van dit soort onderzoek kan door disciplinair werkende panels niet altijd op waarde worden geschat.

Het systeem van disciplinecodes bij NWO, die indieners aan hun onderzoeksvoorstel moeten hechten, zou zodanig moeten worden aangepast dat de cognitiewetenschappen en de deelonderwerpen goed herkenbaar in de disciplinecodes

zijn gerepresenteerd. Bovendien is het van groot belang dat de beoordeling van onderzoeksvoorstellen wordt gedaan door een goede en brede selectie van referenten die affiniteit hebben met en kennis hebben van interdisciplinair onderzoek. Op die manier kan NWO ook een beter beoordelingstraject van ingediende onderzoeksvoorstellen garanderen binnen financieringstrajecten als Vernieuwingsimpuls en de opvolger daarvan, Vrije Competities, Pilot Projects, TopTalent en grote investeringssubsidies voor onderzoeksfaciliteiten. Zo zou het bijvoorbeeld mogelijk moeten zijn een aanvraag onder twee Gebieden (MaGW en gw bijvoorbeeld) in te dienen om zodoende voor 50-50 financiering in aanmerking te komen. Zelfs kan worden overwogen binnen NWO het huidige overleg tussen de gebieden betreffende de cognitiewetenschappen meer structureel te onderbouwen, vergelijkbaar met het overleg binnen NWO aangaande de levenswetenschappen.

Naast bovenstaande *top-down* initiatieven, die van groot belang zijn om een zo divers veld als de cognitiewetenschappen focus en massa te geven, zijn nieuwe *bottom-up* ontwikkelingen van essentieel belang om het veld van noodzakelijke nieuwe input te voorzien. Nieuwe, mogelijk revolutionaire ideeën vanuit de onderzoekswereld moeten ruimte krijgen om te ontstaan, gesignaleerd te worden en bij succes via de lokale platforms en het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen navolging te krijgen. Dat hieraan behoefte is, bleek wel uit het feit dat de *call* voor risicovolle éénjarige *pilots* binnen het onlangs afgeronde Cognitieprogramma die slechts enkele maanden van tevoren aangekondigd was, tientallen aanvragen opleverde. NWO oordeelde dat het niveau van deze aanvragen gemiddeld zeer hoog was, maar kon er slechts tien honoreren. NWO zou daarop beter moeten insprijngen met nieuwe *calls* en thema's voor relatief kleine, kortdurende, innovatieve, interdisciplinaire, en risicovolle projecten.

2.4

Financiën

Uit het recente verleden blijkt dat veel excellent cognitieonderzoek is gestimuleerd door het Cognitieprogramma en het programma *Behaviour and Evolution*. Er zijn echter zo veel zeer goede onderzoeksvoorstellen ingediend dat niet alles financieel kon worden ondersteund. De financiële middelen voor interdisciplinaire projecten waren uitgeput lang voordat het thema was afgelopen. Om te zorgen dat al het excellente cognitieonderzoek in Nederland nu en in de toekomst op financiering kan rekenen, is het nieuwe NWO-thema *Brain and Cognition* een goed initiatief. Het is dan ook van groot belang dat er in 2012 een thematische opvolger komt. Het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen zou in het uitdenken en uitwerken daarvan een belangrijke rol kunnen spelen.

De Nederlandse regering en het bedrijfsleven dienen meer financiële middelen via NWO aan onderzoek en ontwikkeling uit te geven. Het Lissabonakkoord heeft gesteld dat alle Europese landen minimaal 3 procent van hun BNP aan onderzoek en ontwikkeling moeten besteden.²¹ In 2005 gaven de zeventwintig lidstaten van de Europese Unie gemiddeld 1,74 procent van hun BNP uit aan

21 <http://ec.europa.eu/growthandjobs>.

onderzoek en ontwikkeling. Nederland zit met 1,73 zelfs nog onder dit gemiddelde, anders dan bijvoorbeeld Zweden, Finland en Japan (zie figuur 1). Ook Vlaanderen komt de laatste jaren steeds dichterbij de norm. Werd volgens de OESO in 2000 nog 1,96 procent van het BNP aan onderzoek besteed, volgens de Vlaamse minister van Financiën en Begroting en Ruimtelijke Ordening, Dirk van Mechelen, was dat in 2003 al 2,56 procent.²²

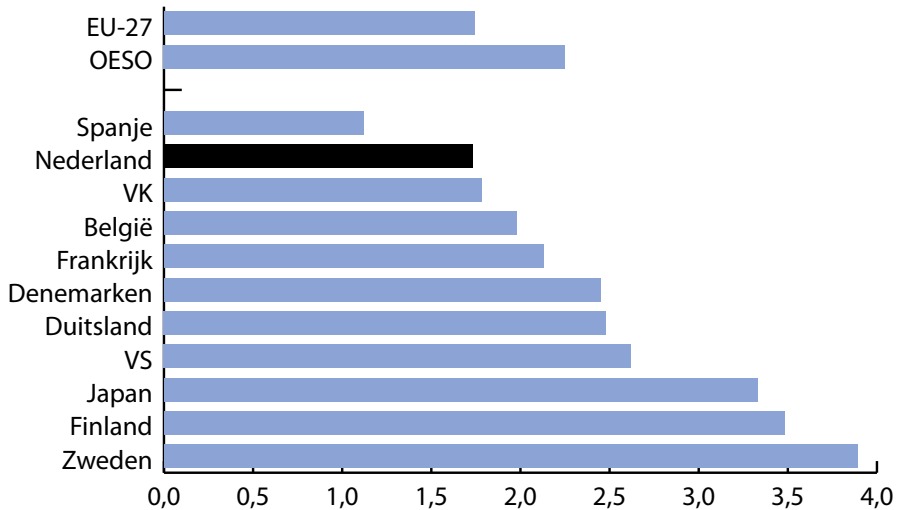


Fig. 1. Onderzoeks- en ontwikkelingsuitgaven als percentage van het BNP 2005.²³

2.5

Aanbevelingen

- Oprichting van een permanent Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen om het cognitiewetenschappelijke onderwijs en onderzoek op de agenda te houden. Dit platform functioneert als strategisch overlegorgaan, voornamelijk naast en in aanvulling op het Nationaal Initiatief Hersenen & Cognitie (regieorgaan i.o.). Daardoor betreft de taakstelling van het platform aanvankelijk voornamelijk de verankering van het cognitiewetenschappelijke onderwijs en onderzoek in het universitaire bestel, en het landelijk afstemmen van de lange termijn ontwikkelingen binnen het veld van de cognitiewetenschappen. Echter, terwijl het Nationaal Initiatief een tijdelijk karakter zal hebben, is het platform permanent van aard. Zodoende is landelijke afstemming op het gebied van het cognitiewetenschappelijke onderzoek en onderwijs voor langere tijd gegarandeerd.
- Verbetering van de interdisciplinaire samenwerking van cognitiewetenschappers binnen universiteiten. Elke universiteit die wil investeren in de cognitiewetenschappen vormt een lokaal platform voor cognitiewetenschappen.

²² www.dirkvanmechelen.be/2003/opening-onderzoeksgebouw.

²³ OECD, Main Science and Technology Indicators (MSTI): 2007/2 edition: www.oecd.org/document/3/3/0,3343,en_2649_34451_1901082_1_1_1_1,00.html.

- Institutionele aanpassingen om de beoordeling van het interdisciplinair cognitiewetenschappelijke onderzoek te faciliteren.
- Introductie van een nieuw interdisciplinair aan de cognitiewetenschappen gerelateerd thema na het NWO-thema *Brain and Cognition* (2008-2012).
- Sterke verhoging van de financiële middelen voor het NWO-thema *Brain and Cognition*.
- Versterking van het Nationaal Initiatief Hersenen & Cognitie (regieorgaan i.o.).

Hoogwaardige infrastructuur onderzoeksfaciliteiten

In de laatste tien jaar hebben Nederlandse universiteiten, UMC's en NWO in vergelijking met andere landen zeer succesvol gewerkt aan het genereren van een hoogwaardige infrastructuur en een breed aanbod van onderzoeksfaciliteiten die het mogelijk maakt om cognitie van moleculair tot maatschappij te bestuderen.²⁴ Op dit moment zijn de faciliteiten in Nederland om cognitie te bestuderen dan ook van hoog niveau.

In de jaren negentig deden veel universiteiten en ziekenhuizen grote investeringen in functionele beeldverwerkende apparatuur voor wetenschappelijke en klinische toepassingen. Voorbeelden hiervan zijn fMRI, PET en MEG. Al deze technieken zijn in staat veranderingen in het brein waar te nemen. De mate van verandering van activiteit in verschillende delen van het brein kan worden weergegeven in een kleurenafbeelding. Door proefpersonen een taak te geven terwijl ze in een scanner liggen, kunnen onderzoekers in kaart brengen welke delen van het brein actief zijn bij die taak en daarmee inzicht verwerven in de wijze waarop het brein informatie verwerkt.

Naast beeldverwerkende technieken zijn er vele andere methoden en bronnen die cognitiewetenschappers gebruiken om mentale processen te bestuderen. Zo zijn proefdieren een belangrijke bron van informatie, niet alleen door dierexperimenten, maar ook door fundamenteel vergelijkend onderzoek. Zo is het mogelijk bepaalde genen uit te schakelen om vervolgens te kijken wat voor effect dat heeft op de ontwikkeling van bepaalde eigenschappen. Vergelijkend onderzoek bij dieren kan tot betere inzichten leiden hoe humane cognitie werkt of zorgen dat humane onderzoeksvragen scherper worden gesteld.

Ook bijzondere humane onderzoekspopulaties zijn van groot belang. Veel fundamenteel cognitief onderzoek wordt gedaan op volwassen, gezonde proefpersonen. Om inzicht te krijgen in pathologische processen, zijn juist mensen met specifieke genetische of neurofysiologische afwijkingen interessant. Zo kan worden gezocht naar mogelijke behandelmogelijkheden. Kennis van pathologische processen kan bovendien nieuwe inzichten bieden in het normale cognitieve functioneren.

Ons denken en handelen is het resultaat van een continue wisselwerking tussen genen, neurofysiologische processen en de omgeving. Om inzicht te krijgen in ontwikkelingsprocessen die beginnen bij de geboorte en een leven lang blijven doorgaan, is longitudinaal onderzoek bij kinderen, volwassenen en ouderen van groot belang. Samen met tweelingenonderzoek levert dit meer inzicht op in de invloed van genen, organisme en omgeving op het uiteindelijke denken en handelen.

²⁴ Als ijkpunt in de tijd is hierbij het eindrapport van de Verkenningcommissie Cognitiewetenschappen *De kennisraffinaderij: cognitiewetenschappen in Nederland* (maart 1997) genomen. Daarin is onder andere sterk gepleit voor de opbouw van een neurocognitief centrum met hoogwaardige onderzoeksfaciliteiten om hersenen, cognitie en gedrag te bestuderen.

Voor de opslag en analyse van verzamelde data is een *e-science* nodig die de vereiste rekenkracht en methodiek levert.²⁵ De term *e-science* slaat op de samenwerking van diverse disciplines om uitgebreide en complexe computernetwerken te ontwikkelen voor simulatie, analyse en (internationale) samenwerking. Omdat de software en de infrastructurele randvoorwaarden zeer complex zijn, bestaan *e-science*-projecten vaak uit grote teams, ontwikkeld en ondersteund door universiteiten en overheid. Net als disciplines die veel data genereren, zoals de astronomie, de deeltjesfysica en de genetica, zijn de cognitiewetenschappen gebaat bij een nauwe samenwerking met wiskundigen, informatici en onderzoekers in de artificiële intelligentie om tot veldspecifieke oplossingen te komen voor digitale simulaties, opslag en analyse van de grote hoeveelheden onderzoeksgegevens.

Voor veel moleculair-biologische onderzoekers kan het moeilijk zijn om aan bepaalde (hersen)weefsels te komen. De Nederlandse Hersenbank (NHB) verzamelt hersenweefsel van overleden donoren met diverse hersenaandoeningen, en stelt dit, samen met een samenvatting van de geanonimiseerde medische gegevens, ter beschikking aan onderzoekers die zich bezig houden met onderzoek naar de werking van de hersenen en oorzaken van hersenziekten. Dergelijke weefselbanken – inclusief stamcelopslag – zijn van groot belang voor fundamenteel en klinisch onderzoek naar neuroplasticiteit, neuroregeneratie en neuropathologie.

Aangezien het veld in ontwikkeling blijft, zullen er ook in de toekomst forse investeringen nodig blijven. Daar zijn NWO, de UMC's en de universiteiten de aangewezen partijen voor. Dit geldt met name voor functionele beeldverwerkende apparatuur zoals fMRI, PET en genomics- als proteomics-faciliteiten. Om de grote hoeveelheid data die hierdoor beschikbaar komen zinvol te kunnen gebruiken, zijn investeringen in een uitgebreid digitaal systeem voor opslag en analyse noodzakelijk. Naast investeringen in dit soort hoogtechnologische onderzoeksfaciliteiten, blijven ook financiële middelen nodig voor andere onderzoeksfaciliteiten en -methoden zoals dieronderzoek, bijzondere onderzoekspopulaties, langdurig longitudinaal onderzoek en weefselopslag.

3.2

Optimale inzet van middelen

Het is van groot belang dat er voldoende financiële middelen zijn voor onderzoeksgroepen op het gebied van de cognitiewetenschappen met specifieke expertise om de beste apparatuur aan te schaffen. Hoe dichter een onderzoeksgroep zich bij de meetfaciliteiten bevindt, des te gemakkelijker en sneller kan deze haar onderzoeksvragen omzetten in empirisch onderzoek. De (werkbare) afstand tussen een onderzoeksgroep en haar onderzoeksfaciliteiten is een belangrijke factor in het succes van wetenschappelijk onderzoek. Dit betekent niet dat er geen ruimte is voor mensen van buiten. Zeker voor de grotere onderzoeksfaciliteiten geldt dat een optimaal gebruik ervan ook bestaat uit het openzetten van de deuren voor externe onderzoekers.

²⁵ Zie bijvoorbeeld het Britse National e-Science Centre: www.nesc.ac.uk.

Het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen dient een belangrijke adviserende rol te spelen in de toekenning van de toekomstige investeringen in de onderzoeksinfrastructuur voor de cognitiewetenschappen en zodoende te zorgen voor een optimale inzet en landelijke afstemming van middelen. Lokale initiatieven zijn toch van groot belang bij het creëren van een onderzoeksinfrastructuur die past bij de wensen van lokale onderzoeksgroepen op het gebied van de cognitiewetenschappen en het realiseren van de financiële basis voor de gewenste faciliteiten.

In navolging van omliggende landen moeten alle Gebieden van NWO consequent de integrale kostprijs vergoeden bij projecten waarin cognitieonderzoekers gebruik maken van grootschalige faciliteiten.²⁶ Tot nu toe vergoeden sommige Gebieden wel de integrale kostprijs en andere niet. Uniform beleid en standaardisering op dit punt is gewenst. Bovendien moet het een vanzelfsprekendheid worden dat wanneer de vraagstelling van een onderzoek het gebruik van dergelijke faciliteiten vereist, de onderzoeker hiervan gebruik kan maken en dat dit financieel wordt gedekt.

3.3

Expertise gebruik onderzoeksfaciliteiten en -data

Een niet te onderschatten factor voor het optimale gebruik van de aanwezige onderzoeksfaciliteiten is de aanwezigheid van voldoende expertise.²⁷ Deze expertise is nodig om de onderzoeksfaciliteiten te installeren en te onderhouden, maar ook om de experimentele paradigma's professioneel op te zetten en te analyseren. Zo wordt onderzoek meer een samenwerkingsverband van relevante wetenschappers die zorgt voor optimaal gebruik van de beschikbare expertise. Een belangrijke rol lijkt hierbij weggelegd voor een landelijke instrumentatiewerkgroep, die door het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen in het leven dient te worden geroepen en zorgt voor een betere samenwerking met betrekking tot data-, software- en expertise-uitwisseling.

De expertise van informatici, wiskundigen en onderzoekers in de artificiële intelligentie kan goed van pas komen bij het opzetten van een *e-science* die mede ten dienste staat van de cognitiewetenschappen.²⁸ Op steeds meer deelterreinen van cognitieonderzoek worden er grote databanken ontwikkeld.²⁹ Enerzijds om publicaties te ondersteunen, anderzijds om wetenschappelijke vooruitgang te bespoedigen op korte en lange termijn door het openbaar maken van gegevens voor verder onderzoek.³⁰ Het is zeer wenselijk vooral data van structurele aard (hersenstructuren (MRI), linguïstische corpora) op een gestandaardiseerde manier te bewaren om deze zo voor andere onderzoekers toegankelijk te maken. Het door NWO en KNAW opgezette instituut *Data Archiving and Networked Services* (DANS) zou – in afstemming met overige Europese initiatieven – hierin een leidende rol kunnen spelen. Door slim gebruik te maken van de koppeling

26 Nationaal Plan voor Brain Imaging, Neurofederatie, 2005.

27 Nationaal Plan voor Brain Imaging, Neurofederatie, 2005.

28 www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWOP_5V7LH6.

29 Zie bijvoorbeeld het fMRI Data Center: www.fmridc.org/f/fmridc/aboutus/index.html?id=meKHlink

30 Martone, M., Gupta, A. & Ellisman, M. (2004). e-Neuroscience: Challenges and triumphs in integrating distributed data from molecules to brains, *Nature Neuroscience*, 7, 467-472.

van computertechnologie en moderne communicatiemiddelen kunnen er bovendien meer data worden geanalyseerd en complexere modellen worden getoetst. Dankzij moderne netwerktechnologie kunnen computers en software bovendien zonder problemen binnen internationale en nationale samenwerkingsverbanden worden ingezet. Het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen stimuleert de ontwikkeling van een op de cognitiewetenschappen toegesneden *e-science*.

3.4

Aanbevelingen

- Blijvende investeringen in aanschaf en ontwikkeling van nieuwe onderzoeksfaciliteiten afgestemd op aanwezige expertise op het gebied van de cognitiewetenschappen.
- Integrale vergoeding van de kosten verbonden aan het gebruik maken door cognitieonderzoekers van grootschalige onderzoeksfaciliteiten.
- Blijvende ontwikkeling van methodologische en technische expertise op het gebied van de cognitiewetenschappen door middel van een instrumentatiewerkgroep.
- Ontwikkeling *e-science* toegesneden op de cognitiewetenschappen.

Kernthema's

Sinds de invoering van de bachelor-masterstructuur in het universitaire onderwijs bieden de Nederlandse universiteiten een groot aantal masteropleidingen aan die vallen onder de cognitiewetenschappen. Het al eerder genoemde Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen zou ook een leidende rol moeten spelen bij de waarborg van kwaliteit en efficiëntie van deze cognitieopleidingen.

Eén van de belangrijkste taken van dit Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen dient het formuleren van kernthema's van het onderwijs in de cognitiewetenschappen te zijn. Deze kernthema's kunnen dan dienen als een richtsnoer voor de inrichting van de masteropleidingen. Zo zullen alle studenten die een masteropleiding afronden die valt onder de cognitiewetenschappen bekend zijn met bepaalde theorieën en beschikken over specifieke methodologische vaardigheden. De theorieën lopen uiteen van moleculair biologisch- tot sociaal niveau. Te denken valt hierbij aan moleculaire neurowetenschappen, (gedrags)genetica, neurofysiologie, sociaal cognitieve neurowetenschappen en hogere orde cognitieve processen zoals perceptie, geheugen, actie, emotie, taal, redeneren en beslissen. Studenten zouden bovendien basale vaardigheden moeten hebben in de methodologie van cognitief onderzoek, programmeren, statistische analyse van diverse onderzoeksmethoden, zoals verschillende beeldverwerkende technieken, longitudinale studies en gedragsanalyses en rapportage van gevonden data.

Disciplinaire en lokale verschillen blijven natuurlijk aanwezig. Een taalkundige heeft uiteindelijk andere expertise dan een moleculair geneticus. Deze moeten ook gevoed blijven worden door de aan de cognitiewetenschappen bijdragende disciplines. Naast het vast afgesproken deel met kernthema's is er bij elke masteropleiding ruimte voor specialisatievakken die aansluiten bij het lokale onderzoek. Er blijft dus voldoende ruimte voor lokale autonomie. Het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen zou erop moeten toezien dat alle verbonden masteropleidingen zich houden aan de opgestelde kernthema's.

Ook voor de graduateopleiding zou een vergelijkbaar kernprogramma moeten worden opgesteld. De ruimte voor lokale invulling is hier groter omdat promovendi een veel persoonlijker ontwikkelingspad doorlopen en langer nauw samenwerken met onderzoekers binnen specifieke onderzoekstrajecten. Toch kunnen, zeker in het begin van de graduateopleiding, bepaalde cursussen en/of *summer schools* heel goed op grotere schaal worden georganiseerd.

Een groot voordeel van een kernprogramma en intensievere samenwerking in de master- en graduateopleiding is de mogelijkheid bepaalde activiteiten samen te doen. Het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen dient hierbij een coördinerende rol te vervullen. Te denken valt aan het gezamenlijk organiseren van *summer schools*, symposia, delen van de voorbereiding van visitaties en het delen van onderwijsmateriaal. Dit geeft een positieve impuls aan de kwaliteit van het onderwijs. Een hogere kwaliteit van onderwijs versterkt het imago van Nederland als kennisland en trekt daarmee niet alleen goede studenten uit

Nederland, maar ook uit het buitenland aan. Bovendien zou het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen als een intermediair tussen studenten en de beroepsmarkt kunnen fungeren. Niet alleen na het afstuderen, maar ook tijdens de studie door bijvoorbeeld een centrale database voor (onderzoeks)stages op te zetten.

4.2 **Aandacht voor techniek en methodologie**

Het belangrijkste didactische doel van een kernprogramma is dat de master- en graduatestudenten na hun opleiding in staat zullen zijn op basis van de dan geldende laatste inzichten de juiste vragen te stellen om de cognitiewetenschappen verder te brengen en deze vragen te kunnen omzetten in de juiste experimenten om er een (begin van een) antwoord op te vinden. Voor het opzetten van goede experimenten zijn cognitiewetenschappers gebaat bij samenwerking. Speciale aandacht – zoals ook al in het vorige hoofdstuk aangegeven – verdienen daarom onderzoekers en technici die de methodologische en technische vaardigheden en kennis hebben om optimaal gebruik te maken van de hoogwaardige onderzoeksfaciliteiten. Als het nodig blijkt te zijn, dan zouden universiteiten hiervoor speciale masteropleidingen moeten opzetten. Aansluiting bij de al aanwezige kennis bij de technische studies is in elk geval wenselijk en biedt nieuwe kansen.

4.3 **Tweejarige masteropleiding met bètastatus**

De cognitiewetenschappen zijn door de jaren heen steeds complexer en technischer geworden. Dit is logisch gezien de buitengewone complexe biologische structuur van (menselijke en dierlijke) cognitie en de behoefte aan formele cognitieve modellen. Dit leidt dus ook tot complexere (neurale) modellen, hoogtechnologische onderzoeksfaciliteiten en een steeds groter theoretisch en methodologisch beroep op integratie van tot nu toe (ver) van elkaar verwijderde disciplines. Deze ontwikkelingen en de hierboven beschreven didactische doelstelling maken het noodzakelijk dat masteropleidingen in de cognitiewetenschappen een tweejarige opleiding zijn met bètastatus. Alleen op die manier is een onderwijsprogramma samen te stellen dat studenten voldoende theoretische kennis en vaardigheden meegeeft om uit te groeien tot volwaardige onderzoekers in dit hoogtechnologische en dynamische veld.

4.4 **Aanbevelingen**

- Vastleggen van centraal gecoördineerde methodologische en theoretische kernthema's voor alle master- en graduateprogramma's in de cognitiewetenschappen.
- Meer aandacht voor de opleiding van cognitiewetenschappers en technici met de juiste expertise voor het optimale gebruik van hoogwaardige onderzoeksfaciliteiten.
- Bètastatus voor cognitiewetenschappelijke masteropleidingen.

Het wetenschappelijk onderzoek naar hersenen, cognitie en gedrag is de laatste decennia in een stroomversnelling geraakt. Het Nederlandse cognitieonderzoek is van excellent niveau. Om in de toekomst op dit niveau te blijven en tot een integrale wetenschappelijke benadering van cognitie te komen, zijn structurele grootschalige investeringen in onderzoek én onderwijs nodig.

Er zijn verschillende tijdelijke initiatieven, zoals het Nationaal Initiatief Hersenen & Cognitie (regieorgaan i.o.), ontwikkeld om de *road maps* van zowel onderwijs als onderzoek op de agenda te houden. Om structurele aandacht hiervoor te garanderen, wordt in dit KNAW-advies een permanent Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen voorgesteld. Daarnaast dient elke universiteit die wil investeren in de cognitiewetenschappen een lokaal platform voor cognitiewetenschappen op te zetten.

Het Nationaal Platform voor Cognitiewetenschappen functioneert als strategisch overlegorgaan, vooralsnog naast en in aanvulling op het tijdelijke Nationaal Initiatief Hersenen & Cognitie (regieorgaan i.o.). Het regieorgaan i.o. zal zich richten op het ontwikkelen van een onderzoeksportfolio in samenwerking met bedrijfsleven, overheid, NWO en de KNAW. Het platform kan deze taken overnemen na afloop van het Nationaal Initiatief. Zolang het Nationaal Initiatief bestaat, richt het platform zich voornamelijk op de verankering van het cognitiewetenschappelijke onderwijs en onderzoek in het universitaire bestel, en op het landelijk afstemmen van de lange termijn ontwikkelingen binnen het veld van de cognitiewetenschappen. Door de permanente aard van het platform is landelijke afstemming op het gebied van het cognitiewetenschappelijke onderzoek en onderwijs voor langere tijd gegarandeerd. Zo kunnen dit onderzoek en onderwijs – in samenwerking met bedrijfsleven en overheid – prominent op de agenda blijven.

Literatuur

- Contours of the National Initiative on Brain & Cognition: Mind the Brain, nwo, 2006.
- De kennisraffinaderij: Cognitiewetenschappen in Nederland, Verkenningcommissie Cognitiewetenschappen, KNAW, 1997.
- Fruits of Enlightenment, nwo, 2001.
- Hersenonderzoek Nederland, strategienota 2005-2015, Neurofederatie, 2005.
- Jolles, J., de Groot, R., van Benthem, J., Dekkers, H., de Glopper, C., Uijlings, H. en Wolff-Albers, A. (2005). Leer het brein kennen. Over een “New Learning Science” op het kruispunt van neurowetenschap, cognitiewetenschap en onderwijswetenschap: Resultaat van een invitational conference georganiseerd door nwo op 5 februari 2004.
- Linden, M. van der, Breinbeleid. De ontluikende rol van de hersenwetenschappen in het overheidsbeleid. Den Haag: Rathenau Instituut, 2007.
- Main Science and Technology Indicators (MSTI), OECD, 2007/2 edition.
- Martone, M., Gupta, A. & Ellisman, M. (2004). e-Neuroscience: Challenges and triumphs in integrating distributed data from molecules to brains, *Nature Neuroscience*, 7, 467-472.
- Nationaal Plan voor Brain Imaging, Neurofederatie, 2005.
- Nationaal Research Initiatief Hersenen en Cognitie: From molecules to minds, nwo, 2006.
- Theme ‘Brain and Cognition: An Integrative Approach’, nwo, 2007.
- Werkprogramma 2006-2007, Commissie Cognitiewetenschappen, KNAW, 2005.
- Wetenschappelijk Onderzoeks- en Documentatiecentrum (2006). Biologie en criminologie, *Justitiële Verkenningen*, 32 (8), Den Haag: Boom Juridische Uitgevers.
- Wezel, W.M.C. van, Jorna, R.J. & Meystel, A. (2006). *Planning in Intelligent Systems*. New Jersey: Wiley.

Bijlagen

Bijlage 1 Commissieleden

Prof. dr. H. Bekkering (voorzitter), hoogleraar cognitieve psychologie aan de Radboud Universiteit Nijmegen.

Prof. dr. M.A. Frens, bijzonder hoogleraar systeemfysiologie aan het Erasmus Medisch Centrum, Rotterdam.

Mw. dr. B.M. Jansma, universitair hoofddocent neurocognitie aan de Universiteit Maastricht.

Mw. prof. dr. C.M. Jonker, hoogleraar mens-machine-interacties aan de Technische Universiteit Delft.

Prof. dr. J.G.W. Raaijmakers, hoogleraar psychologische functieleer, in het bijzonder de toepassingen aan de Universiteit van Amsterdam.

Prof. dr. A.B. Smit, hoogleraar experimentele dierkunde, in het bijzonder de moleculaire en cellulaire neurobiologie aan de Vrije Universiteit Amsterdam.

Mw. dr. L.C. Verbrugge, universitair hoofddocent multi-agent systems aan de Rijksuniversiteit Groningen.

Prof. dr. ing. W.B. Verwey, hoogleraar psychologische functieleer met bijzondere aandacht voor de mediapsychologie aan de Universiteit Twente.

Prof. dr. A. Kramer, hoogleraar cognitieve psychologie en cognitieve neurowetenschap aan de Universiteit van Illinois, Verenigde Staten.

Prof. dr. K. Stenning, hoogleraar cognitieve psychologie aan de Universiteit van Edinburgh, Groot-Brittannië.

Prof. dr. S. P. Swinnen, hoogleraar bewegingscontrole en neuroplasticiteit aan de Katholieke Universiteit Leuven, België.

Mw. prof. dr. P. Zwitserlood, hoogleraar experimentele cognitieve psychologie aan de Universiteit van Münster, Duitsland.

Mw. dr. A. Vollering (projectleider namens KNAW), senior beleidsmedewerker KNAW/secretaris Sociaal-Wetenschappelijke Raad.

Drs. M.A. van der Linden (secretaris), docent psychologie aan de Universiteit van Amsterdam.

Bijlage 2 **Afkortingen**

| | |
|-------|--|
| ALW | Aard- en Levenswetenschappen |
| BNP | Bruto Nationaal Product |
| BZK | (ministerie van) Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties |
| COSC | Commissie Organisatiestructuur Cognitiewetenschappen |
| DANS | Data Archiving and Networked Services |
| EW | Exacte Wetenschappen |
| EZ | (ministerie van) Economische Zaken |
| fMRI | Functional Magnetic Resonance Imaging |
| GW | Geesteswetenschappen |
| KNAW | Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen |
| MaGW | Maatschappij- en Gedragwetenschappen |
| MEG | Magnetoencephalography |
| NWO | Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek |
| OCW | (ministerie van) Onderwijs, Cultuur en Wetenschap |
| PET | Positron Emission Tomography |
| UMC | Universitair Medisch Centrum |
| VSNU | Vereniging van Universiteiten |
| VWS | (ministerie van) Volksgezondheid, Welzijn en Sport |
| ZonMw | Nederlandse organisatie voor gezondheidsonderzoek en zorginnovatie |

Bijlage 3 Winnaars Spinozapremie

- 2006 Mw. prof. dr. J. M. Bensing, klinische psychologie
- 2005 Prof. dr. P. Hagoort, cognitieve neurowetenschappen
- 2004 Prof. dr. M. H. van IJzendoorn, pedagogiek
- 2002 Prof. dr. H. P. Barendregt, wiskunde en informatica
- 2001 Mw. prof. dr. D. I. Boomsma, biologische psychologie
- 1999 Mw. prof. dr. E. A. Cutler, vergelijkende taalpsychologie
- 1998 Prof. dr. P. C. Muysken, taalwetenschap
- 1996 Prof. dr. J. F. A. K. van Benthem, wiskundige logica

Bijlage 4 Selectie van recente Nederlandse publicaties in *Nature* en *Science* (2002-2007)

- Burguière, E., Arleo, A., Hojjati, M.R., Elgersma, Y., De Zeeuw, C.I., Berthoz, A. & Rondireig, L. (2005). Spatial navigation impairment in mice lacking cerebellar LTD: a motor adaptation deficit?, *Nature Neuroscience*, 8, 1292-1294.
- De Gelder, B. (2006). Towards the neurobiology of emotional body language. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 242-249.
- De Kloet, E.R., Joels, M. & Holsboer, F. (2005). Stress and the brain: from adaptation to disease. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 463-475.
- De Kloet, E.R., de Rijk, R.H. & Meijer, O.C. (2007). Therapy insight: is there an imbalanced response of mineralocorticoid and glucocorticoid receptors in depression?, *Nature Endocrinology*, 3, 168-179.
- Dijksterhuis, A., Bos, M. W., Nordgren, L. F., & van Baaren, R. B. (2006). On making the right choice: The deliberation-without-attention effect, *Science*, 311, 1005-1007.
- Dijksterhuis, A., Bos, M. W., Nordgren, L. F., & van Baaren, R. B. (2006). Making choices without deliberating, *Science*, 312, 1472.
- Dijksterhuis, A., Bos, M. W., Nordgren, L. F., & van Baaren, R. B. (2006). Complex choices better made unconsciously?, *Science*, 313, 760-761.
- Dunah, A.W., Hueske, E., Wyszynski, M., Jaworski, J., Hoogenraad, C.C., Pak, D.T., Simonetta, A., Liu, G. & Sheng, M. (2005). LAR receptor protein tyrosine phosphatases in the development and maintenance of excitatory synapses, *Nature Neuroscience*, 8, 458-467.
- Dunn, M., Terrill, A., Reesink, G., Foley, R. & Levinson, S.C. (2005). Structural phylogenetics and the reconstruction of ancient language history, *Science*, 309, 2072-2075.
- Gergely, G., Bekkering, H., & Király, I. (2002). Rational imitation of goal-directed actions in 14-month-olds, *Nature*, 415, 755.
- Hagoort, P., Hald, L., Bastiaansen, M. & Petersson, K.M. (2004). Integration of word meaning and world knowledge in language comprehension, *Science*, 304, 438-441.
- Hojjati, M.R., Woerden, G.M. van, Tyler, WJ, Giese, K.P., Silva, A.J., Pozzo-Miller, L & Elgersma, Y. (2007). Kinase activity is not required for alpha CaMKII-dependent presynaptic plasticity at CA3-CA1 synapses, *Nature Neuroscience*, 10, 1125-1127.
- Holroyd, C.B., Coles, M.G.H. & Nieuwenhuis, S. (2002). Medial prefrontal cortex and error potentials, *Science*, 296, 1610-1611.
- Holroyd C.B., Nieuwenhuis, S., Yeung, N., Nystrom, L.E., Mars, R.B., Coles, M.G.H., & Cohen, J.D. (2004). Dorsal anterior cingulate cortex shows fMRI response to internal and external error signals. *Nature Neuroscience*, 7, 497-498.
- Hoogenraad, C.C., Milstein, A.D., Ethell, I.M., Henkemeyer, M. & Sheng, M. (2005). GRIP1 controls dendrite morphogenesis by regulating EphB receptor trafficking, *Nature Neuroscience*, 8, 906-915.
- Janzen, G. & Van Turenout, M. (2004). Selective neural representation of objects relevant for navigation, *Nature Neuroscience*, 7, 673-677.
- Koekkoek, S.K., Hulscher, H.C., Dortland, B.R., Hensbroek, R.A., Elgersma, Y., Ruigrok, T.J. & De Zeeuw, C.I. (2003). Cerebellar LTD and learning-dependent timing of conditioned eyelid responses, *Science*, 301, 1736-1739.
- Kohler, E., Keysers, C., Umiltà, M.A., Fogassi, L., Gallese, V. & Rizzolatti, G. (2002). Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons, *Science*, 297, 846-848.
- Komai, S., Licznarski, P., Cetin, A., Waters, J., Denk, W., Brecht, M. & Osten, P. (2006). Postsynaptic excitability is necessary for strengthening of cortical sensory responses during experience-dependent development, *Nature Neuroscience*, 9, 1125-1133.

- Kros, C.J., Marcotti, W., van Netten, S.M., Self, T.J., Libby, R.T., Brown, S.D., Richardson, G.P. & Steel, K.P. (2002). Reduced climbing and increased slipping adaptation in cochlear hair cells of mice with *Myo7a* mutations, *Nature Neuroscience*, 5, 41-47.
- McNaughton, B.L., Battaglia, F.P., Jensen, O., Moser, E.I. & Moser, M. (2006). Path-integration and the neuronal basis of the 'cognitive map', *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 663-678.
- Newman-Norlund, R.D., van Schie, H.T., van Zuijlen, A.M. & Bekkering, H. (2007). The mirror neuron system is more active during complementary compared with imitative action, *Nature Neuroscience*, 10, 817-818.
- Nieuwenhuis, S. & Yeung, N. (2005). Neural mechanisms of attention and control: Losing our inhibitions?, *Nature Neuroscience*, 8, 1631-1633.
- Pasterkamp, R.J., Peschon, J.J., Spriggs, M.K. & Kolodkin, A.L. (2003). Semaphorin 7A promotes axon outgrowth through integrins and MAPKs, *Nature*, 424, 398-405.
- Paterlini, M., Zakharenko, S.S., Lai, W.S., Qin, J., Zhang, H., Mukai, J., Westphal, K.G.C., Olivier, B., Sulzer, D., Pavlidis, P., Siegelbaum, S.A., Karayiorgou, M. & Gogos, J.A. (2005). Transcriptional and behavioral interaction between 22q11.2 orthologs modulates schizophrenia-related phenotypes in mice, *Nature Neuroscience*, 8, 1586-1594.
- Pattyn, A., Simplicio, N., Doorninck, J.H. van, Goriadis, C., Guilemot, F. & Brunet, J-F (2004). *Ascl1/Mash1* is required for the development of central serotonergic neurons, *Nature Neuroscience*, 7, 589-595.
- Pennartz, C.M., De Jeu, M.T., Bos, N.P., Schaap, J. & Geurtsen, A.M. (2002). Diurnal modulation of pacemaker potentials and calcium current in the mammalian circadian clock, *Nature*, 416, 286-290.
- Petrovic, P., Kalso, E., Petersson, K.M. & Ingvar, M. (2002). Placebo and opioid analgesia – Imaging a shared neuronal network, *Science*, 295, 1737-1740.
- Posthuma, D., De Geus, E.J.C., Baare, W.F.C., Hulshoff Pol, H.E., Kahn, R.S. & Boomsma, D.I. (2002). The association between brain volume and intelligence is of genetic origin, *Nature Neuroscience*, 5, 83-84.
- Ridderinkhof, K.R., Ullsperger, M., Crone, E.A. & Nieuwenhuis, S. (2004). The role of the medial frontal cortex in cognitive control, *Science*, 306, 443-447.
- Ridderinkhof, K.R. & van den Wildenberg, W.P. (2005). Neuroscience: Adaptive coding – beyond the renaissance of cognitive control, *Science*, 307, 1059-1060.
- Ridderinkhof, K.R., de Vlugt, Y., Bramlage, A., Spaans, M., Elton, M., Snel, J. & Band, G. (2002). Alcohol consumption impairs detection of performance errors in mediofrontal cortex, *Science*, 298, 2209-2211.
- Roelfsema, P.R., Lamme, V.A. & Spekreijse, H. (2004). Synchrony and covariation of firing rates in the primary visual cortex during contour grouping, *Nature Neuroscience*, 7, 982-991.
- Rouw, R., & Scholte, H. S. (2007). Increased structural connectivity in grapheme-color synesthesia, *Nature Neuroscience*, 10, 792-797.
- Sack, A.T., Camprodon, J.A., Pascual-Leone, A., and Goebel, R. (2005). The dynamics of interhemispheric compensatory processes in mental imagery, *Science*, 308, 702-704.
- Schneider, P., Sluming, V., Roberts, N., Scherg, M., Goebel, R., Specht, H.J., Dosch, H.G., Bleeck, S., Stippich, C. & Rupp, A. (2005). Structural and functional asymmetry of lateral Heschl's gyrus reflects pitch perception preference, *Nature Neuroscience*, 8, 1241-1247.
- Schoffelen, J.M., Oostenveld, R. & Fries, P. (2005). Neuronal coherence as a mechanism of effective corticospinal interaction, *Science*, 308, 111-113.
- Schonewille, M., Khosrovani S., Winkelman, B.H.J., Hoebeek, F.E., De Jeu, M.T.G., Larsen, I.M., Van Der Burg, J., Schmolesky, M.T., Frens, M.A. & De Zeeuw, C.I. (2006). Purkinje cells in awake behaving animals operate at the upstate membrane potential, *Nature Neuroscience*, 9, 459-461.

- Senghas, A., Kita, S. & Özyürek, A. (2004). Children creating core properties of language: Evidence from an emerging sign language in Nicaragua, *Science*, 305, 1779-1782.
- Senghas, A., Özyürek, A. & Kita, S. (2005). Language emergence in vitro or in vivo? A reply to Russo and Volterra's technical comment on Children Creating Core Properties of Language, *Science*, 309, 5731.
- Shen, Y., Hansel, C.R.W. & Linden, D.J. (2002). Glutamate release during LTD at cerebellar climbing fiber-Purkinje cell synapses, *Nature Neuroscience*, 5, 725-727.
- Smidt, M.P. & Burbach, J.P. (2007). How to make a mesodiencephalic dopaminergic neuron, *Nature Reviews Neuroscience*, 8, 21-32.
- Suzuki, K., Okuno, T., Yamamoto, M., Pasterkamp, R.J., Takegahara, N., Takamatsu, H., Kitao, T., Takagi, J., Rennert, P.D., Kolodkin, A.L., Kumanogoh, A. & Kikutani, H. (2007). Semaphorin 7A initiates T-cell-mediated inflammatory responses through alpha1beta1 integrin, *Nature*, 446, 680-684.
- Van Schie, H.T., Mars, R.B., Coles, M.G.H., & Bekkering, H. (2004). Modulation of activity in medial frontal and motor cortices during error observation, *Nature Neuroscience*, 7, 549-554.
- Vanderschuren L.J.M.J. & Everitt, B.J. (2004). Drug seeking becomes compulsive after prolonged cocaine self-administration, *Science*, 305, 1017-1019.
- Von Gersdorff, H. & Borst, J.G. (2002). Short-term plasticity at the calyx of held. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 53-64.
- Wikelski, M., Tarlow, E.M., Raim, A., Diehl, R.H., Larkin, R.P. & Visser, G.H. (2003). Avian metabolism: Costs of migration in free-flying songbirds. *Nature*, 423, 704.
- Woerden, G.M. van, Harris, K.D., Hojjati, M.R., Gustin, R.M., Qiu, S.F., Freire, R.D.A., Jiang, Y.H., Elgersma, Y. & Weeber, E.J. (2007). Rescue of neurological deficits in a mouse model for Angelman syndrome by reduction of alpha CaMKII inhibitory phosphorylation, *Nature Neuroscience*, 10, 280-282.
- Womelsdorf, T., Anton-Erxleben, K., Pieper, F. & Treue, S. (2006). Dynamic shifts of visual receptive fields in cortical area MT by spatial attention, *Nature Neuroscience*, 9, 1156-1160.
- Womelsdorf, T., Fries, P., Mitra, P.P. & Desimone, R. (2006). Gamma-band synchronization in visual cortex predicts speed of change detection, *Nature*, 439, 733-736.
- Womelsdorf, T., Schoffelen, J.M., Oostenveld, R., Singer, W., Desimone, R., Engel, A.K. & Fries, P. (2007). Modulation of neuronal interactions through neuronal synchronization, *Science*, 316, 1609-1612.
- Yantis, S., Schwarzbach, J., Serences, J.T., Carlson, R.L., Steinmetz, M.A., Pekar, J.J. & Courtney, S.M. (2002). Transient neural activity in human parietal cortex during spatial attention shifts, *Nature Neuroscience*, 5, 995-1002.
- Zwiers, M.P., Van Opstal, A.J. & Paige, G.D. (2003). Plasticity in human sound localization induced by compressed spatial vision, *Nature Neuroscience*, 6, 175-181.