

# Leer het brein kennen

Over een 'New Learning Science' op het kruispunt van neuro-wetenschap, cognitiewetenschap en onderwijswetenschap: resultaat van een invitational conference georganiseerd door NWO op 5 februari 2004

J. Jolles, R. de Groot, J. van Benthem, H. Dekkers,  
C. de Glopper, H. Uijlings en A. Wolff-Albers

[www.hersenenenleren.nl](http://www.hersenenenleren.nl)



NWO

Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek



# Leer het brein kennen

Over een 'New Learning Science' op het kruispunt van neuro-wetenschap, cognitiewetenschap en onderwijswetenschap: resultaat van een invitational conference georganiseerd door NWO op 5 februari 2004

J. Jolles, R. de Groot, J. van Benthem, H. Dekkers,  
C. de Gloppe, H. Uijlings en A. Wolff-Albers

## Copyright

©2005, J. Jolles, R. de Groot, J. van Benthem, H. Dekkers, C. de Gloppe, H. Uijlings, A. Wolff-Albers. 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. Rapport Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek 2005. ISBN 90-77875-04-2

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opg eslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotocopie, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

## Uitgave

Netherlands Organization for Scientific Research (NWO)  
Laan van Nieuw Oost Indie 300  
P.O. Box 93138  
2509 AC The Hague  
Telephone 070 3440640  
Telefax 070 3850971  
E-mail [cognitie@nwo.nl](mailto:cognitie@nwo.nl)  
Internet <http://www.nwo.nl>

## Auteurs

- Prof. Dr. J. Jolles, voorzitter  
(Universiteit Maastricht, Instituut Hersenen en Gedrag)
- Dr. R.H.M. de Groot,  
(Universiteit Maastricht, Instituut Hersenen en Gedrag)
- Prof. Dr. J.F.A.K. van Benthem  
(Universiteit van Amsterdam, Institute for Logic, Language and Computation)
- Prof. Dr. H.P.J.M. Dekkers  
(Radboud Universiteit Nijmegen, Faculteit der Sociale Wetenschappen)
- Prof. Dr. C.M. de Gloppe  
(Rijksuniversiteit Groningen, Faculteit der Letteren)
- Prof. Dr. H.B.M. Uijlings  
(Nederlands Instituut voor Hersenonderzoek)
- Dr. A.D. Wolff-Albers  
(NWO Stuurgroep Cognitie en Gedrag)

De Commissie Hersenen en Leren werd ondersteund door het NWO Thema Cognitie en Gedrag en ZonMw.

# Samenvatting

## Achtergronden en uitgangspunten

Op het gebied van de hersenwetenschap en de cognitiewetenschap is in de afgelopen jaren veel fundamentele kennis verworven die grote potentie heeft voor toepassing in het onderwijs-praktijkveld. Vanwege deze snel gegroeide kennis is eind 2002 door NWO, in overleg met het ministerie van OC&W, de 'Commissie Hersenen & Leren' ingesteld. Opdracht aan de commissie was om initiatieven te ontplooiën die een uitwisseling tussen hersenwetenschap, cognitiewetenschap en onderwijswetenschap alsmede onderwijspraktijk actief op gang zou kunnen brengen. De commissie heeft daartoe in februari 2004 de zg. 'Week van Hersenen & Leren' georganiseerd onder het motto 'Leer het brein kennen'. Onderdeel hiervan was een invitationale conference teneinde mogelijkheden, struikelblokken en concrete targets te identificeren die het boven geschetste doel dichterbij zou kunnen brengen. Voorliggend rapport beschrijft de doelen, de gevolgde aanpak en de resultaten van de conferentie. Daarna wordende aanbevelingen van de Commissie Hersenen & Leren gegeven voor een mogelijk vervolgotraject.

## Aanpak

Kort samengevat is op de conferentie gediscussieerd door veertig wetenschappers en vertegenwoordigers van maatschappelijke organisaties. De discussies zijn gestroomlijnd in een zestal workshops en aan de hand van stellingen die voor de conferentie als uitgangsmateriaal aan de participanten waren toegezonden. Een plenaire discussie onder leiding van een professionele discussieleider rondde de conferentie af. De commissie heeft vervolgens voorliggend rapport vervaardigd op grond van de lijst met uitgangsstellingen, de amendementen hierop en de resultaten van workshops en algemene discussie. In het rapport worden twintig stellingen met hun onderbouwing gepresenteerd die de commissie beschouwt als een basis voor de verdere ontwikkeling van een 'Nieuwe Leerwetenschap'. Daarin wordt transdisciplinair samengewerkt door vertegenwoordigers van de verschillende disciplines en werkvelden. De definitieve stellingen hebben betrekking op de onderwerpen 'de dialoog tussen de disciplines' (6 stellingen), 'de invalshoek Hersenwetenschap' (3 stellingen), 'de invalshoek Cognitiewetenschap' (4 stellingen), en 'de invalshoek Onderwijs en Onderwijswetenschap' (7 stellingen).

## Uitkomsten

De belangrijkste opbrengst van de conferentie is, dat het -ondanks de diversiteit van de disciplines in de velden neurowetenschap, cognitiewetenschap, onderwijswetenschap en onderwijspraktijk-mogelijk en wenselijk blijkt te zijn de dialoog tussen de verschillende wetenschapsgebieden en daarmee de samenwerking verder te stimuleren. In die zin is de conferentie en de hele week van Hersenen & Leren een groot succes geweest. De commissie beveelt aan 1) stevig in te zetten op verdere ontwikkeling van communicatie tussen de disciplines en werkvelden, mede gezien de forse begrips- onduidelijkheden die nu blijken te bestaan, 2) in te zetten op verdere ontwikkeling van het thema 'Hersenen & leren' in samenwerking tussen NWO en het ministerie van OC&W, gezien het grote belang voor een effectieve communicatie met het praktijkveld en van beleidsvragen op gebied van onderwijsontwikkeling, 3) het onderwerp 'Hersenen en leren' als speerpunt op te nemen in een nieuw te beschrijven kaderprogramma Cognitie 2006-2010. Als onderbouwing geeft de commissie de volgende aanbevelingen in de vorm van twintig stellingen:

## Twintig aanbevelingen voor de komende vijf jaar.

### Stelling 1

Ja, het is mogelijk en wenselijk om de dialoog tussen de verschillende disciplines op het gebied van 'a new learning science' te voeren en uit te breiden.

### Stelling 2

De dialoog tussen de verschillende disciplines dient met respect te worden gevoerd.

### Stelling 3

Er dient een begripsverheldering te komen rond begrippen die te maken hebben met 'leren', 'educatie' en 'onderwijs'.

### Stelling 4

De inzichten die verkregen zijn in hersen- en cognitief wetenschappelijk onderzoek op het gebied van leren hebben grote potenties

voor toekomstige toepassing in de onderwijspraktijk, maar er bestaat momenteel nog slechts een gering aantal toepassingen waarvan de effectiviteit bewezen is.

### **Stelling 5**

Teneinde het onderwijs van een goed wetenschappelijk fundament te kunnen voorzien is het noodzakelijk om heldere modellen en theorieën te creëren met toetsbare hypothesen en een aanpak die 'evidence-based' is.

### **Stelling 6**

Het hersen- en cognitief wetenschappelijk onderzoek op gebied van 'leren' kan baat hebben bij de grote hoeveelheid kennis en ervaring die verkregen is in de onderwijswetenschappen en onderwijspraktijk.

### **Stelling 7**

Om ten aanzien van het leren bij jongeren, volwassenen en ouderen adequaat te kunnen omgaan met verschillen tussen personen en tussen leerprocessen, is inzicht nodig in de neurale principes (hersestructuur, hersenfunctie, neurochemische processen) die ten grondslag liggen aan de processen van informatieverwerking en in de mechanismen die verantwoordelijk zijn voor de plasticiteit van het brein.

### **Stelling 8**

In de discussie over 'hersenen en leren' dient aandacht te worden gegeven aan zowel genetische factoren als aan omgevingsfactoren. Relevante omgevingsfactoren zijn zowel van biologische als van psychosociale aard.

### **Stelling 9**

De cognitieve neurowetenschap kan een belangrijke rol spelen in het onderzoek naar voorwaarden voor leren, en naar de hersen- en cognitieve mechanismen die daarvoor verantwoordelijk zijn. Groot belang dient in dezen gehecht te worden aan onderzoek naar het onderscheid tussen expliciet en impliciet leren en naar de uitvoerende controlefuncties ('executieve functies') gegeven de centrale rol die deze spelen in aanpassing en leren.

**Stelling 10**

Ons vermogen tot 'leren' en het vermogen tot 'aanpassen' zijn afhankelijk van de efficiëntie waarmee wij informatie verwerken en eerder opgeslagen kennis mobiliseren. Het is van belang om in kaart te brengen hoe het aanpassings- en leervermogen verandert in relatie tot de leeftijd bij kinderen, jeugdigen, volwassenen en ouderen, en welke rol gespeeld wordt door kennis, informatieverwerking en strategieën.

**Stelling 11**

Het is van belang onderzoek te doen naar individuele verschillen in cognitief functioneren en de kenmerken en ontstaansgrond daarvan.

**Stelling 12**

Het is voor het vergroten van ons inzicht in effectieve leerstrategieën essentieel om meer te weten te komen omtrent de mechanismen die aan het menselijk leervermogen ten grondslag liggen.

**Stelling 13**

De informatiewetenschappen kunnen een relevante bijdrage leveren aan een beter begrip van het menselijk leervermogen.

**Stelling 14**

De opbrengst van het leerproces wordt bepaald door een groot aantal factoren die slechts voor een deel te maken hebben met het functioneren van het brein. Ook de kwaliteit van de leeromgeving is van groot belang evenals het functioneren van de leraar en de gebruikte didactische inzichten en vakconcepten.

**Stelling 15**

Het is van groot belang om de invloed van emoties op leren en informatieverwerking te herkennen en beter te begrijpen.

**Stelling 16**

Het is van groot belang om de invloed van motivationele processen op leren en informatieverwerking beter in kaart te brengen.



**Stelling 17**

De kwaliteit van de onderwijsgevende is sterk bepalend voor de efficiëntie van het leerproces. Er dient meer onderzoek gedaan te worden naar factoren die deze kwaliteit bepalen, waaronder leer- en veranderprocessen bij de onderwijsgevende zelf en in het bijzonder verouderingsprocessen.

**Stelling 18**

Het is voor de ontwikkeling van de leermogelijkheden van jongeren, volwassenen en ouderen essentieel dat een dialoog tot stand komt tussen wetenschappers en praktijkprofessionals.

**Stelling 19**

Het is van groot belang om onderzoek te doen naar lange-termijn dynamica van leerprocessen inclusief het proces van ontwikkeling en veroudering, alsmede naar functiestoornissen in het leren die daarbij kunnen optreden.

**Stelling 20**

Het onderwijs dient zich om te vormen van 'leerstofgericht' naar 'leerling/lerende gericht'.



# Inhoudsopgave

## **Inleiding: de uitgangspunten voor de conferentie**

### **Doelen, opzet en aanpak van de conferentie**

Doelen

Participanten

Inhoudelijke uitgangspunten: stellingenlijst

Opzet van de conferentie

Inhoud van de workshops

Plenaire slotbijeenkomst

Verslaglegging

### **Inhoudelijke uitgangspunten: de workshops**

Workshop 1: Individuele verschillen in cognitieve vaardigheden

Workshop 2: Cognitief versus sociaal leren in de adolescentie

Workshop 3: Abstract denken, rekenen, wiskunde en de exacte vakken

Workshop 4: Motivationale processen en leer-attitudes

Workshop 5: Leerproblemen

Workshop 6: Leren en cognitief functioneren bij volwassenen

### **De uitkomsten van de Invitational conference, geformuleerd in 20 stellingen**

### **Slotopmerkingen**

### **Dankwoord**

### **Bijlage 1.**

Participanten aan de invitational conference



# De uitgangspunten voor de invitational conference

Het jaar 2002 markeerde het einde van het 'Hersendecennium' dat in Nederland in 1992 was gestart. In deze tien jaar is enorm veel kennis verkregen omtrent de structuur en de werking van de hersenen. Echter, tot nu toe zijn relatief weinig inzichten op het gebied van hersenonderzoek geïmplementeerd in het gebied van leren en onderwijs. Daarom werd in 1999 het project 'Learning Sciences and Brain Research' gelanceerd door het Centre for Educational Research and Investigation (CERI) dat onderdeel is van de Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Het doel van OECD-CERI was de samenwerking te bevorderen tussen de verschillende relevante wetenschapsgebieden en daardoor de inzichten omtrent leerprocessen over de gehele levenscyclus te vergroten. Daarmee zou het een bijdrage kunnen leveren aan de totstandkoming van beter onderwijs, zowel in de voorschoolse periode, als op de lagere en middelbare school. Daarnaast zou ook de verdere cognitieve ontwikkeling van volwassenen en ouderen kunnen worden bevorderd met als kenmerkend einddoel: 'A Lifelong Learning for All'<sup>1</sup>.

Ook op gebied van de cognitiewetenschap is in de afgelopen jaren veel fundamentele kennis verworven die grote potentie heeft voor toepassing in het genoemde praktijkveld. Vanwege deze snel gegroeide kennis op het gebied van de hersenwetenschap en de cognitiewetenschap is eind 2002 door NWO in overleg met het ministerie van OC&W, de 'Commissie Hersenen & Leren' ingesteld. Opdracht aan de commissie was initiatieven te ontplooiën die een uitwisseling tussen hersenwetenschap, cognitiewetenschap en onderwijswetenschap alsmede onderwijspraktijk actief op gang zou kunnen brengen. De commissie heeft daartoe in februari 2004 de zg 'Week van Hersenen & Leren' georganiseerd onder het motto 'Leer het brein kennen'. Gekozen werd voor een ambitieuze opzet met achtereenvolgens een internationaal wetenschappelijk symposium, een 'invitational conference' en een publieksdag.

<sup>1</sup>) OECD/CERI (2002) Understanding the Brain. Towards a new learning science. OECD publications service, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France. Voor nadere informatie en contact, zie onderstaande website:  
[http://www.oecd.org/document/27/0,2340,en\\_2649\\_33925\\_2516571\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/27/0,2340,en_2649_33925_2516571_1_1_1_1,00.html)

De invitational conference had betrekking op een besloten bijeenkomst met veertig opinion leaders uit wetenschap, onderwijs en onderwijsontwikkeling, en maatschappelijke organisaties.

In workshops werden mogelijkheden, struikelblokken en targets geïdentificeerd en strategieën bediscussieerd om die doelen te halen. Vervolgens werden sleutelonderwerpen plenair besproken. De dag diende een 'agenda voor de toekomst' als einddocument op te leveren.

Voorliggend rapport beschrijft de doelen, de gevolgde aanpak en de resultaten van de conferentie, en geeft de aanbevelingen van de Commissie Hersenen & Leren voor een mogelijk vervolgtraject. Hiermee sluit de commissie de activiteiten af die haar door NWO in overleg met het ministerie van OC & W waren opgedragen.

# Doelen, opzet en aanpak van de conferentie

## Doelen

De conferentie beoogde opinies uit te wisselen over de huidige stand van zaken op het gebied van 'hersenen en leren' en over mogelijke c.q. gewenste ontwikkelingen in de komende jaren. Het was de wens van de commissie aan te sluiten bij de ambities die door de OECD-CERI zijn gesteld in haar rapport 'Towards a new learning science' uit 2002. Dit rapport stelt dat een nieuwe leerwetenschap ontwikkeld dient te worden waarin de bevindingen in hersenonderzoek (in het bijzonder de cognitieve neurowetenschap) moeten worden gebruikt. De invitational conference is opgezet om vast te stellen of een gesprek tussen vertegenwoordigers van de drie verschillende wetenschapsgebieden reeds mogelijk, en zinvol kan zijn.

Het eerste doel dat de commissie zich had gesteld, was het inventariseren van opinies die bij vertegenwoordigers van de verschillende wetenschaps- en praktijkgebieden bestaan over de principiële mogelijkheid en wenselijkheid om te komen tot een 'transdisciplinaire benadering (zie OECD rapport, 2002). Het tweede doel was een inventarisatie te maken van die wetenschappelijke ontwikkelingen en vorderingen op het gebied van de praktijk die gebruikt kunnen worden om te komen tot een vernieuwing van de leerwetenschap. Inherent aan dit tweede doel was de identificatie van de meest veelbelovende ontwikkelingen c.q. 'targets' en van potentiële struikelblokken. Een derde doel had betrekking op de inventarisatie van mogelijkheden van aanpak, en van de routes die het meest veelbelovend zijn om de gestelde doelen te behalen.

## Participanten

Circa veertig 'opinion leaders' uit wetenschap, onderwijsontwikkeling en maatschappelijke organisaties hebben deelgenomen aan de conferentiedag. Twintig specialisten waren afkomstig uit het veld van de hersenwetenschap en/of cognitiewetenschap en tweeëntwintig uit onderwijswetenschap en onderwijsontwikkeling dan wel maatschappelijke organisaties (zie bijlage 1 voor een overzicht van alle participanten).

### **Inhoudelijke uitgangspunten: stellingenlijst.**

Als voorzet voor de discussie op de invitational conference is door de voorzitter van de commissie een document vervaardigd dat een week tevoren aan alle participanten werd toegezonden. Dit document bevatte een 40-tal stellingen, verdeeld over de onderwerpen 'mogelijkheden en onmogelijkheden van een dialoog tussen de verschillende domeinen', 'de invalshoek neurowetenschap', 'de invalshoek cognitiewetenschap', 'de invalshoek onderwijswetenschap'. De stellingen waren gebaseerd op inhoudelijke informatie die in de weken voorafgaand aan de conferentie middels e-mail was aangedragen door leden van de commissie en door de uitgenodigden.

### **Opzet van de conferentie**

De dag werd geopend door mw. prof A. ter Meulen, lid van het algemeen bestuur van NWO. In een plenaire bijeenkomst zijn vervolgens het thema, de doelen en de aanpak ingeleid door de voorzitter van de commissie. Gedurende de rest van de ochtend is door de participanten aan de conferentie gewerkt in drie parallele workshops met elk ongeveer vijftien uitgenodigde deelnemers. In de middag waren er opnieuw drie parallele workshops. Iedere workshop was op voorintekening verdeeld over de participanten. Daarbij werd ervoor gezorgd dat disciplines en werkvelden per workshop evenredig waren verdeeld. Aan de uitgenodigde personen was enkele weken voor aanvang van de invitational conference gevraagd een aantal punten aan te reiken voor de bespreking vergezeld van een korte argumentatie. Ook was gevraagd om zich op te geven voor twee workshops naar keuze (een ochtend- en een middag-workshop).

De workshops werden gecoördineerd door een inhoudsdeskundige voorzitter die door de commissie was aangesteld. De taak van de voorzitters was, om de discussie te entameren aan de hand van de stellingenlijst (of een selectie daaruit) en de inhoudelijke opzet van de workshop. Zij dienden op grond van de discussies in de workshop een tweetal stellingen te formuleren die als 'het resultaat' van de workshop konden worden gepresenteerd in de plenaire discussie. Met nadruk werd gesteld dat er niet naar consensus hoefde te worden gestreefd. Wel diende een heldere en



beargumenteerde inventarisatie te worden vervaardigd van mogelijkheden, strategieën, pitfalls en andere punten die voor de agenda van de komende jaren belangrijk zouden kunnen zijn.

### **Inhoud van de workshops.**

De commissie heeft voorafgaand aan de conferentie alle mogelijke onderwerpen voor bespreking in de workshops geïnventariseerd. Uit een twaalfstal mogelijkheden zijn er uiteindelijk zes geselecteerd. De zes workshops hadden betrekking op de volgende onderwerpen:

1. Individuele verschillen in cognitieve vaardigheden,
2. Cognitief versus sociaal leren in de adolescentie,
3. Abstract denken, rekenen, wiskunde en de bètavakken,
4. Motivationale processen en leerattitudes,
5. Leerproblemen,
6. Leren en cognitief functioneren bij volwassenen.

Bij de keuze voor deze zes hebben de volgende criteria een rol gespeeld. In de eerste plaats moest het onderwerp in voldoende mate aanknopingspunten bieden voor discipline overstijgende discussie waarin in ieder geval ontwikkelingen in hersenwetenschap en/of cognitiewetenschap besproken konden worden. In de tweede plaats moest het geheel van de zes workshops in voldoende mate het gehele leeftijdsbereik beslaan, dus de voor-schoolse periode, de kindertijd en basisschool, de adolescentie en het voortgezet onderwijs, de volwassenen- en oudereneducatie en het vaardigheidsleren. Op zo'n manier zou invulling gegeven kunnen worden aan de visie van OECD-CERI dat onze samenleving zich als doel moet stellen om te komen tot een 'Lifelong Learning for all' (bron: OECD rapport, 2002). In de derde plaats moest in ruime mate aandacht gegeven kunnen worden aan de rol die emoties en motivaties spelen, naast het cognitief leren. Binnen de commissie bestond communis opinio over het belang van deze factoren voor het leerproces. Tenslotte heeft bij de keuze van onderwerpen meegespeeld dat er in voldoende mate moest kunnen worden ingegaan op de zogenaamde 'borderline-leerders', dat wil zeggen personen met leerproblemen (van welke leeftijd dan ook).

## **Plenaire slotbijeenkomst**

De conferentie werd afgesloten door een slotbijeenkomst van anderhalf uur, die werd geleid door een professionele discussieleider, te weten P. van Ingen, presentator van het TV-programma 'Buitenhof'. Opzet van deze slotbijeenkomst was om de resultaten van de discussies van de zes groepen te bespreken en daarmee te kunnen beoordelen in welke mate er convergentie was opgetreden, welke de meest belangrijke targets waren, maar ook welke mogelijke struikelblokken konden worden geïdentificeerd. Voor de slotbijeenkomst werden per workshop 2 kernstellingen als uitgangspunt genomen.

## **Verslaglegging**

De opzet en resultaten van de conferentie zijn vastgelegd in voorliggend rapport met aanbevelingen. Gebruik is gemaakt van het resultaat van de discussies in de workshops en in de slotbijeenkomst. Daartoe zijn de workshops verslagen door een notulist, en zijn bovendien de discussies op band opgenomen en volledig tekstueel uitgewerkt. In paragraaf 4 zullen de belangrijkste uitkomsten van de workshops worden besproken. In hoofdstuk 5 zullen vervolgens 20 stellingen met hun argumentatie worden geformuleerd die door de commissie worden beschouwd als 'uitkomsten van de conferentie'. Deze stellingen geven tezamen een 'agenda voor de toekomst'. De voorgestelde stellingen zijn deels overgenomen van de eerder vergaarde stellingen, al dan niet na aanpassing. De argumentatie is verscherpt of uitgebreid naar aanleiding van de discussies in de workshops en algemene discussie. Voorliggend rapport geeft het gezamenlijk oordeel van de commissie weer.

# Inhoudelijke uitgangspunten: de workshops

## Workshop 1. Individuele verschillen in cognitieve vaardigheden

(Voorzitter: P.P.M.Leseman, onderwijswetenschap, Utrecht)

### *Uitgangspunten*

Er zijn grote verschillen tussen individuen in hersenontwikkeling en in de omgevingsinvloeden die deze hersenontwikkeling bepalen. Zo ontwikkelen jongens en meisjes als gevolg van genetische en hormonale factoren 'een ander brein' en rijpen anders. Ook zijn er grote verschillen in cognitieve leerstijl tussen mensen. Sommigen volgen een verbaal-linguïstische aanpak terwijl anderen meer gebruik maken van complex visuele vaardigheden. Daarnaast verschillen mensen sterk in de kwaliteit van de 'leeromgeving', waarvoor omgevingsfactoren zoals gezinsomstandigheden, school en stress factoren belangrijk zijn. Hoe kan kennis over deze variabelen en hun invloed worden toegepast om de kwaliteit van het leeraanbod en het leerproces te vergroten?

### *Primaire uitkomsten van de workshop*

Een inventarisatie van de operationele definities van leren in de verschillende disciplines en domeinen wordt van groot belang geacht. Er zijn verschillende soorten leren met hun eigen operationalisaties. Belangrijke begrippen zijn: intentioneel leren versus incidenteel leren, declaratief leren en vaardigheidsleren, en daarnaast het onderscheid tussen episodisch geheugen en semantisch geheugen. Er zijn kwantitatieve en kwalitatieve verschillen in leren terwijl het belangrijk is om rekening te houden met de snelheid van informatieverwerking en verschillen in modaliteitspecifieke en materiaalspecifieke vormen van leren. Ook het begrippenkader rond aanleren, retentie, consolidatie en opslag van informatie dient in de inventarisatie te worden betrokken aangezien individuele verschillen tussen mensen specifiek kunnen zijn voor de diverse operationalisaties van leren. Ten aanzien van individuele verschillen kunnen zowel biologische variabelen als omgevingscondities maar ook eerdere leerervaringen en copingstijlen belangrijk zijn. Er is een interactie tussen genetische aanleg en opgroeicondities. Copingstijlen zijn in dezen een vorm van functionele plasticiteit, waarbij leerervaringen zich vastleggen in hersenmechanismen. Individuele verschillen in

copingstrategie worden beïnvloed door leeromstandigheden en leerstijlen, hersenstructurele verschillen en functionele plasticiteit. Het wordt van belang geacht dat longitudinaal onderzoek wordt verricht van peuter tot volwassene, waarbij zowel neurowetenschappelijke als cognitieve en gedragsvariabelen en mechanismen worden bestudeerd, in hun consequenties voor het leren en de individuele verschillen daarin. Onderwijswetenschappelijk gezien wordt het leren van betekenissen van belang geacht. Uiteindelijk moet dit soort kennis toegepast kunnen worden in de onderwijssetting.

*Overige relevante punten.*

Naast individuele verschillen tussen mensen is er ook intra-individuele variabiliteit, binnen de persoon die mogelijk deels door dezelfde factoren worden bepaald.

Er moet voldoende aandacht gegeven worden aan de overdracht van kennis en inzichten uit hersen- en cognitieve wetenschap naar de praktijk van het onderwijs, waarbij goede aandacht gegeven moet worden aan educationele aspecten.

Individuele verschillen bestaan in vele variabelen zoals neurobiologische kenmerken, persoonlijkheidstypen, aandachtscapaciteit, emotionele reactiviteit, snelheid van leren en andere.

Onbekend is of deze kenmerken primair of secundair zijn en in welke mate genetische dan wel omgevingsfactoren ervoor verantwoordelijk zijn.

## **Workshop 2. Cognitief versus sociaal leren in de adolescentie**

(Voorzitter: H.A.Bosma, onderwijswetenschap, Groningen)

*Uitgangspunten.*

De adolescentie is de periode waarin het brein optimale mogelijkheden heeft voor het cognitief leren. Het kind staat echter in die periode juist primair open voor de sociale omgeving, en voor de sociale interactie met leeftijdsgenoten. Negatieve attitudes en percepties kunnen in die periode ontstaan over het belang van leren ('dat is voor nerds', 'wiskunde is waardeloos') met grote gevolgen voor het door de adolescent gevolgde leertraject. Uit hersenonderzoek blijkt juist, dat individuele verschillen in

hersenerijping sterk bepalend kunnen zijn voor de wijze waarop wordt omgegaan met prikkels uit de omgeving. Psychosociale omstandigheden kunnen daardoor naast de factor erfelijkheid modulerend werken op de verdere rijping van het brein en aldus voor de rest van het leven een bepalende invloed hebben. Wat kunnen dergelijke wetenschappelijke visies mogelijk voor de vormgeving van ons onderwijs betekenen?

*Primaire uitkomsten van de workshop.*

Er is nog weinig bekend over de hersenontwikkeling van adolescenten. Het is in ieder geval wel zeer waarschijnlijk dat de voorste delen van de hersenen zich verder ontwikkelen tot in de volwassenheid. Waarschijnlijk gaat het hier om structuren die de basis vormen voor hogere-orde cognitieve functies en vaardigheden. Daarmee spelen ze een essentiële rol in de aanpassing aan een veranderende omgeving en in leren maar ook in zelfreflectie en de controle van impulsiviteit. Het is van belang om meer onderzoek hiernaar te verrichten. Parallel daaraan dient meer informatie te worden verkregen omtrent de rol van cultuur, en van psychosociale omstandigheden aangezien de periode van de adolescentie bij uitstek gekenmerkt is door maatschappelijk en sociaal leren. Aanwijzingen bestaan dat de wijze waarop lesmateriaal nu wordt aangeboden niet goed aansluit bij de cultuur van de adolescent. Winst is te behalen door meer aan te sluiten bij de primaire interesses die bij de leeftijdsperiode horen, waardoor de motivatie kan worden versterkt. Waarschijnlijk zijn motivatieproblemen meer een gevolg van ontoereikend georganiseerd onderwijs dan een oorzaak van slecht presteren. Gegeven de matige effectiviteit van het huidige onderwijs voor de leeftijdsgroep van adolescenten (jong-adolescenten tot vrijwel volwassenen) dient toegespitst onderzoek te worden verricht waarin kennis van hersen- en biologische mechanismen gekoppeld wordt aan inzichten in sociale en culturele factoren over het bijbehorende leeftijdstraject. In dezen dient aandacht te worden gegeven aan uiteenlopende factoren zoals de rol van 24-uurs-ritmes en het verschil van ochtend- en avond mensen, de rol van emoties en stress ('boze kinderen kunnen niet leren'), hormonale veranderingen die immers in de adolescentie erg groot zijn, de effecten van beweging op leren en individuele leerstijlen.

### *Overige relevante punten*

De periode van de adolescentie is bij uitstek de periode waarin een discrepantie bestaat tussen de fysiologische rijping van het individu (nog niet uitgerijpt), diens psychologische ontwikkeling (vaak naar de mening van de adolescent reeds volwassen), en de sociale ontwikkeling (nog midden in het proces van leerervaringen opdoen). Dit stelt speciale eisen aan de leeromgeving waar tot dusver te weinig aandacht aan is gegeven.

Van belang is het bestuderen van de mechanismen die ten grondslag liggen aan 'nieuwsgierigheid'. Het is waarschijnlijk dat zowel hersenmechanismen, psychologische en sociale mechanismen een rol spelen; deze dienen verduidelijkt te worden teneinde beter de 'eigen' motivaties en interesses te kunnen ondersteunen en daardoor het leertraject te kunnen verbeteren. Onduidelijk is of er gevoelige periodes bestaan om zaken te leren, ook in de adolescentie. Zo is het de vraag of het 'zelfstandig' leren realistisch is, gezien de stand van de hersen- en cognitieve rijping van de adolescent. De aanwijzingen dat in dezen geslachtsverschillen zouden kunnen bestaan dienen nader onderzocht te worden gegeven hun potentiële implicaties voor de praktijk van het onderwijs.

## **Workshop 3. Abstract denken, rekenen, wiskunde en de bètavakken**

(Voorzitter: J.de Lange, onderwijswetenschap, Utrecht )

### *Uitgangspunten*

De wijze waarop ons brein omgaat met taal lijkt anders te zijn dan de manier waarop het processen stuurt die met rekenen, wiskunde en abstract denken te maken hebben. Toch zijn er ook overeenkomsten in de hogere-orde processen die ten grondslag liggen aan taal, rekenen en 'abstract denken'. Hoe kan de interesse in de bètavakken nader gestimuleerd worden en is het mogelijk om het proces van categoriseren, abstraheren en 'denken' nader te stimuleren op grond van huidige kennis over de wijze waarop denkprocessen verlopen? Welke rol kunnen de nieuwe inzichten spelen in het bestrijden van ontwikkelingsstoornissen in taalvaardigheid (literacy) en rekenvaardigheid (numeracy)?

### *Primaire uitkomsten van de workshop.*

Bij de huidige invulling van het 'leren' van rekenvaardigheden c.q. wiskunde en/of andere exacte vakken wordt veel te weinig gebruik gemaakt van het ontwikkelingspotentieel van jonge kinderen. Daarom wordt het noodzakelijk geacht onderzoek te doen naar de wiskundige en natuurwetenschappelijke potenties in een ontwikkelingsperspectief, en daarbij zowel het neurale niveau en de hersenen als het gedragsniveau maar vooral hun samenhang te bestuderen. Gegeven het grote belang van het voorschoolse en vroegschoolse stadium wordt gesteld dat de periode van onderzoek breder dient te worden gedefinieerd dan tot nu toe het geval is en wel van 4 tot 18 jaar en wellicht tot in de vroege volwassenheid. Veel nieuw onderzoek dient te worden verricht in de voorschoolse- en vroegschoolse periode aangezien in die fase de voorwaarden voor de uiteindelijke wiskundige vaardigheden zich lijken te ontwikkelen. In het bijzonder wordt aanbevolen onderzoek te doen naar de samenhang van taal en wiskunde gezien de overlap die bestaat tussen bepaalde hogere taalfuncties en het redeneren en abstraheren. Deze laatste hebben een essentiële plek binnen de wiskunde.

Naast onderzoek naar de samenhang tussen taal en wiskunde dient verdiepend onderzoek te worden gedaan naar andere aspecten van de wiskunde, waarbij wiskunde veel breder wordt gedefinieerd dan alleen het gebied van de rekenvaardigheid. Enkele relevante aspecten waaraan wordt gedacht zijn de volgende: probleemoplossen, redeneren, het werken met meervoudige representaties, ruimtelijk inzicht, navigeren en oriënteren, classificeren, vergelijken, abstraheren, reflectie en taalexpressie. Nadrukkelijk zal de rol en invloed van technologie onderzocht dienen te worden, gegeven de veranderende samenleving waarin buiten school op grote schaal wiskundig georiënteerde activiteiten zoals computerspellen en 'gaming' worden ondernomen.

Ten aanzien van de aanpak wordt gesteld dat het nieuw te initiëren onderzoek uitsluitend tot succes kan leiden in een multidisciplinaire setting, waarbij hersen- en cognitiewetenschappers intensief samenwerken met onderwijskundigen en praktijkprofessionals. Het onderzoek moet zich richten op verschillende leeftijdsgroepen en op diverse functies en vaardigheden zoals

boven reeds aangestipt. Diverse methoden zijn noodzakelijk, en deze variëren van gedragsobservaties, via interviews, cognitief testonderzoek tot hersenimaging- onderzoek. Dergelijk onderzoek dient uiteindelijk naast de theorieontwikkeling direct toepasbare informatie op te leveren voor de inrichting van het onderwijs, in termen van de didactische principes, pedagogisch klimaat en gevolgde aanpak. Het belang van de voorgestelde aanpak is dat deze verankerd is in een theoretisch kader van waaruit toetsbare voorspellingen worden gedaan, terwijl het kader bestaat uit uitgangspunten van de diverse wetenschapsgebieden. Verwacht wordt dat een dergelijke aanpak van groot belang is voor het geheel van het onderwijs. Dit komt omdat kennis van de ontwikkeling van de hersenen en van de cognitieve functies een zware basis kan vormen die veel sterker is dan de huidige.

#### *Overige relevante punten*

Wat is de basis van individuele verschillen in taal- en wiskundige vaardigheden? Is hier sprake van aanleg of ook van leerervaring? Waar ligt de overlap van taal en wiskundige vaardigheden en waar het verschil in cognitieve en hersenmechanismen?

Hoe kan beter gebruik gemaakt worden van de 'voorwaarden' voor het leren van wiskunde en rekenvaardigheid zoals spatiële vaardigheden, ruimtelijke inzichten, 'area concept', abstractievaardigheid, 'numeracy' en kansgevoel? Gesteld wordt dat de natuurlijke nieuwsgierigheid van het kind in de huidige schoolomgeving wordt afgedempt.

Wiskunde is meer dan rekenen; het bevat veel meer aspecten waaronder abstraheren, denken en logisch redeneren.

Er moet overgestapt worden van leerstofgericht naar leerling- en omgeving gericht werken omdat het niet alleen om rekenen gaat.

In de opleiding van toekomstige leerkrachten moet hiermee rekening gehouden worden. Tevens is het een activiteit die ook buiten school een plaats dient te hebben.



## Workshop 4. Motivationale processen en leerattitudes

(Voorzitter: F.A.Poletiek, cognitiewetenschap, Leiden)

### *Uitgangspunten.*

In cognitiewetenschap en hersenwetenschap is veel kennis verworven over motivationale processen en over de rol van context en emotionele betrokkenheid. Zowel uit proefdieronderzoek als uit hersenonderzoek bij de mens blijkt dat bepaalde 'emotionele' prikkels maar ook motivationale factoren van essentieel belang zijn voor optimaal leren. Hoe kan deze kennis ingezet worden om de leeromgeving te verbeteren; kunnen er betere incentives ontwikkeld worden voor het stimuleren van motivatie en leerattitude? Zijn er ook motivationale processen die juist belemmerend zijn voor het leren?

### *Primaire uitkomsten van de workshop.*

Er bestaan sterke aanwijzingen dat de nieuwsgierigheid waarover kinderen beschikken, in het onderwijs niet of niet altijd optimaal wordt aangesproken. Deze nieuwsgierigheid hangt waarschijnlijk samen met hersenbepaalde aandacht voor 'novelty' c.q. nieuwe prikkels. Aanbevolen wordt om lange termijn onderzoek te doen naar deze nieuwsgierigheid en naar de aanpak die gevolgd dient te worden om deze te gebruiken ten voordele van het leren. Dergelijk onderzoek dient dicht bij de onderwijssituatie te staan en in te gaan op de verschillende aspecten van motivatie. Daarbij dient gebruik gemaakt te worden van kennis over hersen- en cognitieve mechanismen die ten grondslag liggen aan motivationale processen. Speciale aandacht is nodig voor de rol die gespeeld wordt door de hersengebieden die emotie en motivatie regelen en voor de gevolgen van beschadigingen en functiestoornissen van de hersenen.

Ten aanzien van de onderwijsontwikkeling bestaat een aantal mogelijkheden die nader moeten worden bestudeerd. De opvoedingsomgeving is van belang voor een positieve waardering en voor de ontwikkeling van het realiteitsbesef. Het leren op school kan anders georganiseerd worden, bijvoorbeeld middels alternatieve leerstellingen. Zo kan door verbetering van de leercontext of leeromgeving de motivatie van de lerende worden verhoogd

waardoor diens prestatie verbetert. Bestudeerd dient te worden of nadrukkelijker aangesloten kan worden bij de natuurlijke ontwikkeling van het kind; gericht neuropsychologisch onderzoek zou een sturende rol in dezen kunnen spelen.

#### *Overige relevante punten*

Het is van belang om de invloed van emotionele problemen van kinderen alsmede leer- en schoolattitudes nader te onderzoeken.

Een niet onaanzienlijk aantal kinderen heeft regelmatig een verstoorde stemming, is angstig, heeft een 'rekenfobie' of heeft met andere emotionele problemen te kampen. Deze kunnen een grote invloed hebben op het leren en de leermotivatie.

Het cognitief leren dient meer aan te sluiten bij de emotionele en motivationele ontwikkeling en de stadia daarin. Belangrijk is de invloed van actief leren, het stimuleren van het aangaan van uitdagingen en het komen tot een uiteindelijke leerdoel.

Hoe leren mensen complexe vaardigheden, en welke rol heeft reflectie en intentie; welke rol hebben metacognities in motivatie, en zijn deze metacognities leerbaar?

## **Workshop 5. Leerproblemen**

(Voorzitter: H. Swaab-Barneveld, klinische neurowetenschap, Leiden)

#### *Uitgangspunten.*

Leerproblemen kunnen zich bij kinderen uiten in termen van specifieke dysfuncties zoals leeszwakte (dyslexie), rekenproblemen of aandachtsstoornissen ('ADHD'). Daarnaast zijn er volwassenen en ouders die nooit van een optimale leeromgeving hebben kunnen profiteren en zowel jongeren als volwassenen met een lichte hersenfunctiestoornis die een stoornis hebben in bepaalde cognitieve vaardigheden. In hersen- en cognitief onderzoek zijn aanwijzingen verkregen dat een gerichte aanpak door middel van 'compensatie-leren' goede mogelijkheden kan hebben. Wat is de status van deze bevindingen, en welke mogelijkheden zijn er om zowel de individuele vaardigheden aan te pakken alsook de leeromgeving te optimaliseren?

### *Primaire uitkomsten van de workshop.*

Er is een fors aantal vragen die door vertegenwoordigers van fundamentele en toegepaste wetenschap en vertegenwoordigers van de onderwijspraktijk aan elkaar gesteld kunnen en dienen te worden. In de workshop is daarmee een bescheiden start gemaakt. Het is duidelijk dat de hersen- en cognitieve wetenschap nog meer kennis kan aandragen omtrent cognitieve processen en de cerebrale mechanismen die erbij betrokken zijn, en daarmee een rol spelen in verdiepend classificierend onderzoek dat voor interventies bij leerproblemen noodzakelijk is. Ook kan met behulp van deze wetenschap beter in kaart gebracht worden wat de mogelijkheden en beperkingen zijn; dit kan van groot belang zijn voor toepassing in de praktijk. Verdiepend onderzoek naar het normaal leren en diverse leerstoornissen is in dezen van belang. Vanuit de onderwijsontwikkeling en -praktijk kan vaker de fundamentele wetenschap te hulp geroepen worden om kwesties te beoordelen die nu in de onderwijsorganisatie zonder een vorm van wetenschappelijke toetsing worden doorgevoerd. Zo rijst de vraag of de inhoudelijke motivering voor invoering van het studiehuis wel compatibel is met recent neurowetenschappelijk inzicht waaruit blijkt dat de hersenen van kinderen van 16 tot 18 nog niet zijn uitgerijpt. Ook politieke standpunten omtrent de snelheid waarmee een tweede taal geleerd kan worden, dienen meer aan wetenschappelijke inzichten getoetst te worden. Wetenschappers hebben behoefte aan een nadere definiëring van problemen zoals die spelen in de praktijk, terwijl de praktijk behoefte heeft aan wetenschappelijke onderbouwing van beleid en keuzen in beleid. Gesuggereerd wordt dat een task force waarin vertegenwoordigers van diverse wetenschappen en praktijkdomeinen zijn vertegenwoordigd opvattingen zoals aan de orde gekomen zijn in de workshop verder gaat vormgeven. Belangrijk is in dat opzicht wel om te zorgen voor de dialoog met het praktijkveld om te zorgen dat een en ander ook in de praktijk kan worden uitgevoerd. Ten aanzien van de bruikbaarheid van de begrippen 'Kennis, Vaardigheden en Attitudes' die in het OECD rapport zijn gesuggereerd wordt vastgesteld dat deze een zinvolle indeling zijn vanuit de verschillende perspectieven en bruikbaar voor het bereiken van de doelstellingen zoals in deze conferentie worden besproken.

### *Overige relevante punten*

Wanneer het gaat om 'onderwijs' kan er wellicht een focus komen op de gehele leeftijdsperiode van 4 tot 18 jaar. Maar ook op de voorschoolse periode, waarin de nadruk kan worden gelegd op de 'voorwaarden voor het leren'.

Relevante vragen hebben betrekking op verschillen in leren tussen jong en oud, en allochtoon versus autochtoon. Een belangrijk nieuw onderzoeksgebied heeft betrekking op het leren van een tweede taal. Zowel fundamentele als toegepaste wetenschap kunnen op deze gebieden veel wetenswaardigs aandragen.

De neurowetenschappen dienen te helpen om 'neuromythen' uit de weg te ruimen. In curricula op pedagogische academies dient meer aandacht te worden besteed aan kennis over het leerproces, het leesproces en dergelijke; het gaat om aanleren van verdiepende achtergrondkennis zodat degenen die onderwijs gaan geven ook beter op de hoogte zijn van relevante issues.

## **Workshop 6. Leren en cognitief functioneren bij volwassenen**

(Voorzitter: J.Jolles, neurowetenschap, cognitiewetenschap, Maastricht)

### *Uitgangspunten.*

De snelheid van cognitief functioneren neemt vrij snel na de volwassenheid af, evenals de efficiëntie in de uitvoering van complexe taken. De tijdsbelasting neemt daarentegen in onze samenleving juist toe, waardoor volwassenen al in de vierde decade problemen kunnen krijgen in het uitvoeren van 'dagelijkse' taken onder tijdsdruk. Toch blijkt het leervermogen tot ver in het senium nauwelijks af te nemen mits voldoende tijd beschikbaar is om de informatie efficiënt te verwerken. Volwassenen en ouderen nemen zelf ook een ambivalente positie in ten aanzien van het leren en het volgen van cursussen. In de praktijk blijkt tot nu toe onvoldoende gebruik gemaakt te worden van de gegevens die in modern cognitief en neurowetenschappelijk onderzoek verkregen zijn. Welke consequenties kunnen deze wetenschappelijke bevindingen hebben voor de volwasseneneducatie?

### *Primaire uitkomsten van de workshop.*

Er is een aantal factoren dat belangrijk is voor het leren en cognitief functioneren van volwassenen en ouderen. Biologische factoren worden relevant naarmate mensen ouder worden, in het bijzonder in relatie tot gezondheid en tot de fysiologische hersenveroudering. Daarnaast zijn motivaties alsmede aanpassingen in strategiegebruik van belang.

Er blijken individuele verschillen te zijn tussen mensen die leiden tot verschillende verouderingstrajecten. Lagere opleiding is een belangrijke risicofactor bij veroudering. Vandaar het belang van toegespitste educatie- en begeleidingsprogramma's juist voor lager opgeleiden. Vanuit de onderwijspraktijk dient meer onderzoek te worden gedaan naar risico's en veiligheid bij volwassenen, waarbij in het bijzonder aandacht moet komen voor de leeromgeving voor volwassenen. Ouderen moeten handvaten krijgen om te leren (succesvol) te leren, waarbij rekening gehouden wordt met hun specifieke cognitieve functies en vaardigheden alsmede de leeftijdsgerelateerde veranderingen daarin en de specifieke veranderingen die al in de middelbare leeftijd in hersenfuncties aantoonbaar zijn.

Fundamenteel en toegepast onderzoek dient te worden uitgevoerd naar plasticiteit in relatie tot leren bij ouderen en functionele aanpassing. De rol van de leeromgeving is daarin belangrijk evenals onderzoek naar de wijze waarop volwassenen en ouderen zich aanpassen aan de veranderende omgeving. Ook dient verdiepend te worden bestudeerd welke eigenschappen van de persoon een modulerende invloed hebben op het functioneren, zoals persoonlijkheidskarakteristieken, gezondheid, diverse biologische variabelen en variabelen ten aanzien van motivaties en actieve initiatiefname bij het plannen en organiseren van nieuwe activiteiten.

Belangrijke doelgroep is de oudere werknemer die zich moet aanpassen aan nieuwe eisen die tegenwoordig steeds vaker door de werkomgeving worden gesteld. Het kan voorts van belang zijn om de oudere werknemer een grotere mogelijkheid te geven tot leren en daarmee het brein te stimuleren om meer open te staan voor nieuwe informatie, waardoor ook de aanpassing verbetert. Naar leerinterventies moet meer onderzoek gedaan worden,

waarbij 'evidence based interventies' een belangrijke plek moeten gaan innemen. Een speciale positie als 'oudere werknemer' hebben de oudere onderwijzers c.q. docenten. In hun takenpakket dat de afgelopen decennia alleen maar complexer is geworden is tot dusver te weinig rekening gehouden met hun afnemende cognitieve vaardigheden.

#### *Overige relevante punten*

Het is van belang dat in de agenda voor de toekomst van het 'leren' een horizontale interactie ontstaat tussen vertegenwoordigers van de fundamentele research (hersenenwetenschap, cognitiewetenschap), onderwijsresearch en onderwijspraktijk. Theorieën omtrent cognitief functioneren bij het ouder worden dienen te worden gemaakt en middels neurowetenschappelijk onderzoek gevalideerd. Daarnaast moet meer evidence-based gewerkt worden in de toegepaste setting/praktijk.

Er zijn grote individuele verschillen in de cognitieve verouderings-trajecten die mensen volgen. Het is van belang om de risico-factoren en beschermende factoren in kaart te brengen en de omstandigheden te creëren waarbinnen volwassenen, in het bijzonder mensen van middelbare leeftijd en ouderen zich optimaal kunnen blijven ontwikkelen. Het is in die zin ook belangrijk om te bestuderen hoe komt het dat sommige mensen naarmate hun levensloop vordert, steeds minder open staat voor nieuwe ervaringen, voor nieuwe kennis, voor het 'in beweging blijven in de maatschappij'.

Het is van belang om interventieprogramma's te ontwerpen die zijn gericht op het executief functioneren bij middelbaren en ouderen. Functies dienen te worden gestimuleerd die berusten op activiteit van de voorste delen van de hersenen. Het gaat hierbij in het bijzonder om functies rond efficiënter plannen, en functies rond het gebruik van strategieën, initiatiefname en verwante functies. In dit verband is relevant dat er aanwijzingen zijn dat mensen die meer mentale activiteiten ontplooiën een zekere bescherming hebben tegen achteruitgang. Hetzelfde geldt voor de invloed van fysieke en sociale activiteiten.

# De uitkomsten van de invitational conference, geformuleerd in 20 stellingen

*In de stellingen 1 tot en met 6 gaat het om stellingen op het domein van 'De dialoog tussen de disciplines en de samenhang van domeinen ten behoeve van de ontwikkeling van 'A new learning science'.*

**Stelling 1.** **Ja, het is mogelijk en wenselijk om de dialoog tussen de verschillende disciplines op het gebied van 'a new learning science' te voeren en uit te breiden.**

De meest fundamentele vraag van de hele invitational conference was of de verschillende disciplines elkaar wat te vertellen zouden hebben en of de conferentie niet zou ontaarden in de spreekwoordelijke 'Poolse landdag'. De commissie wilde inventariseren in hoeverre sprake zou zijn van spraakverwarring met nadelig effect op een effectieve communicatie en ook of de vertegenwoordigers van de verschillende wetenschaps- en praktijkvelden het noodzakelijke respect voor elkaar zouden hebben.

Gebleken is dat degenen die geparticipeerd hebben aan de conferentie grote inzet aan de dag hebben gelegd om de gestelde doelen te halen, en ook de moeite hebben gedaan om de barrières te slechten die door taal- en domeinverschillen aan de communicatie worden gesteld. Een belangrijke kanttekening is, dat een niet onaanzienlijk aantal hersen- of cognitief wetenschappers om variërende redenen niet kon ingaan op de uitnodiging.

Om het uiteindelijke aantal van een twintigtal (hersen/cognitief) wetenschappers te halen zijn veertig personen uitgenodigd.

De afzeggingen komen vooral uit het veld van de biomedische neurowetenschap. Ter vergelijking: 32 personen werden uitgenodigd voor het domein van onderwijswetenschap, onderwijsontwikkeling en maatschappelijke organisaties, en daarvan hebben 22 positief gereageerd. De commissie is van mening dat bij de afzeggers een belangrijke rol heeft gespeeld dat zij weliswaar (top-) expert zijn op gebied van basale hersenmechanismen maar dat voor hen de stap naar 'leren' laat staan 'onderwijs' te groot is. Dit is een punt van aandacht voor een eventueel vervolgtraject.

Een en ander impliceert in ieder geval dat er meer, en een actievere input van de neuro- en cognitiewetenschappers gewenst is om de gewenste uitwisseling tot stand te brengen. De cognitieve neurowetenschap zou als tussengebied tussen de basale hersen-

wetenschap en de cognitiewetenschap en de onderwijswetenschap een belangrijke brugfunctie kunnen vervullen.

**Stelling 2. De dialoog tussen de verschillende disciplines dient met respect te worden gevoerd.**

Vóór de start van de conferentie bleek dat er bij enkele participanten van verschillende disciplines en praktijkvelden forse verschillen bestonden in de wederzijdse waardering. Het is in hoge mate aannemelijk dat deze waarderingen vooral bepaald zijn door gebrek aan inzicht in elkaars vakgebied en in de uitgangspunten, doelen en gevolgde aanpak (breder: 'het paradigma'). Een belangrijke bron van negatieve waardering bleek opgewekt te worden doordat enkele niet-hersenvetenschappers voor hun doelen wel eens gebruik maken van begrippen uit neurowetenschappelijk onderzoek. Zo zijn er voorbeelden van onjuist gebruik van neurowetenschappelijke kennis in de onderwijspraktijk.

Er zijn sterke aanwijzingen dat dit aanleiding kan geven tot een disciplinestrijd waarin emotionele argumenten en negatieve kwalificaties belangrijker zijn geworden dan zakelijke. De commissie beveelt aan dat met prioriteit aandacht gegeven wordt aan het verhelderen van de positie van de verschillende disciplines en velden. Hierin dient duidelijk gemaakt te worden dat er een onderscheid is tussen fundamenteel en toegepast onderzoek, en dat ook een differentiatie van paradigmata bestaat binnen de 'grote' clusters van hersenvetenschap, cognitiewetenschap en onderwijswetenschap en de bijbehorende praktijkvelden. Naar de mening van de commissie is er niets tegen om begrippen uit het hersenonderzoek te gebruiken als 'metafoor' in de onderwijspraktijk mits de relatie met de fysiologische werkelijkheid geen geweld wordt aangedaan. Met een vaststelling dat alle disciplines uit de aard van de zaak een methodologisch reductionisme moeten hanteren en derhalve dat er geen enkele discipline is die 'de belangrijkste' is, wil de commissie gaarne het volgende motto meegeven voor toekomstige interacties tussen de vertegenwoordigers van de diverse disciplines en praktijkvelden (standpunt verwoord door een van de participanten van de conferentie): *Op een conferentie van automonteurs voel ik me slecht thuis, omdat de werking van de motor, de plasticiteit van de banden, de*



*transmissie, of andere wenselijkheden of noodzakelijkheden die voor het optimaal functioneren van het voertuig aan de orde zijn, niet tot mijn kennis- en ervaringssterrein behoren. Wanneer we het echter hebben over het genot van het reizen, het kiezen van reisdoelen, de betekenis van het vergroten van je horizon en het plezier hebben van een goedwerkend voertuig daarbij, is mijn interesse snel gewekt.*

- Stelling 3.** **Er dient een begripsverheldering te komen rond begrippen die te maken hebben met 'leren', 'educatie' en 'onderwijs'.**
- Alleen al binnen het brede gebied van de hersenwetenschap wordt 'leren' op vele verschillende manieren gebruikt. Deze verschillen zijn conceptueel van aard en uit zich door de volstrekt verschillende operationalisaties die worden gebruikt door diegenen die zich bezig houden met onderzoek naar de celbiologische en neurale fundamenteën van het leren, de neuroanatomische basis maar ook de verschillende aspecten van de cognitieve invalshoek, de gedragswetenschappelijke of de onderwijskundige invalshoek. Ook bestaan grote verschillen in de mechanismen die ten grondslag liggen aan vaardigheidsleren, cognitief leren, en de effecten van emoties, motivaties en psychosociale factoren. Daarnaast zijn in de onderwijsontwikkeling en de onderwijspraktijk heel andere aspecten van 'leren' aan de orde in uiteenlopende vormen van educatie zoals rekenonderwijs, leren van een vreemde taal, of instructietechnologie (als voorbeeld: om een bejaarde persoon aan te leren een mobiele telefoon te gebruiken is een andere aanpak nodig dan voor wiskundeonderwijs aan adolescenten). De commissie beveelt aan te werken aan het verminderen van de begripsverwarring die bestaat rond al de termen die op enigerlei wijze te maken hebben met 'leren'. Voorbeelden zijn de begrippen 'educatie', 'onderwijs', 'overdracht van kennis', 'gedragsverandering', 'overdracht van ervaringen', 'overdracht van vaardigheden' en 'continuous education' en te zorgen voor een verheldering ten aanzien van welk aspect van leren wordt bedoeld. Gegeven het belang van Lifelong Learning zoals geformuleerd door de OECD wordt aanbevolen om de term 'educatie' bij voorkeur te gebruiken in plaats van 'onderwijs' aangezien laatstgenoemde term verbonden is met het institutioneel onderwijs (de fase tot de volwassenheid).

**Stelling 4.**

**De inzichten die verkregen zijn in hersen- en cognitief wetenschappelijk onderzoek op het gebied van leren hebben grote potenties voor toekomstige toepassing in de onderwijspraktijk maar er bestaat momenteel nog slechts een gering aantal toepassingen waarvan de effectiviteit bewezen is.**

De afgelopen tien jaar is –met name in Noord-Amerika- een groot aantal populair wetenschappelijke artikelen, brochures en boeken verschenen die informatie over het functioneren van de hersenen gebruiken voor het aanprijzen van nieuwe didactische modellen of instrumenten. Dergelijke producten worden gewoonlijk gepresenteerd als ‘toepassingen van neurowetenschappelijk onderzoek’ maar zijn niet gebaseerd op evidence-based onderwijskundige interventies. Tevens is volgens een eerste screening door de OECD gebleken dat vele van de aangehaalde ‘neurowetenschappelijk onderbouwde’ stellingen niet correct zijn. De commissie ziet groot belang in het populariseren van hersenwetenschappelijke en cognitiewetenschappelijke kennis maar vindt dat de pretenties van genoemde onderwijskundige interventies (bijvoorbeeld ‘Brain Based Learning’) kritisch dienen te worden gevolgd. Zij vindt het essentieel dat de wetenschappelijke gegevens niet uit hun verband worden gehaald en is daarom van mening dat veel aandacht moet worden gegeven aan een verantwoorde en wetenschappelijk gefundeerde vorm van wetenschapseducatie op het gebied van hersenen en cognitie.

**Stelling 5.**

**Teneinde het onderwijs van een goed wetenschappelijk fundament te kunnen voorzien is het noodzakelijk om heldere modellen en theorieën te creëren met toetsbare hypothesen en een aanpak die ‘evidence-based’ is.**

De revoluties in de hersenwetenschap en de cognitiewetenschap in de laatste drie decaden hangen samen met de ontwikkeling en toepassing van nieuwe methoden en het vervagen van grenzen tussen wetenschapsgebieden. Daardoor konden inzichten en methoden uit bepaalde wetenschappen gebruikt gaan worden in andere wetenschappen. Op het gebied van toegepast biomedisch onderzoek heeft in het klinische werkveld een enorme ontwikkeling plaatsgevonden in de toepassing van strikte onderzoeksdesigns ter toetsing en evaluatie van interventies. Voor het evalu-

ren van interventies in het normale leerproces in de verschillende levensfasen alsmede in het vaardigheidsleren (sport, psychomotore functies, taal etc) bestaan nog onvoldoende 'evidence-based' methoden. Dergelijke methoden dienen volgens de commissie met voorrang opgezet te worden. Aandacht dient hierbij te worden gegeven aan zowel de lerende als aan de leeromgeving. De commissie beveelt in dat verband aan om ook in het onderwijsveld te streven naar de verandering van 'practice-based' werken naar 'evidence-based'. Designs zoals de 'randomized controlled trial' en andere waarmee veel ervaring is opgedaan in klinisch toegepaste settings kunnen een zeer bruikbare rol spelen in de evaluatie van nieuwe onderwijsinterventies.

**Stelling 6. Het hersen- en cognitief wetenschappelijk onderzoek op gebied van 'leren' kan baat hebben bij de grote hoeveelheid kennis en ervaring die verkregen is in de onderwijswetenschappen en onderwijspraktijk.**

Het voordeel van de neuroscience en de cognitive science is met een hun nadeel: beide maken per definitie gebruik van een z.g. 'methodologisch reductionistische aanpak'. Zij richten zich op mechanismen, en gewoonlijk niet op het hele organisme in diens psychosociale context en zijn daarom per definitie niet in staat om de 'whole person questions' waar de onderwijspraktijk mee te maken heeft, te benaderen laat staan op te lossen. Het is een uitdaging om dit 'transdisciplinair' te doen door samenwerking met onderwijsgevend. Door dialoog tussen vertegenwoordigers van de verschillende disciplines kunnen ook vraagstellingen worden verscherpt.

De commissie is van mening dat fundamenteel wetenschappers baat kunnen hebben bij een dialoog met toegepaste wetenschappers -in het bijzonder degenen die in het praktijkveld werkzaam zijn- en praktijkprofessionals teneinde hun inzichten te toetsen aan de praktijk. Ook praktijkkennis en voorwetenschappelijke ervaringen kunnen grote waarde hebben voor het fundamenteel en toegepast hersen- en cognitief onderzoek. Naar de mening van de commissie dienen vertegenwoordigers van de verschillende wetenschappen zich goed te realiseren dat een vorm van 'transdisciplinair werken' nodig is, zoals door OECD-CERI in haar rapport

geformuleerd. Dit impliceert dat hersenwetenschap, cognitiewetenschap en onderwijswetenschap en daarbinnen de cognitieve psychologie, de sociale psychologie, de ontwikkelingspsychologie en de persoonlijkheidspsychologie naast het onderwijspraktijkveld ieder een eigen bijdrage levert aan de te ontwikkelen 'nieuwe leer-wetenschap'. NWO dient in haar beleid nadrukkelijk een transdisciplinaire aanpak te stimuleren.

*In de stellingen 7 tot en met 9 gaat het om stellingen op het domein van 'De invalshoek Hersenwetenschap'.*

### **Stelling 7.**

**Om ten aanzien van het leren bij jongeren, volwassenen en ouderen adequaat te kunnen omgaan met verschillen tussen personen en tussen leerprocessen, is inzicht nodig in de neurale principes (hersestructuur, hersenfunctie, neurochemische processen) die ten grondslag liggen aan de processen van informatieverwerking en in de mechanismen die verantwoordelijk zijn voor de plasticiteit van het brein.**

De basis voor het menselijk leervermogen is de plasticiteit van het menselijk brein. Deze plasticiteit stelt ons tot op hoge leeftijd in staat voortdurend informatie op te slaan, te bewerken en flexibel te gebruiken in ons handelen. Voor het optimaliseren van een leeromgeving (bijvoorbeeld school of de setting van een cursus voor ouderen) waarin leren doorgaans via expliciete instructie plaatsvindt, is het cruciaal de principes van neurale plasticiteit te begrijpen. Daarmee dient inzicht verkregen te worden in de neurale principes zoals de hersenanatomie en -fysiologie, cellulaire en neurochemische processen maar ook in de functionele aanpassing van het brein, de 'functional plasticity'. Aldus kan worden begrepen hoe de plasticiteit van het brein optimaal aangesproken kan worden. Dit geldt voor normale personen (kinderen, adolescenten en volwassenen) maar tevens voor personen met uiteenlopende functiestoornissen zoals stoornissen in geheugen, aandacht, empathie, taal, lezen of rekenen en mensen met diverse vormen van hersenletsel. Ook de effectiviteit van interventies die zijn gericht op gedragsverandering dan wel prestatieverbetering kan niet alleen worden vastgesteld op gedragsniveau maar ook op neuraal niveau.

**Stelling 8.**

**In de discussie over 'hersenen en leren' dient aandacht te worden gegeven aan zowel genetische factoren als aan omgevingsfactoren. Relevante omgevingsfactoren zijn zowel van biologische als van psychosociale aard.**

Door de jaren heen is er sprake geweest van een dogmastrijd over de vraag of de hogere cognitieve functies, waaronder intelligentie en ons leervermogen, vooral door genetische dan wel door omgevingsfactoren worden bepaald. Deze discussie staat bekend als het 'nature-nurture debat'. Onderzoek van de laatste tien jaar laat echter zien dat beide belangrijk zijn voor het tot stand komen van het volwassen fenotype. De erfelijke factoren (genen) kunnen worden beschouwd als een blauwdruk die de marges bepalen waarbinnen het individu zich ontwikkelt. Omgevingsfactoren daarentegen zijn verantwoordelijk voor de mate waarin de genetisch bepaalde mogelijkheden worden gerealiseerd. Belangrijke omgevingsfactoren zijn bijvoorbeeld de psychosociale omstandigheden waarbinnen men opgroeit maar ook door-gemaakte ziekten, geneesmiddelengebruik, hormonale factoren, en andere biologische invloeden. Het gaat dus om de interactie tussen erfelijke factoren en omgevingsfactoren. Deze uit zich in de aanpassing van het brein tijdens de ontwikkeling, en dus in plasticiteit. De individuspecifieke opgroeicondities die de plasticiteit of wel het aanpassingsvermogen van het brein optimaal benutten zijn een wezenlijke voorwaarde voor leren. De commissie acht het voor de ontwikkeling van het thema van groot belang om meer kennis te verkrijgen over de relatieve bijdrage van genetische en omgevingsfactoren en over de betrokken biologische en psychosociale mechanismen. Verwacht wordt dat dergelijke kennis het mogelijk maakt om te begrijpen in hoeverre individuele verschillen in leerstijl afhankelijk zijn van genetisch dan wel omgevingsbepaalde hersenontwikkeling en leerervaringen. Door dit soort inzichten kan uiteindelijk het leerproces in de verschillende levensstadia en in relatie tot individuele leerervaringen worden geoptimaliseerd.

**Stelling 9.**

**De cognitieve neurowetenschap kan een belangrijke rol spelen in het onderzoek naar voorwaarden voor leren, en naar de hersenen en cognitieve mechanismen die daarvoor verantwoordelijk zijn. Groot belang dient in dezen gehecht te worden aan onderzoek naar het onderscheid tussen expliciet en impliciet leren en naar de uitvoerende controlefuncties ('executieve functies') gegeven de centrale rol die deze spelen in aanpassing en leren.**

Kennis over het functioneren van het brein vergroot niet alleen het begrip van basale leerprocessen zoals aandacht, waarnemen, geheugenfuncties en impliciet leren, maar ook het inzicht in complexe leerprocessen. Van belang zijn bijvoorbeeld de rol van context en de invloed van strategische competenties. De zogenaamde 'uitvoerende controlefuncties' (executive functions) dienen te worden beschouwd als centrale cognitieve functie in een leeromgeving/onderwijsomgeving aangezien deze ons in staat stellen om nieuw gedrag aan te leren in reactie op een veranderende omgeving. De executieve functies omvatten in het bijzonder de planning en gedragsorganisatie, aspecten van werkgeheugen en aandacht, alsmede impulsregulatie, gedragsevaluatie en self-monitoring. Al deze deelfuncties zijn belangrijk voor intentioneel leren maar in bredere zin voor een optimale aanpassing aan een veranderende omgeving. Motivationale factoren en emoties spelen hierin een modulerende rol. Teneinde meer begrip te krijgen omtrent 'leren' mede in verband met conceptvorming en de ontwikkeling van de hoger cognitieve functies zoals denken, intellectueel functioneren en creativiteit beveelt de commissie aan om verder onderzoek te verrichten naar de uitvoerende controlefuncties en de hersenmechanismen die daarvoor verantwoordelijk zijn.

*In de stellingen 10 tot en met 13 gaat het om stellingen op het domein van 'De invalshoek Cognitiewetenschap'.*

**Stelling 10.**

**Ons vermogen tot 'leren' en het vermogen tot 'aanpassen' zijn afhankelijk van de efficiëntie waarmee wij informatie verwerken en eerder opgeslagen kennis mobiliseren. Het is van belang om in kaart te brengen hoe het aanpassings- en leervermogen verandert in relatie tot de leeftijd bij kinderen, jeugdigen, volwassenen en**

### **ouderen, en welke rol gespeeld wordt door kennis, informatieverwerking en strategieën.**

Naarmate we ouder worden neemt onze ervaring toe, evenals de vermogens die berusten op de mobilisatie van eerder opgedane kennis. Echter, in verband met het verminderen van de snelheid van informatieverwerking bij het ouder worden neemt het vermogen om snel en efficiënt van nieuw aangeboden kennis gebruik te maken af. Veel mensen compenseren daarom voor deze afnemende vermogens door gebruik van andere oplossingsstrategieën.

Een oudere typiste bijvoorbeeld compenseert voor de afgenomen snelheid door anticipatie. Dit heeft echter het nadeel dat de flexibiliteit kan verminderen met als gevolg het gebruik van rigide en minder efficiënte strategieën. Jongeren daarentegen gebruiken juist informatiegedreven vermogens waardoor ze hun surplus aan informatieverwerkingscapaciteit kunnen gebruiken. De commissie beveelt aan om fundamenteel en toegepast onderzoek te doen naar de veranderingen in aanpassings- en leervermogen specifiek voor de verschillende leeftijdsfasen. Daardoor kan beter in kaart worden gebracht hoe enerzijds kennisgedreven vermogens en anderzijds informatieverwerkinggedreven vermogens optimaal kunnen worden ingezet voor aanpassing en leren. Dergelijke inzichten zullen gebruikt kunnen worden ter optimalisering van het leren, specifiek voor de verschillende leeftijdsgroepen.

Zo wordt verwacht dat ouderen, maar ook personen met een hersenfunctiestoornis, kunnen worden ondersteund met cognitieve hulpmiddelen ('tools') ter versterking van kennisgebaseerde aanpassingsvermogens (functionele plasticiteit) en ter vermindering van inkapseling van kennis. Jongeren daarentegen kunnen worden ondersteund in het optimaal verwerven van kennis en strategieën.

### **Stelling 11. Het is van belang onderzoek te doen naar individuele verschillen in cognitief functioneren en de kenmerken en ontstaansgrond daarvan.**

Er bestaan individuele verschillen in leerstijl. Zo zijn er individuele voorkeuren voor een 'talige/linguïstische' dan wel 'complex visuele/holistische informatieverwerking-strategie'. Onduidelijk is, welke rol gespeeld wordt door individuele leerervaringen dan wel welke rol voor biologische factoren, zoals geslachtsverschillen, is

weggelegd. Ook is niet duidelijk hoe veranderbaar dergelijke informatieverwerkingsstrategieën zijn. Er dient nader onderzoek te worden gedaan naar de kenmerken daarvan, en naar de ontstaansgrond en met name naar de vraag of deze samenhangen met individuele verschillen in hersenontwikkeling en naar de mogelijke betekenis voor de praktijk van onderwijs en voor het verwerven van vaardigheden door het leven heen.

**Stelling 12. Het is voor het vergroten van ons inzicht in effectieve leerstrategieën essentieel om meer te weten te komen omtrent de mechanismen die aan het menselijk leervermogen ten grondslag liggen.**

Leren en instructie zijn onlosmakelijk aan elkaar verbonden. Cognitief leren is binnen het onderwijs voor het grootste deel gericht op het leren van betekenissen en het vergaren van kennis. Inzichten over effectieve instructie komen alleen tot stand wanneer we weten welke mechanismen aan (de plasticiteit van) het menselijk leervermogen ten grondslag liggen. Belangrijk hierin zijn processen die te maken hebben met werkgeheugen, en de rol van controleprocessen in het werkgeheugen. De potentie van de huidige kennis omtrent hersenen en hersenfunctie voor het verbeteren van cognitieve en gedragsinterventies verdient verduidelijking. Er wordt verwacht dat deze met name een rol zullen spelen bij het beter begrijpen van leerproblemen en hoogbegaafdheid. Nader onderzoek op het gebied van de cognitiewetenschap en van hersenwetenschap wordt aanbevolen teneinde de bijdragen van verschillende cognitieve processen en in het bijzonder de executieve functies in relatie tot leren en instructietechnologie in kaart te brengen.

**Stelling 13. De informatiewetenschappen kunnen een relevante bijdrage leveren aan een beter begrip van het menselijk leervermogen.**

Van vitaal belang in relatie tot het leren is de notie van 'complexiteit'. Er is al behoorlijk inzicht verworven in de formele complexiteit van structuren die mensen kunnen leren. Dit geldt bijvoorbeeld voor het leren van taal; echter, volgens de computationele leertheorie is de efficiëntie van zo'n leerproces in veel gevallen nog onbegrepen. Ten aanzien van het leren van taal



is dit een gevolg van het feit dat er geen goede modellen zijn voor het efficiënt leren van relevante subklassen van contextvrije talen. De efficiëntie van menselijke leerprocessen moet daarom verklaard worden op basis van externe factoren die alleen empirisch gevalideerd kunnen worden. Daarbij kan gedacht worden aan: fysische en biologische constraints, specifieke structuren die in het brein verankerd liggen, bias in het selecteren van leervoorbeelden en analyse van coöperatief gedrag van een leraar bij het selecteren van voorbeelden. Een empirisch onderzoek naar deze factoren binnen een gefundeerd informatietheoretisch kader kan volgens de commissie een relevante bijdrage leveren aan het ontwikkelen van beter onderwijs, in het bijzonder ten aanzien van onderwijs dat gericht is op het verwerven van specifieke vaardigheden.

*In de stellingen 14 tot en met 20 gaat het om stellingen op het domein van 'Onderwijs en Onderwijswetenschap'*

**Stelling 14.** **De opbrengst van het leerproces wordt bepaald door een groot aantal factoren die slechts voor een deel te maken hebben met het functioneren van het brein. Ook de kwaliteit van de leeromgeving is van groot belang evenals het functioneren van de leraar en de gebruikte didactische inzichten en vakconcepten.**

Gericht leren vindt plaats op basis van tal van interventies, met behulp van diverse hulpmiddelen, op grond van tal van didactische inzichten en vakconcepten, via goede, minder goede en helaas soms ook slechte leraren. Daarnaast zijn er veel andere factoren die samen het leerproces bij de lerende bepalen en die de opbrengst van het leren beïnvloeden. Kennis over de werking van hersenen speelt daarbij een belangrijke rol, maar niet de enige en ook niet de hoofdrol. De commissie beveelt aan om fundamenteel en toegepast wetenschappelijk onderzoek te doen naar de relatieve bijdrage die de verschillende factoren (biologische factoren, psychologische, psychosociale, omgevings-, didactische factoren en andere) hebben in het moduleren van het leerproces en daarin vooral aandacht te geven aan veranderbare factoren.

**Stelling 15.** **Het is van groot belang om de invloed van emoties op leren en informatieverwerking te herkennen en beter te begrijpen.**

De aandacht voor de ontwikkeling van het emotioneel functioneren van kinderen verdient evenzeer aandacht als die voor de cognitieve ontwikkeling. Dit hangt samen met het feit dat de emotionele ontwikkeling een belangrijke rol kan spelen voor een optimale ontwikkeling van het vermogen om kennis op te nemen. In het OECD rapport wordt aandacht gevraagd voor de z.g. 'selfcontrol' en 'selfcompassion' die van groot belang zijn voor het succes van leren; emotionele factoren spelen hierin een belangrijke rol. Aan de andere kant blijken emoties en stress de kwaliteit van het leerproces sterk te kunnen verstoren. Dit geldt in het bijzonder voor personen die als gevolg van een (hersens)functiestoornis niet of minder goed in staat zijn om een vaardigheid te leren. De commissie acht het van belang om meer kennis van de positieve, maar ook negatieve invloed van emoties te verwerven en tevens om gerichte interventiemethoden te ontwikkelen en evalueren en in de praktijk toe te passen. Dit geldt in het bijzonder voor het normaal en speciaal onderwijs bij kinderen en voor het vaardigheidsleren door gezonde, maar ook door functiegestoorde volwassenen en ouderen.

**Stelling 16.** **Het is van groot belang om de invloed van motivationele processen op leren en informatieverwerking beter in kaart te brengen.**

Cognitiewetenschappelijk onderzoek laat zien dat de kwaliteit van het leren sterk bepaald wordt door motivationele processen. De aard van deze processen mede als onderdeel van de totale leercontext en van de verantwoordelijke mechanismen is nog onvoldoende duidelijk. Een belangrijke motivator was vanouds de docent. De ontwikkelingen in het onderwijs van de afgelopen decennia laten echter zien dat de rol van de docent versmalt ten gunste van het 'zelfstandig leren'. Het studiehuis is daar een modern voorbeeld van. De verantwoordelijkheid voor het motiveren c.q. gemotiveerd zijn om te leren- wordt daarmee meer bij de leerling zelf gelegd. Hoewel er voordelen aan deze aanpak zitten, is het een fundamentele vraag of het ontwikkelende brein reeds in staat is om zelfstandig het initiatief voor leren te nemen en dit ook

efficiënt en 'gemotiveerd' te doen. Dit geldt temeer daar uit recent wetenschappelijk onderzoek blijkt dat de functionele hersenrijping doorgaat tot in de derde decade en dat ook adolescenten nog geheel niet 'klaar zijn'. Een nadeel van het 'zelfstandig leren' is derhalve dat een krachtige motivatiebron is weggefallen, in de vorm van de vakkundige docent, die bezield overbrengt waarom het leuk en van belang is om zich bezig te houden met de vragen omtrent zijn of haar vak. Bijna elke wetenschapper of onderwijsprofessional noemt, gevraagd naar zijn motivatie, die ene voorbeeld-docent die hem tot het vak had bekeerd; het jonge brein is vatbaar voor overslaande vonken. Kortom, er zijn twee tegenstrevende visies op het belang van 'zelfstandig leren'. De commissie beveelt aan om nadere studie te doen naar motivationele processen en naar de vraag of de docent moet terugkomen als motivator dan wel dat de huidige tendens moet worden voortgezet om het zelfstandig leren te stimuleren.

**Stelling 17. De kwaliteit van de onderwijsgevende is sterk bepalend voor de efficiëntie van het leerproces. Er dient meer onderzoek gedaan te worden naar factoren die deze kwaliteit bepalen, waaronder leer- en veranderprocessen bij de onderwijsgevende zelf en in het bijzonder verouderingsprocessen.**

Ook onderwijsgevend worden ouder en worden gekenmerkt door veranderingen in informatieverwerking en kennisverwerving. Aangezien het de leraar is die in een veranderende samenleving de kennis, vaardigheden en/of attitudes overbrengt op de leerling en hem of haar motiveert, moet rekening gehouden worden met een omslag in de kennis en vaardigheden van de docent. De veranderende rol van de docent in een ingewikkelder wordende samenleving vergt aanpassing die voor oudere docenten minder goed is op te brengen. De factor 'veroudering' en stimulering van de oudere werknemer dient naar de mening van de commissie nader te worden onderzocht, in het bijzonder bezien tegen de achtergrond van het feit dat oudere onderwijzers een grote kans hebben op burnout en dat er ook een sterke reductie is in het aantal oudere onderwijzers en leraren dat nog actief is in de klas.

**Stelling 18.** **Het is voor de ontwikkeling van de leermogelijkheden van jongeren, volwassenen en ouderen essentieel dat een dialoog tot stand komt tussen wetenschappers en praktijkprofessionals.** Binnen het werkveld 'gedrag en maatschappij' en in het bijzonder binnen de jeugdhulpverlening alsmede de hulpverlening aan volwassenen en ouderen zijn professionals voortdurend bezig met 'leren' in al zijn facetten. Veranderingen in gedrag en beleving vinden plaats door leren. Door het werkveld worden toegespitste methoden voor deze gedragsverandering vervaardigd, die meestal gebaseerd zijn op 'good practice' waarin voorwetenschappelijke intuïties, ervaringen en reflectie een belangrijke plek innemen. Wetenschappelijke inzichten zijn tot nu toe nog maar in erg beperkte mate vertaald naar de praktijksituatie; aan de andere kant wordt de grote praktijkervaring nog onvoldoende gebruikt voor de aansturing en prioritering van wetenschappelijk onderzoek. Een wederzijdse uitwisseling (dialoog) is daarvoor volgens de commissie noodzakelijk.

**Stelling 19.** **Het is van groot belang om onderzoek te doen naar lange-termijn dynamica van leerprocessen inclusief het proces van ontwikkeling en veroudering, alsmede naar functiestoornissen in het leren die daarbij kunnen optreden.** Voor een goed begrip van de lange-termijn dynamica van leerprocessen inclusief het proces van ontwikkeling, ontbreekt het ons aan essentiële informatie. Er is nauwelijks onderzoek gedaan naar de lange-termijn trajecten van leer- en ontwikkelingsprocessen bij individuen, waarbij met voldoende hoge frequentie is gemeten. Ook is onvoldoende bekend over de invloed van biologische, psychosociale en demografische factoren daarop. Interessante verschijnselen zoals intra-individuele variabiliteit en eventuele discontinuïteiten in de ontwikkeling zijn zelden bestudeerd. Onze gebrekkige kennis heeft vooral te maken met inadequate (historische) methodologische en filosofische keuzen met betrekking tot het meten van psychologische variabelen en verschijnselen. Onderzoek naar de werking van het brein levert een belangrijke verdieping van onze kennis van leer- en ontwikkelingsprocessen, maar biedt op zichzelf geen oplossing voor de essentiële hiaten in onze kennis wat betreft de lange-termijn dynamica van

leerprocessen. Er moet een conceptueel framework worden gemaakt omtrent leren over de levenscyclus ten voordele van nieuw te vervaardigen interventies die zijn gericht op 'leren'. Voor het verklaren of begrijpen van leerproblemen is voorts kennis omtrent hersenprocessen van belang. Momenteel bestaat momenteel nog te weinig ervaring met evidence-based interventiemethoden ter evaluatie van interventies die beogen om het leerproces te verbeteren. Dergelijke methoden dienen volgens de commissie met voorrang opgezet te worden. Aandacht dient hierbij te worden gegeven aan zowel de lerende als aan de leeromgeving, en aan personen met een relatief focale functiestoornis (zoals dyslexie of dyscalculie) maar ook personen met ernstiger problematiek zoals functiestoornissen in het kader van hersenletsel.

**Stelling 20. Het onderwijs dient zich om te vormen van 'leerstofgericht' naar 'leerling/lerende gericht'**

Het onderscheid tussen 'leerstofgericht onderwijs' en 'leerling c.q. lerende-gericht onderwijs' is van fundamentele betekenis. In het laatstgenoemde gaat het om het hele systeem waarin de leerstof, de lerende, de leraar, de leeromgeving met alle karakteristieken daarvan alsmede leerattitudes, motivationele factoren en zowel beperkende als stimulerende factoren hun plek hebben. De commissie is van mening dat meer kennis nodig is van de dispositie van de leerling in de achtereenvolgende leeftijdsfasen. Zij onderschrijft het gestelde in het OECD rapport en in het rapport van de National Science Council uit 1999<sup>2</sup> dat een multi-modale aanpak noodzakelijk is, en dat er 'transdisciplinair' dient te worden gewerkt.

<sup>2</sup>) National Research Council USA "How People Learn. Brain, Mind, Experience, and School" van 1999 (Washington, <http://www.nap.edu>)

## Slotopmerkingen

De week van Hersenen en Leren is voorbereid in de periode tussen januari 2003 en januari 2004. Het was een ambitieuze onderneming door de combinatie van een internationaal wetenschappelijk symposium met 200 bezoekers en 10 sprekers, een invitational conference met 45 deelnemers en een publieksdag met 400 bezoekers. De hele onderneming kon gerealiseerd worden doordat fundamentele inhoudelijke uitgangspunten waren geformuleerd in het eerder gememoreerde rapport van de OECD. De vraag of de “Week van Hersenen en Leren” een succes was, kan bevestigend beantwoord worden. Het was de ambitie om vast te stellen of de tijd rijp was om te komen tot een dialoog over de grenzen van de vele disciplines en werkvelden heen. Op grond van de discussies in de workshops kan worden vastgesteld dat er een bereidheid bestaat om te luisteren naar de mening van personen met een andere achtergrond. De kwaliteit van de communicatie is zeker nog niet optimaal, zoals is gebleken bij het uitwerken van de verslagen van de workshops. Het was geen sinecure om zaken uit het besprokene te destilleren die voldoende ‘algemene’ geldigheid hebben. In voorliggend rapport zijn daarom door de commissie bepaalde elementen uit het besprokene in de workshops naar voren gehaald die aansluiten aan standpunten die op andere plekken beargumenteerd naar voren konden worden gebracht. De commissie draagt de verantwoordelijkheid voor de gemaakte selectie. Een onverdeeld positief resultaat van de workshops is geweest dat de algemene stellingen die vooraf aan alle participanten waren voorgelegd, op grond van de discussie in de workshops konden worden aangescherpt en van nadere onderbouwing voorzien, dan wel verworpen (zie par 5-8). De commissie sluit haar werk af met enkele algemene aanbevelingen.

In de eerste plaats stelt zij vast dat alom grote interesse bestaat in het continueren van activiteiten op gebied van Hersenen en Leren. Weliswaar bestaat er nog een zeker communicatieprobleem tussen vertegenwoordigers van wat in zijn algemeenheid ‘harde’ wetenschap genoemd wordt en vertegenwoordigers van meer toegepaste onderwijswetenschap en onderwijspraktijk, maar deze problemen zijn overbrugbaar (zie stelling 2). Aanbevolen wordt om stevig in te zetten op de communicatie tussen wetenschappen, disciplines en

werkvelden teneinde disciplinestrijd en eventueel 'gevecht om financiële middelen' te voorkomen. Zoals in het OECD rapport gesteld, er is een transdisciplinaire samenwerking nodig, en deze verstaat zich niet met disciplinestrijd. Naar de mening van de commissie dient verdere ontwikkeling op dit terrein gecoördineerd te worden vanuit een multidisciplinair samengestelde stuurgroep.

In de tweede plaats beveelt de commissie aan om nadere aansluiting en samenwerking te bewerkstelligen tussen enerzijds fundamentele en toegepaste wetenschappers die werkzaam zijn in het verband van NWO gebieden met anderzijds onderwijsinstellingen en met onderwijsontwikkelaars die aangestuurd worden door het ministerie van OC&W. Hoe belangrijk ook het onderzoek is dat onder auspiciën van NWO wordt uitgevoerd, een echte stap voorwaarts kan slechts worden gedaan als de mogelijkheid bestaat om daadwerkelijk met de onderwijspraktijk en dus in het maatschappelijk werkveld te kunnen samenwerken. Daardoor zullen ook beleidsvragen op het gebied van de onderwijsontwikkeling kunnen worden opgenomen door de NWO-gelieerde fundamenteel en toegepaste wetenschappers.

In de derde plaats geeft de commissie aan NWO in overweging om het onderwerp 'Hersenen en leren' als een speerpunt op te nemen in het te vervaardigen kaderprogramma Cognitie 2006-2010. Het onderwerp leent zich tevens voor implementatie in de vorm van een langere periode, conform het Hersendecennium dat zich in Nederland heeft uitgestrekt over de periode 1992-2002. Er zijn potentieel grote maatschappelijke implicaties en het thema voldoet aan een aantal belangrijke basisvoorwaarden. Zo is er een grote 'knowledge-base' van verantwoord wetenschappelijk onderzoek op gebied van hersenonderzoek en cognitieonderzoek, terwijl er een grote interesse hiervoor bestaat binnen het praktijkveld 'onderwijs/educatie'.

# Dankwoord

De commissie is veel dank verschuldigd aan een groot aantal personen en instanties. Door de grote steun van dr. Eva Hoogland (NWO), drs. Joris Voskuilen (NWO), en Anneke Burger (NWO) alsmede Marjan Hornstra-Moedt (Boerhave bureau) kon de complexe onderneming toch in korte tijd worden voorbereid en georganiseerd. Het algemeen bestuur van NWO alsmede de gebiedsbesturen ALW, ZonMw, MaGW, de Programmaraad Onderwijsonderzoek (PROO) en het Cognitieprogramma hebben de organisatie financieel en organisatorisch mogelijk gemaakt. De KNAW heeft middels het ter beschikking stellen van haar uitstekende faciliteiten een belangrijk signaal gegeven omtrent het belang dat zij aan het onderwerp 'hersenen en leren' hecht. NWO heeft de commissie Hersenen & Leren opgezet in overleg met het ministerie van OC&W waardoor ook het ministerie het belang benadrukt dat zij in deze ontwikkeling ziet. De 42 participanten aan de invitationale conference (zie bijlage 1 voor namen, signatuur en affiliaties) hebben een forse tijdsinspanning geleverd in de voorbereiding van de conferentie en in het bijeenbrengen van opinies en argumenten die tot het voorliggend rapport hebben geleid. Zij worden van harte bedankt voor hun bijdragen, die de commissie in staat stelden om op verantwoorde wijze stellingen te formuleren omtrent de toekomst van het onderwerp Hersenen & Leren.

Namens de Commissie Hersenen & Leren,

Prof. dr. J.Jolles, voorzitter

Februari 2005



# Bijlage Participanten aan de invitational conference

## Hersenwetenschap en Cognitieve wetenschap

- Prof. dr. P.W. (Pieter) Adriaans, Hoogleraar, *Maatschappelijke toepassingen van de informatica, i.h.b. adaptieve en lerende systemen*, Universiteit van Amsterdam
- Prof. dr. J.F.A.K. (Johan) van Benthem, Hoogleraar, *Logica en haar toepassingen, i.h.b. de Informatie- en Cognitiewetenschappen*, Universiteit van Amsterdam
- Prof. dr. J.J. (Johan) Bolhuis, Hoogleraar, *Gedragsbiologie*, Universiteit Utrecht
- Dr. M.P.J. (Martin) van Boxtel, Universitair Hoofddocent, *Neuroepidemiologie / cognitieve veroudering*, Universiteit Maastricht
- Prof. dr. A.R. (Lex) Cools, Hoogleraar, *Farmacologie, i.h.b. neurofarmacologie*, Radboud Universiteit Nijmegen
- Prof. dr. P.H.A. (Peter) Coopmans, Hoogleraar, *Taalverwerving*, Universiteit Utrecht
- Prof. dr. P. (Peter) Hagoort, Hoogleraar, *Neuropsychologie*, Directeur F.C. Donders Centre for Cognitive Neuroimaging, Radboud Universiteit Nijmegen
- Dr. J.G.M. (Jos) Hendriksen, Universitair Docent, *Klinische kinder- en ontwikkelingspsychologie, Neuropsychologie*, Academisch Ziekenhuis Maastricht
- Prof. dr. B. (Bernhard) Hommel, Hoogleraar, *Algemene psychologie, i.h.b. cognitieve psychologie, aandacht, actiecontrole*, Universiteit Leiden
- Prof. dr. J. (Jelle) Jolles, Hoogleraar, *Neuropsychologie, Biopsychologie en Psychobiologie*, Universiteit Maastricht/Academisch Ziekenhuis Maastricht
- Prof. dr. P.A. (Paul) Kirschner, Hoogleraar, *Onderwijs technologie*, Open Universiteit Nederland, Heerlen
- Prof. dr. H.H.J. (Herman) Kolk, Hoogleraar, *Neuropsychologie van taalstoornissen en hun revalidatie*, Nijmeegs Instituut voor Cognitie en Informatie
- Dr. F.H. (Fenna) Poletiek, Universitair Hoofddocent, *Cognitieve en organisatie-psychologie*, Universiteit Leiden
- Prof. dr. N.O. (Niels) Schiller, Bijzonder hoogleraar, *Psycholinguïstiek, in het bijzonder fonologisch encoderen*, Universiteit Maastricht
- Prof. Dr. H. (Hanna) Swaab, Hoogleraar, *Neuropedagogiek*, Universiteit Leiden
- Prof. dr. H.B.M. (Harry) Uijlings, Bijzonder Hoogleraar, *Functionele humane neuroanatomie*, Vrije Universiteit Amsterdam
- Dr. L.C. (Rineke) Verbrugge, Universitair Hoofddocent, *Logica en kunstmatige intelligentie, i.h.b. redeneren over andere agents*, Rijksuniversiteit Groningen
- Prof. dr. F.A.J. (Frans) Verstraten, Hoogleraar, *Cognitieve & Theoretische Psychologie*, Universiteit Utrecht
- Dr. A.D. (Honey) Wolff-Albers, Lid Stuurgroep NWO Cognitieprogramma

## Onderwijswetenschap, onderwijsontwikkeling en maatschappelijke organisaties

- Drs. K.L. (Kees) Blase, Trainer/onderzoeker, *Leren en emoties*, APS, Utrecht
- Drs. A. (Akke) de Blauw, Linguïste, *Taalkunde*, Expertisecentrum Nederlands, Radboud Universiteit Nijmegen
- Dr. H.A. (Harke) Bosma, Universitair Hoofddocent, *Ontwikkelingspsychologie en psychologie van de adolescentie en de jonge volwassenheid*, Rijksuniversiteit Groningen
- Dr. P.A.M. (Piet) Conijn, Directeur/Educatief ontwerper, *ondernemend leren, talentontwikkeling*, De Educatieve Stad, Krommenie
- Prof. dr. H.P.J.M. (Hetty) Dekkers, Hoogleraar, *Onderwijskunde/Onderwijs sociologie*, Radboud Universiteit Nijmegen

- Dr. M. (Mienke) Droop, Medewerker, *taalonderwijs*, Radboud Universiteit Nijmegen
- Prof. dr. P.L.C. (Paul) van Geert, Hoogleraar, *Ontwikkelingspsychologie en experimentele klinische psychologie*, Rijksuniversiteit Groningen
- Prof. dr. C.M. (Kees) de Glopper, Hoogleraar, *Taalbeheersing van het Nederlands*, Rijksuniversiteit Groningen
- Drs. G.C.C. (Godelieve) van Dijkstra-van Hees, Docent HBO, *Sociale pedagogie*, Hogeschool Zuyd Maastricht
- Prof. dr. G. (Gellof) Kanselaar, Hoogleraar, *Onderwijskunde, i.h.b. de Onderwijspsychologie en ICT in het onderwijs*, Universiteit Utrecht
- Drs. J.J.M. (Jozef) Kok, Lector, *Het nieuwe leren en nieuwe leerarrangementen*, Fontys Hogescholen, Eindhoven
- Dr. P.A.M. (Piet) Kommers, Universitair Hoofddocent, *Cognitieve ergonomie met een accent op consolidatie bij het leren van conceptuele kennis*, Universiteit Twente, Enschede
- Prof. dr. J. (Jan) de Lange, Hoogleraar-Directeur, *Onderzoek van het wiskunde onderwijs*, Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht
- Drs. A. (Agnes) Legierse, Senior leerplanontwikkelaar, *Biologie en Algemene natuurwetenschappen*, SLO, Enschede
- Prof. dr. P.P.M. (Paul) Leseman, Hoogleraar, *orthopedagogiek, in het bijzonder leerproblemen*, Universiteit Utrecht
- Prof. dr. J.F.M. (Jos) Letschert, Bijzonder hoogleraar, *Curriculumstudies funderend onderwijs*, SLO, Enschede
- Drs. C.I.M. (Caroline) Nevejan, Directeur Onderwijsresearch en Ontwikkeling, Hogeschool van Amsterdam
- Drs. H. (Hanneke) Oosterveld, Directielid, *onderwijskundige*, schoolbegeleidingsdienst OBD Groningen
- Drs. M. (Marianne) Schuurmans, Directielid, *educatief ontwerper*, Educatieve Stad, Krommenie
- Prof. dr. L.T.W. (Ludo) Verhoeven, Hoogleraar, *Orthopedagogiek, i.h.b. leerstoornissen*, Radboud Universiteit Nijmegen
- Drs. M. (Milene) Wolters-Schweitzer, voorm. directeur Nederlands Centrum Hersenletsel

## Overige participanten

- Dr. R.H.M. (Renate) de Groot, Onderzoeker, *Gezondheidswetenschappen*, Universiteit Maastricht
- Dr. M.J. (Annemieke) van der Kooij, Beleidsmedewerker, *Cognitie Programma*, NWO
- Drs. N. (Natalie) Marchetta, AIO, *Neuropsychologie*, Universiteit Maastricht
- Drs. C. (Celeste) Meijs, AIO, *Neuropsychologie*, Universiteit Maastricht
- Drs. J.S. (Joris) Voskuilen, Beleidsmedewerker, *Programmaraad voor Onderwijsonderzoek*, NWO
- Drs. A. (Renske) Wassenberg, AIO, *Neuropsychologie*, Universiteit Maastricht.



Uitgave:  
Nederlandse Organisatie  
voor Wetenschappelijk Onderzoek

Bezoekadres:  
Laan van Nieuw Oost Indië 300  
Den Haag

Postadres:  
Postbus 93138, 2509 AC Den Haag  
Telefoon 070 344 06 40  
Fax 070 385 09 71  
info@nwo.nl  
www.nwo.nl

De Week van Hersenen & Leren werd mogelijk  
gemaakt door:



NWO-Gebiedsbestuur Aard- en Levenswetenschappen

NWO-Gebiedsbestuur Maatschappij- en  
Gedragswetenschappen

Programmaraad voor het Onderwijsonderzoek

NWO-Programma Cognitie



Koninklijke  
Nederlandse  
Akademie van  
Wetenschappen

Neurofederatie