

Brein, kunst  
en educatie

34

JAARGANG 12

Cultuur+ Educatie

5934. 2.  
*Arteriae cerebri.*

## **CULTUUR+EDUCATIE**

Reeks thematische uitgaven over cultuureducatie. De reeks maakt kennis toegankelijk over onderzoek, beleid, theorie en praktijk en besteedt expliciet aandacht aan de verbanden daartussen. Iedere uitgave behandelt een per aflevering wisselend thema dat van belang is voor de maatschappelijke en inhoudelijke ontwikkeling van de cultuureducatie. *Cultuur+Educatie* is een uitgave van Cultuurnetwerk Nederland en is bedoeld voor mensen die beroepsmatig betrokken zijn bij cultuureducatie.

### **HOOFDREDACTIE**

Marjo van Hoorn

### **EINDREDACTIE**

Tia M. Lücker

### **REDACTIE**

Folkert Haanstra, Vera Meewis, Melissa de Vreede en Teunis Ijdens

### **VERTALING ARTIKEL WILFRIED GRUHN AND FRANCES H. RAUSCHER**

Rien Verhoef

### **PRODUCTIEBEGELEIDING EN REDACTIESECRETARIAAT**

Miriam Schout

### **OPMAAK**

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

### **BEELDMATERIAAL**

Fotografie Hans van den Boogaard. Uit: Laurens de Rooy, Luuc Kooijmans, Annet Mooij en Roelof-Jan Oostra (2009), *Verzamelaars van Vorm*. Over de verzamelingen van Museum Vrolik AMC Amsterdam University Press.

Met dank aan Lydia Kampman voor de samenstelling van de verklarende woordenlijst.

### **DRUKWERK**

Drukkerij Libertas Bunnik

### **REDACTIEADRES**

Cultuurnetwerk Nederland  
t.a.v. redactie Cultuur+Educatie  
Ganzenmarkt 6  
Postbus 61  
3500 AB Utrecht  
Telefoon 030-236 12 00  
Fax 030-236 12 90  
E-mail [miriamschout@cultuurnetwerk.nl](mailto:miriamschout@cultuurnetwerk.nl)

### ***Bijschrift omslagfoto:***

***Menselijke hersenen waarbij de slagaderen van de hersenen met rode was zijn ingespoten. Collectie Woerdeman, 1934.***

# Brein, kunst en educatie

Folkert Haanstra

Wilfried Gruhn en Frances H. Rauscher

Ivar Hagendoorn

Barend van Heusden

Cultuur+Educatie 34 2012

Brein, kunst en educatie

Auteurs: Folkert Haanstra, Wilfried Gruhn en Frances H. Rauscher, Ivar Hagendoorn  
en Barend van Heusden

ISBN 978-90-6997-139-1

© Cultuurnetwerk Nederland, Utrecht

Overname is alleen toegestaan met bronvermelding en na schriftelijke toestemming van de uitgever.

# Inhoud

Redactioneel	4
Educatieve neurowetenschappen: visie en ontwikkelingen <i>Folkert Haanstra</i>	10
Het kunstzinnige brein <i>Folkert Haanstra</i>	28
De neurobiologie van het leren: nieuwe benaderingen van het muziekonderwijs <i>Wilfried Gruhn en Frances H. Rauscher</i>	74
Zin en onzin in de neuro-esthetica <i>Ivar Hagendoorn</i>	96
Cognitiewetenschappen en kunstonderwijs <i>Barend van Heusden</i>	110

## Redactioneel

*Hersenen zijn hot, breinboeken zijn niet aan te slepen* luidde de kop van een artikel in NRC van 29 januari 2011. En een recensie van een jeugdtheatervoorstelling heeft als kop: *Elektra prikkelt het puberbrein*. De grote belangstelling voor de neurowetenschappen bij een breed publiek en het frequente gebruik van de term brein weerspiegelen het sterk in omvang en belang toegenomen onderzoek naar hersenen en gedrag.

De onderzoeksresultaten zijn van invloed op de cognitiewetenschappen en de medische wetenschappen, maar worden ook gebruikt als onderbouwing van interventies op maatschappelijke terreinen als justitie, gezondheidszorg en onderwijs. Het Nationaal Initiatief Hersenen & Cognitie ondersteunt onderzoeksprogramma's op dit gebied en probeert samenwerking tussen onderzoekers en maatschappelijke partners te bevorderen. De verwachtingen over praktische toepassing van wetenschappelijke inzichten op het gebied van de hersenen zijn hoog. Zo stelt de commissie Hersenen en leren, ingesteld door het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW) en de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO), dat neurologische kennis een revolutionaire rol kan spelen in de onderwijsvernieuwing (Jolles 2005).

Deze ontwikkeling roept de vraag op wat hersenonderzoek kan betekenen voor de kunstvakken. Volgens Croft (2011) is de meest voor de hand liggende implicatie wat hij noemt *neuro-advocacy*. *Advocacy* is het actief ondersteunen en propageren van een bepaalde instelling, idee of activiteit, bedoeld om politiek en beleid te beïnvloeden. In de Verenigde Staten bestaat een actieve *arts education advocacy* beweging en in toenemende mate worden neurologisch argumenten gebruikt om het belang van kunst en kunsteducatie te ondersteunen. Het gaat dan vaak om de positieve effecten op hersenfuncties van kunstbeoefenaars (vooral muziekbeoefenaars) en niet zozeer van de kunstconsumenten. Ook in Nederland wordt hersenonderzoek gebruikt om

kunstbeoefening en kunsteducatie te legitimeren. *Hersenonderzoek ondersteunt claim belang van kunst* staat op de website van Kunstfactor boven een verslag van een conferentie uit 2010: 'Dat kunst goed is voor de ontwikkeling van mensen, werd al lange tijd verondersteld. Maar nu lijkt ook de harde wetenschap die bewering te staven. Met kunst spreek je het brein op heel veel plekken aan, dat is goed, het maakt ons flexibel.'

Het gebruik van neurologisch onderzoek ten behoeve van de legitimering van kunst en kunsteducatie is echter niet het onderwerp van deze *Cultuur + Educatie*. Het gaat ons om een ander thema, namelijk wat neurowetenschappelijk onderzoek zegt over het (re)produceren en beschouwen van kunst en of die kennis kan bijdragen aan het vormgeven van het onderwijs.

De eerste twee artikelen zijn van Folkert Haanstra. Zijn eerste artikel gaat nog niet over kunst, maar behandelt de relatie tussen neurowetenschappen en onderwijs(kunde) in het algemeen. Sommige auteurs zien die relatie in principe als problematisch, maar volgens anderen is neurowetenschappelijk onderzoek nu al van grote betekenis voor het onderwijs. Een middenpositie is dat er in de toekomst een vruchtbare relatie kan ontstaan op basis van langdurig interdisciplinair onderzoek.

Zijn tweede artikel *Het kunstzinnige brein* behandelt Haanstra de zogeheten neuroesthetica, het neurowetenschappelijk onderzoek naar het maken en waarderen van kunst. Het is geen opsomming van direct voor de kunsteducatie bruikbare onderzoeksresultaten, maar er worden de soorten neurowetenschappelijk onderzoek besproken en wat de mogelijke opbrengsten en problemen zijn. Speciale aandacht is er voor de verbinding van hersenonderzoek met een evolutionaire visie op de kunsten, dat wil zeggen dat de kunst een biologische functie heeft in de ontwikkeling van de mens. Het artikel beperkt zich hoofdzakelijk tot onderzoek naar de beeldende kunst en laat onderzoek naar muziek grotendeels buiten beschouwing.

Toch is juist muziek een veel bestudeerd onderwerp, bijvoorbeeld in 2005 verscheen in het tijdschrift *Nature* een artikel met de veelzeggende titel *Music, the food of neuroscience?* (Zatorre & McGill 2005). Veel van dat laatste onderzoek betreft de effecten van muziekbeoefening op de hersenen. Minder vaak gaat het om neurologisch onderzoek ten dienste van het leren en onderwijzen van muziek (o.a. Dahlén Peterson 2011). Maar het derde artikel in dit nummer gaat daar wel op in. Het is een vertaling van *The Neurobiology of Learning: New Approaches to Music Pedagogy*, het slothoofdstuk van het in 2008 verschenen boek *Neurosciences in Music Pedagogy* van Frances Rauscher and Wilfried Gruhn. De auteurs pleiten op basis van hun onderzoek voor een

praktijkgericht muziekonderwijs. Zij vermelden ook het zogeheten Mozarteffect. Uit onderzoek van Rauscher, Shaw & Ky (1993) bleek dat personen die eerst naar Mozarts sonate voor twee piano's (K 448) hadden geluisterd direct daarna hoger scoorden op bepaalde tests voor ruimtelijk inzicht dan degenen die ontspanningsoefeningen hadden gedaan of die naar *minimal music* van Philip Glass hadden geluisterd. Het bleek moeilijk het (kortstondige) effect in vervolgonderzoek weer aan te tonen, bovendien leidde grote hoeveelheid vervolgonderzoek tot tegenstrijdige resultaten. Een meta-analyse van veertig onderzoeken naar het effect (Pietschnig, Voracek & Formann 2010) leidde zelfs tot de conclusie dat het effect niet is aangetoond. In de laatste twee bijdragen geven deskundigen vanuit verschillende achtergronden hun visie op de relatie tussen neurowetenschappen en kunst en cultuureducatie. Barend van Heusden, hoogleraar Cultuur en Cognitie aan de Rijksuniversiteit Groningen, beschrijft de gevolgen van de opkomst van de cognitiewetenschappen, waarvan het neurowetenschappelijk onderzoek de 'onderste' laag vormt, voor de geesteswetenschappen en de kunsten en het kunstonderwijs. Ivar Hagendoorn, choreograaf, fotograaf en onderzoeker, behandelt de cognitive neurowetenschappen in relatie tot impliciete en expliciete regels die kunstbeleving en kunstbeoefening bepalen.

*Folkert Haanstra*

NB: Een aantal artikelen bevatten veel neurologische termen. De meeste ervan staan vermeld in de verklarende woordenlijst achterin dit nummer van *Cultuur+Educatie*.

## LITERATUUR

**Croft, J.** (2011). The challenge of interdisciplinary epistemology in neuroaesthetics. *Mind, Brain, and Education*, 5(1), 5-11.

**Dahlén Peterson, A.** (2011). The impact of neuroscience on music education advocacy and philosophy. *Art Education Policy Review*, 112, 206-213.

**Gruhn, W. & Rauscher, F.** (2007). *Neurosciences in Music Pedagogy*. Hauppauge, NY, Nova Science.

**Jolles, J.** (2005). *Beter onderwijs door meer kennis over leren en de hersenen*.  
[http://www.hersenenenleren.nl/pdf/actueel/presentaties/60317JWeb\\_BeterOwUMcursus.pdf](http://www.hersenenenleren.nl/pdf/actueel/presentaties/60317JWeb_BeterOwUMcursus.pdf)



**Kunstfactor** (2010). *Hersenonderzoek ondersteunt claim belang van kunst*. [http://www.kunstfactor.nl/blobs/Kunstfactor/49210/2010/44/Verslag\\_Beter\\_van\\_Kunst\\_DEF.pdf](http://www.kunstfactor.nl/blobs/Kunstfactor/49210/2010/44/Verslag_Beter_van_Kunst_DEF.pdf)

**Pietschnig, J., Voracek, M. & Formann, A.K.** (2010). Mozart Effect-Shmozart Effect: A Meta-Analysis. *Intelligence*, 38(3), 314-323.

**Rauscher, F.H., Shaw, G.L. & Ky, K.N.** (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365, 611.

**Zatorre, R.J. & McGill, J.** (2005). Music, the food of neuroscience? *Nature*, 434, 312-315.

*Gipsmodel van een schedel waarop met nummers de regio's zijn aangeduid waarin de hersenen zich volgens de negentiende eeuwse frenologie (schedelleer) bepaalde geestelijke eigenschappen bevonden. Deze zouden voelbaar zijn als schedelknobbels en deuken. Collectie Vrolik (AMC)*



# Educatieve neurowetenschappen: visies en ontwikkelingen

Er zijn verscheidene artikelen gepubliceerd over de relatie tussen neurowetenschappen en onderwijs(kunde). Sommige auteurs zien die relatie in principe als problematisch, andere menen dat neurowetenschappelijk onderzoek nu al van grote betekenis is voor het onderwijs. Een middenpositie is dat er in de toekomst een vruchtbare relatie kan ontstaan op basis van langdurig interdisciplinair onderzoek. Folkert Haanstra geeft een overzicht van de verschillende visies op de toepassing van neurowetenschap in het onderwijs.

*'Neuroscience has little to offer teachers in terms of informing classroom practice.'*  
(Bruer 1997, p. 4 )

*'Understanding the biology of abilities and disabilities helps educators and parents to facilitate individual student's learning and development.'* (Fischer 2009, p. 3)

Neuropsychologisch onderzoek naar bijvoorbeeld waarneming, aandacht, geheugen en emotie hebben de kennis van deze algemene functies vergroot. Omdat die functies een rol spelen bij leren en onderwijs, zijn de onderzoeksresultaten indirect van belang voor de onderwijskunde en pedagogiek. Maar is er ook neurologisch onderzoek dat direct kan worden toegepast op de inrichting van het onderwijs? Er zijn de afgelopen jaren verschillende artikelen gepubliceerd over de relatie tussen neurowetenschappen en de onderwijswetenschappen (Geake & Cooper 2003; Ansari & Coch 2006; Willingham & Lloyd 2007; Szucs & Goswami 2007; Varma, McCandliss & Schwartz 2008; Fischer 2009; Perkins 2009; Samuels 2009; Della Sala 2009). Ze maken vaak melding van de extreme standpunten over die relatie. Degenen die denken dat onderwijs al volledig *brain-based* kan worden gemaakt, staan tegenover degenen die de invloed van biologische wetenschappen op de inrichting van onderwijs volledig afwijzen. De auteurs van de artikelen nemen verschillende posities tussen deze twee extremen in en zijn in meer of mindere mate optimistisch over de toepas-

ing van neurowetenschappelijke kennis in de onderwijspraktijk. Sommigen spreken ook al over een subdiscipline onderwijskundige of educatieve neurowetenschap of *educational neuropsychology*. Instellingen op dit gebied zijn bijvoorbeeld het centrum Brein & Leren en het onderzoeksprogramma Educational Neuropsychology van de VU Amsterdam, het Centre for Education and Neuroscience van de University of Cambridge en het onderzoeks- en onderwijsprogramma Mind, Brain and Education aan de Harvard Graduate School of Education. Karl Fischer (2009, p. 4), een van de initiatiefnemers van het programma van Harvard, beschrijft het onderzoeksgebied als: *'Educationally relevant skills and the neural, genetic and other biological factors that may underlie them.'*

## NEUROWETENSCHAP EN ONDERWIJS

—  
In dit artikel worden verschillende visies op de toepassing van neurowetenschap in het onderwijs beschreven. Behandeld worden de verschillen in wetenschapsoptvattingen in de beide gebieden, de gevaren van simplificaties van resultaten van neurowetenschappen (de zogeheten neuromythes), bestaande toepassingen van neurowetenschappelijke kennis en de verwachtingen over toekomstige opbrengsten. Sommige onderzoekers vinden de kloof tussen de neurowetenschappen en onderwijs te groot om rechtstreeks te overbruggen, maar denken dat de beide gebieden elkaar wel kunnen bereiken via tussenkomst en vertaling van de cognitieve psychologie.

## DE MENS ALS INFORMATIEVERWERKER

Cognitieve wetenschap kan worden omschreven als de empirisch gebaseerde poging om al lang bestaande vragen te beantwoorden over de menselijke kennis: Hoe ontstaat kennis? Hoe ontwikkelt zich kennis en hoe wordt die gebruikt? Onder de cognitieve wetenschap vallen verschillende disciplines, zoals filosofie, psychologie, neurologie, kunstmatige intelligentie en linguïstiek. De cognitieve psychologie houdt zich bezig met hoe mensen interne, mentale representaties construeren van de buitenwereld (waarneming) en hoe ze deze symbolische informatie opslaan (geheugen) en manipuleren (probleem oplossen). Sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw is de cognitieve psychologie sterk veranderd. De dominante metafoor van de menselijke cognitie was eerst de seriële computer, waarbij de mentale operaties van de mens konden worden vergeleken met en gemodelleerd naar de berekeningen van een computer. Deze metafoor werd later te beperkt gevonden en mentale operaties

werden vergeleken met het parallel functioneren van grote aantallen simpele eenheden, verbonden tot complexe netwerken. Dit wordt ook connectionisme genoemd. Een andere ontwikkeling is dat men niet meer alleen let op de individuele interne verwerking van informatie als verklaring voor intelligent gedrag. Het onderzoeks-terrein is verbreed naar de interactie van hersenen, lichaam en omgeving. De term *embodied cognition* wijst op het belang van lichamelijke en de interactie van lichaam en omgeving in relatie tot denkprocessen en ook emoties hebben hun plaats gekregen.

### NEUROWETENSCHAPPEN

Ook de actuelere benaderingen in de cognitieve psychologie blijven vaak uitgaan van mentale representaties en mentale operaties die abstract en symbolisch van aard zijn. In de neuropsychologie, volgens sommigen een gebied naast maar volgens anderen binnen de cognitieve psychologie, beschouwt men mentale representaties als de activiteiten van neurale netwerken in de hersenen, die informatie coderen in de vorm van elektrochemische activiteit. De locatie van die activiteit kan zichtbaar worden gemaakt door hersenscans, zoals de veelgebruikte fMRI-scans (Functionele Magnetische Resonantie Imaging) en ook door PET-scans (Positron Emissie Tomografie). Beide zijn gebaseerd op veranderingen in de doorbloeding van hersengebieden bij de uitvoering van cognitieve taken. De volgorde en timing van die neurale activiteit kan zichtbaar worden gemaakt door technieken die elektrische of magnetische velden meten gebaseerd op elektro-encefalografie (EEG) of magneto-encefalografie (MEG). Daarbij wordt een proefpersoon herhaaldelijk een bepaalde stimulus getoond (bijvoorbeeld een beeld of een toon). De EEG registreert de reacties op de stimulus, de zogeheten Event-related potentials (ERP's). Omdat een fMRI-scan wel de plaats maar niet goed de timing van de reactie in de hersenen kan aangeven (en de EEG het omgekeerde) worden beide technieken ook in combinatie gebruikt. *Brain imaging* is de verzamelnaam voor de technieken om anatomie, structuur en functie van de menselijke hersenen zichtbaar te maken.

De afbeeldingen van hersenscans blijken veel mensen aan te spreken: ze zijn 'echt', in tegenstelling tot abstracte cognitieve constructen. Dit verschijnsel wordt ook wel neurorealisme genoemd. In het artikel *Seeing is believing* beschrijven McCabe en Castel (2008) enkele experimenten die laten zien dat lezers artikelen met afbeeldingen van hersenscans wetenschappelijk hoger aanslaan dan artikelen waarin dezelfde informatie in grafieken of tabellen is weergegeven.

## VERSCHILLEN IN KENNISOPVATTING

Zoals gezegd zijn de meningen over het gebruik van neurologische kennis voor het onderwijs verdeeld. Er worden verschillende soorten problemen genoemd die de toepassing bemoeilijken. Een daarvan betreft verschillen in kennisopvatting tussen neurowetenschappers enerzijds en leerkrachten en onderwijsdeskundigen anderzijds. Uitspraken van neuropsychologen dat onderwijs gaat over *'the shaping of individual brains via targeted experience in the classroom'* (Szucs & Goswami 2007, p. 114) zullen velen in het onderwijs als reductionistisch bestempelen. Dat geldt ook voor uitspraken van cognitieve psychologen die onderwijskunde als de studie van de ontwikkeling van mentale representaties beschouwen. Zo'n beperkte, technische analyse van onderwijs die moet leiden tot verifieerbare claims, botst met de holistische visie dat onderwijs ook gaat over persoonlijke en sociale ontwikkeling van kinderen. Onderwijs is sterk door waarden bepaald, waarbij visies van leerkrachten op mens en maatschappij een grote rol spelen.

Neuropsychologie, maar eigenlijk de cognitieve psychologie in het algemeen, streeft naar algemeen geldige, verklarende theorieën. Willingham (2009) benoemt dit als de tegenstelling tussen de *natural sciences* (waartoe de neurowetenschappen behoren) en de *artificial sciences*, waartoe de onderwijskunde hoort, maar bijvoorbeeld ook economie en planologie. De natuurwetenschappen proberen het bestaande te beschrijven en te verklaren, de artificiële wetenschappen zijn normatief. Ze creëren een artefact (bijvoorbeeld een bepaalde didactiek) om een bepaald doel te bereiken. De in de neurowetenschappen verzamelde gegevens zijn vooral gebaseerd op laboratoriumexperimenten, waarbij allerlei complicerende factoren als veranderende omgevingen en interacties tussen personen worden uitgesloten. Die interacties zijn juist kenmerkend voor onderwijsleersituaties. Onnatuurlijke omstandigheden gelden in het bijzonder voor onderzoeken waarbij hersenscans worden gemaakt: proefpersonen moeten stil liggen in een lawaaiige scanner. Door het lawaai en de mogelijk storende bewegingen van de kaken zijn verbale reacties minder geschikt en is het gedrag van de proefpersonen meestal beperkt tot het indrukken van knoppen.

Mede door deze beperkingen beschouwen onderwijsonderzoekers veel fundamenteel neurologisch onderzoek als niet of nog niet praktijkrelevant. Onderwijs steunt op actietheorieën: werkt iets in een bepaalde praktijk, rekening houdend met een specifieke context. En actietheorieën op neurale niveau bestaan (nog) niet. Samuels (2009) concludeert daarom dat *the art of teaching* niet snel kan worden verzoend met *the science of teaching*.

## VERSCHILLEN IN NIVEAUS

Een tweede probleem voor het toepassen van neurowetenschappelijke kennis op het onderwijs betreft de verschillen in verklaringsniveaus tussen neuropsychologie, cognitieve psychologie en onderwijs(wetenschap) (o.a. Willingham & Lloyd 2007; Perkins 2009). Van lager naar hoger niveau kan men in de neuropsychologie onderscheiden: synaps, neuron, neuraal netwerk, hersengebied, hersenen en centraal zenuwstelsel. In de cognitieve psychologie en onderwijskunde zijn mogelijke niveaus: interne representatie/proces, cognitief construct (zoals aandacht, werkgeheugen en langetermijngeheugen), educatief construct (zoals lezen, wiskundig redeneren) en vervolgens het niveau van het individu, de klas en de school.

Theorieën uit de verschillende wetenschapsgebieden kunnen op verschillende niveaus betrekking hebben. Deels zijn ze onafhankelijk van elkaar. Er zijn educatieve processen op het niveau van individu, de klas, de school die geen parallel hebben op het neuropsychologisch niveau. Dus de neurowetenschap is van belang voor bepaalde niveaus van analyse, maar er zijn belangrijke *'behavioral effects that cannot be directly informed by neuroscientific data'* (Willingham & Lloyd, p. 146).

Ook onderzoek op de niveaus waarop zowel neuropsychologie en cognitieve psychologie betrekken hebben, versterken elkaar niet zonder meer als we redeneren vanuit de onderwijspraktijk. Ontdekken wat er in de hersenen gebeurt op het niveau van neuronen en neurale netwerken (bijvoorbeeld via hersenscans) voegt wel een nieuw niveau van analyse toe, maar hoeft niet informatief te zijn voor wat er op functioneel gebied gebeurt. Dus bepaalde neurologische data beschrijven verschijnselen (bijvoorbeeld leren van getallen) op het niveau van hersenactiviteit, maar geven hiervoor geen verklaring en daarom ook geen aanwijzing voor verandering van de onderwijspraktijk. De scans laten bovendien de hersengebieden zien die in de onderzoekssituatie extra actief zijn. Dat betekent niet dat andere hersengebieden niet op een of andere manier bijdragen aan het onderzochte gedrag in kwestie. Zeker de complexere functies, waar het in onderwijs vaak om gaat, zijn bijna nooit op een bepaalde plek in de hersenen te lokaliseren; die zijn altijd verspreid over meerdere hersengebieden. Individuen gebruiken bovendien bij complexe taken vaak verschillende strategieën: *For example complex tasks such as creative problem solving may elicit different strategies from different participants and it is far from clear which physiological markers should be measured.*' (Szucs & Goshwami 2007, p. 121) Sawyer (2012) komt ook tot de conclusie dat hogere cognitieve functies zoals creativiteit *'emerge from a a complex network of neurons firing throughout the brain'* en dat de beschikbare neurologische studies *'paint a complex picture of the relationship between brain science and creativity'* (p. 206).



## NEUROMYTHES

–  
Het toepassen van neurowetenschappelijk onderzoek op het onderwijs kent dus enkele fundamentele problemen. Toch blijkt de verleiding groot om die niet te onderkennen en de opbrengsten van neurowetenschappelijk onderzoek te vereenvoudigen en deze direct te gebruiken voor het vormgeven van het onderwijs: de zogeheten *brain-based* onderwijsmethoden.

Geake (2008) noemt als voorbeelden van sterk gesimplificeerde uitkomsten van hersenonderzoek (neuromythes) met betrekking tot onderwijs onder andere het gebruik van slechts tien procent van de hersenen, het denken met linker- en rechterhersenhalften, het onderscheid van visueel, auditief en kinesthetische leerstijlen en de meervoudige intelligentie. Ook Jolles (2010, p. 94), hoogleraar Hersenen, gedrag en educatie, heeft het over de 'mythe van linker- versus rechterhersenheft'. Voor de beeldende vakken is *Drawing on the right side of the brain* van Edwards (1989) een voorbeeld van een brain-based methode. Edwards gaat daarbij uit van een sterke scheiding van het rationele, verbale en wiskundige linkerbrein en het emotionele, beeldende, metaforische en artistieke rechterbrein. Edwards beschrijft een techniek om realistisch te tekenen zonder de betekenis van het getekende tot zich te laten door dringen, bijvoorbeeld door alleen restvormen te tekenen of iets op de kop na te tekenen. De linker- en rechterhersenheft hebben deels verschillende functies, maar het idee van dé artistieke, creatieve rechterhersenheft is inmiddels als te simplistisch verlaten: complexe taken als tekenen vereisen intrahemisferische verwerking. Schiferl (2008) stelt in een artikel met de veelzeggende titel *Both sides now* niet alleen dat de wetenschappelijke basis van Edwards' methodes achterhaald is, maar ook dat haar visie op realistisch tekenen een typisch westerse visie op de weergave van de visuele werkelijkheid betreft.

## COGNITIEVE MODELLEN ALS BRUG?

Dat Geake ook de theorie van de meervoudige intelligentie van Gardner (1993) een neuromythe noemt is enigszins verwonderlijk. Die theorie is namelijk op zich niet neurowetenschappelijk van aard, maar is een cognitief psychologisch model. Volgens Gardner bestaat er niet een algemene intelligentiefactor, maar bestaan er meerdere vormen van intelligentie naast elkaar. Hij onderscheidt onder meer verbale, wiskundige, ruimtelijke, muzikale en kinesthetische intelligenties. Gardner gebruikt wel neurowetenschappelijke gegevens (vooral over gevolgen van hersenbeschadigingen) om zijn theorie te onderbouwen, maar hij gebruikt ook psychometrische,

sociaal-psychologische en cultureel-antropologische gegevens. En de kritiek dat een modulaire visie op intelligentie niet houdbaar is, baseert Geake evenmin alleen op basis van neuropsychologische gegevens, maar ook op basis van psychometrische en cognitief psychologische onderzoeksresultaten. Het geeft aan dat de gebieden van de neurowetenschappen en de cognitieve psychologie elkaar deels overlappen. Voor sommigen is juist de verbinding tussen de twee noodzakelijk om tot vruchtbare resultaten voor de onderwijspraktijk te komen.

### EEN BRUG TE VER

In een veelgeciteerd artikel uit 1997 met als titel *Education and the brain: a bridge too far* beschrijft Bruer de grote verwachtingen over rechtstreekse aanwijzingen vanuit neurowetenschappen (hersenunderzoek) voor verbetering van het onderwijs. Als voorbeelden geeft hij publicaties over 'kritische periodes' voor het leren en de vormgeving van verrijkte leeromgevingen in relatie met de groei van synapsen. Bruer haalt dit onderuit: neurowetenschappen geven geen directe aanwijzingen voor de toepassing van de resultaten. De beschikbare gegevens wijzen daarentegen uit dat de mens wat betreft periodes van leren en leeromgevingen zeer flexibel is.

Volgens Bruer is er wel een begaanbare brug tussen onderwijs en cognitieve psychologie en een tussen cognitieve psychologie en neurowetenschappen. Cognitieve psychologie kan door het opstellen van gedetailleerde cognitieve modellen aanwijzingen geven voor effectiever onderwijs. Die cognitieve modellen kunnen soms worden getoetst of bijgesteld op basis van hersenunderzoek. Hij geeft het voorbeeld van een voor het onderwijs relevante cognitieve theorie over opeenvolgende fases van getalsherkennen en van neuropsychologisch onderzoek dat kan aantonen dat die fases een beroep doen op verschillende hersengebieden. Maar neuropsychologisch onderzoek dat rechtstreeks inzichten oplevert voor verbetering van de onderwijspraktijk is er niet, in tegenstelling tot theorievorming en onderzoeksresultaten van de cognitieve psychologie. Bruer heeft deze visie ook in latere publicaties gehandhaafd (o.a. Bruer 2002) en ook andere auteurs zoals Anderson & Reid (2009) zijn van mening dat tussen het biologische niveau van de neurowetenschap en het gedragsniveau van de onderwijskunde het cognitieve niveau de verbindende schakel moet zijn. Of zoals Cubelli (2009, p. 562) het verwoordt: *'theories on mind, not on brain, are relevant for education'*.

### VERHELDEREND

Sommige onderzoekers op het gebied van de educatieve neurowetenschap vinden de positie van Bruer achterhaald en beschrijven hoe de directe toepassingsmogelijkhe-

den van neurowetenschappen voor de onderwijspraktijk zijn toegenomen. Varma en collega's (2008) buigen veel van de boven genoemde bedreigingen van toepassingsmogelijkheden (zoals reductionisme en verschil in verklaringsniveaus) om in kansen. Ze stellen dat reductionisme eigen is aan alle soorten wetenschappelijk onderzoek, niet alleen aan de neurologie. De resultaten van neurologische onderzoek voor leren en onderwijs komen naast de resultaten van andere benaderingen. Ze versmallen onze kennis niet, maar verbreden die juist. Varma e.a. wijzen verder op innovatieve onderzoeksdesigns waarbij ook effecten van contextvariabelen deel uit kunnen maken van neurowetenschappelijk onderzoek. Voorbeelden zijn onderzoeken met MRI-scans waarbij de effecten van verschillende leeromgevingen worden gemeten en onderzoeken naar effecten van culturele verschillen, zoals bij rekenactiviteit van Engelse en Chinese respondenten. Ze voeren aan dat de bestaande onderwijswetenschappen onderling sterk gefragmenteerd zijn. Cognitieve, motivationele, emotionele, sociale en culturele aspecten van leren worden vaak los van elkaar onderzocht en er wordt in verschillende gespecialiseerde tijdschriften over gepubliceerd. Een neurowetenschappelijke concept als het beloningssysteem van de hersenen (waarbij de neurotransmitter dopamine een belangrijke rol speelt) kan die verschillende benaderingen integreren. Ze geven daarbij voorbeelden van uiteenlopende onderzoeken naar leren en leermotivatie die allemaal in termen van het beloningssysteem zijn te duiden. Ook de eerder genoemde Fischer (2009) van het onderzoeksprogramma Mind, Brain en Education stelt dat de brug-te-veranalyse geen oog heeft voor de verheldering die het gebruik van biologische concepten kan geven voor het denken over onderwijs.

## TOEPASSINGEN VAN NEUROLOGISCH ONDERZOEK

—  
Volgens Willingham en Lloyd (2007) leidt elke mentale activiteit ergens tot hersenactivatie die kan worden gelokaliseerd, maar is dat is op zich niet theoretisch betekenisvol. Om betekenisvol te zijn moet worden gezocht naar cognitieve constructen die én voldoende specificiteit hebben én flexibel toepasbaar zijn. Dat wil zeggen dat ze in meer dan één gedraging tot uiting komen. Lokalisatie van hersenactiviteit moet vervolgens aantonen dat de voorspelde relaties tussen het construct en de soorten gedrag bestaan. Onderzoekers moeten uiteenlopende leertaken bedenken *'that draw on the same construct'* én allemaal leiden tot activatie van een bepaald hersengebied. Willingham en Lloyd geven hiervan geslaagde voorbeelden op het gebied van onder-

zoek naar dyslexie, het probleem met moeilijk aanleren en snel en accuraat toe-  
passen van het lezen en/of spellen op woordniveau. Dat neuropsychologisch onder-  
zoek juist voor dyslexie toepasbare uitkomsten oplevert, komt in de eerste plaats  
omdat het een *'relatively low level educational construct'* (p. 147) is, dat slechts een  
beperkt aantal cognitieve constructen omvat. Dat in tegenstelling tot zoiets als de  
emotionele sfeer ten opzichte van leren in een bepaalde klas. Bovendien bestonden  
er al uitgebreide onderwijskundige theorieën over lezen en dyslexie, die toetsbare  
voorspellingen mogelijk maken. Dat dyslexie een vruchtbaar terrein is voor toepas-  
sing van neuropsychologisch onderzoek blijkt ook uit het overzichtsartikel *Applying  
cognitive neuroscience to education: The case of literacy* van Katzir & Pare-Blagoev  
(2006). Neurologisch onderzoek heeft laten zien dat dyslexie niet een probleem  
van de visuele waarneming is, maar een fonologisch probleem: een probleem van  
de teken-klankverwerking. De auteurs schrijven dat het hersenonderzoek bijdraagt  
aan de theoretische verklaringen van dyslexie, inzicht geeft in verschillende vormen  
van dyslexie met verschillende neurologische profielen (zie ook Katzir 2009) en aan  
het evalueren en bijstellen van diagnose- en behandelingstrategieën. Het artikel  
geeft een overzicht van verschillende soorten onderzoek zoals pre- en postteston-  
derzoek en longitudinaal onderzoek waarbij personen langere tijd worden gevolgd.  
De auteurs beschouwen de ontwikkelingen als veelbelovend, maar waarschuwen dat  
*'progress building the gaps between basic research and classroom needs has not, and  
cannot, come swiftly'* (p. 70).

#### WISKUNDIG DENKEN

Varma en Schwartz (2007) behandelen de toepassingsmogelijkheden van neurowe-  
tenschappen op het gebied van wiskundig denken. Ze maken daarbij onderscheid  
tussen een focus op hersengebieden, waarbij een cognitieve competentie wordt  
beschouwd als product van één bepaald hersengebied en een focus op netwerken  
van hersengebieden, waarbij een cognitieve competentie wordt beschouwd als pro-  
duct van de gezamenlijke processen van meerdere hersengebieden. Van oudsher ligt  
de nadruk bij onderzoek op de eerste benadering. Vermenigvuldigen zou meer gelo-  
kaliseerd zijn in de angular gyrus die een belangrijke rol speelt bij verbale gegevens-  
verwerking en aftrekken zou meer gelokaliseerd zijn in de intrapariëtale sulcus of  
groeve (IPS), die wordt verbonden met visueel ruimtelijke gegevensverwerking. Dat  
gebied zou verantwoordelijk zijn voor het kunnen bepalen van de grootte van getal-  
len en de afstand daartussen (de 'mentale getallenrij'). Onderzoek naar rekenstoornis  
(dyscalculie) lijkt ook te wijzen op een achterblijven van hersenactiviteit in de IPS.

Training van deze *mental muscle* (p. 153) zou dan een manier zijn om de rekenstoornis te verminderen. Ander onderzoek laat echter zien dat zowel vermenigvuldigen als aftrekken verbonden zijn met meerdere hersengebieden en dat kinderen met dyscalculie in bijna het gehele neurale netwerk zwakkere activiteit laten zien dan kinderen met een normale rekenontwikkeling. Volgens Varma en Schwartz is een gebiedsbenadering in veel gevallen te simplistisch en ze pleiten daarom voor een netwerkbenadering om de relaties tussen cognitie en hersenfuncties te onderzoeken. Ook voor het begrijpen van dyscalculie zal men dan moeten uitgaan van een disfunctie van netwerken van hersengebieden. Ze voegen er wel aan toe dat zo'n benadering nog niet direct antwoord geeft op de vraag naar de effectiefste onderwijsaanpak: *'It is an open question of what kinds of instruction may be able to organise a dysfunctioning network as opposed to a dysfunctioning brain area.'* (p. 157)

Szucs en Goswami (2007) gaan uit van de eerder genoemde definitie van mentale representaties als de activiteit van neurale netwerken in de hersenen die informatie coderen in de vorm van elektrochemische activiteit. Educatieve neurowetenschappen moet de *'high level descriptions of the mind (such as psychological theories and symbolic representations)'* en de *'lower level data (about the activation of neural networks in the brain)'* in een gezamenlijk kader interpreteren (p. 115). Een voorbeeld van gezamenlijk cognitief en neuropsychologisch onderzoek betreft de ontwikkeling in de representatie van grootte. De beschrijving van deze ontwikkeling kan volgens Szucs en Goswami de prestaties van kinderen op rekentaken helpen verklaren. Toch hebben ook zij nog geen hoge verwachtingen van direct toepasbare resultaten op korte termijn en raden aan dat educatieve neurowetenschappen zich vooral op fundamenteel onderzoek richten: *'All applied sciences have to rely on empirical and theoretical basic research. There is no reason to assume that educational neuroscience will be an exception.'* (p. 1)

## ONTWIKKELING VAARDIGHEDEN

Het is te verwachten dat men zich eerst vooral zal bezighouden met de ontwikkeling van bepaalde basale taal- en rekenvaardigheden en met de vroegtijdige diagnose van leerproblemen op die gebieden. Complexe kennis en vaardigheden zijn moeilijker te onderzoeken, hoewel er al neurologisch onderzoek naar metacognitieve vaardigheden gaande is (Sodian & Frith 2008). Ook richt men zich op algemene voorwaarden van leren en instructie. Zo verandert het biologische ritme van adolescenten en komen de hormonen die de slaap opwekken pas later vrij dan in de kindertijd. Dit kan leiden tot aanbevelingen over het geschikte tijdstip waarop lessen aan deze leeftijdsgroepen

zouden moeten beginnen. Een ander neurologisch inzicht dat vaak wordt genoemd in relatie tot onderwijs is dat de hersenen pas na het twintigste jaar volgroeid zijn. Dat geldt vooral voor de voorste hersenen (prefrontale hersenen) die van belang zijn voor planning en vooruit denken, beheersen van emoties, overwogen keuzes kunnen maken et cetera<sup>1</sup>. Dat inzicht 'staat haaks op de filosofie van het Studiehuis, die ervan uitgaat dat de scholier al een grote mate van zelfsturing aankan' (Jolles 2010, p. 65). Toch is het een punt van discussie wat de precieze didactische consequenties zijn van zo'n neuropsychologisch inzicht. In hun overzicht van onderzoek op dit gebied zeggen Teurlings, Van Wolput en Vermeulen (2006) dat meer autonomie voor leerlingen een positieve invloed heeft op leergedrag en leerprestaties. Maar 'het overdragen van verantwoordelijkheid voor het leerproces en van docenttaken (zoals planning) moet wel geleidelijk gebeuren, afgestemd op het niveau en de mogelijkheden van de leerlingen' (p. 9). Oostdam, Peetsma & Blok (2007) concluderen op basis van beschikbaar onderzoek dat pure vormen van zelfontdekkend leren vaak niet effectief zijn, maar vormen van 'begeleid ontdekkend leren' (p. 15) wel.

Varma e.a. (2008) achten het een risico om vanuit bepaalde neurowetenschappelijke gegevens te extrapoleren naar de inrichting van uiteenlopende domeinen van het onderwijs. Ze pleiten voor 'interpolatie': het richten van aanwijzingen over leren en onderwijs op één domein dat het onderwerp is van meerdere neurowetenschappelijke onderzoeken, die betrekking hebben op een veelheid aan methoden, taken en leerlingpopulaties.

## INTERDISCIPLINAIR ONDERZOEK: WENS EN WERKELIJKHEID

—  
Onder andere de voorbeelden op het gebied van dyslexie laten zien dat vruchtbare toepassingen van neurowetenschappen mogelijk zijn en dat de scheiding tussen onderwijskunde, cognitieve psychologie en neurowetenschappen niet zo absoluut lijkt als Bruer die voorstelt. Samuels (2009, p. 53) spreekt van *'adopting the seemingly paradoxical approach of acknowledging existing area differences while currently adopting a unifying transdisciplinary frame work'*. Ook Varma e.a. (2008), Fischer (2009),

1) Overigens blijkt uit een reviewstudie van Crone en Dahl (2012) dat het verklaren van pubergedrag uit onvolgroeide hersenen onjuist is. In hun samenvatting schrijven de auteurs: "developmental neuroimaging studies do not support a simple model of frontal cortical immaturity. Rather, growing evidence points to the importance of changes in social and affective processing, which begin around the onset of puberty, as crucial to understanding these adolescent vulnerabilities" (p.636).

Gardner (2009) en Jolles (2010) pleiten voor interdisciplinair onderzoek op dit gebied en het opleiden van professionals die verbanden tussen onderzoeksresultaten en praktijk kunnen leggen. Die professionals dienen volgens Gardner (2009, p. 72) te beschikken over *'a working knowledge of three spheres: biological science (spanning brain study and genetics), psychology (including learning, cognition and motivation) and education (teaching, curriculum, and assessment)'*.

De meeste auteurs menen ook dat dit soort interdisciplinaire onderzoek veel tijd vraagt en men verwacht niet dat op korte termijn 'het boek van de educatie' zal worden herschreven in een brain-based educatie. Volgens Greenwood (2009) is een van de obstakels dat onderwijswetenschappers en leerkrachten nog niet functioneren als gelijkwaardige partners van neurowetenschappers en cognitief psychologen. Dat blijkt ook uit een studie van onderzoekers van het Rathenau Instituut, een onafhankelijk Nederlands instituut dat onderzoek doet naar de organisatie en ontwikkeling van het wetenschapssysteem (Merkx, van Koten, Gurney & Van den Besselaar 2009). De onderzoekers gingen na of er al gesproken kan worden van educatieve neurowetenschap als een nieuwe, transdisciplinaire wetenschap op het gebied van leren en onderwijs. Ze analyseerden gemeenschappelijke referenties en citaten in de belangrijkste tijdschriften op het gebied van neurowetenschappen, cognitieve wetenschappen en onderwijswetenschappen. Daarna ging men na hoe de kennisoverdracht verloopt tussen die drie onderzoeksgebieden door de richting van referenties aan te geven. Dus, wie maakt gebruik van wie? Ook werd gezocht naar gemeenschappelijke onderzoekstopics, zoals die blijken uit artikelen en papers en naar institutionele en personele samenwerking tussen de neurowetenschappen, cognitieve wetenschappen en onderwijsonderzoek. Tenslotte werd het eerder genoemde tijdschrift *Mind, Brain en Education* inhoudelijk geanalyseerd. De resultaten laten geen interdisciplinaire of transdisciplinaire cluster van tijdschriften of publicaties op dit gebied zien en ook samenwerking tussen onderzoekers op de verschillende gebieden is nog niet zichtbaar. Wat betreft de richting van de kennisoverdracht blijkt dat onderwijskunde en onderwijspsychologie wel gebruik maken van resultaten en kennis van de cognitieve psychologie, maar nauwelijks direct van de neurowetenschappen. Anderzijds maken neurowetenschappen en cognitieve psychologie geen gebruik van resultaten uit de onderwijspsychologie. De onderzoekers zien hierin toch het gelijk van Bruer, namelijk dat cognitieve psychologie de brug kan vormen tussen onderwijskunde en onderwijspsychologie aan de ene kant en neurowetenschappen aan de andere kant. De algemene conclusie luidt dat educatieve neurowetenschap aan het begin van zijn ontwikkeling staat en voorlopig nog meer een belofte is dan praktijk.

## SAMENVATTEND

—  
De relatie tussen neurowetenschappen en onderwijs(kunde) staat ter discussie. Sommige auteurs beschouwen neurowetenschappelijk onderzoek nu al van grote praktische betekenis voor het onderwijs, maar andere zien die relatie als principieel problematisch. De middenpositie is dat op termijn het neurowetenschappelijk onderzoek van groot belang zal zijn voor het onderwijs, maar dat nog veel fundamenteel onderzoek aan het toepassingsgerichte onderzoek vooraf moet gaan.

Een probleem is het verschil in kennisopvatting tussen onderwijs en neurowetenschap, voortkomend uit historisch bepaalde verschillen in waardesystemen. Dit probleem geldt overigens niet alleen voor de toepassing van neurowetenschappen in de onderwijspraktijk, maar gelden voor alle onderzoek dat vanuit een positivistisch empirische opvatting wordt verricht. Meer specifiek noemen auteurs als obstakel de verschillen in analyseniveaus van beide en zien het als een beperking dat in het onderwijs belangrijke sociale en culturele factoren die niet individueel neurologisch bepaald zijn een rol spelen. Een toepassingsprobleem is het verkeerde en te simplistische gebruik van resultaten van neurowetenschappen, resulterend in neuromythes. De inhoudelijke gebieden waar men zich in het neurowetenschappelijk onderzoek over leren en onderwijs vooral op heeft gericht zijn taalverwerving en lezen en numerieke en wiskundige vaardigheden. Dyslexie en dyscalculie en hoe die te bestrijden zijn speerpunten en daar zijn ook al de succesvolste toepassingen te melden.

Sommige onderzoekers vinden de kloof tussen de neurowetenschappen en onderwijs te groot om rechtstreeks te overbruggen. Zij menen dat de beide gebieden elkaar wel kunnen bereiken via tussenkomst en vertaling van de cognitieve psychologie. In de onderzoekspraktijk blijkt de cognitieve psychologie die functie ook inderdaad te vervullen, maar het is de vraag of die tussenstap altijd nodig is. Veel Amerikaanse en Nederlandse auteurs zien de oplossing in een interdisciplinaire of transdisciplinaire aanpak in wat men onderwijskundige neurowetenschappen zou kunnen noemen. Zo'n inter- of transdisciplinair wetenschapsgebied is nog weinig ontwikkeld en er is nog sprake van eenrichtingsverkeer tussen de verschillende disciplines: wel van neurowetenschappen naar onderwijs(kunde) maar niet andersom. Echte interdisciplinariteit vereist dat kennisontwikkeling en -benutting in beide richtingen gaat.

*Folkert Haanstra*



*Folkert Haanstra* is lector Kunst- en Cultuureducatie aan de Amsterdamse Hogeschool voor de Kunsten. Hij is tevens bijzonder hoogleraar aan de Universiteit Utrecht. De leerstoel Cultuurparticipatie en Cultuureducatie die hij bekleedt is ingesteld door Cultuurnetwerk Nederland. Hij studeerde psychologie aan de Rijksuniversiteit Groningen en schilderkunst en grafiek aan de Academie voor Beeldende Kunsten Minerva.

## LITERATUUR

- **Anderson, M. & Reid, C.** (2009). Don't forget about levels of explanation. *Cortex*, 45(4), 560-561.
- Ansari, D. & Coch, D.** (2006). Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 146-151.
- Bruer, J.T.** (1997). Education and the brain: a bridge too far. *Educational Researcher*, 26(8), 4-16.
- Bruer, J.T.** (2002). Avoiding the pediatrician's error: how neuroscientists can help educators (and themselves). *Nature Neuroscience*, 5, 1031-1033.
- Cubelli, R.** (2009). Theories on mind, not on brain, are relevant for education. *Cortex*, 45(4), 562-564.
- Crone, E.A. & Dahl, R.E.** (2012). Understanding adolescence as a period of social-affective engagement and goal flexibility. *Nature Reviews Neuroscience*, 13 (9), 636-650.
- Della Sala, S.** (2009). The use and misuse of neuroscience in education. *Cortex*, 45(4), 443.
- Edwards, B.** (1989). *Drawing on the Right Side of the Brain. A course in enhancing creativity and artistic confidence*. Los Angeles: Jeremy Tarcher, Inc.
- Fischer, K.** (2009). Mind, brain, and education: building a scientific groundwork for learning and teaching. *Mind, Brain and Education*, 3(1), 3-16.
- Gardner, H.** (1993). *Multiple Intelligences: The theory in practice*. New York: Basic Books.
- Gardner, H.** (2009). An education grounded in biology: interdisciplinary and ethical considerations. *Mind, Brain and Education*, 3(2), 68-73.
- Geake, J. & Cooper, P.** (2003). Cognitive neuroscience: implications for education? *Westminster Studies in Education*, 26(1), 7-20.
- Geake, J.** (2008). Neuromythologies in education. *Educational Research*, 50(2), 123-133.
- Greenwood, R.** (2009). Where are the educators? What is our role in the debate? *Cortex*, 45(4), 552-554.

- Jolles, J.** (2010). *Ellis en het verbreinen. Over hersenen, gedrag & educatie*. Amsterdam: Neuropsych Publishers.
- Katzir, T. & Pare-Blagoev, J.** (2006). Applying cognitive neuroscience to education: The case of literacy. *Educational Psychologist*, 41(1), 53-74.
- Katzir, T.** (2009). How research in the cognitive neuroscience sheds lights on subtypes of children with dyslexia: implications for teachers. *Cortex*, 45(4), 558-559.
- McCabe, D.P. & Castel, A.D.** (2008). Seeing is believing: the effect of brain images on judgments of scientific reasoning. *Cognition*, 107, 343-352.
- Merkx, F., Koten, R. van, Gurney, T. & Besselaar, P. van den** (2009). *The development of transdisciplinary learning science: promise or practice?* Den Haag: Rathenau Instituut.
- Oostdam, R., Peetsma, P. & Blok, H.** (2007). *Het nieuwe leren in het basisonderwijs en voortgezet onderwijs nader beschouwd: een verkenningsnotitie voor het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap*. Amsterdam: SCO-Kohnstamm Instituut.
- Perkins, D.** (2009). On grandmother neurons and grandfather clocks. *Mind, Brain and Education*, 3(3), 170-175.
- Samuels, B.** (2009). Can the differences between education and neuroscience be overcome by mind, brain and education? *Mind, Brain and Education*, 3(1), 45-55.
- Sawyer, R. K.** (2012). *Explaining creativity: The science of human innovation*. New York: Oxford University Press.
- Schiferl, E.I.** (2008). Both sides now: visualizing and drawing with the right and left hemispheres of the brain. *Studies in Art Education*, 50(1), 67-82.
- Sodian, B. & Frith, U.** (2008). Metacognition, theory of mind and self-control: The relevance of high-level cognitive processes in development, neuroscience, and education. *Mind, Brain and Education*, 2(3), 111-113.
- Szucs, D. & Goswami, U.** (2007). Educational neuroscience: defining a new discipline for the study of mental representations. *Mind, Brain and Education*, 1(3), 114-127.
- Teurlings, C., Wolput, B. van & Vermeulen, M.** (2006). *Nieuw leren waarderen. Een literatuuronderzoek naar effecten van nieuwe vormen van leren in het voortgezet onderwijs*. Utrecht: Schoolmanagers\_VO.
- Varma, S. & Schwartz, D.** (2007). How should educational neuroscience conceptualise the relation between cognition and brain function? Mathematical reasoning as a network process. *Educational Research*, 50(2), 149-161.
- Varma, S., McCandliss, B. & Schwartz, D.** (2008). Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience. *Educational Researcher*, 37, 140-152.

**Willingham, D.T. & Lloyd, J. W.** (2007). How educational theories scan use neuroscientific data. *Mind, Brain and Education*, 1(3), 140-149.

**Willingham, D.T.** (2009). Three problems in the marriage of neuroscience and education. *Cortex*, 45(4), 544-545.

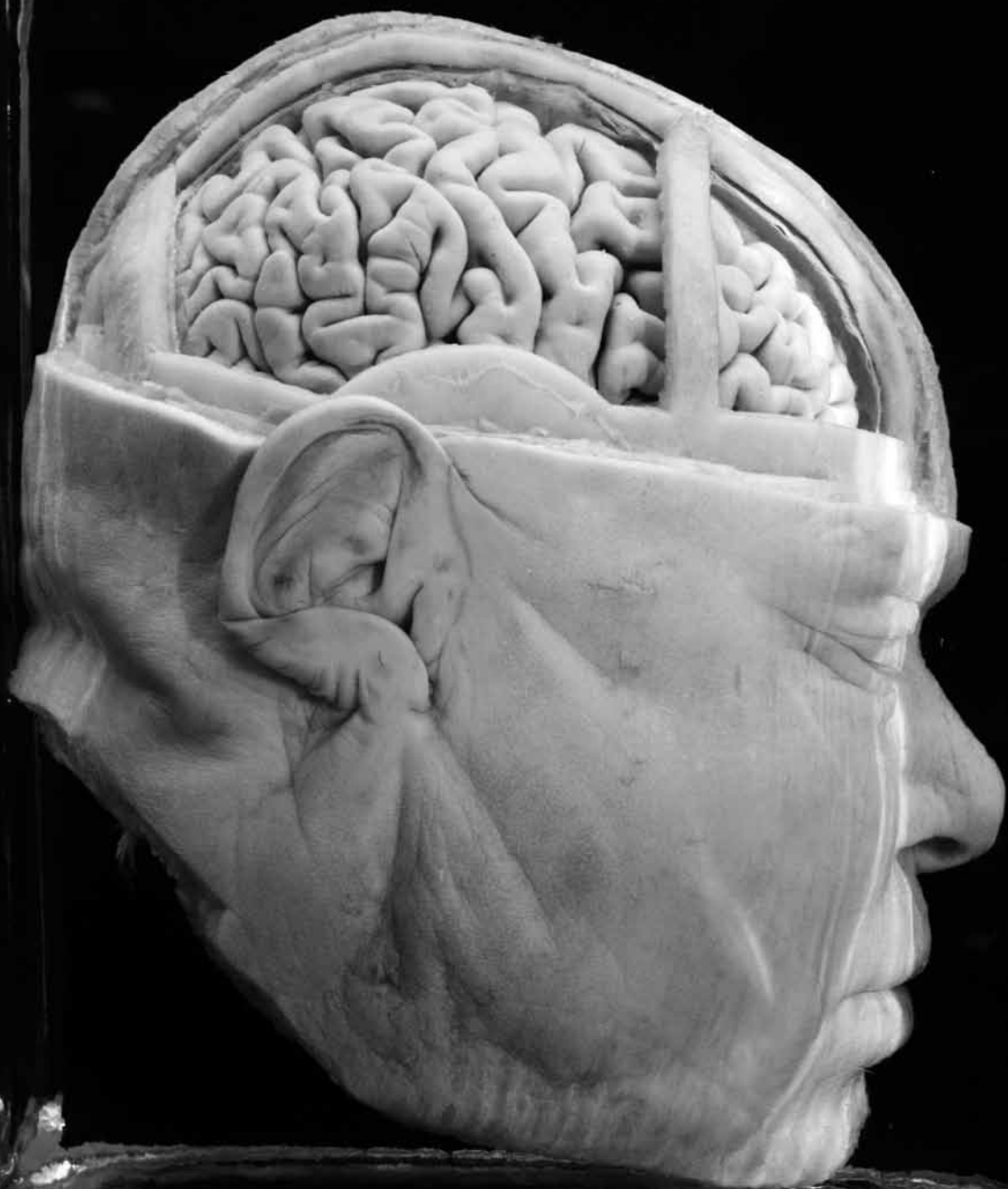
*Hoofd van een man. Delen van de schedel zijn weggezaagd om de hersenen zichtbaar te maken.  
Collectie Bolk, 1898.*

58

5898

*Cerebrum  
in situ*

*J. S. Sacher. f.*



# Het kunstzinnige brein

Wat zijn de mogelijke opbrengsten en problemen van neurowetenschappelijk onderzoek naar het maken en waarderen van kunst, ook wel neuro-esthetica genoemd? Folkert Haanstra zet de soorten neurowetenschappelijke onderzoeken op een rij. Speciale aandacht wordt besteed aan de verbinding van hersenonderzoek met een evolutionaire visie op de kunsten, de visie dat kunst een biologische functie heeft in de ontwikkeling van de mens.

*'Aesthetics, like all other human activities, must obey the rules of the brain of whose activity it is a product.'* (Zeki 1999, p. 94)

Het gebied van de neurowetenschap dat zich bezighoudt met kunstproductie en kunstbeleving wordt soms *neuroaesthetics* genoemd. De term is bedacht door Semir Zeki, hoogleraar neurobiologie in Londen. Volgens een andere bekende onderzoeker op dit gebied, de neurowetenschapper Ramachandran (2005), is die term gekozen om filosofen een beetje op stang te jagen, omdat zij denken het alleenrecht op de term esthetica te hebben. Skov en Vartanian (2009) omschrijven in hun bundel *Neuroaesthetics* het gebied als 'het onderzoek naar neurale processen die ten grondslag liggen aan esthetisch gedrag' (p. 3). Esthetisch gedrag wordt vervolgens beschreven als vormen van interactie met objecten die esthetisch kunnen worden genoemd. Het gaat om psychologische processen die worden opgeroepen bij de makers of de waarnemers en die visueel, sensomotorisch, cognitief, emotioneel, evaluatief en sociaal van aard kunnen zijn.

## EMPIRISCH ONDERZOEK NAAR RECEPTIE VAN KUNST

—  
De meest gebruikte methode in de empirische neuro-esthetica is die van de lokalisatie

tie van neurale processen door middel van hersenscans. Verschillende onderzoeken zijn gedaan naar de relatie tussen hersengebieden, hersenfuncties en esthetische voorkeuren. Zo lieten Kawabata en Zeki (2004) tien studenten driehonderd afbeeldingen van diverse genres schilderijen zien die ze moesten indelen in lelijk, neutraal en mooi. Daarna zagen ze dezelfde schilderijen in een scanner. De waarneming van verschillende soorten schilderijen (portret, landschap, stillevens, abstract) blijkt te zijn geassocieerd met verschillende gespecialiseerde visuele gebieden van de hersenen. Ook blijken de orbitofrontale cortex en de motorische cortex in verschillende mate te worden geactiveerd bij mooi en lelijk geachte schilderijen. Vartanian en Goel (2004b) maakten hersenscans van twaalf personen die naar abstracte en realistische schilderijen keken. Ze waren niet geschoold in kunst en moesten de mate van voorkeur aangeven op een schaal van 0 tot 4. Gekeken werd of esthetische voorkeur vooral betrekking heeft op hersengebieden waarvan bekend is dat ze te maken hebben met het verwerken van emoties of met het evalueren van gegevens onder emotioneel neutrale condities. De onderzoekers spreken van *'known emotional and cognitive neural pathways'*. De scans van esthetische voorkeuren wijzen inderdaad in de richting van de hersengebieden die gericht zijn op emotionele processen. Vervolgonderzoek zou moeten nagaan of de 'neurale correlaten' van subjectieve esthetische voorkeuren verschillen van die van objectievere oordelen over de artistieke kwaliteit van de schilderijen.

#### VERSCHILLEN

De resultaten van de onderzoeken van Kawabata en Zeki (2004) en van Vartanian en Goel (2004a, b) én van nog twee soortgelijke studies (Cela-Conde et al. 2004; Jacobsen, Schubotz, Höfel & Von Cramon 2006) vertonen weinig overeenkomsten als het gaat om de lokalisering van relevante hersengebieden. Nadal, Munar, Capovilla, Rossello en Cela-Conde (2008) geven de mogelijke oorzaken hiervan. Het gaat om verschillende opzetten en onderzoekprocedures en ook om verschillen in soorten scans (fMRI en MEG) die beide verschillende zaken registreren en voor- en nadelen hebben. Geen van de onderzoeken gaat uit van een gespecificeerd model van de cognitieve processen die bij esthetische voorkeuren een rol spelen. Volgens Nadal en collega's kunnen de ongelijksoortige uitkomsten met elkaar worden verzoend door ze in zo'n model te plaatsen en te beschouwen als resultaten van verschillende aspecten en fases van esthetische voorkeuren en oordelen. Nadal e.a. doen dat met de vier genoemde onderzoeken en gebruiken hiervoor het neuropsychologische model van Chatterjee (2003). Dat model kent drie fases die vergelijkbaar zijn met de

waarneming van alle visuele stimuli. De eerste fase is het extraheren en analyseren van eenvoudige componenten. Daarvan worden coherente representaties gevormd en tenslotte volgt associatie, herkenning en betekenisverlening en eventueel nadere inspectie. *'What sets aesthetic preference apart from other cognitive processing of visual stimuli is the engagement and interplay of additional non-perceptual processes, such as emotions and decision making.'* (p. 381)

In hun overzicht van onderzoek in de neuro-esthetica komen Di Dio en Gallese (2009) tot een soortgelijk model van esthetische ervaring van beeldende kunst. Eerst is er de visuele analyse, daarna volgen andere vormen van verwerking. *'This progression of processes may lead to an aesthetic experience on the basis of, most likely some biological and embodied mechanisms that, in turn, can be modulated by factors such as the context, individual's interest in the art work, prior knowledge and familiarity.'*(p. 682) De heterogene resultaten van empirische onderzoeken hangen samen met de verschillende verwerkingsfasen, maar ook met het verschil in direct optredende emoties en de cognitieve verwerkingsprocessen die belonende ervaringen kunnen opleveren. Di Dio en Gallese suggeren verder dat de eerste emotionele ervaring wordt veroorzaakt door de 'objectieve' sensomotorische eigenschappen van het afgebeelde (zoals proportie, symmetrie en dergelijke) terwijl daarna de persoons- en contextafhankelijke associatie en verwerking leidt tot een subjectieve esthetische beoordeling.

#### KENNIS, ERVARING EN CONTEXT

De twee soorten uitkomsten van de esthetische waarneming, een 'directe' emotionele reactie en een secundair oordeel, meer op kennis en ervaring gebaseerd, komen ook in andere cognitieve modellen van esthetische waardering voor, zoals die van Leder, Belke, Oeberst en Augustin (2004). Dat model omvat naast de mate van kennis en ervaring van de beschouwer ook de context van de beschouwing. Met dat laatste wordt onder andere bedoeld of de beschouwer zich in een omgeving bevindt die uitnodigt tot esthetische oordelen (zoals bijvoorbeeld in een museum of galerie) of niet, maar ook de aanwezige informatie over het kunstwerk. Naar dergelijke verschillen in context van esthetische voorkeuren is eveneens neurologisch onderzoek gedaan. Kirk, Skov, Hulme, Christensen en Zeki (2009) maakten fMRI-scans van proefpersonen die een collectie abstracte kunstwerken zagen. Van de ene helft van de schilderijen werd gezegd dat ze werden tentoongesteld in een beroemde galerie, terwijl van de andere helft werd gezegd dat het computergenereerde plaatjes waren. De oordelen over de schilderijen op een vragenlijst waren onder de galerieconditie significant positiever dan onder de computerconditie. De resultaten van de scans lieten ook verschil-



len tussen de twee condities zien. Dit betekent dat *'prefrontal and orbitofrontal cortices recruited by aesthetic judgments are significantly biased by subjects' prior expectations about the likely hedonic value of stimuli according to their source'* (p. 1125).

Cupchik, Vartanian, Crawley en Mikulis (2009) lieten zestien proefpersonen 32 realistische schilderijen bekijken met verschillende onderwerpen (naakt, groepsportret, landschap en stilleven) in hetzij een expressieve, hetzij een lineaire zakelijke stijl. Proefpersonen werden expliciet geïnstrueerd om de schilderijen of op een alledaagse, pragmatische manier als objecten te bekijken (waarbij het vooral gaat om het vaststellen van de inhoud van de voorstelling), of om ze als kunstwerken te bekijken op een esthetische manier, waarbij aandacht moet worden geschonken aan de formele eigenschappen (kleurgebruik, lijnvoering, compositie) en de expressieve eigenschappen: de emoties die het oproept. Behalve deze opdracht – cognitieve controle over de manier van waarnemen – kregen de proefpersonen tijdens de scan geen nadere opdracht. Naderhand kregen ze de kunstwerken nogmaals te zien en moesten ze op een schaal van 0 tot 7 aangeven in welke mate ze emoties bij hen oproepen. Dit complexe design omvat dus zowel verschillende kenmerken van de kunstwerken als verschillende contexten om de kunstwerken te bekijken: scan of geen scan en tijdens scan alledaagse of esthetische waarneming. Dat laatste omschrijven de onderzoekers als *'a special psychological process involving attention focused on the object and the suppression of everyday concerns'* (p. 84). Met dit onderscheid sluiten ze aan bij de Kantiaanse traditie van esthetische oordelen. De resultaten laten zien dat de eigen oordelen van de proefpersonen over het oproepen van emoties niet verschillen per waarnemingsconditie (alledaags of esthetisch) of per genre schilderij. De hersenscans laten echter wel verschillen zien, zowel wat betreft de stijl van de schilderijen als wat betreft de verschillende waarnemingscondities. *'Our results highlight the role of bilateral insula in aesthetic perception and the role of fusiform gyrus in pragmatic perception.'* (p. 89) Dit betekent dat de esthetische conditie meer emotionele verwerking laat zien. Verder zou de esthetische waarneming een interactie zijn van cognitieve controle van bovenaf en visuele input van onderop. Dit zou weer overeenkomen met het eerdergenoemde model van opeenvolgende fasen van esthetische waarneming van Leder e.a. (2004).

#### GEEN VERKLARING WEL BESCHRIJVING

Ishuzi en Zeki (2011) laten aan de hand van MRI-scans zien dat zowel schilderijen als muziek, waarvan 21 proefpersonen hebben laten weten dat ze die als mooi ervaren, een gemeenschappelijk hersengebied activeren. Ze omschrijven dit als gebied A1

van de mediale orbitofrontale cortex (mOFC). De mOFC is een gebied van de cortex dat genoemd wordt in veel studies naar de relaties tussen oordelen en beloning en genot. Daarnaast worden bij de ervaring van muziek en beeldende kunst ook nog andere gebieden geactiveerd, zoals respectievelijk de visuele en auditieve cortex. Bij de schoonheidservaring van schilderijen (maar niet bij muziek) wordt ook de nucleus caudatus geactiveerd, een hersengebied dat in andere studies als neurale correlaat van romantische gevoelens is beschreven. Volgens Ishuzi en Zeki is de door hen aangegeven hersenlocatie in overeenstemming met veel ander onderzoek naar de neurale correlaten van schoonheid, *'although sometimes the region is referred to otherwise'* (p. 7). Kortom, als de geactiveerde locatie in ander onderzoek niet geheel overeenkomt maar er dichtbij is, beschouwen ze dat ook als ondersteuning van hun bevindingen. Ishuzi en Zeki schrijven met nadruk dat hun aanpak niets zegt over wat kunst is en wat niet en evenmin geeft het gemeenschappelijke kenmerken van de als mooi ervaren muziek en beeldende werken weer. Hoewel de titel van hun studie: *Naar een brein-gebaseerde theorie van schoonheid* suggereert dat de auteurs een poging doen om een verklarende theorie te formuleren, blijkt het te gaan om een lokalisering van de subjectieve schoonheidservaring van schilderijen en muziek op neurologisch niveau. In hun eigen woorden: *'Our definition is concerned with what an individual subject experiences as beautiful at a given moment, nothing else.'* (p. 9) Deze theorie omvat dus niet meer dan een beschrijving van de subjectieve schoonheidservaring op een ander niveau dan dat van de door het subject verbaal gerapporteerde ervaringen.

## DISCUSSIE

De bestaande *neuro-imaging* onderzoeken voldoen nog niet of nauwelijks aan de in het eerste artikel genoemde criteria van Willingham en Lloyd (2007) voor theoretisch betekenisvol onderzoek naar lokalisering van hersenactiviteit. Die vereisen dat de onderzochte cognitieve constructen zowel voldoende flexibel als voldoende specifiek zijn om in bepaalde gedragingen wel of niet tot uiting te komen. Lokalisatie van hersenactiviteit kan daarna aantonen of de *voorspelde* samenhangen tussen het construct en soorten gedrag en hersenactiviteit optreden. Bestaande modellen van esthetische ervaring zouden daarbij als uitgangspunt kunnen dienen. Nu echter worden de uiteenlopende uitkomsten van de neuro-imaging onderzoeken *achteraf* met elkaar verzoend door ze te plaatsen in bestaande modellen van de empirische esthetica, die verschillende verwerkingsfasen en uitkomsten onderscheiden. De onderzoeken zijn verder nog vooral beschrijvend van aard. De neuro-esthetica

onderzoekers geven soms wel interpretaties van de resultaten van de hersenscans die verder gaan dan weergave van processen op neurale niveau, maar die interpretaties op andere niveaus zijn speculatief. Dat blijkt ook uit het veelvuldig gebruik van de formuleringen *may* en *suggest*. Bijvoorbeeld Vartanian en Goel (2004b, p. 40) concluderen: *'This suggests that paintings may function as stimuli that embody reward properties'* en Cupchik e.a. (2009) schrijven: *'Our results suggest that aesthetic experience is a function of the interaction of top-down orienting of attention and bottom-up perceptual input.'* (p. 90)

De neuropsychologische onderzoeken naar esthetische voorkeuren roepen de vraag op of hetgeen gesignaleerd wordt op het gebied van hersenactiviteit verschilt van de hersenactiviteit bij waarneming van objecten die we niet tot kunst rekenen. Zo is het model van Chatterjee (2003) grotendeels identiek aan het neurologische model van visuele waarneming in het algemeen, waaraan vervolgens emotionele en cognitieve verwerkingen worden toegevoegd. Maar ook die laatste verwerkingen lijken niet voorbehouden aan esthetische waarneming. Chatterjee (2011) schrijft zelf: *'We do not know if aesthetic judgments engage neural circuits that are not engaged in other circuits.'* (p. 59) En Skov en Vartanian (2009) stellen: *'Neuroaesthetic artistic creativity and aesthetic experience are rooted in basic neural processes such as perception, memory, emotion and so on. As such neuroaesthetics should be seen as a basic part of the larger neuroscience program.'* (p. 5)

We kunnen voorlopig concluderen dat neuro-esthetica de toepassing is van algemene cognitieve en neurale processen met betrekking tot waarneming, informatieverwerking en emoties in een speciaal domein, namelijk de kunsten. Er komen uit de onderzoeken geen aanwijzingen voor specifieke kunstmodules in de hersenen.

## EMPIRISCH ONDERZOEK NAAR BEELDENE PRODUCTIE

—

Niet alleen het kijken naar en het waarderen van beeldende kunst zijn het onderwerp van neurologisch onderzoek, ook de productieve kant wordt onderzocht. Deels betreft dat beschrijvend onderzoek, vooral van kunstenaars met hersenbeschadigingen en deels experimenteel onderzoek waarbij proefpersonen vaak tekenopdrachten krijgen.

### KUNSTENAARS MET HERSENAFWIJKINGEN

Een manier om het maken van kunst vanuit de neuropsychologie te onderzoeken betreft casestudy's van mensen met aangeboren hersenafwijkingen of die getroffen

fen worden door ziektes (zoals hersenbloedingen) die invloed hebben op het functioneren van de hersenen. Voorbeelden op het gebied van de muziek en de beeldende kunst zijn onder andere te vinden in *The Shattered Mind* van Gardner (1975) en *Neuropsychology of Art* van Zaidel (2005) en van beeldende kunst in *The Neuropsychology of Visual Artistic Production* (Chatterjee 2004) en *Gevolgen van niet aangeboren hersenletsel bij beeldende kunstenaars* (Van Driel 2012). De vragen achter dit soort onderzoek gaan over de aard van beeldende expressie en de rol van cognitie en waarneming bij afbeeldingen.

Gardner (1975) liet aan de hand van tekeningen van huizen zien dat personen met een beschadiging aan linkerhersen helft wel de totaalvorm van een huis weergeven, maar geen details. Personen met een beschadiging aan de rechterhersen helft tekenen details (zoals de afzonderlijke stenen van een schoorsteen), maar hebben veel moeite met de totaalvorm van het huis. De holistische waarneming van de rechterhersen helft en de analytische waarneming van de linkerhersen helft hebben beide een andere bijdrage aan het tekenproces. Volgens Sawyer (2012) heeft een beschadiging aan de rechterhersen helft bij geoefende tekenaars weinig invloed op het weergeven van totaalvormen. Dit zou er op kunnen wijzen dat oefening zorgt voor een verspreiding van de tekenvaardigheid over beide hersen helften.

Chatterjee (2004) bespreekt uiteenlopende gevolgen van hersenbeschadiging in relatie tot het maken van beeldende kunst, zoals achromatopsia (het ontbreken van kleuren waarneming, zodat iemand alleen in zwart, wit en grijzen waarneemt) en het halfzijdige *neglect* (verwaarlozing), het verschijnsel dat een persoon geen aandacht heeft voor een lichaams helft, zowel ten aanzien van de waarneming als het motorisch gebruik ervan. Oorzaak hiervan is vaak een hersenbloeding of herseninfarct. Iemand die aan *neglect* lijdt tekent soms maar de helft van de voorstelling, bijvoorbeeld de helft van een huis of een gezicht. Bekende voorbeelden van het deels wegvallen van de werking van de linker- of rechterhersen helft na een hersenbloeding zijn de schilder Lovis Corinth en de cineast en tekenaar Fellini. Na een beroerte die zijn rechterhersen helft beschadigde, werd de verfbehandeling van Corinth ruwer en expressiever. De relatie tussen regulering van emotie en hersenfuncties kan hierbij een rol hebben gespeeld, maar ook een veranderde motoriek. In Nederland is René Daniels een bekende beeldende kunstenaar die getroffen werd door een hersenbloeding. Werd het werk van Corinth dat hij na zijn hersenbloeding heeft gemaakt door kunstkenner nog hoger gewaardeerd dan zijn werk ervoor, bij Daniels was dat niet het geval. In de kunstwereld bestond onzekerheid of het latere werk nog wel als 'echte' Daniels beschouwd konden worden. Inmiddels is die acceptatie er wel (Van Driel 2012).

## NEUROLOGISCHE GEBREKEN

Neurologische gebreken die het maken van beeldende kunst bemoeilijken zijn visuele agnostia (het niet kunnen herkennen van objecten) en gebreken in het visueel voorstellingsvermogen. Chatterjee (2004) beschrijft ook voorbeelden van een obsessief dwangmatige neiging om beelden te produceren als gevolg van neuropsychologische afwijkingen en mogelijke gevolgen van afasie, epilepsie en autisme. Het beroemdste voorbeeld van een autistische tekenaar is Nadia (Winner 1982; Selfe 2011) die al op zeer jonge leeftijd (namelijk vanaf drieënehalf jaar) zeer realistische tekeningen maakte. Haar tekenen werd bepaald door een zeer letterlijke en gedetailleerde waarneming van lijnen, hoeken en overlappingen. Haar waarneming leek niet gehinderd door visuele concepten en symbolische aspecten. Bij jonge kinderen is het tekenen aanvankelijk juist sterk bepaald door conceptuele kennis. Ze tekenen objecten bijvoorbeeld niet vanuit een bepaalde gezichtshoek, maar tekenen wat ze weten van een object en belangrijk vinden. Dit intellectueel realisme maakt later (ruwweg na het achtste jaar) plaats voor visueel realisme, waarbij getekend wordt vanuit een bepaald visueel perspectief (o.a. Jolley 2010). Nadia sprak eerst niet en toen ze op latere leeftijd leerde verbaal te communiceren, verdween het uitzonderlijke tekentalent. Selfe (2011) heeft aanvankelijk gesuggereerd dat hiertussen een rechtstreeks verband bestond, maar is later van mening dat het gecompliceerder ligt. Er zijn immers veel voorbeelden van kinderen die pas later verbaal leren communiceren, maar bij wie geen sprake is van tekenen als compensatie. Bovendien gebruikte Nadia het tekenen niet als communicatiemiddel en spelen motorische capaciteiten en de omgeving (in dit geval de moeder) ook een rol.

Chatterjee (2004) stelt dat de door hem besproken casestudy's laten zien dat in de productie van kunst de pure of letterlijke waarneming (zoals aanvankelijk dominant bij Nadia) en het conceptuele denken dat de waarnemingen interpreteert, een eigen rol spelen en dat het wegvallen of versterken van een van die functies door hersenafwijkingen of -beschadigingen tot grote veranderingen in de productie leidt. Maar hij waarschuwt dat het casestudyonderzoek nog maar een zeer klein aantal uiteenlopende voorbeelden betreft en dat men nog niet veel verder is dan de beschrijving van bepaalde verschijnselen en het op basis hiervan opstellen van toetsbare hypotheses.

## SCHRIJVERS EN MUSICI

In zijn boek over creativiteit noemt Sawyer (2012) behalve voorbeelden van beeldende kunstenaars ook onderzoek naar gevolgen van hersenbeschadiging bij schrijvers en musici. Omdat de taal functie sterk gelokaliseerd is in de linkerhersenhalft, is

de loopbaan van schrijvers die een ernstige beschadiging aan de linkerhersen helft hebben, vaak afgelopen. Schrijvers met een beschadiging aan de rechterhersen helft ondervinden specifieke problemen, zoals verminderd vermogen tot metaforisch taalgebruik. Bij musici is het veel moeilijker algemene uitspraken te doen omdat er zoveel verschillende muzikale vaardigheden zijn (zoals componeren, bespelen van een instrument, zang) en de componenten van deze vaardigheden verspreid zijn over de hersenen. Hersenbeschadigingen kunnen daarom zeer verschillende uitwerkingen hebben op musici. Sawyer stelt verder dat het een achterhaald idee is dat creativiteit zich in de rechterhersen helft zou bevinden. Het is een complex vermogen dat beide hersenhelften gebruikt. De betrokken neurale netwerken verschillen verder sterk per domein (bijvoorbeeld beeldende kunst, taal, wiskunde, muziek) en de mate van training van de persoon. In zijn conclusie citeert Sawyer de neurowetenschapper Damasio, die schrijft dat creativiteit *'cannot be reduced simply to the neural circuitry of an adult brain and even less to the genes behind our brains'* (p. 204).

#### EXPERIMENTEEL ONDERZOEK

Tekenen is het onderwerp van een beperkt aantal neurowetenschappelijke studies. Het in 2009 verschenen themanummer *Cognitive neuroscience of drawing* van het tijdschrift *Cortex* geeft een overzicht. Het verzamelde onderzoek richt zich op neurologische aspecten van visuele waarneming en motoriek in relatie tot tekenen. Het gaat daarbij meestal om het (na)tekenen van eenvoudige figuren. Proefpersonen zijn personen met neurologische afwijkingen, gewone proefpersonen, kinderen en zelfs apen (makaken). In hun openingsartikel schrijven de redacteurs (Trojano, Grossi en Flash 2009) dat tekenen een complex onderwerp is dat verschillende mechanismes en vaardigheden omvat: diverse visuele en ruimtelijke vaardigheden (zoals de mentale representatie van ruimte), conceptuele kennis en mechanismes om beweging te plannen, uit te voeren en te controleren. Omdat tekenen veel gelijktijdige processen omvat, is het voor de neurowetenschappen moeilijk te onderzoeken.

Een deel van de artikelen heeft als onderwerp de relatie tussen specifiek tekengedrag en neurologische afwijkingen. Het gaat niet om beschrijvend onderzoek, maar om experimenteel onderzoek waarbij proefpersonen verschillende tekenopdrachten krijgen. Enkele onderzoeken hebben betrekking op het afwijkende tekengedrag van personen met een halfzijdig *neglect*. Ander tekengedrag dat wijst op neurologische afwijkingen is wanneer iemand gevraagd wordt een afbeelding te kopiëren en hij of zij in de te kopiëren figuur zelf tekent of steeds maar een onderdeel van de te kopiëren afbeelding blijft tekenen. Sommige personen kunnen een tekening niet afmaken

omdat ze onderdelen van wat ze waarnemen niet mentaal kunnen representeren. Visuele feedback werkt dan storend en wanneer zo iemand de instructie krijgt een voorwerp uit het hoofd te tekenen, lukt dit vaak wel. Het laten maken van tekeningen is een al lang bekend onderdeel van de neuropsychologische diagnostiek, maar de kennis wordt nu aangevuld en verfijnd door meer geavanceerd experimenteel onderzoek. Het onderzoek komt niet alleen diagnostiek ten goede, maar ook behandeling. Voorbeeld is een onderzoek naar het tekenen van bekende objecten en van abstracte figuren (Harrington, Farias & Davis 2009). Daarbij is gekeken naar verschillen in hersenactiviteit bij de twee tekenopdrachten en vooral naar al of niet activeren van gebieden die de betekenis van woorden representeren. Inderdaad bleek bij het tekenen van bekende voorwerpen een grotere activering in bepaalde delen van de linkerhersenhelft dan bij het tekenen van abstracte figuren. Het onderzoek was een beginstudie die moet worden voortgezet met afasiepatiënten: patiënten van wie als gevolg van hersenletsel één of meer onderdelen van het taalgebruik niet meer goed functioneren. Zo kan worden nagegaan hoe tekenen van bekende voorwerpen (en die bepaalde woorden representeren) relevant kan zijn voor de behandeling van afasie.

#### TEKENBEWEGINGEN

In een heel ander soort onderzoek dient tekenen als een voorbeeld van het uitvoeren van complexe motorische taken. Dit onderzoek richt zich op de neurologische basis van motorische uitvoeringsproblemen in relatie tot waarneming en cognitie. Het gaat om vaak zeer gedetailleerde studies van tekenbewegingen. De onderzoeken hebben als onderwerp het onderscheiden van eenvoudige elementen (de zogeheten *motion primitives*) waaruit de complexe bewegingen van tekenen zijn opgebouwd. Ander onderzoek houdt zich bezig met de afhankelijkheid van de bewegingssnelheid van de soort geometrische vormen die worden getekend. In een studie is vastgesteld hoe de bewegingssnelheid bij tekenen van complexe figuren toeneemt tussen het achtste en twaalfde jaar (Pellizzer & Zesiger 2009). De analyses van tekenbewegingen omvatten soms ook analyses van de oogbewegingen die met de bewegingen samenhangen.

De richting van de tekenbeweging wordt gecodeerd door de gecombineerde activiteiten van groepen zenuwcellen in de primaire motorische cortex en andere hersengebieden. Onderzoek gaat in op de vraag welke bewegingsparameters (zoals positie van de hand, bewegingsrichting, snelheid en acceleratie) door welke groepen zenuwcellen worden gecodeerd en of individuele zenuwcellen verschillende parameters kunnen representeren. Een dergelijk onderzoek vond plaats aan de hand van

het laten tekenen van driehoeken en vierkanten door twee makaken (Stark, Drori & Abeles 2009). Een van de conclusies was dat individuele zenuwcellen één bepaalde parameter coderen, maar dat zelfs in een klein hersengebied neuronen ook gerelateerd zijn aan andere parameters om de coördinatie tussen verschillende bewegingsparameters beter mogelijk te maken.

### HERSENSCANS

Veel van het onderzoek maakt gebruik van het maken van hersenscans tijdens het tekenen, om na te gaan welke hersengebieden worden geactiveerd bij verschillende tekenacties en bij de verschillende fases van het tekenproces. Zo wilde het onderzoek van Miall, Gowen en Tchalenko (2009) nagaan of het natekenen van een gezicht in cartoonstijl een beroep op andere hersengebieden doet dan het natekenen van een stippenpatroon. Dat bleek het geval, want alleen het natekenen van de gezichten liet activering zien van de gyrus fusiformis in de temporale kwab van de rechterhersenhelft. Van dit hersengebied is bekend dat het betrokken is bij het waarnemen en herkennen van gezichten. In de Engelstalige literatuur wordt dit gebied ook FFA (facial fusiform area) genoemd. Verder laat het onderzoek zien dat het natekenen van het cartoongezicht terwijl het zichtbaar is op andere hersengebieden een beroep doet dan wanneer het eerst mag worden bekeken en dan uit het geheugen moet worden nagetekend. In het laatste geval bleek bij de fase van het vasthouden van de informatie geen activering meer van de gyrus fusiformis, maar van de posterieure pariëtele cortex en frontale gebieden. Dat wijst op het coderen en vasthouden van ruimtelijke informatie. De onderzoekers concluderen dat de informatie van het cartoongezicht in het kortetermijngeheugen wordt opgeslagen als ruimtelijke informatie ten behoeve van opeenvolgende motorische handelingen: een *'visuo-motor action plan'*.

Het maken van hersenscans van personen die tekenen kent echter allerlei technische problemen omdat hoofd-, arm- en handbewegingen in een scanner vertekeningen in de opnames kunnen veroorzaken. Sommige onderzoekers laten proefpersonen dan ook niet echt tekenen maar een mentale voorstelling van het tekenen maken. Dit gesimuleerde tekenen heeft onder meer als nadeel dat een ander beroep wordt gedaan op het werkgeheugen en leidt tot een andere activering van de hersenen dan wanneer werkelijk wordt getekend. Een ander probleem bij het gelijktijdig scannen van de hersenen en het registreren van tekenbewegingen is dat het laatste elektronische apparaat vereist die metalen onderdelen bevat. Ook dat kan verstorend werken op het scannen van magnetische velden in de hersenen. Er



wordt daarom gezocht naar nieuwe technieken en proefopstellingen, onder andere met het gebruik van optische pennen die niet interfereren met het scannen van de hersenen (Hauptmann et al. 2009).

#### NEUROLOGISCHE ASPECTEN

Het onderzoek in themanummer van *Cortex* is vooral naar neurologische aspecten van visuele waarneming en motoriek in relatie tot eenvoudige tekenacties. Doel is vooral om via het tekenen meer inzicht te krijgen in neurologische afwijkingen en in complexe motorische activiteiten. Het onderzoek gaat niet in op betekenis (met uitzondering van onderzoek naar afasie), symboliek of esthetiek van tekeningen, kortom aspecten die met kunst te maken hebben. Er is ook neurologisch onderzoek waarbij kunst wel de invalshoek is en het tekengedrag van beeldende kunstenaars wordt vergeleken met mensen die geen ervaring op beeldende gebied hebben. Zo liet Solso (2000, 2003) een professionele portretkunstenaar en een leek portretten en ter controle abstracte figuren tekenen en vergeleek de hersenscans. Beide laten bij het tekenen van portretten activering zien van de gyrus fusiformis in de temporale kwab van de rechterhersenhelft. Zoals eerder beschreven is dit deel van de hersenen betrokken bij het waarnemen en herkennen van gezichten. Bij de leek was de activering van dit gebied groter dan bij de kunstenaar, wat duidt op een efficiëntere waarneming bij de laatste. Maar de kunstenaar laat een grotere hersenactiviteit zien in de rechter prefrontale cortex. Dit hersengebied wordt in verband gebracht met complexe associaties en manipulatie van visuele vormen. Deze grotere cognitieve activiteit suggereert volgens Solso (2003) dat de kunstenaar minder energie besteedt aan het waarnemen van de gezichten op zich en meer aan het waarnemen van de gezichtskenmerken in termen van de associaties die ze oproepen. Zijn conclusie: *'artists don't see the world differently, they "think" the world differently'* (p. 153). Solso waarschuwt wel dat het slechts om twee proefpersonen gaat en dat veel vervolgonderzoek nodig is.

Bhattacharya en Petsche (2005) gebruikten EEG's om kunstenaars en leken te vergelijken terwijl ze in gedachten (kijkend naar een witte muur) een tekening naar eigen keuze maakten. Naderhand maakten ze een echte schets op papier. De resultaten lieten significant verschillende patronen zien van functionele samenwerking tussen gebieden in de cortex. De verschillen zijn de volgens de onderzoekers onder meer het gevolg van een beter langetermijn visueel geheugen van de kunstenaars.

## WAARNEMING EN KIJKSCHEMA'S

Kozbelt en Seeley (2007, 2008) vragen zich af waarom geoefende beeldende kunstenaars realistische tekeningen kunnen maken van voorwerpen, personen en landschappen en niet-kunstenaars niet. Klopt de bekende uitspraak dat beeldend kunstenaars beter zien of meer zien en hoe is die betere waarneming gerelateerd aan tekensvaardigheid? De onderzoekers nemen twee tegenstrijdige kunsthistorische verklaringen uit de vorige eeuw als uitgangspunt. Volgens Roger Fry ontwikkelen mensen in het dagelijks leven een soort functionele waarneming die hen in staat stelt objecten en situaties snel te herkennen en benoemen. Dit kijken vanuit praktische mentale beelden belet ons echter om echt goed te kijken. Kunstenaars ontwikkelen strategieën om weer met een onschuldige blik te zien en daarom de werkelijkheid ook beter af te beelden. Volgens Gombrich is dit onjuist. Kunstenaars gebruiken bij het tekenen geen onschuldige bottom-upwaarneming. Ze ontwikkelen een ander soort kennis, kennis die de alledaagse mentale representaties verdringen die het kijken bepalen. Het gaat om kijkschema's die gebruikt kunnen worden om waargenomen objecten, personen et cetera tweedimensionaal weer te geven in een bepaald medium. Uit handleidingen voor kunstenaars door de eeuwen heen zijn dit soort schema's af te leiden. Die schema's worden door individuele kunstenaars getoetst, verfijnd en bijgesteld door praktische oefening ermee. Dit leerproces is vaak incidenteel en kunstenaars zijn zich de kijkschema's niet altijd bewust.

Volgens Seeley en Kozbelt is er empirisch bewijs dat kunstenaars het beter doen dan niet-kunstenaars op verschillende tests voor waarneming. Ook onderzoeken naar oogbewegingen en neurowetenschappelijke onderzoeken tonen verschillen in visuele waarneming aan. De beschikbare onderzoeken steunen volgens hen meer de visie van Gombrich dan van Fry. De oorzaak van de betere visuele perceptie is ook gelegen in de motorische ervaring die kunstenaars door het tekenen opdoen. Het gaat om een interactie van waarneming en motoriek. De kijkschema's worden vertaald in motorische handelingen, het uitvoeren daarvan en bijstellen van die motorische handelingen in het tekenen of schilderen. Daardoor richt de visuele waarneming zich steeds meer op de belangrijke kenmerken van de visuele schema's voor tweedimensionale weergave. Seeley en Kozbelt onderbouwen de interactie van kijken en motorisch handelen met verschillende soorten onderzoek, onder andere neurologisch onderzoek dat laat zien dat de premotor cortex niet alleen een rol speelt bij het plannen en uitvoeren van motorische handelingen maar ook in het richten van visuele aandacht. Seeley en Kozbelt (2008) stellen op basis van hun onderzoek een model op dat ze het *'visuomotor model for artists perceptual advantages'* noemen. Ze vatten het als

volgt samen: *'As artists learn the skills necessary for drawing, they learn to categorize visual stimuli as to-be-drawn scenes and objects. In doing so, they develop two types of strategies that bias perception to stimulus features sufficient for artistic production: novel spatial schemata representing sets of stimulus features sufficient for depiction and motor plans for rendering them in a medium.'* (p. 167)

Het is hier belangrijk om vast te stellen dat het niet om een neuropsychologisch model gaat, maar om een cognitief model waarbij mede gebruik is gemaakt van resultaten van neuropsychologisch onderzoek. Ook het eerder genoemde onderzoek van Miall e.a. (2009) waarbij sprake was van een *'visuo-motor action plan'* bij het natekenen van cartoons kan als onderbouwing worden beschouwd.

### IS HET TE LEREN?

Het model geeft een nieuwe betekenis aan de titel van de oude tekenmethode: *Kijk, als je tekent zie je meer* ('t Lam, Ringelestein & van der Zouwen 1971), hoewel een betere samenvatting misschien is: *Als je tekent zie je meer wat je tekent*. De onderzoekers vinden dat nog veel onderzoek nodig is om het model verder te onderbouwen. Een belangrijke vraag die onderzocht moet worden is hoe de kenmerken van de kijkschema's zijn te karakteriseren. Evenals de eerder genoemde *motor primitives* zijn er ook *visual primitives*: simpele driedimensionale vormen waar waargenomen objecten uit zijn opgebouwd en op basis waarvan we objecten herkennen. De primaire visuele cortex omvat veel neuronen die gericht zijn op specifieke *visual primitives*. De kijkschema's richten zich waarschijnlijk op die 'niet toevallige' kenmerken van die simpele basisvormen.

Een vraag die relevant is voor de kunsteducatie is of de betere waarneming van beeldende kunstenaars aangeboren is of dat het om aangeleerd en dus te trainen gedrag gaat. De onderzoekers denken dat laatste en zien het als resultaat van veelvuldige praktische oefening. Toch blijven er ook na oefening grote verschillen in het realistisch kunnen tekenen. Verder stellen de onderzoekers dat hun model niet uniek is voor kunstenaars maar generaliseerbaar is naar andere expertgebieden waarbij de interactie van waarneming en motoriek van belang is, dus bijvoorbeeld bij sportbeoefenaars als cricketers en honkballers.

Glazek (2012) komt op basis van enkele experimenten tot heel andere conclusies dan Kozbelt en Seeley. Volgens hem houdt de betere waarneming en het beter kunnen (na)tekenen van kunstenaars ook stand bij nieuwe, onbekende objecten, waarvoor dus nog geen kijkschema's bestaan. In de experimenten ging het om het snel herkennen en natekenen van Chinese tekens. Zijn conclusie is dat kunstenaars bij

zowel bekende als onbekende stimuli beter in staat zijn mentale representaties te negeren. Dit is dus een ondersteuning van de onschuldige blik bij kunstenaars zoals Fry die verwoord heeft. Glazek liet de deelnemende kunstenaars en leken ook een persoonlijkheidstest invullen die de schizotypische persoonlijkheidsstoornis moet meten. Dit is populair gezegd een milde vorm van schizofrenie met als kenmerken dat een persoon zich sociaal isoleert en vaak onconventionele opvattingen en gedragingen heeft. Bij het schizoïde persoonlijkheidstype hoort een verminderde prefrontale activiteit in de linkerhersenhelft. Dat is volgens Glazek een indirecte aanwijzing voor het beter kunnen negeren van mentale schema's. In zijn onderzoek bleken de kunstenaars hoger te scoren op deze test. Dit duidt meer op genetische bepaaldheid van de betere waarneming dan aangeleerd gedrag, maar zover wil Glazek niet gaan. Hij bepleit meer onderzoek naar het oorzakelijk verband tussen getraind zijn in beeldende kunst en veranderingen in cognitieve en neurale functies.

## DISCUSSIE

Veel empirisch neurologisch onderzoek naar tekenen en naar het maken van kunst heeft hersenafwijkingen van de makers als uitgangspunt. Verder is er neurologisch onderzoek naar visuele waarneming en motoriek in relatie tot eenvoudige tekenopdrachten. Dit onderzoek is een manier om verschillende hersenfuncties nader te bestuderen en pas in tweede instantie gericht op de neurologische basis van kunstzinnige maakprocessen en creativiteit. De kennis van dat laatste is nog zeer beperkt en deels speculatief. Zo schrijft Solso (2003) dat zijn neurologische onderzoek naar de portrettekenaars suggereert dat de kunstenaar de wereld niet zozeer anders ziet dan de leek, maar dat hij anders denkt. En hij vervolgt: *'a nonartist or inept artist might slavishly copy a face feature by feature without attending to a deeper meaning behind a face'* (p. 153). Dit is een voorbeeld van het *'reverse inference problem'* (Poldrack 2006), waarbij niet op basis van psychologische modellen naar neurale activering wordt gekeken, maar omgekeerd dat op basis van de locatie van neurale activiteit psychologische processen worden afgeleid. De conclusie van Solso over de *'deeper meaning behind the face'* kan echter ook zonder hersenscans getrokken worden. Sterker nog, die conclusie is uitsluitend op basis van de scans moeilijk te trekken, maar wel op basis van de interpretaties van de gemaakte tekeningen.

Het experimentele onderzoek bij kunstenaars richt zich vooral op realistisch tekenen. Onderzoeken van Solso, van Kozbelt en Seeley en van Glazek, maar ook de casestudy van Nadia hebben eenzelfde thematiek: de interactie tussen visuele waarneming, cognitie (in termen van kijkschema's, visuele concepten en mentale representaties)

en grafische representatie. Voor zowel de hypothese van de letterlijke, bottom-upwaarneming van de kunstenaars als de hypothese van de top-downwaarneming op basis van gerichte kijkschema's en rijkere associaties van kunstenaars kan steun worden gevonden in het verrichte neurologische onderzoek.

Verder is het realistische tekenen niet bepaald het gebied dat in de actuele kunst doorslaggevend is. Kozbelt en Seeley (2007) zeggen zelf hierover dat ze zich weliswaar hebben beperkt tot *'representational drawing as a paradigmatic example of art making'*, maar dat hun model van interactie tussen waarneming, cognitie en motorische uitvoering, kan worden gegeneraliseerd naar andere esthetische media en stijlen. Dat geldt bijvoorbeeld voor abstracte kunst, *'because basic perceptual primitives and recognition appear to operate even in such cases, as in the Cubist paintings of Picasso or Braque'* (p. 88). Afgezien van het feit dat dit ook stromingen uit het modernistische kunstverleden zijn, is het maar de vraag of dit soort generaliseringen zo gemaakt kunnen worden. Anderzijds is realistisch leren tekenen wel de wens van de meeste kinderen vanaf zeven, acht jaar. Volgens onder meer Gardner (1980) komen kinderen na de expressieve kleuterfase in een letterlijke of realistische fase. Ze willen of moeten zich op beeldend gebied conventioneel en realistischer uitdrukken ('net echt'), maar de technische vaardigheden om dat bevredigend te doen schieten tekort. Voor velen wordt de discrepantie tussen wat ze beeldend zouden willen en waartoe ze in staat zijn te groot en ze raken teleurgesteld in het eigen beeldende kunnen. In die zin is neurologische onderzoek dat meer inzicht geeft in het realistisch leren tekenen wel relevant voor kunsteducatie.

## THEORIEVORMING NEURO-ESTHETICA

—  
Zowel Zeki als Ramachandran nemen in hun theorieën de samenhang tussen hersenfuncties en de werking van kunst als uitgangspunt en proberen zo esthetische oordelen en voorkeuren te verklaren. Volgens Zeki (2000) is de functie van kunst een uitbreiding van de functie van de hersenen, namelijk om kennis te verzamelen over de wereld. De hersenmechanismen om kennis te verkrijgen van de wereld zijn dezelfde als die waarvan de kunst gebruik maakt. De hersenen en kunst gehoorzamen beide aan twee belangrijke wetten: die van de constantheid (het zoeken naar de essentie in het steeds veranderende visuele veld) en van de abstractie.

Onze waarneming is modulair: visuele informatie wordt opgedeeld in kleur, licht/donker, beweging en ruimte et cetera. Verschillende delen van de hersenen zijn gespe-

cialiseerd in het verwerken van die kenmerken van de visuele omgeving, zoals V4 voor kleur en V5 voor beweging. De verschillende soorten informatie worden parallel, maar niet helemaal synchroon, verwerkt. Volgens Zeki hebben kunstenaars intuïtief met die modulariteit gespeeld en er wetmatigheden van ontdekt en toegepast. Zo zijn de bewegende beelden (mobiles) van de modernistische kunstenaar Alexander Calder een voorbeeld van functionele specialisatie van beweging. *'It is interesting to consider here how the mobiles of Calder stimulate the cells of Area V5.'* (Zeki 1999, p. 92) Deze speculatieve theorie over de werking van kunst gaat aanzienlijk verder dan de *brain-based theory of beauty* die Zeki en Ishizu op basis van empirisch onderzoek opstelden en waarin alleen de subjectieve ervaring van de beschouwer een rol speelt, maar kenmerken van kunstwerken of intenties van kunstenaars niet.

#### WETTEN KUNSTZINNIGE ERVARING

In 1999 verscheen in het *Journal of Consciousness Studies* het artikel *The Science of Art* van Ramachandran en Hirstein. Hierin worden acht universele wetmatigheden van kunstzinnige ervaring beschreven. Ze worden volgens de auteurs bewust of onbewust toegepast door kunstenaars en ze voldoen aan de manieren waarop de hersenen visuele informatie verwerken en de beloningscentra in de hersenen prikkelen. Zeer kort samengevat gaat om de volgende 'wetten':

1. **Het peak-shift effect.** Kunst geeft essenties van visuele verschijnselen in versterkte mate weer. Hierdoor wordt het visuele systeem in onze hersenen sterk geprikkeld en veroorzaakt een directe emotionele respons. Voorbeelden zijn karikatuurale portretten en de overdreven vrouwelijke vormen van beelden van godinnen in India. Maar ook in abstracte kunst zitten verborgen visuele prikkelingen;
2. **Groepering.** Dit is het zien van verbanden en gehelen, vergelijkbaar met Gestaltwetten;
3. **Ambigüiteit en visuele kiekeboe.** Ons brein wordt gestimuleerd door visuele puzzels en ambigue en half verborgen taferelen. Zo zou gesluierd of schaars gekleed naakt eerder kunst opleveren dan volledig naakt;
4. **Isoleren van een visuele aanwijzing (*less is more*).** Vermijden van irrelevante informatie en destilleren wat essentieel is uit de grote hoeveelheid visuele stimuli;
5. **Contrastwerking.** Het visuele systeem let op contrasten door bijvoorbeeld verschillen in helderheid en kleurovergangen;
6. **Symmetrie.** Deze werking is ook biologisch bepaald. Bij partnerkeuze wordt de voorkeur gegeven aan symmetrisch gezicht en lichaam;

**7. Voorkeur voor een algemeen gezichtspunt en afkeer van een bijzonder gezichtspunt.** Deze neurologisch bepaalde visuele wet geldt ook voor kunst, maar kan in kunst soms doorbroken worden ten gunste van een uitzonderlijk gezichtspunt;

**8. Kunst als visuele metafoer.** Het classificeren van objecten in categorieën is belangrijk om te overleven. Het zien van overeenkomsten tussen verschillende objecten en het overstijgen van oude indelingen in nieuwe is de basis voor het vormen van concepten en abstracties. Dit verfijnt de waarneming en is belonend. Een metafoer is een mentale verbinding tussen twee zaken die schijnbaar tot verschillende categorieën behoren, die ook veel in kunst wordt toegepast.

Ramachandran (2005) heeft die wetmatigheden later nog enkele malen beschreven en ze uitgebreid tot tien. Ritme/herhaling en evenwicht werden toegevoegd. Maar volgens de onderzoeker is het aantal enigszins arbitrair. Het gaat om de basisgedachte: *'Human artists through trial and error, through intuition, through genius, have discovered the figural primitives of our perceptual grammar'* (p. 176). Deze achterliggende gedachte lijkt sterk op die van Zeki. Chatterjee (2011) noemt deze gedachte van de overeenkomsten tussen eigenschappen van het brein (zoals het parallel of simultaan verwerken van verschillende soorten visuele stimuli) en van kunst parallelisme. *'Rather than follow the physical properties of the world, painters reflect the perceptual shortcuts used by our minds. Artists, in experimenting with forms of depiction, discovered what psychologists and neuroscientists are now identifying as principles of perception.'* (p. 53) Vanuit deze visie komen de auteurs echter tot verschillende toepassingen en interpretaties. Zo vindt Zeki het kubisme mislukt omdat het niet voldoet aan de wet van vormconstantheid. Picasso is blijkbaar geen goede neuroloog zegt Mclver Lopes (2002) spottend in een kritiek op Zeki. Ramachandran (2005) ziet een kubistisch gezicht van Picasso (een gezicht dat een gezicht vanuit verschillende gezichtspunten tegelijk laat zien) juist als een voorbeeld van *peak shift* die tot verhoogde esthetische aantrekkingskracht leidt. Dat ondanks de universele geldigheid van deze wet veel mensen zo'n kubistisch hoofd toch niet mooi vinden, komt volgens Ramachandran omdat een esthetische oordeel meerdere fases kent. De primaire positieve waardering kan in een latere fase worden verworpen door hersenactiviteit van hogere orde die de anatomisch incorrecte voorstelling afwijst. Hoewel Zeki en Ramachandran hun verklaringen universeel en dus op alle kunst van toepassing achten, zijn ze bij uitstek toepasbaar op de zoektocht van de modernistische beeldende kunst naar abstrahering en formalisme. Echter voor het postmodernisme en meer conceptuele kunst, dus kunst die niet formalistisch is, zijn ze veel minder toepasbaar.

Dit punt komt terug als de evolutionaire verklaringen van kunst en kunstwaardering worden besproken.

### REDUCTIONISTISCH

De publicaties van Zeki en Ramachandran hebben tot felle discussie geleid. Het artikel van Ramachandran en Hirstein kreeg meteen veel reacties (zoals in de *Art and the brain* issues van het *Journal of Consciousness Studies* 1999, 2000). Hun benadering wordt deels gedurfd, verfrissend en veelbelovend gevonden, maar nog zeer speculatief (Gregory 1999) en minder universeel dan de auteurs claimen. Er zijn bij de meeste wetten tegenvoorbeelden te bedenken van stromingen of individuele kunstwerken die er niet aan voldoen (bijvoorbeeld Mangan 1999; Martindale 1999; Gombrich 2000). Niet alle beeldende kunst is effectief door overdrijving, maar streeft juist naar zo realistisch mogelijke weergave. En in veel westerse kunst is het volledige en niet het half verborgen naakt afgebeeld.

Veel critici vinden de aanpak van Ramachandran en Zeki reductionistisch. Zo hebben beide theorieën vooral betrekking op waarnemingsprincipes waar de beeldende kunst gebruik van maakt, maar veel minder op de inhoudelijke thematiek en symboliek en de discursieve processen die de waardering van kunst mede bepalen. In het verlengde daarvan wordt het biologische aspect van kunstwaardering overschat en de culturele bepaaldheid ervan onderschat. En er wordt in de reacties van de beschouwer geen onderscheid gemaakt tussen *arousal* (activering) en een esthetisch oordeel, dat veelomvattender is dan een verhoogde staat van opwinding. Volgens Wheelwell (2000, p. 42) is de aanpak van Ramachandran zelfs een *'clear-cut example of late twentieth century sexist scientific and reductive megalomania'*.

Volgens McIver (2002) is het evident dat er noch waarneming noch beeldende kunst kan zijn zonder neurale activiteit, maar dat gegeven biedt geen enkele verklaring voor specifieke vormen van beeldende kunst, zoals Zeki beweert. Minnisale (2012) is van mening dat de neuro-esthetiek van Zeki en collega's zich beperkt tot de visuele ervaring van kunst en zich te weinig bezighoudt met de conceptuele complexiteit ervan. Hij neemt als voorbeeld een conceptueel kunstwerk van Duchamp en de meer-voudige betekenissen die het bevat en de verschillende soorten ervaring die het kan oproepen. Minnisale stelt dat een dergelijke complexiteit van een kunstwerk geen uitzondering is en dat het in tentoonstellingen en in kunsthistorische beschouwingen ook vaak gaat om relaties tussen en verwijzingen naar verschillende kunstwerken. *'Providing such a context for the perceptual data of neuroaesthetics help us to understanding the massive neural, embodied, conceptual and social integration that*



*art entails.*' (p. 47)

Een deel van de weerstand tegen de neuro-esthetiek zal te maken hebben met de zelfverzekerde toon waarmee Zeki en Ramachandran aankondigen eindelijk het geheim van de kunst te ontraadselen en wetenschappelijk te verklaren, nadat de geesteswetenschappers dat eeuwenlang tevergeefs hebben geprobeerd. Als hen reductionisme wordt verweten is hun verweer dat reductionisme het kenmerk is van alle echte wetenschap en dat, in tegenstelling tot veel filosofische en kunsthistorische benaderingen, hun theorieën empirisch toetsbaar zijn. Zeker Ramachandran (2005) relativeert in zijn latere publicaties zelf al meer. Zo stelt hij dat misschien wel negentig procent van de verscheidenheid in kunst het gevolg is van culturele factoren en tien procent kan worden verklaard door universele wetmatigheden gebaseerd op hersenfuncties.

#### SPIEGELNEURONEN EN ESTHETISCHE WAARDERING

Volgens Freedberg en Gallese (2007) is in de loop van de twintigste eeuw de rol van emoties in de kunsttheorie en de psychologische theorievorming van de esthetische beoordeling steeds verder teruggedrongen. De nadruk op kunst als visuele representatie (Gombrich 1960) en kunst als kennis (Goodman 1976) zijn daar voorbeelden van. Een uitzondering was de filosoof Merleau Ponty (2009) die in *Fenomenologie van de waarneming* het belang benadrukte van empathie en belichaamde emoties bij kunst. Recent neurologisch onderzoek naar de zogeheten spiegelneuronen geven die aspecten een empirische basis. Gallese is een van de ontdekkers van spiegelneuronen bij apen. Het zijn hersencellen die geobserveerde activiteiten van anderen spiegelen in het brein. Ze bevinden zich op de plaatsen in het brein die ook actief worden wanneer we zelf de activiteit uitvoeren. Ook mensen beschikken over spiegelneuronen voor (het zien van) fysieke zaken als beweging en pijn, evenals voor sociale emoties als aangeraakt worden. Door de spiegelcellen kunnen we ons in anderen verplaatsen en begrijpen we op een lichamelijke manier wat er in anderen omgaat. De spiegelneuronen zijn niet alleen van belang voor vormen van innerlijke imitatie van en empathische meevoelen met direct geobserveerde activiteiten van anderen, maar ook voor empathische reacties op afgebeelde activiteiten (foto's, tekeningen, schilderijen). Volgens Freeman en Gallese spelen ze daarom ook een rol bij de esthetische ervaring van beeldende kunst. Ze onderscheiden twee soorten *empathetic understanding* van kunstwerken. Ten eerste fysieke empathie met de inhoudelijke voorstelling. Het gaat dan om de lichaamshouding en de beweging van de afgebeelde persoon of personen. Maar ook de empathie met de emoties die de afgebeelde personen doormaken. Als

vrij extreem voorbeeld wordt hierbij *Desastres de la Guerra (De gruwelen van de oorlog)* gegeven, de serie etsen die Goya in het begin van de negentiende eeuw maakte naar aanleiding van de bloedige Napoleontische invasie van Spanje. Ten tweede is er het reconstrueren in onze hersenen van de zichtbare manier van het maakproces van het kunstwerk, zoals de woeste verfstreken in een De Kooning, de *drippings* van Pollock of een messnede in een doek van Fontana. Deze tweedeling doet denken aan Frijda's (1988) onderscheid in twee soorten esthetische emoties: complementerende en responderende emoties. Complementerende emoties worden opgewekt door de inhoud van het kunstwerk: door invoeling met of identificatie met de weergegeven personen of situatie. Er is sprake van emotionele betrokkenheid met de fictionele wereld van het kunstwerk. Responderende emoties daarentegen worden opgewekt door de structuur van het kunstwerk. Er ontstaat emotionele betrokkenheid bij het kunstwerk als artefact, het kunstwerk als een bedacht en uitgevoerd product. Freedberg en Gallese vatten hun theorie als volgt samen: *'Automatic empathetic responses constitute a basic level of response to images and to works of art. Underlying such responses is the process of embodied simulation that enables the direct experiential understanding of the intentional and emotional contents of images. This basic level of reaction to images becomes essential to any understanding of their effectiveness as art.'* (p. 202) In een vervolgartikel (Gallese & Freedberg 2007) stellen ze ook dat de empatische respons op kunst en het herkennen van een bepaalde teken- of schilderstijl wordt bevorderd door eigen ervaring met tekenen of schilderen. De theorie van de spiegelneuronen zou daarmee een ondersteuning vormen voor het zo vaak gepropageerde belang van samenhang van actieve en receptieve beeldende vorming, van 'scheppen en schouwen'. Empirisch onderzoek naar de werking van spiegelneuronen bij esthetische ervaringen is nog niet verricht. De schrijfster A. Byatt (2006) gebruikt wel de theorie van de spiegelneuronen om haar reactie te verklaren op het erotisch gedicht *To my mistress going to bed* van de zeventiende-eeuwse dichter John Donne. Haar neuro-esthetische verklaring wordt echter scherp aangevallen door Raymond Tallis in zijn artikel *The neuroscience delusion* (2008): *'Tickling up the mirror neurones does not explain why Donne's stanzas should have the particularly intense effect they (sometimes) do. The identification with the poet (or his mistress) and transplanting lustful caresses from the poem to one's present experience involve much more than mirror neurones operating in a way that is common to humans and monkeys.'*

## THE ARTFUL MIND

*'Many species have roughly the same elements of sensory and perceptual intelligence as we do, despite having produced nothing like what humans call art.'* (Donald 2007, p. 13).

Dat de *cognitively modern mind* van de mens zaken heeft voortgebracht als wetenschap, technologie, religie en kunst roept vragen op over het verschil tussen ons en andere levende wezens. In de bundel *The Artful Mind: Cognitive science and the riddle of human creativity* (Turner 2006) worden in die zin vragen gesteld over welke mentale operaties het maken en begrijpen van kunst mogelijk maken, hoe die mentale operaties zijn ontstaan en hoe ze functioneren. De vragen worden benaderd vanuit zowel de cognitie- en neurowetenschappen als vanuit de kunstwetenschappen (letteren, kunstgeschiedenis, muziekwetenschap). De bundel omvat onder meer bijdragen over de kunst en evolutie, kunst en emotie, kunst en de manier waarop we denken, vorm en betekenis in kunst en kunst en ambiguïteit. Omdat kunst wordt beschouwd als iets uniek menselijks wordt in verschillende bijdragen getracht voor de kunst relevante en unieke cognitieve eigenschappen en processen als uitgangspunt te nemen. Het gaat dan vaak om complexe cognitieve processen, die van een 'hogere' orde zijn dan die in gangbaar neuro-esthetisch onderzoek worden bestudeerd. Dat onderzoek beperkt zich nog vaak tot kenmerken van visuele waarneming en visuele voorkeuren. Vier voorbeelden van complexe cognitieve processen die in de *Artful Mind* worden beschreven zijn: Turners conceptuele integratie of vermenging, Deacons symbolische competenties, Lakoffs cognitieve tandrad en Donalds mimesis. De samenvattingen zijn bedoeld om de manieren van conceptualisering in de artikelen aan te geven, maar zijn zeker niet dekkend voor de gehele inhoud ervan.

## CONCEPTUELE INTEGRATIE

In *The Art of Compression* beschrijft Turner een belangrijke menselijke cognitieve capaciteit, namelijk conceptuele integratie of vermenging (*blending*). Dit is het kunnen samenbrengen van elementen uit een bepaald domein met elementen uit een ander domein. Mensen zijn ook in staat tegenstrijdige of onvergelykbare elementen samen te persen in een kader. Zo kunnen mensen voorstellingen vanuit verschillende gezichtspunten en van verschillende tijdsmomenten integreren in een beeld. Het vermengen van wat eigenlijk omwille van eenduidigheid apart gehouden moet worden, noemt Turner een soort verboden fruit. Die aantrekkelijke conceptuele vermengingen maken ons creatief en dagen ons voorstellingsvermogen uit. *Blending* gebruiken we op veel gebieden onder andere in de wetenschap. In kunst en literatuur maken

we er bij uitstek gebruik van. Dat gebeurde al met de stieren in de grotschilderingen van Lascaux, die deze beesten van vanuit verschillende perspectieven in één voorstelling laten zien. Maar het gebeurde natuurlijk ook in de moderne kunst, zoals in de beroemde kubistische vrouwenfiguren van Picasso's *Les demoiselles d'Avignon*.

Het waarom van deze menselijke mogelijkheid tot conceptuele integratie kan evolutionair verklaard worden. De door *blending* toegenomen creativiteit en mentale flexibiliteit zal hebben bijgedragen aan overleven en aanpassen. Belangrijk volgens Turner is ook het sociale aspect: anderen kunnen de conceptuele integraties begrijpen, ze gebruiken en ze veranderen.

#### SYMBOLISCHE COMMUNICATIE

In zijn bijdrage *The Aesthetic Faculty* stelt Deacon dat symbolische communicatie, het kunnen gebruiken en begrijpen van symbolen cruciaal is voor esthetische ervaringen. In tegenstelling tot directe en letterlijke manieren van communicatie is symbolische verwijzing indirect: '*mediated by reference to an intervening system of relations*'. Aan de kant van de ontvanger is de interpretatieve competentie vereist om die symbolen te begrijpen en te gebruiken. Net als Turners cognitieve integratie is symboolgebruik iets dat op allerlei gebieden wordt gebruikt zoals taal, wiskunde, religie en kunst. In de kunst worden volgens Deacon symbolen vooral gebruikt om op indirecte manier ervaringen en emoties te creëren en op te roepen. De cognitieve vaardigheid om steeds meer en andere symbolische verwijzingen en relaties te ontdekken en te transformeren is een belangrijke functie van kunst. Kunst exploreert nieuwe ervaringen: '*It is literally an exercise in expanding the space of consciousness.*' (p. 51)

#### METAFOREN

Volgens Lakoff en Johnson (1980) denken mensen veelvuldig in metaforen en zijn die metaforen vaak verankerd in onze lichamelijke ervaringen. Zo zijn veel metaforen gebaseerd op ruimtelijke ervaringen. Iemand voelt zich door een compliment groeien of door kritiek ineen schrompelen, je baas op het werk is iemand die boven je gesteld is, je junior medewerker is je ondergeschikte en je collega kan zich heel afstandelijk opstellen. Maar ook andersoortige lichamelijke ervaringen zijn verbonden met metaforen, zoals met stomheid geslagen zijn of een warme band met iemand hebben. Volgens Lakoff is dat neurologisch verklaarbaar uit wat hij noemt *the Cog hypothesis*, vrij vertaald: de neurale-tandradhypothese. Zo'n tand is een neuraal circuit dat complexe patronen berekent met betrekking tot een actie of beweging, maar ook tot een simulatie of een observatie van een bepaalde beweging. Die *cog* functioneert ook als

de verbinding met de sensomotorische activiteit zelf afwezig is. Vandaar de metafoor van tandraden, die in elkaar grijpen en verschillende andere raderen in beweging zetten. Het is dus niet alleen in primaire processen actief maar ook in secundaire, abstracte processen. *'A cog can be exploited to characterize the structure of "abstract" concepts.'* (p. 161) Bijvoorbeeld dezelfde cog is actief wanneer door je door een armbeving een lamp van een tafel gooit, wanneer je iemand ziet die een lamp van een tafel gooit, maar ook wanneer je de zin leest: De uitslag van deze verkiezing veegde de zorg voor het milieu van de politieke agenda.

Deze voorbeelden betreffen allemaal verbale metaforen, maar in *The Neuroscience of Form in Art* past Lakoff zijn theorie toe op visuele voorstellingen. De secundaire processen van de *cogs* die verbonden zijn met acties, beweging, ruimtelijkheid en dergelijke zijn ook werkzaam als we beeldende kunst bekijken. *Cogs* stellen ons in staat tot een *embodied understanding* van kunst. Bepaalde vormen, composities en beeldende schema's zijn dragers van metaforische betekenissen. Vorm is veel meer dan alleen maar vorm. *'Form has to do with us, in particular with the kind of embodied structured we impose by virtue of our bodies and brains.'* (p. 167)

Lakoff bespreekt verschillende beeldende kunstwerken om zijn visie te illustreren: van de religieuze symboliek in de compositie van Rembrandts *Christus in Emmaus* tot een abstract beeld van Henry Moore dat we interpreteren als een beschermende beweging van een moeder ten opzichte van haar kind. Er is een relatie tussen deze theorie en de eerder genoemde theorie van Gallese van de spiegelneuronen. Lakoff refereert hier wel aan, maar werkt die relatie niet verder uit.

## MIMESIS

Merlin Donald tenslotte presenteert in zijn bijdrage *Art and Cognitive Evolution* in kort bestek een omvattende theorie over ontstaan en functies van kunst. Volgens Donald is kunst gericht op het beïnvloeden van de geest (*mind*) van een publiek en kan het daarom een vorm van cognitieve machinebouw (*cognitive engineering*) worden genoemd. Kunst is constructivistisch van aard, gericht op het steeds verder verfijnen en bewerken van mentale modellen en visies op de wereld, die het gevolg zijn van *'the brain's tendency to strive for integration of perceptual and conceptual material over time'* (p. 4). Kunst is niet een individuele prestatie, maar wordt gemaakt in de context van *'distributed cognition'*. Cultuur kan worden beschouwd als een enorm cognitief netwerk waarin talloze *minds* aan elkaar zijn gekoppeld in institutionele structuren die de stroom van ideeën, kennis en herinneringen leiden. Kunst is metacognitief van aard en wordt gevoed door onze neiging tot zelfobservatie. Kunst is een

collectief voertuig voor zelfreflectie en een bron voor gedeelde identiteit. Maar de rol en betekenis van de kunst liggen niet vast. Die zijn cultureel bepaald en worden gevormd in de steeds veranderende sociaal-cognitieve netwerken. Tenslotte benadrukt Donald dat technologische ontwikkelingen in hoge mate de parameters van het denken en het creëren bepalen en daarmee de artistieke cognitie beïnvloeden: *'Technology affects the kinds of cognitive networks artists can construct, in part by setting limits on the kinds of ideas and images that can be represented and created.'* (p. 6) Volgens Donald zijn er drie opeenvolgende stadia te onderscheiden in de cognitieve en culturele evolutie van de mens: het mimetische, het mythische en het theoretische stadium. Mimesis is in de woorden van Donald *'the cognitive elaboration of embodiment of patterns in action'* (p. 15). Het omvat enkele voor de menselijke ontwikkeling cruciale capaciteiten die zijn gebaseerd op dezelfde neurale componenten. Het gaat om imiteren, gebaren en het oefenen en verbeteren van vaardigheden. Mensen zijn goed in het elkaar nadoen en vormen zo patronen van groepsgedrag, waaronder groepsgedrag voor gezamenlijke emotionele expressie. Kunst is ontstaan als bijproduct van deze mimesis en als uiting van het steeds verder verfijnen van mimesis in vormen van gecultiveerde imitatie zoals dans, pantomime, rituelen en visuele analogieën.

In het volgende stadium, het mythische stadium, ontwikkelt zich de spreektaal en daarmee het sociale product ervan: verhalen, mythes, liederen en gedichten. Later ontstaat het schrift maar pas in het theoretische stadium leiden het schrift en symbolische representaties in combinatie met opeenvolgende technologische ontwikkelingen (drukwerk/boeken en later film, platen, computers en digitale opslag) tot een enorme toename van het 'externe geheugen' van de mens en tot nieuwe vormen van communicatie en symboolgebruik. Dit beïnvloedt ook de inhoud en vorm van de kunsten. Maar de stadia van de culturele en cognitieve evolutie zijn cumulatief en ook in de instituties en uitingen van het theoretische stadium blijven mythische en mimetische elementen bestaan: *'human society cannot function without these more basic forms of representation'* (p. 9). Ook in de huidige kunsten zijn die drie vormen van de cognitieve ontwikkeling terug te vinden.

#### COMPLEXE VORMEN VAN COGNITIE

De theorieën en hypothesen van de auteurs van *The Artful Mind* proberen complexe vormen van cognitie te verbinden met kunst. De beschreven cognitieve functies van kunst voor de makers en beschouwers worden beschreven in termen van het exploreren van nieuwe ervaringen, het verfijnen en bewerken van mentale modellen en

visies op de wereld en de uitdagingen voor ons voorstellingsvermogen, onder andere vanwege ambigüiteit in de kunst en het mentaal afmaken van wat onvoltooid is. De beloningen die deze cognitieve uitdagingen en bewerkingen opleveren, vertonen overeenkomsten met eerdere theorieën over esthetische ervaringen. Zo beschreef Berlyne (1974) de relatie tussen de complexiteit van kunstwerken en hedonistische ervaringen om deze complexiteit te kunnen verwerken. In de zogeheten informatieverwerkingstheorie van kunst wordt kunstwaardering vergeleken met de positieve ervaring die het resultaat is van het oplossen van een puzzel (Maas, Verhoef & Ganzeboom 1990). Scitovsky (1992) beschrijft de voldoening van het overwinnen van de spanning die kunst kijken en het zelf maken van kunst kan oproepen en ook de meer op de cognitieve psychologie gebaseerde 'assimilatietheorieën van kunstwaardering' (Knulst 1995; Zusne 1986) hebben als kern de voldoening die ontstaat als men onbekende stimuli kan opnemen en inpassen in eerder opgebouwde kennis.

De theorieën van Turner, Donald en anderen zijn specifiek en gebaseerd op een actuelere visie op hersenen, cognitie en gedrag. Echter veel van de beschreven cognitieve concepten en processen zijn nog hypothetisch. En ten aanzien van de neurologische basis van die complexe processen erkennen auteurs als Donald en Turner dat het huidige neurowetenschappelijke onderzoek nog maar aan het begin staat.

De complexe cognitieve processen met betrekking tot kunst worden deels neurowetenschappelijk onderbouwd, maar net als bij het eerder beschreven empirische neuro-imaging onderzoek ontbreken aanwijzingen voor een specifieke neurale basis van artistieke cognitieve processen. Kunst is altijd symbolisch van aard, maar symboolgebruik, cognitieve integratie en mimesis hebben ook hun werking in andere domeinen zoals wetenschap en religie. En er bestaat aldus Deacon (2006, p. 32) in de hersenen geen 'symbolische module', die anatomisch kan worden geïdentificeerd.

## DE EVOLUTIONAIRE VISIE OP KUNST

—  
'... engagement with the arts is an integral and necessary adaptive part of a common human nature' (Dissanayake 2008, p. 241).

'equip yourself with a few basic concepts- natural selection, inclusive fitness, mating choice- and you, too, can explain the mysteries of human existence' (Deresiewicz 2009).

## DE COGNITIEVE SPRONG VOORWAARTS

Onderzoek naar de diverse functies van de hersenen leidt vaak naar vragen over

de evolutionaire achtergrond ervan. Hoe heeft het menselijk brein zich ontwikkeld? Kunnen cognitieve functies als zelfbewustzijn, symboolgebruik, taal en geheugen in verband worden gebracht met de, in vergelijking met lagere zoogdieren, sterker ontwikkelde frontale hersenen en de grotere omvang en de sterkere lateralisatie van de menselijke hersenen? Wat is de rol van natuurlijke selectie daarbij? En hoe kan het dat terwijl het brein al zo'n 200.000 jaar geleden zijn huidige omvang bereikt, het tot ongeveer 50.000 jaar geleden duurde voor een grote cognitieve sprong voorwaarts werd gemaakt? In publicaties over die cognitieve revolutie of creatieve explosie is men niet kinderachtig met de marges van de tijdsaanduiding ervan. Solso (2003) heeft het over 60.000 jaar geleden, Klein en Edgar (2002) over 50.000 jaar geleden, Mithen (1996) en Ramachandran (2007) over 40.000 jaar, Carroll (1995) over 30.000 jaar en Pfeiffer (1982) over 20.000 jaar. Die tijdsaanduiding wordt vaak gebruikt om het begin van *the modern mind* aan te geven, die onder meer blijkt uit het gebruik van instrumenten en wapens, uit grafvondsten en religieuze voorwerpen. Die cognitieve *big bang* is het gevolg van een onbekende genetische verandering in de hersenen (Ramachandran 2007), misschien mede veroorzaakt door veranderende voedingspatronen. Volgens Mithen (1996) komt de verandering doordat afzonderlijke modules in de menselijke hersenen die functioneel waren voor verschillende capaciteiten voor elkaar toegankelijk werden. Hierdoor ontstond een *cognitive fluidity* die de basis vormt voor alle menselijke inventiviteit en culturele verworvenheden, zoals wetenschap en kunst. Dit is enigszins vergelijkbaar met het eerder besproken concept van conceptuele integratie van Turner.

In de psychologie is een subdiscipline evolutionaire psychologie ontstaan die zich met dit soort vragen bezighoudt en het huidige menselijk gedrag tracht te verklaren uit het evolutionaire perspectief van natuurlijke selectie. Kunst wordt beschouwd als een uniek voortbrengsel van menselijke cognitie. Er zijn al sporen van versiering en kunst van tienduizenden jaren terug zoals in gekraste botten (zoals gevonden in de Blombosgrot en gedateerd op 70.000 jaar geleden), beeldjes (zoals de Venusbeeldje van Willendorf of het Vogelherd paard van circa 30.000 jaar voor Christus) en grot-schilderingen (zoals van Lascaux van circa 15.000 jaar voor Christus). Het maken van symbolische representaties kan op basis hiervan worden beschouwd als een oeroude en universele menselijke eigenschap. Verschillende auteurs hebben gebruikmakend van antropologie en archeologie en recentelijk van de cognitieve psychologie en de neuropsychologie geprobeerd de evolutionaire oorsprong en functies van kunst te beschrijven. Solso (2003, p. 25) schrijft: *'Modern evolutionary psychology along with cognitive neuroscience provides an ideal paradigm for integrating the many ingre-*



*dients that constitute the evolution of art, consciousness and brain development.'*

Voorbeelden van onderzoekers op het gebied van evolutie en (beeldende) kunst zijn de antropologe Dissanayake (*Homo Aestheticus*), de filosoof Dutton (*The Art Instinct*), de archeoloog Mithen (*The Prehistory of the Mind*), de neurowetenschapper Ramachandran (*The Artful Brain*) en de cognitieve wetenschappers Donald (*Art and Cognitive Evolution*) en Solso (*The Psychology of Art and the Evolution of the Conscious Brain*).

### KUNST ALS BIJPRODUCT VAN EVOLUTIE

Er zijn, afgezien van de opvatting dat kunst een cultureel bepaald verschijnsel is, twee opvattingen mogelijk over de evolutionaire basis van kunst: dat het een toevallig bijproduct is van onze evolutionaire ontwikkeling ofwel dat kunst in die ontwikkeling een rechtstreekse biologische functie heeft. De eerste opvatting wordt bijvoorbeeld verkondigd door Solso (2003). Hij stelt dat het doel van de ontwikkeling van onze hersenen was om beter te voldoen aan de biologische noodzaak van aanpassing en reproductie. Het doel was niet om in een museum naar schilderijen te kijken. Maar kunst is het onverwachte resultaat van *'this remarkable evolutionary tale'* (p. 66). Of in een andere passage: *'Art began with a sensory-cognitive system whose function was to survive, and creative exploration was an essential ingredient for that quest. Art, and every other human invention, were by-products of this simple necessity.'* (p. 256).

Een spraakmakender vertegenwoordiger van de opvatting dat kunst geen functie heeft in de biologische aanpassing van de mens is Steven Pinker (1999). Hij beschouwt de menselijke geest als een neurale computer die door natuurlijke selectie is uitgerust met procedures en bewerkingsregels over informatie over planten, dieren, objecten en personen. De menselijke geest is gericht op overleving in zijn omgeving door verkrijgen van noodzakelijk voedsel, veiligheid, voortplanting, ouderschap, vriendschap, status en kennis. Die nuttige gereedschapskist kan echter ook worden gebruikt *'to assemble Sunday afternoon projects of dubious biological value'* (p. 524). En als enkele van die dubieuze voorbeelden noemt Pinker de geneugten van cherry cheese cake, pornografie en kunst. Kunst is een soort *'pleasure technology'*, een kunstmatige dosis stimuli die ons sensaties en emotioneel prettige beloningen kunnen geven. En dat niet in het echte leven, maar voor onze verre voorouders in de beschutting van een comfortabele grot, en tegenwoordig in de museumzaal of de theaterstoel.

## DARWINISTISCHE VISIE

Er zijn ook auteurs die van mening zijn dat kunst maken en beleven wel een wezenlijke biologische functie heeft in de menselijke geschiedenis van overleven en aanpassing. Zo verdedigen Dissanayake en Dutton een Darwinistisch perspectief op kunst als tegenwicht tegen relativistische benaderingen. Volgens Dissanayake (2008) is *'engagement with the arts an integral and necessary adaptive part of common human nature'* (p. 241). Belangrijke indicaties hiervoor zijn de universaliteit van kunstuitingen (ze bestaan vanaf het verre verleden en in alle culturen), dat het zich kunstzinnig uiten aangeboren is (althans de rudimenten ervan zoals ritmische beweging, zang en het maken van tekens zijn al zichtbaar in het gedrag van heel jonge kinderen), dat kunst een intrinsieke bron is van plezier en bevrediging en dat er (net als bij andere levensbelangrijke zaken) veel tijd en moeite in wordt geïnvesteerd. De darwinistische visie vereist een functionele verklaring van kunst en in de literatuur worden verschillende soorten evolutionaire functies genoemd, zoals verbetering van het cognitief functioneren, seksueel vertoon en het verbeteren van sociaal gedrag en samenwerking.

## VERBETERING VAN COGNITIEF FUNCTIONEREN

Het argument van de cognitieve functie is veelal verbonden met neuropsychologisch onderzoek. Voorbeelden zijn de neuropsychologische verklaringen van esthetische waarneming in relatie tot hersenfuncties. De eerder beschreven wetmatigheden van Ramachandran (1999) hebben volgens hem een evolutionaire basis. Om te overleven is het van belang om essenties van onze omgeving snel te kunnen waarnemen en te classificeren. Kunst is daar een uiting van. Ook Solso (2003) is van mening dat esthetische waarneming zijn oorsprong vindt in het trainen en verbeteren van de waarneming: *'I suggest that the very basis of aesthetic judgments ... are the parts of the brains that evolved for the purpose of directing our actions in ways that lead to salubrious states, such as good food and sex, while avoiding those actions that are less rewarding.'* (p. 255). Deze redenering komt ook terug in de zogenoemde savannehypothese. Onderzoek naar landschapsvoorkeuren (onder andere Kaplan 1992) zou hebben uitgewezen dat mensen de voorkeur geven aan een savanneachtige omgeving. Een verklaring hiervoor is dat die omgeving overeenkomt met het landschap dat onze voorouders, de jager-verzamelaarsvolkeren in Oost Afrika, voorzag van voedsel, water, veiligheid en plaatsen die bescherming kunnen bieden tegen slecht weer. De kunstenaars Komar en Melamid lieten in het kunstproject *The People's Choice* door steekproeven geselecteerde mensen uit verschillende landen hun ideale schilderij

samenstellen. Ze konden voorkeuren uitspreken voor onder meer formaat, kleur en voorstelling. In alle onderzochte landen was blauw de favoriete kleur. De meeste landen gaven de voorkeur aan een realistisch schilderij, met een landschap dat men savanneachtig zou kunnen noemen. Dutton ziet hierin een bewijs voor de savannehypothese: 'de fundamentele aantrekkingskracht van een bepaald soort landschap is geen sociale constructie, maar bestaat in de menselijke natuur als erfenis uit het Pleistoceen de 1.6 miljoen jaar waarin de moderne mens is geëvolueerd'. De sociale constructie slaat op de verklaring zoals van Danto (1997), die denkt dat die voorkeuren beter worden verklaard uit het feit dat dit het ideale landschap is dat op kalenders en reclamemateriaal in allerlei landen wordt verspreid. *'The most wanted painting, speaking transnationally, is nineteenth-century landscape, the kind of painting whose degenerate descendants embellish calendars from Kalamazoo to Kenya.'* (p. 213).

In het project The People's Choice vormde Nederland een uitzondering, want een kleine meerderheid koos voor een abstract schilderij met groene en blauwe vormen. Misschien dat evolutionair psychologen de eeuwen van inpolderingen als verklaring wenselijk aan te voeren. Die verklaring mag de lezer lachwekkend voorkomen maar dat is wel de redeneertrant van professor John Onians. Hij bedacht de naam *neuroarthistory* voor zijn benadering (o.a. Onians 2008), waarin hij omgevingsfactoren en neurologische factoren (vooral hersenplasticiteit en spiegelneuronen) gebruikt als verklaringen voor stijlen en onderwerpen van kunststromingen. De grote aandacht voor mannenlichamen in de klassieke Griekse beeldhouwkunst wordt verklaard door de vele stadstaten die elkaar bevochten en het afhankelijk zijn van de eigen soldaten om deze strijd te voeren. Het trainen van de eigen mannen was een belangrijk, door iedereen bekeken schouwspel. *'The inevitable neurological consequence was that frequent exposure to the sight of the young male body, associated with intense attention to the particular physical attributes which made the body effective in war, would have meant that their neural networks dealing with the human body would have been richer and more complex than those of any community earlier.'* (p. 277) De monochrome doeken van het Amerikaanse abstract expressionisme worden verklaard uit de ervaringen van de makers in hun jeugd met de beelden van de Dustbowl: de enorme lege vlaktes door droogte en misoogsten uit de jaren dertig. *'Making more sense of art'* is het devies van Onians' *neuroarthistory*, nonsens is meer van toepassing.

Een andere evolutionair bepaalde cognitieve functie van kunst is de simulatie van de werkelijkheid. Ramachandran (2005, p. 184) spreekt over het ontstaan van kunst in termen van *'virtual reality simulation'*. Door je bepaalde dingen voor te stellen (zoals

het jagen op een bizon) kun je mogelijke scenario's van zo'n jacht oefenen. Maar het is krachtiger (ook voor mogelijke instructie aan kinderen) om die interne voorstellingen te externaliseren en er zichtbare voorstellingen in spel of grafische representaties van te maken. Ook Boyd (2009) spreekt over kunst als cognitief spel. Cognitief spel (het doen alsof, het oefenen van werkelijke situaties) vergroot onze ervaringen, traint inlevingsvermogen en voorstellingsvermogen. Dit verklaart onze aandacht voor fictie en verhalen. Boyd is een vertegenwoordiger van het literair darwinisme en de evolutionaire literaire kritiek die literaire teksten analyseren als manifestaties van de universele menselijke natuur, als uitingen van gemeenschappelijke behoeftes als seks, status en overleven.

#### STRIJDPERK VAN DE SEKSEN

Een tweede biologische functie van kunst is seksueel vertoon. Kunst maken en tonen bevordert de seksuele aantrekkelijkheid door begerenswaardige fysieke en intellectuele kenmerken te tonen. Miller (2001) beschrijft hoe deze visie zowel de productie als consumptie van kunst betreft in een artikel met de veelzeggende titel: *Aesthetic fitness: How sexual selection shaped artistic virtuosity as a fitness indicator and aesthetic preference as mate choice criteria*. Dutton (2009) werkt deze visie verder uit in zijn boek *The Art Instinct*. Hij beschrijft verschillende voorbeelden uit de dierenwereld van vormen van verspilling in dienst van seksuele selectie, zoals de pauwenstaart, het eindeloze gezang van de spotvogel, de decoraties in de behuizing van de priefvogel en het intense rood van de stekelbaars. Hierbij laat een dier aan een partner zijn genetische gezondheid zien door middel van vormen van verkwisting, die een minder fit dier zich niet kan veroorloven. Ook veel kunst kan men als een vorm van kostbare verspilling zien: het gebruik van dure en zeldzame materialen, de grote tijdsinvestering om kunst te maken, de versiering en gebrek aan directe bruikbaarheid. 'Seksuele selectie verklaart de wil van mensen om elkaar te betoveren en te interesseren (p. 212) en kunst kan daarin een belangrijke rol spelen. Geen wonder dat nog zoveel liederen, boeken, films en dansen over de liefde gaan.' Overigens wil Dutton het universele kunstinstinct niet reduceren tot een genetisch bepaalde impuls.

#### KUNST ALS BINDMIDDEL

Een derde functie, die vooral door Dissanayake is uitgewerkt, is de sociale functie van kunst ten dienst van overleving en aanpassing. Kunst bevordert samenwerking, saamhorigheidsgevoel, cohesie en continuïteit. Dissanayake (2008) heeft het echter liever niet over kunst (*'that troublesome word'*, p. 252), maar over een bepaald gedrag,

namelijk wat zij noemt *'making special'*. Mensen vieren en bewegen, zingen en dansen, vertellen, verhalen, versieren en bewerken. Het gaat om sociaal gedeelde manifestaties van emoties, ervaringen en ideeën die individuen helpen om te gaan met onzekerheid, verandering en gevaar. Ze zijn sensorisch en emotioneel bevredigend en versterken wederzijds vertrouwen en gemeenschappelijke identiteit en dragen zo bij aan ons overleven. Dit *making special* is al belangrijk in de preverbale geschiedenis van de mensheid, maar manifesteert zich ook in de individuele ontwikkeling van een baby in relatie tot de moeder. Het maken en beleven van kunst is dus niets iets van of voor speciale personen of groepen, maar het is basaal, aangeboren en natuurlijk en daarmee van alle mensen

### CULTUURPESSIMISME

Wat de evolutionairen bindt is de visie dat kunst niet een volledig of grotendeels cultureel bepaald verschijnsel is, maar dat het universele functies en gemeenschappelijke biologische kenmerken heeft die zijn te verklaren uit de evolutie van de mens. Ze verwijzen vaak naar neuropsychologische gegevens over hersenontwikkeling, zonder dat de theorieën zelf *brain-based* zijn in de zin dat ze verklaringen op neurale niveau bieden. Ze zetten zich af tegen sociologische en antropologische visies die kunst beschouwen als iets dat is bepaald door tijd en culturele context en daarmee tegen een procedurele visie op kunst (Davies 1991). Die stelt dat iets kunst is als het is gemaakt en beoordeeld volgens bepaalde maatschappelijke regels en procedures. In de procedurele visie is het kunstbegrip een sociale afspraak: bepaalde groepen en instituties bepalen wat kunst is. Zo bestrijdt Dutton antropologen als Hart die beweren dat veel culturen niet ons westers concept van kunst hanteren en stelt: *'all cultures have some form of art in perfectly intelligible Western senses of the term'*. Hart beschrijft hindoevrouwen die schilderijen maken voor een huwelijksceremonie. Die collectieve daad staat haaks op de westerse kunstenaar die produceert voor de kunstmarkt individueel, zelf reflectief, afgescheiden van dagelijks leven. Dat is een verkeerde vergelijking zegt Dutton, die hindoevrouwen zou je moeten vergelijken met westerse tradities van geborduurde trouwjurken, wandkleden et cetera. Maar Dutton verklaart niet dat die hindoe-cultuur inderdaad geen concept van kunst is dat vergelijkbaar is met het hedendaagse westerse concept van de autonome kunst en de autonome kunstenaar.

Bovendien blijken de evolutionairen vaak negatief te staan tegenover actuele stromingen in de kunst, die om het zo te zeggen, hun evolutionaire plichten verzaken. Of zoals Dutton (2009) het verwoordt: 'Veel recente kunst is door een neiging te

shockeren of te verbijsteren op een dwaalspoor beland. Een darwiniaanse esthetica kan schoonheid, vaardigheid en genot hun plaats als hoge esthetische waarden teruggeven' (p.22). Eenzelfde cultuurpessimisme klinkt door bij Dissanayake (1995): *'Postmodern life requires us to ignore or devalue the naturally aesthetic part of our nature. The cynicism, vulgarity, and self regard of much contemporary art may indeed reflect a morally corrupt and bankrupt society.'* (p. xix preface) Volgens Deresiewicz (2009) zoekt het darwinisme in de literatuur alleen bevestiging. Schrijvers van wie de boeken niet meedoen aan het programma van partnerkeuze en statuscompetitie worden genegeerd. Een andere optie is om de kunst die niet past in de evolutionaire visie (zoals conceptuele kunst of *ready mades*), gewoon geen kunst te noemen, zoals Ramachandran deed in het VPRO programma *Noorderlicht* van 4 april 2000.

Wat de darwinistische auteurs scheidt, is dat er zeer verschillende evolutionaire verklaringen en verhalen over aanpassing en overleving in relatie tot kunst mogelijk zijn. De auteurs zijn het hierover onderling dan ook hartgrondig oneens. Zo wijst Dissanayake de verklaring van Dutton over kunst als verspilling in dienst van seksuele selectie af. Kenmerken als kostbaar, virtuoos en tijdrovend zijn op zich geen onderscheidende kenmerken van kunst en kunnen ook buiten de kunsten voorkomen. En bij kunst in premoderne maatschappijen vormen het individuele, afwijkende en opvallende niet de norm, maar veel meer de gedeelde representaties en de gemeenschappelijke beleving.

Dutton op zijn beurt ziet weinig in de evolutionaire functie van cohesie en groepselectie van kunst die Dissanayake aanhangt. Het gemeenschappelijk scheppen van iets moois leidt zeker niet altijd tot sociale verbondenheid, maar vaak ook tot onderlinge concurrentie. Esthetische ervaringen kunnen strikt individueel zijn, zonder dat er sprake is van een gevoel van grotere gemeenschap. En de overtuiging van Dutton over de functie van seksuele selectie (met alle individuele competitie van dien) ondermijnt het idee dat gemeenschapszin bij de kunsten een evolutionaire functie zou hebben.

#### KRITIEK OP KUNST ALS UNIVERSEEL EN AANGEBOREN

De onderlinge onenigheid van de aanhangers van de evolutionaire visie op menselijk gedrag wordt door tegenstanders gezien als bewijs van de willekeur van dit soort verklaringen. Of in de woorden van Gould en Lewontin (1979, p. 578): *'The range of adaptive stories is as wide as our minds are fertile.'* Over de verschillende evolutionaire verklaringen van kunst en literatuur zegt Deresiewicz (2009) dat hieruit een verklaring kiezen hetzelfde is als kiezen met welke denkbeeldige partner je het bed zou willen delen. De evolutionaire verklaringen zijn speculatief en onbewijsbaar. We

weten niet precies hoe de levenswijze van de jacht- en verzamelvolkeren was, noch hoe het landschap er in het Pleistoceen uit zag, noch welke verhalen men elkaar vertelde. We moeten het doen met aannames.

En evolutionaire verklaringen zeggen niets over verschillen in kunst tussen culturen en geven geen inzicht in waarom we de ene kunstuiting beter vinden dan de andere. Het gaat niet om positivistische algemeenheden: het is niet de zwakte van literatuurwetenschap en kunstkritiek om na te gaan wat een bepaald boek of kunstwerk uniek maakt en welke verschillende interpretaties het oproept, maar juist de essentie ervan. Gardner (2011) komt tot dezelfde conclusie in zijn bespreking van biologische verklaringen van kunstoordelen: *'While biologically based explanations may give us insight in how we recognize certain gross stylistic differences, they fail utterly to elucidate judgments - including judgments of beauty - about particular works.'* (p. 47)

Davies (2005) heeft een uitgebreide en systematische kritiek geschreven op de evolutionaire visie van Dissanayake op kunst. Een van zijn kritiekpunten is eveneens dat haar theorie geen uitsluitsel geeft over verschillen in esthetische waarde van kunstwerken. Ze is niet geïnteresseerd in inhoud en vorm, maar in de functies die het vervult. Die focus op biologische drijfveren is te beperkt om kunstwerken te kunnen waarderen en beoordelen. Een tweede kritiek is dat Dissanayake het kunstbegrip zodanig oprekt, dat het niet gaat over kunst zoals die in onze maatschappij wordt begrepen, maar over een veel breder scala aan activiteiten en instituties, zoals spel, religie, feesten, rituelen, volkscultuur en ambachten. *'To account for art's distinctive nature and cultural contribution, what is needed I suspect is a story about cultural histories and lineages...'* (p. 304).

Een vergelijkbaar kritiekpunt is dat om aan te tonen dat alle vormen van making special rechtstreeks bijdragen aan menselijke aanpassing en reproductie ze naar gemeenschappelijke noemers ervan moet zoeken. En die blijken zeer algemeen, zoals behoefte aan orde en classificatie, imitatie en ritualisering, conceptualisering en symboliek, zelfbewustzijn en gemeenschapszin, gebruik van taal en gereedschap. Maar die gelden voor zoveel complexe menselijke gedragingen en verklaren niet wat kunst van die andere uitingen onderscheidt.

Het is inderdaad opvallend dat de redenering die Wade (2010) in zijn boek *Het geloofsinstinct* hanteert ten aanzien van de evolutionaire functie van religie, sterk overeenkomt met de visie van Dissanayake over kunst. Wade beschouwt religieus gedrag als een manier om gedeelde waarden en emoties aan te geven. Het bevordert het samenleven en daarmee het overleven van mensen en is in de menselijke ontwikkeling tot een aangeboren instinct geworden. Wade beschrijft hoe in het voorou-

dergeloof van de jager-verzamelaars de mensen hun gemeenschap samenbrachten en versterkten in emotioneel meeslepende dans, muziek en chanting: het ritmisch spreken of het zingen van woorden of geluiden.

#### CONCLUSIES EN DISCUSSIE

Levert een neurowetenschappelijke benadering van kunst nieuwe inzichten in de productie en consumptie van kunst en biedt het daarmee ook aanknopingspunten voor de kunsteducatie? Sommige onderzoekers zijn over dat eerste positief, zoals de eerder genoemde Semir Zeki, die het al heeft over een breingebaseerde theorie van de esthetische ervaring. Maar ook Dick Swaab, auteur van de bestseller *Wij zijn ons brein*, zegt in een interview in NRC van 5 november 2011: *'Of neem de neuro-esthetiek. Die is er al heel ver in om op neurale gronden te verklaren waarom we iets mooi vinden. Schilderijen van Rembrandt. Muziek van Chopin.'* Maar daar staan onderzoekers tegenover die geen biologische verklaringen van kunst en kunstbeleving verwachten. Howard Gardner (een van de initiatiefnemers van het onderzoeksprogramma Mind, Brain and Education) schrijft: *'I am firmly convinced that we will learn little of consequence about the realm of beauty - be it natural or manmade - by further probing the genes, the brain images, or the neurotransmitters of Homo Sapiens.'* (Gardner 2011, p. 44) En nog krachtiger is Raymond Tallis (2008) in zijn afwijzing van neurologische verklaringen van de leeservaring van gedichten: *'Neuroaesthetics is wrong about the present state of neuroscience: we are not yet able to explain human consciousness, even less articulate self-consciousness as expressed in the reading and writing of poetry. It is wrong about our experience of literature. And it is wrong about humanity.'*

#### KRITIEK OP BESTAAND ONDERZOEK

Een belangrijk punt van kritiek is dat de beschreven neuro-imaging onderzoeken naar waardering van kunst vooral beschrijvingen van esthetische voorkeuren opleveren die zich op een ander, namelijk biologisch, niveau bevinden dan de bekende psychologische gedragsonderzoeken die gebruikmaken van vragenlijsten en waarbij proefpersonen voorkeuren of oordelen moeten aangeven. Een ander niveau van beschrijving levert nog geen nieuwe verklaringen en de neuro-esthetica leveren in dit opzicht nog weinig winst op ten opzichte van de bestaande empirische esthetica.

Een tweede kritiekpunt is dat veel neuro-esthetisch onderzoek een beperkt en achterhaald kunstbegrip hanteert. Dit betreft zowel onderzoek naar receptie als naar productie van kunst. Kunstbeleving wordt gereduceerd tot voorkeuren en afkeuren van grove categorieën beeldende producten op basis van formele kenmerken. Er is nog



geen plaats voor wat kenmerkend is voor de actuele (westerse) kunstbeleving: individuele en gedeelde betekenisverlening, complexe en soms tegenstrijdige esthetische ervaringen en vergelijkingen, interpretaties en oordelen tussen en in genres en in het werk van een kunstenaar. Die kritiek is overigens ook van toepassing op veel gangbaar psychologisch onderzoek in de empirische esthetiek.

Het experimentele onderzoek naar maakprocessen beperkt zich hoofdzakelijk tot tekenen van eenvoudige figuren en in het algemeen tot realistisch weergave van het waargenomene. Ook in dit onderzoek is voor complexere en actuele visies op het maken van kunst nog weinig plaats.

Is de operationalisering van kunst en kunstbeleving in de neuro-esthetiek erg smal, in de evolutionaire benadering is de opvatting van kunst juist heel breed. Er wordt daarin vaak geen onderscheid gemaakt tussen het specifieke en onderscheidende karakter van kunst enerzijds en spel, religie, feesten en rituelen anderzijds. Dat specifieke karakter van kunstproductie en kunstconsumptie is grotendeels cultureel bepaald. Het westerse concept van de autonome kunst is in de achttiende eeuw ontstaan en het autonomineringsproces heeft enkele eeuwen geduurd. Parallel aan de 'uitvinding van de kunst' (Shiner 2001) verliep het ontstaan van instituties als het museum, het concert, de theatervoorstelling, de literaire kritiek et cetera. Deze instituties geven een breuk aan tussen kunst en het leven (kunst in dienst van religie, vieringen en gebruiken). En deze instituties vereisen een bepaald gedrag en bepaalde kennis van het publiek. Dat autonome kunstbegrip en de bijbehorende instituties zijn mede bepalend voor de kunsteducatie in het westerse onderwijs.

Er zijn aanzetten tot theorievorming die wel een complexer en actueler begrip van kunst en kunstbeleving hanteren, zoals auteurs in *The Artful Mind*. Veel van hen wijzen erop dat de neurowetenschap ten aanzien van het meten van complexe cognitieve activiteiten zoals creativiteit nog in de kinderschoenen staat. Ze wijzen daarnaast op het belang van de culturele bepaaldheid van kunst, wat betekent dat neurowetenschappelijke verklaringen alleen nooit toereikend zullen zijn. Beide punten worden verwoord door Donald (2006) nadat hij een eigen complexe esthetische ervaring en betekenisverlening van een bepaald kunstwerk beschrijft: *'Neither brain imaging technology nor neurobiology has solved the problem of how to measure, let alone model, the abstract chains of meanings or the specific states of awareness they induce.'* (p. 11) De technologie daarvoor komt er misschien in de toekomst, maar ook dat zal volgens hem onvoldoende zijn: *'A more serious long-term limitation of any strict neuroscientific solution lies in the fact that the common component processes of*

*experience in the nervous system are not the only drivers behind the experience of art. It may be argued that the most important drivers are largely cultural.'* (p. 11)

#### TOEKOMSTIG ONDERZOEK

Wat kunnen onderzoekers doen die geïnteresseerd zijn in de kunsten in relatie tot de neurowetenschappen, maar die sceptisch zijn over de claims en de tot nu toe behaalde resultaten van neuro-esthetisch onderzoek, zo vraagt James Croft (2011) zich af. Ideaal gezien zou neuro-esthetica zich moeten bewegen op het snijvlak van neuro-wetenschappen, cognitieve wetenschappen, psychologie, filosofie en kunstwetenschappen. Ook andere auteurs bepleiten zo'n aanpak: *'There is no doubt in my mind that the future of neuroaesthetics lies in interdisciplinary dialogue. If we want to make headway in our understanding of the biological bases of our capacity to appreciate and produce aesthetic and artistic objects, then neuroscientists and psychologists will need to work in close collaboration with anthropologists, art historians, archaeologists and evolutionary scientists.'* (Marcos 2012)

Volgens Croft betekent dergelijk interdisciplinair onderzoek dat wordt voldaan aan de eisen en standaarden van alle betrokken disciplines en dat het gaat om een gelijkwaardige menging van verschillende discipline benaderingen. Het hanteren van een uitgekleed kunstbegrip in veel neuro-imaging onderzoek naar esthetische voorkeuren voldoet daar niet aan, want zo'n kunstbegrip wordt in de kunstwetenschappen niet serieus genomen. Interdisciplinair onderzoek zou moeten leiden tot inzichten die iets toevoegen aan wat op de afzonderlijke niveaus van de disciplines kan of al is verkregen. Croft pleit in dat verband voor duidelijke keuzes op basis van de gekozen vraagstelling. Soms kunnen vragen net zo goed op één niveau (óf biologisch, óf gedragsmatig óf geesteswetenschappelijk) worden onderzocht. Soms moeten om verder te komen interdisciplinaire onderzoeksvragen of onderzoeksgebieden worden geformuleerd, die dan ook een gelijkwaardige aanpak noodzakelijk maken. Hij noemt dit *'problem focused pluralism'* in de neuro-esthetica. Daarbij moeten dan wel overbruggingen tussen de disciplines mogelijk zijn. Croft verwijst hier naar het bekende voorbeeld van Bruer (1997) die pleitte voor cognitieve modellen als brug tussen neurowetenschappelijk onderzoek en onderwijskunde.

Een andere richting tenslotte wordt bepleit door Akdag Salah en Salah (2008). Ze beschrijven eveneens de grote kloof tussen de concepten en thema's van de kunst-historische wetenschap en de neurowetenschap. De neuro-esthetiek negeert de culturele en sociale dimensies van kunst die voor kunsthistorici zeer relevant zijn en bij geesteswetenschappers bestaan veel niet-terechte vooroordelen en onwetendheid

over de neurowetenschappen. De auteurs zien wat zij *'techno science art'* noemen als een mogelijk gemeenschappelijk interessegebied. Het gaat om kunst die gebruik maakt van wetenschappelijke ontwikkelingen in bijvoorbeeld informatietechnologie, robotica en biochemie. Dit soort kunst vraagt om een interdisciplinaire terminologie en zou als katalysator kunnen dienen voor interdisciplinair onderzoek.

#### EN DE KUNSTEDUCATIE?

Het neurologische onderzoek op het gebied van de beeldende kunst is fundamenteel van aard en is niet gericht op toepassing in bijvoorbeeld de kunsteducatie. Directe toepassingsvragen met betrekking tot leren en onderwijs in de kunsten vereisen interdisciplinair neuro-esthetisch onderzoek zoals beschreven door Croft, maar dan met toevoeging van een onderwijswetenschappelijke, sociaalwetenschappelijke benadering. Omdat interdisciplinariteit in zowel de educatieve neurowetenschappen als in de neuro-esthetica nog problematisch is, is het niet te verwachten dat er op korte termijn direct toepasbaar neurologisch onderzoek naar leren en onderwijzen in de beeldende kunst beschikbaar komt. De kunsteducatie zal daarom op indirecte manier zijn voordeel moeten doen met de ontwikkelingen in de educatieve neurowetenschappen en in de neuro-esthetica.

Het voor de kunsteducatie relevantste neuro-esthetische onderzoek gaat uit van theoretische visies of modellen die al meerdere niveaus van wetenschappelijke disciplines omvatten, zoals de theorie van Donald (2006). Hij beschouwt kunst als een vorm van zelf-reflectie en van *cognitive engineering*. De aandacht die hij vraagt voor individuo-verstijgende cognitieve netwerken, de rol van de culturele context en van technologische ontwikkelingen biedt aanknopingspunten voor een interdisciplinaire onderzoeks-aanpak vanuit neuro- en cognitiewetenschappen en sociale en kunstwetenschappen. Ook voor de kunsteducatie lijkt de pluralistische benadering van Donald bruikbaar. Zo speelt zijn theorie een rol in het onderzoeksproject *Cultuur in de Spiegel* (Van Heusden 2010) dat cultureel zelfbewustzijn als centraal concept in cultuuronderwijs hanteert. Het model van Kozbelt en Seeley (2007) combineert de kunsthistorische visie van Gombrich op de waarneming en de beeldende representaties van kunstenaars met neurologisch onderzoek naar de interactie van waarneming, cognitieve schema's en motorische activiteiten. Dat model kan, evenals de esthetische theorie van spiegelneuronen (Freedberg & Gallese 2007), bijdragen aan de wetenschappelijke onderbouwing van de gewenste samenhang tussen productieve en receptieve kunsteducatie. Ook kan het model een kader bieden voor onderzoek naar realistisch leren tekenen.

*Folkert Haanstra*

## LITERATUUR

- Akdag Salah, A.A. & Salah, A.A.** (2008). Technoscience art: a bridge between neuroaesthetics and art history? *Review of General Psychology*, 12(2), 147-158.
- Berlyne, D.E.** (Ed.) (1974). *Studies in the New Experimental Aesthetics: steps toward an objective psychology of aesthetic appreciation*. Washington, DC: Hemisphere Publishers.
- Bhattacharya, J. & Petsche, H.** (2005). Drawing on minds canvas: Differences in cortical integration patterns between artists and non-artists. *Human Brain Mapping*, 26(1), 1-14.
- Boyd, B.** (2009). *On the Origin of Stories: Evolution, cognition, and fiction*. Cambridge: Belknap Press.
- Bruer, J.T.** (1997). Education and the brain: a bridge too far. *Educational Researcher*, 26(8), 4-16.
- Byatt, A.S.** (2006, September 22). Observe the neurons: between, above, below John Donne. *Times*.
- Carroll, J.** (1995). *Evolution and Literary Theory*. St. Louis: University of Missouri Press.
- Cela-Conde, C.J., Marty, G., Maestú, F., Ortiz, T., Munar, E., Fernández, A., Roca, M., Rosselló, J. & Quesney, F.** (2004). Activation of the prefrontal cortex in the human visual aesthetic perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(16), 6321-6325.
- Chatterjee, A.** (2003). Prospects for a neuroscience of visual artistic production. *Bulletin of Psychology in the Arts*, 4(2), 55-60.
- Chatterjee, A.** (2004). The neuropsychology of visual artistic production. *Neuropsychologia* 42(11), 1568-1583.
- Chatterjee, A.** (2011). Neuroaesthetics: A coming of age story. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(1), 53-62.
- Croft, J.** (2011). The challenge of interdisciplinary epistemology in neuroaesthetics. *Mind, Brain, and Education*, 5(1), 5-11.
- Cupchik, G.C., Vartanian, O., Crawley, A. & Mikulis, D.** (2009). Viewing artworks: contributions of cognitive control and perceptual facilitation to aesthetic experience. *Brain and Cognition*, 70, 84-91.
- Danto, A.** (1997). *After the end of art: contemporary art and the pale of history*. Princeton: Princeton University Press.
- Davies, S.** (1991). *Definitions of art*. Ithaca: Cornell University Press.
- Davies, S.** (2005). Ellen Dissanayake's evolutionary aesthetic. *Biology and Philosophy*, 20, 291-304.
- Deacon, T.** (2006). The aesthetic faculty. In M. Turner (Ed.), *The Artful Mind. Cognitive science and the riddle of human creativity* (pp. 21- 53). Oxford: Oxford University Press.

- Deresiewicz, W.** (2009, May 20). Adaptation: On Literary Darwinism. *The Nation*.
- Di Dio, C. & Gallese, V.** (2009). Neuroaesthetics: A review. *Current Opinion in Neurobiology*, 19, 682-687.
- Dissanayake, E.** (1995). *Homo Aestheticus. Where art comes from and why*. Seattle and London: University of Washington Press.
- Dissanayake, E.** (2008). The arts after Darwin: does art have an origin and adaptive function? In K. Zijlmans & W. van Damme (Eds.). *World Art Studies: Exploring concepts and approaches* (pp. 241-263). Amsterdam: Valiz.
- Donald, M.** (2006). Art and cognitive evolution. In M. Turner (Ed.), *The Artful Mind. Cognitive science and the riddle of human creativity* (pp. 3-20). Oxford: Oxford University Press.
- Driel, C. van** (2012). *Gevolgen van niet aangeboren hersenletsel bij beeldende kunstenaars*. Universiteit Utrecht: Masterthesis Kunstbeleid en Management.
- Dutton, D.** (2009). *The Art Instinct. Beauty, pleasure, and human evolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Freedberg, D. & Gallese, V.** (2007). Motion, emotion and empathy in esthetic experience. *Trends in Cognitive Science*, 11(5), 197-203.
- Frijda, N.F.** (1988). *De Emoties*. Amsterdam: Uitgeverij Bert Bakker.
- Gallese, V. & Freedberg, D.** (2007). Mirror and canonical neurons are crucial elements in esthetic response. *Trends in Cognitive Science*, 11(10), 411.
- Gardner, H.** (1975). *The Shattered Mind*. New York: Knopf.
- Gardner, H.** (1980). *Artful Scribbles*. New York: Basic Books.
- Gardner, H.** (2011). *Truth, Beauty, and Goodness Reframed*. New York: Basic Books.
- Glazek, K.** (2012). Visual and motor processing in visual arts: implications for cognitive and neural mechanisms. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 6(2), 155-167.
- Gombrich, E.H.** (1960). *Art and Illusion. A study in the psychology of pictorial representation*. Oxford: Phaidon Press.
- Gombrich, E.H.** (2000). Concerning 'The science of Art'. *Journal of Consciousness Studies*. 7(8-9), 17.
- Goodman, N.** (1976). *Languages of Art. An approach to a theory of symbols*. Indianapolis: Hackett Publishing Comp.
- Gould, S.J. & Lewontin, R.C.** (1979). The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, 205(1161), 581-598.

- Gregory, R.L.** (1999). Object hypotheses in visual perception: David Marr or Cruelle da Ville? *Journal of Consciousness Studies*, 6(6-7), 54-56.
- Hauptmann, B., Sosnik, R., Smikt, O., Okon, E., Manor, D., Kushnir, T., Flash, T. & Karni, A.** (2009). A new method to record and control for 2D-movement kinematics during functional magnetic resonance imaging (fMRI). *Cortex*, 45(3), 407-417.
- Harrington, G.S., Farias, D. & Davis, C.H.** (2009). The neural basis for simulated drawing and the semantic implications. *Cortex*, 45(3), 386-293.
- Heusden, B. van** (2010). *Cultuur in de spiegel*. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.
- Heijden, M. van der** (2011, 5 & 6 November). 'Een goede tegenwerping heb ik nog niet gehoord'. Interview met Dick Swaab. *NRC*
- Ishizu, T. & Zeki, S.** (2011). Toward a brain-based theory of beauty. *Plosone*, 6(7). <http://ts-si.org/files/journal.pone.0021852.pdf>
- Jacobsen, T., Schubotz, R.I., Höfel, L. & Von Cramon, D.Y.** (2006). Brain correlates of aesthetic judgment of beauty. *NeuroImage*, 29, 276-285.
- Jolley, R.P.** (2010). *Children & Pictures*. Drawing and understanding. Chichester: Wiley- Blackwell.
- Kawabata, H. & Zeki, S.** (2004). Neural correlates of beauty. *Journal of Neurophysiology*, 91, 1699-1705.
- Kirk, U., Skov, M., Hulme, O., Christensen, M.S. & Zeki, S.** (2009). Modulation of aesthetic value by semantic context: An fMRI study. *NeuroImage*, 44, 1125-1132.
- Klein, R.G. & Edgar, B.** (2002). *The dawn of human culture*. New York: John Wiley.
- Knulst, W.** (1995). *Podia in een tijdperk van afstandsbediening*. Den Haag: SCP.
- Komar & Melamid** (1997). The Most Wanted Paintings on the Web. <http://awp.diaart.org/km/>
- Kozbelt, A. & Seeley, W.P.** (2007). Integrating art historical, psychological, and neuroscientific explanations of artist's advantages in drawing and perception. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 1(2), 80-90.
- Lakoff, G.** (2006). The neuroscience of form in art. In M. Turner (Ed.), *The Artful Mind. Cognitive science and the riddle of human creativity* (pp. 153-169). Oxford: Oxford University Press.
- Lakoff, G. & Johnson, M.** (1980). *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago.
- Leder, H., Belke, B., Oeberst, A. & Augustin, D.** (2004). A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgements. *British Journal of Psychology*, 95, 489-508.

- Maas, I., Verhoef, R. & Ganzeboom, H.B.G.** (1990). *Podiumkunsten & publiek, een empirisch-theoretisch onderzoek naar omvang en samenstelling van de podiumkunsten*. Rijswijk: Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur.
- Mangan, B.** (1999). It don't mean a thing if it ain 't got that swing. *Journal of Consciousness Studies*, 6(6-7), 56-58.
- Marcos** (2012). Conceptual neuroaesthetics? *International Network for Neuroaesthetics*. <http://neuroaesthetics.net/2012/05/01/conceptual-neuroaesthetics>
- Martindale, C.** (1999). Peak shift, prototypicality and aesthetic experience. *Journal of Consciousness Studies*, 6(6-7), 52-54.
- Mclver Lopes, D.** (2002). Book review: Zeki, Semir. Inner vision: an exploration of art and the brain. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 60(4), 365-366.
- Merleau Ponty, M.** (2009). *Fenomenologie van de waarneming*. Amsterdam: Uitgeverij Boom. Oorspronkelijke uitgave 1945
- Miall, R.C., Gowen, E. & Tchalenko, J.** (2009). Drawing cartoon faces - a functional imaging study of the cognitive neuroscience of drawing. *Cortex*, 45(3), 394-406.
- Miller, G.F.** (2001). Aesthetic fitness: How sexual selection shaped artistic virtuosity as a fitness indicator and aesthetic preference as mate choice criteria. *Bulletin of Psychology in the Arts*, 2(1), 20-25.
- Minissale, G.** (2012). Conceptual art: a blind spot for neuroaesthetics? *Leonardo*, 45(1), 43-48.
- Mithen, S.** (1996). *The Prehistory of the Mind: A search for the origins of art, science and religion*. London: Thames & Hudson.
- Nadal, M., Munar, E., Capo, M.A., Rossello, J. & Cela-Conde, C.J.** (2008). Towards a framework for the study of the neural correlates of aesthetic preference. *Spatial Vision*, 21(3-5), 379-396.
- Onians, J.** (2008). Neuroarthistory: making more sense of art. In K. Zijlmans & W. van Damme (Eds.). *World Art Studies: Exploring concepts and Approaches* (pp. 265-286). Amsterdam: Valiz.
- Pellizzer, G. & Zesiger, P.** (2009). Hypothesis regarding the transformation of the intended direction of movement during the production of graphic trajectories: A study of drawing movements in 8- to 12-year-old children. *Cortex*, 45(3), 356-367.
- Pfeiffer, J.E.** (1982). *The creative explosion: An inquiry into the origins of art and religion*. New York: Harper & Row Publishers.
- Pinker, S.** (1999). *How the Mind Works*. New York: Norton & Company.
- Poldrack, R.A.** (2006). Can cognitive processes be inferred from neuroimaging data? *Trends in Cognitive Sciences*, 10(2), 59-63.

- Ramachandran, V.S. & Hirstein, W.** (1999). The Science of Art. A Neurological Theory of Aesthetic Experience. *Journal of Consciousness Studies*, 6(6-7), 15–51.
- Ramachandran, V.S.** (2005). *A Brief Tour of Human Consciousness: From Imposter Poodles to Purple Numbers*. New York: Pearson Education Inc.
- Ramachandran, V.S.** (2007). Mirror neurons and imitation as the driving force behind “the great leap forward” in human evolution. EDGE: The third culture, [http://www.edge.org/3rd\\_culture/ramachandran/ramachandran\\_index.html](http://www.edge.org/3rd_culture/ramachandran/ramachandran_index.html)
- Sawyer, R.K.** (2012). *Explaining Creativity. The science of human innovation*. Oxford: Oxford University Press. Second edition.
- Scitovsky, T.** (1992). *The Joyless Economy: The psychology of human satisfaction*. Oxford: Oxford University Press.
- Seeley, W. & Kozbelt, A.** (2008). Art, artists, and perception: a model for premotor contributions to perceptual analysis and form recognition. *Philosophical Psychology*, 21(2), 149-171.
- Selfe, L.** (2011). *Nadia Revisited: a longitudinal study of an autistic savant*. New York: Psychology Press.
- Shiner, L.** (2001). *The Invention of Art. A cultural history*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Skov, M. & Vartanian, O.** (Eds.) (2009). *Neuroaesthetics*. Amityville: Baywood.
- Solso, R.** (2000). The cognitive neuroscience of art: a preliminary fMRI Observation. *Journal of Consciousness Studies*, 7(8-9), 75-85.
- Solso, R.** (2003). *The Psychology of Art and the Evolution of the Conscious Brain*. Cambridge: The MIT Press.
- Stark, E., Drori, R. & Abeles, M.** (2009). Motor cortical activity related to movement kinematics exhibits local spatial organization. *Cortex*, 45(3), 418-431.
- Tallis, R.** (2008, April 9). The neuroscience delusion. *The Times Literary Supplement*.
- Trojano, L., Grossi, D. & Flash, T.** (2009). Cognitive neuroscience of drawing: Contributions of neuropsychological, experimental and neurofunctional studies. *Cortex*, 45(3), 269-277.
- Turner, M.** (2006). The art of compression. In M. Turner (Ed.), *The Artful Mind. Cognitive science and the riddle of human creativity* (pp. 93-113) Oxford: Oxford University Press.
- Turner, M.** (Ed). (2006). *The Artful Mind. Cognitive science and the riddle of human creativity*. Oxford: Oxford University Press.
- Vartanian, O. & Goel, V.** (2004a). Neuroanatomical correlates of aesthetic preference for paintings. *NeuroReport*, 15(5), 893–897.



**Vartanian, O. & Goel, V.** (2004b). Emotion pathways in the brain mediate aesthetic preference. *Bulletin of Psychology and the Arts*, 5(1), 37-42.

**Wade, N.** (2010). *Het geloofsinstinct. Het succes van religie*. Amsterdam: Uitgeverij Contact.

**Wheelwell, D.** (2000). Against the reduction of art to galvanic skin response. *Journal of Consciousness Studies*, 7(8-9), 37-42.

**Willingham, D.T. & Lloyd, J.W.** (2007). How Educational Theories Scan Use Neuroscientific Data. *Mind, Brain and Education*, 1(3), 140-149.

**Winner, E.** (1982). *Invented worlds. The psychology of the arts*. Cambridge: Harvard University Press.

**Zaidel, D.** (2005). *Neuropsychology of Art. Neurological, cognitive and evolutionary perspectives*. East Sussex: Psychology Press.

**Zeki, S.** (1999). Art and the brain. *Journal of Consciousness Studies*, 6(6-7), 76-96.

**Zeki, S.** (2000). *Inner Vision: An exploration of art and the brain*. Oxford: Oxford University Press.

**Zusne, L.** (1986). Cognitions in consonance. *Perceptual and Motor Skills*, 62, 531-539.

## WEBSITES

—  
The institute of neuroaesthetics: <http://neuroaesthetics.org/index.php>

International network for Neuroaesthetics: <http://neuroaesthetics.net/>

*Kop van een magotaap (macaca sylvanus). De schedel is deels opengezaagd om de hersenen zichtbaar te maken. Collectie Bolk, 1901*



# De neurobiologie van het leren: nieuwe benaderingen van het muziekonderwijs

## HERSENONDERZOEK EN ONDERWIJSPRAKTIJK

—  
De hedendaagse maatschappij baseert onderwijsbeslissingen bij voorkeur op empirisch bewijs. Dankzij *brain imaging*-technieken is een venster naar het actieve brein geopend dat onderzoekers aantrekt en het publiek boeit. De mogelijkheid de hersenen in werking te zien spreekt tot onze verbeelding en stimuleert ons het onbegrijpelijke te willen doorgronden, zoals bijvoorbeeld de cognitieve processen in het bewuste zelf waarvan het leren een onderdeel is (Metzinger 2000). De groeiende belangstelling voor het lerende brein blijkt in recente publicaties gericht op het verband tussen hersenontwikkeling en leren (Blakemore & Frith 2005; Hüther 2002; Ratey 2001; Spitzer 2002, 2006; Stern 2005; Stern, Grabner & Schumacher 2005). Hierin zou ook de verklaring kunnen liggen voor de enorme belangstelling voor het Mozarteffect (zie ook het redactioneel bij dit nummer) dat het empirische bewijs lijkt te leveren dat zelfs het luisteren naar muziek de menselijke cognitie al beïnvloedt. Het is overduidelijk dat muziek effect heeft op de menselijke stemming en emotie. Onder bepaalde omstandigheden kan muziek het menselijk gedrag sturen, iets wat blijkt uit de betreffende hersenfunctie. De bijzondere opwekkende effecten van muziek zijn weliswaar bevestigd en er zijn studies uitgevoerd om te onderzoeken of met behulp van dit effect mogelijk ook op andere terreinen dan de muziek het leerproces te verbeteren zou zijn (Winner & Hetland 2000), maar er is weinig bekend over de neurale processen waaruit het *leren van muziek* bestaat: hoe worden de her-

senen beïnvloed door de stappen en stadia van het leren van muziek, en omgekeerd, hoe kan het leren van muziek door bepaalde neuronale mechanismen worden beïnvloed, zodat deze kennis vervolgens systematisch toepasbaar is in het muziekonderwijs en de ontwikkeling van nieuwe benaderingen van de muzikeducatie?

In dit verband proberen we de neurale correlaten van het leren in beeld te krijgen. Een neuraal correlaat is een neuraal gerepresenteerde hersenactiviteit die rechtstreeks correspondeert met een bepaalde leeractiviteit (zie voor een definitie Chalmers 2000). De mogelijke ontdekking van deze neurale correlaten duidt evenwel niet per se op een oorzakelijk verband. Bovendien berust veel van het onderzoek op dit gebied op laesiestudies waarin een vastgestelde beperking op een bepaalde hersenstoornis wordt teruggevoerd. We kennen echter geen andere laesiestudies over het leren dan die over aangeboren amusie (het ontbreken van muzikaal gehoor) (Ayotte, Peretz & Hyde 2002; Peretz, Brattico & Tervaniemi 2005; Peretz, Champod & Hyde 2003), over slechthorende (Chasin & Russo 2004) of dove patiënten (Kaiser & Johnson 2000) en in het bijzonder over kinderen met een cochleair implantaat (Gfeller et al. 2005; McDermott 2004; Nakata et al. 2005). Het zou belangwekkend zijn om na te gaan of er een muzikaal equivalent van dyslexie of kleurenblindheid bestaat dat invloed op het leren heeft.

De afgelopen tientallen jaren is in de neurowetenschappen veel onderzoek gedaan naar de perceptie en cognitie van muziek. Met behulp van brain imaging-technieken wordt vastgesteld in welke specifieke hersengebieden bepaalde muzikale informatie wordt verwerkt en in welke mate de activering verandert door veranderingen in de akoestische (muzikale) prikkels. Uit talrijke studies hebben we informatie over de samenhang tussen de hersenhelften en de wisselwerking tussen hersengebieden tijdens de verwerking van muziek en we kennen de structurele en functionele veranderingen in de hersenen als gevolg van muzikale activiteiten. Voor neurowetenschappers heeft de muziek zich ontwikkeld tot een overtuigend paradigma van neuroplasticiteit: veranderingen in de organisatie van de hersenen als gevolg van ontwikkeling, leren of ervaring. Maar het neurowetenschappelijke bewijs van hersenactiviteit vertelt ons weinig over de functionele neurobiologische en neurofysiologische beperkingen die bij het *leren van muziek* onvermijdelijk een rol spelen en die mogelijk het *leerproces* kunnen verduidelijken en tot *muzikale verworvenheden* kunnen leiden. Bovendien is het van wezenlijk belang dat de muzikeducatie zich ook bewust is van de beperkingen van neurowetenschappelijke gegevens, omdat men daaraan geen concrete regels en voorschriften voor het leren kan ontleen. Leren is

altijd domeinspecifiek, en muziek leren is een eigen domein, ook al is het met tal van andere domeinen verbonden.

Als we het leren van muziek in neurobiologische termen opvatten als de ontwikkeling en geleidelijke differentiatie van mentale *muzikale* voorstellingen en hun wisselwerking – de kern van de neuroplasticiteit die de hersenen in staat stelt zich structureel en functioneel aan de feitelijke uitdagingen van de omgeving aan te passen – dan kunnen we het verband onderzoeken tussen deze functionele veranderingen en verschillende leerstrategieën. We moeten dan wel beseffen dat we niet zomaar mogen aannemen dat er een oorzakelijk verband bestaat tussen een neurale activering en een bepaalde hoedanigheid van een verschijnsel. Integendeel, we moeten erkennen dat de kwalitatieve dimensie van het leren niet uit hersenactiviteit is af te lezen. De enige onderzoeksmogelijkheid is de observatie van eventuele effecten van leermethoden op de neurale verwerking onder streng gecontroleerde onderzoeksomstandigheden.

De menselijke hersenen leren altijd en dankzij de evolutie zijn ze ook steeds beter tot leren in staat. Maar kennisverwerving hangt af van interne omstandigheden die niet zomaar door externe factoren te beïnvloeden zijn. De intrinsieke betekenisgeving met behulp van impliciete leerprocessen wordt bestuurd door onbewuste inwendige structuren van het limbisch systeem die niet van buitenaf te beïnvloeden zijn (Roth 2006), terwijl de hippocampus de structuur van het declaratieve geheugen organiseert. Het mesolimbisch systeem daarentegen bestuurt het beloningscircuit door middel van dopamine en beïnvloedt het leren door de emotionele evaluatie en de overdracht naar het langetermijngeheugen.

Afgezien hiervan zijn wel enkele algemene kanttekeningen te maken bij de wetenschappelijke uitkomsten en hun onmiddellijke geschiktheid voor praktische toepassingen. Dit geldt in het bijzonder voor de verbinding tussen de neurowetenschappen en muziekeducatie met betrekking tot onderwijsmethoden en leerplanontwikkeling. In een studie over onderwijsonderzoek en neurowetenschappen (Stern et al. 2005) stellen de auteurs dat geen van de algemeen aanvaarde beginselen van zinvol onderwijs op grond van de cognitieve wetenschap, de ontwikkelingspsychologie of het onderwijsonderzoek, aan de bevindingen van het hersenonderzoek is ontleend. Stern waarschuwt dat de pogingen om het hersenonderzoek in het onderwijs te verwerken tot de valse hoop zou kunnen leiden dat neuronale en educatieve processen sterk en duidelijk gekoppeld zijn (Stern 2005). Volgens een andere kritische stem (Bruer 1999) mag de invloed van de synaptische groei en dichtheid in de eerste levensjaren niet worden overschat, omdat het ontstaan van synapsen niet per se alleen afhangt van

de hoeveelheid binnenkomende zintuiglijke informatie, maar ook van een intacte zintuiglijke waarneming. Corticale gebreken in de vroege jeugd komen vaak uit zintuiglijke stoornissen voort (Stern et al. 2005).

De gangbare opvatting dat leren berust op de plasticiteit van de hersenen, vereist een duidelijke differentiatie tussen twee functioneel te onderscheiden vormen van plasticiteit: *ervaringsverwachte* en *ervaringsafhankelijke* plasticiteit (Greenough & Black 1992). Ervaringsverwachte plasticiteit berust op de vroege uitbundige overproductie van synapsen gevolgd door het 'wegsnoeien' (*pruning*) van eerder aangelegde synaptische verbindingen. Dit waarborgt dat daadwerkelijk gebruikte synapsen worden gestabiliseerd en nutteloze verbindingen worden geschrapt. Daardoor komt de normale 'bedrading' van de hersenen deels tot stand door het soort algemene ervaringen dat in de loop van de evolutie aanwezig is geweest, ervaringen die elk mens zal hebben als hij in een redelijk normale omgeving leeft. Hierdoor mogen de hersenen 'verwachten' dat bepaalde synapsen dankzij deze betrouwbare bronnen selectief worden geactiveerd en gestabiliseerd, en dat tegelijkertijd de inactieve worden uitgeschakeld. Met behulp van de ervaringsafhankelijke plasticiteit worden daarentegen weer nieuwe synapsen gevormd, door blootstelling aan omgevingsprikkelers. Met andere woorden: naar aanleiding van iemands ervaringen worden zijn leven lang neurale verbindingen gelegd en gereorganiseerd. Zo zijn er bijvoorbeeld grote verschillen gebleken bij vergelijking van de hersenen van dieren (ratten, katten, apen) die zijn opgegroeid in een complexe omgeving vol voorwerpen die ze konden verkennen of in een saaie laboratoriumkooi. De hersenen van de dieren die in een verrijkte omgeving opgroeiden, hadden meer dendritische uitsteeksels op hun corticale neuronen, meer synapsen per neuron en meer synapsen in het algemeen, en daarnaast meestal een dikkere hersenschors en meer van de steunweefsels (zoals bloedvaten) die tot een maximale neuronale en synaptische werking leiden. Deze extra hardware lijkt ook gevolgen voor het gedrag te hebben: ratten die in een verrijkte omgeving opgroeiden haalden betere resultaten bij allerlei leeropdrachten (bijv. Juraska, Henderson & Muller 1984; Rauscher, Bowers, Dettlaff & Scott 2002). In het ontwikkelingsstadium van kinderen zijn beide soorten plasticiteit nodig en het is even misplaatst om alleen de aandacht op de vroege stimulatie te richten, als om een verrijkte omgeving te veronachtzamen.

Behalve zulke algemene ervaringseffecten op de hersenstructuur kunnen zich ook heel specifieke effecten voordoen. Zo bezitten ratten die getraind zijn om ofwel met één, ofwel met beide voorpoten eten als beloning te bemachtigen, meer dendritisch materiaal in het specifieke gebied van de motorische cortex dat de beweging van de

getrainde ledematen stuurt (Greenough, Larson & Withers 1985; Tomie & Wishaw 1990). Eenzelfde effect lijkt bij de mens op te treden. Zo bleek uit een studie over violisten en cellisten dat de musici vergeleken bij een controlegroep een verhoogde corticale representatie van de vingers van de linkerhand hadden (Elbert, Pantev, Wienbruch, Rockstroh & Traub 1995). Met andere woorden: na jaren oefenen werden meer corticale cellen ingezet voor de ontvangst van input en de beheersing van de hand die voor de vingerzetting wordt gebruikt. Ook ervaren braillelezers vertonen een verhoogde corticale representatie van de linkerhand, de hand die ze gebruiken om brailletekst te lezen (Pascual-Leone et al. 1993).

Nog een recente bevinding die nieuwe verwachtingen voor het leerproces oproept, is de ontdekking van spiegelneuronen. Rizzolatti en zijn team (Gallese, Fadiga, Fogassi & Rizzolatti 1996; Rizzolatti 1996) hebben in de premotorische cortex (F5) van makaken een neuronpopulatie ontdekt die niet alleen actief is als de aap een handeling verricht, maar ook als hij diezelfde handeling door een ander individu ziet of hoort uitvoeren. Onderzoekers hebben zich de vraag gesteld of spiegelneuronen te beschouwen zijn als de ontbrekende schakel tussen de vaardigheden van primaten en de taalvaardigheden bij de mens (Arbib 2005). Ook bij de mens bestaat een spiegelneuronensysteem, in het gebied van Broca – te vergelijken met het gebied F5 bij de aap. Functionele MRI-studies (fMRI) hebben uitgewezen dat zelfs het luisteren naar zinnen waarin een handeling met de hand, mond of voet wordt verwoord, al gevolgd kan worden door een activering van verschillende sectoren in de premotorische cortex waar de bijbehorende handeling vertegenwoordigd is (Binkofski & Buccino 2006). Dit heeft geleid tot speculaties over de vraag of en hoe spiegelneuronen een rol bij het imitatieleren spelen. Bij de mens resoneren spiegelneuronen in motorische bewegingen van de hand, de mond en de voet die alleen bij een andere persoon worden waargenomen. Als een handeling wordt nagebootst die al in het spiegelneuronensysteem aanwezig is, kan deze handeling rechtstreeks worden gekopieerd. De gegevens uit een fMRI-onderzoek doen vermoeden dat de codering van een waargenomen motorische handeling in het spiegelneuronensysteem kan worden overgedragen op een nieuwe combinatie van deze handelingen en zo volgens het gepresenteerde model kan worden gekopieerd (Buccino et al. 2004). Imitatie wordt in dit verband altijd opgevat in samenhang met het leren van een nieuwe motorische handeling of motorische sequentie. De cruciale en nog onopgeloste vraag is hoe de spiegelneuronen in het complexe proces van imitatieleren functioneren. We moeten hierbij onderscheid maken tussen enerzijds neuronale co-activering als gevolg van herhaalde oefening, die tot een neuronale verbinding tussen verwante gebieden



leidt (Bangert & Altenmüller 2003), en anderzijds het verschijnsel van de nabootsing. De activering van hetzelfde gebied bij handelingen en bij visuele waarneming is bij imitatie anders. Van makaken is bekend dat deze apen niet imiteren. Imitatie is een opzettelijke en bewuste handeling, terwijl de activering van spiegelneuronen als een spontane neuronale reactie wordt gezien. Op het ogenblik bestaat er een aantal tegenstrijdige meningen. Volgens sommige onderzoekers vormen spiegelneuronen de kern van het imitatieleren (Buccino et al. 2004), terwijl anderen erkennen dat de feitelijke werking van spiegelneuronen bij de mens nog niet goed is doorgrond (Gaschler 2006). Toch is duidelijk dat de mens in het gebied van Broca en de premotorische cortex een uitgebreid systeem van spiegelneuronen bezit, en daarmee een neuronaal substraat van de zinvolle verwerking van woorden (Binkofski & Buccino 2006). Dit zou een bevestiging en empirische verklaring van de aloude theorie zijn dat inzicht berust op incorporatie, maar het houdt niet per se in dat spiegelneuronen het leren door imitatie mogelijk maken. Wel kunnen en moeten docenten het gegeven benutten dat leerlingen dezelfde neuronen activeren als ze een handeling waarnemen, als wanneer ze de handeling zelf uitvoeren. Deze neurale activering bestendigt het leren.

Ook al kunnen muziekdocenten nog geen rechtstreekse toepassing van neuronale bevindingen in het onderwijs verwachten, ze mogen toch ook niet aan deze bevindingen voorbijgaan. Voor het eerst zouden de pedagogie en de didactiek als vakgebieden mogelijk een wetenschappelijke basis kunnen krijgen – althans gedeeltelijk. Als docenten kennis nemen van de neuronale mechanismen die ten grondslag liggen aan het leren, staan ze misschien open voor nieuwe onderwijsvormen, zodat ze hun onderwijs kunnen aanpassen aan waartoe kinderen mentaal in staat zijn. We mogen niet vasthouden aan de traditionele overtuiging en opvatting dat goede leraren wel weten wat goed lesgeven is. Omdat de leeromgeving is veranderd, door de komst van nieuwe media en de invoering van virtuele *e-learning-formats*, moeten we alle beschikbare middelen benutten die ons een helder inzicht in de inwendige structuur van het leerproces bieden. Hierbij kan neurobiologisch en neurofysiologisch onderzoek licht helpen werpen op de geestelijke processen en neuronale werking van de hersenontwikkeling, en ons begrip van de structuren waarop het leerproces berust ondersteunen en verhelderen. Een volgende vraag is dan weer of en tot op welke hoogte de uitkomsten van het hersenonderzoek in de muzikeducatie kunnen worden verweven.

## HERSENONDERZOEK EN HET LEREN VAN MUZIEK

—  
Er is een grote hoeveelheid observatieonderzoek naar de ontluikende vaardigheden bij baby's en jonge kinderen die van belang zijn voor het leren van muziek, te weten structurele (groepering en segmentatie), ritmische en tonale differentiatie. (Zie voor een overzicht Colwell & Richardson 2002; Gembris 1998) Aangetoond is dat zelfs kinderen van 6 tot 12 maanden als ze onbekende muziek te horen krijgen, hierin al na korte tijd ritmische verschillen kunnen herkennen (Hannon & Trehub 2005). Het gaat hierbij om het leren dat alleen het gevolg is van blootstelling aan en niet van muziekles, dus om de belangrijke invloed van leren door middel van acculturatie. Maar hoogstens enkele studies zijn expliciet gericht op de neuronale substraten van het leren van muziek en de meeste houden zich bezig met het leren op korte termijn. Een neurobiologische basis van het leerproces zou uiterst nuttig zijn.

Deze kloof kan worden overbrugd door het nieuwe vakgebied neuropedagogie of, in Europees verband, neurodidactiek (Caspary 2006; Herrmann 2006; Preiss 1998). De neurodidactiek probeert een leerstrategie te bepalen met de hersenen als uitgangspunt. Het doel is om de onderwijs- en leermethoden af te stemmen op waar kinderen cognitief behoefte aan hebben, in plaats van kinderen in een leerplan in te passen. De vraag is: wat moeten leraren weten over de hersenen waardoor zij hun onderwijs doeltreffender kunnen verbeteren? Hiertoe kunnen ten minste enkele algemene aspecten van het *brain-based learning* worden belicht: de ondersteuningsfunctie van het hersenspecifieke beloningssysteem dat in werking treedt als een ervaring beter of sterker is dan verwacht, en de tegenovergestelde functie van stress; het belang van ervaringsverwachte plasticiteit en ervaringafhankelijke plasticiteit, en de effecten van specifieke soorten omgevingsprikkel (bijvoorbeeld muzieklessen) op de hersenplasticiteit; de functie van aanvullende holistische ervaringen, waarin zich een wisselwerking voltrekt tussen de verschillende zintuiglijke modaliteiten (dat wat iemand auditief ervaart, kan bijvoorbeeld worden afgestemd op dat wat hij ziet of voelt) en een concrete betekenis ontstaat; de belangrijke uitwerking van praktijkoefeningen op de ontwikkeling van de mentale beeldvorming en de differentiatie die zich daarbij ontwikkelt.

Bij het leren van muziek is nog een ander basismechanisme van uitzonderlijk belang: gehoorgestuurd vocaal leren (Brown, Martinez, Hodges, Fox & Parsons 2004; Fitch 2006; Merker 2005). Interdisciplinaire studies over de ontwikkeling van muziek (zang) en taal beklemtonen dat muziek een cultureel verschijnsel is dat een breed scala van uiteenlopende klankpatronen beslaat, die moeten worden aangeleerd door middel

van imitatie, door te luisteren en ze zelf ook ten gehore te brengen (Merker 2005). Evenals een heel klein aantal dieren (zoals vogels, dolfijnen, walvissen en zeehonden) bezit de mens een neuronaal mechanisme om willekeurige klanken waaraan hij wordt blootgesteld na te bootsen. Dit is vooral goed onderzocht in de hersenen van zangvogels. Het stemgeluid van de mens berust op diens audio-vocale vaardigheid om op grond van wat hij hoort verschillende klanken voort te brengen. Aangenomen wordt dat drie zenuwbanen – de achterste geluidsbaan (*posterior vocal pathway*), de voorste geluidsbaan (*anterior vocal pathway*) en de auditieve baan – een complexe *fonologische lus* vormen waardoor mensen en zangvogels op hun gehoor hun klankproductie kunnen beheersen (Jarvis 2004). De gelijkenissen tussen het aanleren van gezang bij vogelzang en -taal, maar ook het leren zingen bij de mens, blijken terug te voeren tot moleculair niveau (Scharff & Haesler 2005).

De fonologische lus is ook essentieel voor het werkgeheugen (Baddeley 2003) en speelt een belangrijke rol bij de verwerving van akoestische signaalsystemen als taal en muziek. De analyse van de synaptische functie door intracellulaire registraties biedt de mogelijkheid om tegelijkertijd de activiteit van een enkel neuron en van het synaptische netwerk te peilen. In het dagelijks leven voltrekt doeltreffend en duurzaam leren zich vrijwel altijd in complexe situaties waarin de omstandigheden van de omgeving op elkaar inwerken. De uitkomsten van experimenten met kinderen van zeven maanden wijzen uit dat hun luistervoorkeur voor vertrouwde muziek werd beïnvloed door de mate waarin de muziekfragmenten uit de muzikale context werden gehaald waarin ze oorspronkelijk waren aangeboden (Saffran, Loman & Robertson 2000). Ook is een multizintuiglijke representatie van ritme aangetoond, met name bij jonge kinderen. De waarneming van muziekmaten die in twee- of driedvoudige vorm zijn gecodeerd, wordt sterk beïnvloed door beweging en lichamelijke ervaringen (Phillips-Silver & Trainor 2005).

Tijdens het leerproces verbinden de hersenen verschillende waarnemingsvormen met uitvoerende motorische vaardigheden. Als een beginnende pianist elke dag vingermotoriekpatronen oefent, laten EEG-registraties al na enkele dagen oefening een auditief-sensori-motorische integratie zien. Zelfs in een toestand van stilte, waarin de proefpersoon alleen zijn vingers op een geluidloos toetsenbord beweegt, vindt activering van de auditieve gebieden plaats (Bangert & Altenmüller 2003). Dit is bevestigd door een fMRI-studie. Pianisten die de vinger-hand-bewegingen bekeken waarmee een pianist zijn instrument bespeelde, vertoonden in vergelijking met een controlegroep een sterkere activering binnen een fronto-pariëto-temporaal netwerk. Zelfs als de deelnemende pianisten alleen naar geluidloos pianospel keken, vertoon-

den ze een activering in de auditieve gebieden. Maar in hoeverre het spiegelneuron een rol speelt in deze wisselwerking, is nog niet ontdekt. Daarnaast is de mogelijkheid geopperd dat een observatie-uitvoeringssysteem de visuele en auditieve waarneming met de motorische verrichting verbindt (Haslinger et al. 2005).

In een vroeg leerexperiment met behulp van DC-EEG-registraties kregen twee groepen middelbare scholieren (van 13 tot 14 jaar) op verschillende manieren les: de ene groep door mondelinge instructie (expliciet leren), de andere groep door praktische uitvoering (impliciet leren). De opdracht was om het verschil te horen tussen juiste en onjuiste muzikale volzinnen (Altenmüller & Gruhn 1997; Gruhn 1997). Beide groepen vertoonden uiteraard geen verschillen bij het begin van het onderzoek (pre-toets). Na een leerfase van zes weken behaalden beide groepen weliswaar hogere scores voor de juiste antwoorden op dezelfde toetsonderdelen, maar hun hersenactiviteit was duidelijk verschillend. Een jaar later, in een nameting, vertoonde de controlegroep die een niet-muzikale instructie had gekregen geen verandering in de toetsscores. Integendeel, de impliciete leerlingen behielden hun hogere scores en alleen de expliciete leerlingen lieten een lichte daling van hun scores zien. Maar deze uitkomst berustte wel op een heel kleine steekproef, waarop geen statistische analyses konden worden uitgevoerd. Deze studie gaf aanleiding tot een volgend longitudinaal EEG-onderzoek naar muziekonderwijs, dat een grotere steekproef van 23 middelbare scholieren besloeg (van 12-14 jaar). Over een periode van meer dan zes maanden werden twee leeromgevingen vergeleken: een procedurele en een declaratieve. Procedurele kennis is 'hoe' kennis, de vaardigheid of het vermogen iets te doen, te kunnen. Deze kennis is vaak impliciet. Declaratieve kennis is 'wat' kennis: expliciete kennis over de wereld en jezelf. De procedurele leeromgeving werd gekenmerkt door de uitsluiting van alle vormen van visuele hulpmiddelen en verbale uitleg. In plaats daarvan werden tal van vocale en instrumentale improvisaties geïntroduceerd. De declaratieve leeromgeving (die om declaratief onderwijs vroeg) werd gekenmerkt door visuele hulpmiddelen en verbale uitleg, met volledige uitsluiting van vocale productie. Deze opzet diende om te voorkomen dat in deze omgeving een fonologische lus zou worden geactiveerd. Uit deze studie bleek dat de twee groepen sterk verschilden in de omvang, plaats en verdeling van de hersenactiviteit, afhankelijk van de onderwijsmethode en de leerstrategie. Het declaratieve leren ging gepaard met een groeiende hersenactiviteit in de linker frontale gebieden, terwijl het procedurele leren leidde tot een toename in de rechter frontale en bilaterale pariëto-occipitale gebieden. Hieruit blijkt dat de leer methode van wezenlijke invloed is op de neurale verwerking van informatie en de wijze waarop impliciete muzikale kennis wordt opgeslagen en

opgeroepen (Altenmüller 2001; Altenmüller, Gruhn, Parlitz & Liebert 2000; Gruhn 1997; Gruhn 2005a). Een andere aanvullende studie betrof intensief onderwijs in een kort tijdsbestek van maar drie kwartier. Deze studie had een vergelijkbare opzet als de eerste studie. Er werd een belangwekkend onderscheid geconstateerd: langetermijnonderwijs gedurende een aantal maanden (zie hiervoor) had een algemene verlaging van de hersenactiviteit tot gevolg, terwijl kortetermijnonderwijs van maar drie kwartier tot een algemene verhoging leidde (Liebert 2001). Eerdere onderzoeken hebben bij herhaling verschillen in de hersenstructuur van musici laten zien (Schlaug 2003). Uit functionele MRI-studies bleek bij musici een grotere asymmetrie in het planum temporale, het gedeelte van de hersenschors dat betrokken is bij de verwerking van spraak en geluid. Het planum temporale in de linker hersenhelft was groter en in de rechter kleiner dan in de hersenen van niet-musici (Schlaug, Jaencke, Huang & Steinmetz 1995).

Structurele en functionele veranderingen in de hersenen zijn mogelijk toe te schrijven aan vroege en duurzame oefening, die in een langetermijnverhoging van de ruimtelijk-temporele en verbale prestaties uitmondt (bijv. Chan, Ho & Cheung 1998; Rauscher et al. 1997). Passend bij de bevindingen dat het verbale geheugen voornamelijk via de linker temporale kwab loopt, zijn de aanwijzingen dat muziekonderwijs een belangrijk effect op het verbale, maar niet op het visuele geheugen heeft (Chan et al. 1998). Uit een longitudinaal leerexperiment met jonge kinderen, met gebruikmaking van de beeldvormende technieken van de fMRI, is gebleken dat oefening bij jonge instrumentleerlingen resulteert in belangrijke functionele hersenveranderingen in de auditieve cortex, het cerebellum en de inferieure frontale hersengebieden (Kotynek, Norton, Overy, Winner & Schlaug 2006; Overy, Norton, Cronin, Winner & Schlaug 2005; Schlaug, Norton, Overy & Winner 2005).

In het algemeen is uit het neurobiologisch onderzoek naar muziekonderwijs af te leiden dat doelmatig leren meestal gekoppeld is aan een dalende hersenactiviteit, die vaak gepaard gaat met een verschuiving van de activeringscentra van prefrontale gebieden naar de gebieden die van belang zijn voor de verwerking van specifieke taken. Dit verschijnsel staat bekend als de *anterior-posterior-verschuiving*. Alleen zeer intensief – en soms gedwongen – kortetermijnonderwijs heeft een kortstondig verhoogde activering tot gevolg. Eigenlijk vindt deze activering onmiddellijk plaats, maar is ze al snel weer verdwenen. Alleen de integratie van een nieuwe vaardigheid in het langetermijngeheugen leidt tot een stabiel uitgekristalliseerd kennissysteem, en behoort daarom een doel van het onderwijs te zijn.

Vaak wordt in dit kader voorbijgegaan aan de zeer gespecialiseerde vormen van neu-

rofeedback in het pedagogisch onderzoek, omdat de toepassing hiervan overwegend bedoeld is voor de vele vormen van gedragsstoornissen (bijvoorbeeld ADHD) en voor patiënten met een pathologische uitval van hun lichaamsfuncties, zoals volledige verlamming zonder enige vorm van communicatie. In die gevallen kan een brein-computer-interface helpen om het ontbrekende verbale systeem te vervangen met behulp van een EEG-instrument dat gedachten zichtbaar maakt (*Thought-Translation-Device*, TTD) (Birbaumer et al. 1999; Stern et al. 2005), maar hiermee komen we op het terrein van de therapie en dat moet worden onderscheiden van het onderwijs.

## NIEUWE BENADERINGEN VAN HET MUZIEKONDERWIJS?

Onderzoek wijst uit dat er opmerkelijke verschillen tussen de hersenen van musici en niet-musici bestaan en dat intensief muziekonderwijs structurele en functionele veranderingen in de hersenen teweegbrengt (Gaser & Schlaug 2004; Schlaug 2003). Wordt muziekonderwijs opgevat als een meer algemene vorm van muzikaal begrip, dan blijkt zelfs de leer methode effect op de functionele hersenactiviteit te kunnen hebben. Bovendien wordt de leer methode sterk beïnvloed door de manier van lesgeven. Zo is zelfs de onderwijsmethode van invloed op de manier waarop de hersenen muziek verwerken. Als docenten dan ook op de hoogte zijn van de juiste onderwijsmethoden om de hersenen muzikale informatie het meest doelmatig te laten verwerken, om de opbouw van muzikale representaties te vergemakkelijken en om de opgedane kennis in het langetermijngeheugen toegankelijk te houden, dan kunnen zij proberen deze kennis in hun feitelijke praktijk te benutten. Weliswaar zijn niet alle suggesties die hierna worden gedaan alleen ingegeven door de bevindingen van het hersenonderzoek, maar het is toch belangrijk om te beseffen dat de uitkomsten van het neurowetenschappelijk onderzoek deze beginselen in elk geval bevestigen. Als het muziekonderwijs in al zijn facetten berust op de ontwikkeling van mentale muzikale voorstellingen en hun wisselwerking binnen het neurale netwerk, dan moet een hoofddoel van het muziekonderwijs zijn om daadwerkelijke muzikale representaties te ontwikkelen. Laten we kort uitleggen wat we hiermee bedoelen. Omdat muziek berust op klank en de doelbewuste structuur daarvan, zijn muzikale representaties impliciete of werkelijke voorstellingen voor zover ze muziekklinken en klankcombinaties vertegenwoordigen, en geen verbaal of symbolisch gecodeerde kennis over muziek (Gruhn 2005b). Werkelijke muzikale representaties zijn daarom voorstellingen van muziek of muzikale elementen (bijvoorbeeld toonhoogte, volume,

duur, metrum, timbre enzovoort). Dit wordt bereikt als we naar muziek luisteren en ritme, metrum en toonaard herkennen, thema's en variaties ontdekken, onderdelen volgen en ze onderling verbinden, en op grond van de ervaring van wat we eerder hebben gehoord verwachtingen opbouwen over wat er daarna zou kunnen komen. De beste manier om dit doel te bereiken is door de klemtoon op het procedurele en impliciete onderwijs te leggen, want uit onderzoek is gebleken dat procedurele strategieën vermoedelijk doeltreffender zijn voor de langetermijnprestatie dan declaratieve strategieën.

Bovendien is ritme sterk met beweging verbonden. Daarom moet het elementaire onderwijs van tonale en ritmische patronen altijd met zachte bewegingen gepaard gaan, zodat kinderen een gekoppelde voorstelling van motorische handelingen en metrisch gewicht kunnen ontwikkelen. Ook een ander aspect lijkt nog de moeite waard om in gedachten te houden. Omdat vocaal leren iets specifiek menselijks is en de grondslag (oftewel de fonologische lus) essentieel is voor de overdracht van melodische en ritmische patronen naar het werk- en langetermijngeheugen, zijn actieve muziekbeoefening, zang en beweging de belangrijkste onderwijs- en leermethoden voorafgaand aan elke vorm van mondelinge toelichting. Aangezien elk leerproces in een bepaalde situatie en sociale context plaatsvindt, speelt bovendien contextafhankelijk onderwijs een doorslaggevende rol bij het zinvol leren van muziek in plaats van óver muziek. Omdat de achterliggende principes sterk worden ondersteund door hersenonderzoek, vraagt dit alles om een aanpak die door Elliott als *praxial* [*practical + mental*] werd aangeduid (Elliott 1995).

Ten slotte kan de vraag worden gesteld of het wel passend is om door een rechtstreekse koppeling van hersenonderzoek en muziekeducatie een nieuw vakgebied te vestigen dat zich op het raakvlak van neurowetenschappen en onderwijs beweegt. Misschien komt de belangstelling voor deze relatie voort uit de overschatting van een tijdelijke mode. Toch ondersteunt de filosofie achter de *neurodidactiek* wel de algemene noodzaak van een verdere vooruitgang van de muziekeducatie, die niet geïsoleerd kan en mag worden van de sterke ontwikkelingen in de neurowetenschappen. We moeten bezien wat de kennis over hersenfuncties en neuronale verwerking kan bijdragen aan het muziekonderwijs – niet zozeer door een rechtstreekse toepassing van afzonderlijke onderzoeksresultaten op onderwijsmethoden, maar in de zin dat kennis uit de neurowetenschappen mogelijk zal bijdragen tot een beter inzicht in de moeite die leerlingen hebben bij het leren en spelen van muziek. Docenten moeten nieuwe benaderingen uitproberen, gericht op hun onderwijsdoelen en de mentaliteit van hun leerlingen. Dit zou hen in staat kunnen stellen hun onderwijs-

methoden aan te passen aan de behoefte bij hun leerlingen aan meer succes en een betrouwbaarder beroep.

## SLOTGEDACHTEN

—  
Een wetenschap die zich op de hersenfuncties richt, heeft per definitie gevolgen voor het onderwijs. Ook al kunnen neurowetenschappers docenten niet vertellen wat en hoe ze moeten onderwijzen, docenten moeten wel een zekere basiskennis hebben en bijvoorbeeld weten dat de hersenen hun eigen beloningssysteem (dopaminerge hormonen) hebben dat het behoud van kennis en vaardigheden ondersteunt (Spitzer 2002, 2006), en dat de externe en interne beloning, aangevuld met licht gespannen emoties, een geschikt beginsel voor breincentraal leren verschaft, terwijl alleen stress en sociaal-emotionele verwaarlozing al van invloed kunnen zijn op stressgeïnduceerde synaptische veranderingen (Braun & Bock 2007).

Het is ook belangrijk om in te zien dat het geheugen niet meer mag worden opgevat als een passieve opslag van losse elementen, maar veeleer een actief proces is waarin opgeslagen sjablonen worden gereconstrueerd (Braun & Bock 2007). Het geheugen is een integratief systeem dat berust op de hippocampale activiteiten van herhaalde voorstellingen, waarbij een lus tussen de cortex en de hippocampus ontstaat die herhaalde voorstellingen teweegbrengt en daarmee het begin van doeltreffend en stabiel leren vormt. Leren wordt niet alleen en niet hoofdzakelijk bewerkstelligd door de expliciete opslag van verbale (expliciete) kennis. Vooral bij muziek zijn de specifieke muzikale vaardigheden non-verbaal en betreffen ze niet het geheugen, maar in plaats daarvan representaties. De hippocampus speelt een wezenlijke rol bij de vorming van nieuwe herinneringen en fungeert meer als 'trainer' dan als 'beschermer' van de vastgelegde herinneringen.

Omdat muziekonderwijs veel verder gaat dan alleen iets uit het hoofd leren, wordt een blijvende verwerving van vaardigheden en kennis ondersteund door handel- en oefenprocedures op lange termijn. De resultaten van deze aanpak zijn doelmatiger en economischer (Braun & Bock 2007) en leiden tot een verminderde hersenactiviteit, terwijl een intensieve kortetermijn- geheugentraining een veel sterkere concentratie op bepaalde afzonderlijke elementen vergt en daardoor een aanzienlijke toename van hersenactiviteit laat zien (Altenmüller et al. 2000).

Voor muziekdocenten is belangrijk te weten hoe ze moeten reageren als ze gedrag waarnemen dat 'amusie' wordt genoemd. In de zeldzame gevallen waarin dit te her-



leiden is tot een hersenenbeschadiging, gaat het om een duidelijke psychische stoornis. Maar er zijn veel gevallen die samenhangen met het onvermogen om wijs te houden of onderscheid tussen toonhoogten te maken. Het is niet helemaal duidelijk of dit onvermogen erfelijk bepaald is of dat het door een gebrek aan omgevingsprikkelers wordt veroorzaakt. Als het aangeboren is, zal een correctie of compensatie moeilijk worden. In dat geval zouden er neurale afwijkingen moeten worden vastgesteld die met het waargenomen gedrag corresponderen. Onderzoek heeft weliswaar eerste resultaten opgeleverd die op neuronale correlaten wijzen, maar in het algemeen is tot dusver heel weinig informatie beschikbaar en staan nog veel vragen open (Altenmüller & McPherson 2007). Zonder neurale correlaten kan een docent nauwelijks beslissen of een gebrekkige muziekperceptie en -prestatie (zang) haar oorsprong in genetische of in sociale gebreken heeft. Zoals de Duitse pedagoge Donata Elschenbroich het verwoordde: 'Niet-muzikaal zijn is aangeleerd!' (Elschenbroich 2001). Met deze uitspraak wil ze heel duidelijk maken dat het asociaal is kinderen de best mogelijke kansen te onthouden om muziek te leren en te ervaren. Uiteindelijk worden ze daardoor amuzikaal en wordt hun muzikale potentieel verminderd of zelfs vernietigd. Waarschijnlijk is het dan ook vaker een sociaal-politieke kwestie dan een genetisch gebrek waardoor kinderen geen opleiding genieten die bij hun potentieel aansluit. We moeten in de muziekpedagogie goed opletten niet het stempel amusie als excuus te gebruiken om deze personen geen onderwijs te geven. Zoals uit dieronderzoek is gebleken, zijn mensen bij uitstek imiterende audio-vocale leerlingen, dat wil zeggen in staat toonhoogten correct te evenaren en ze uitsluitend op het gehoor in een metrische structuur te integreren (Brown 2007). Dit is even fundamenteel bij taal- als bij zangverwerving. Daarom kunnen er bij een structurele hersenafwijking die een bepaald gebrek in de herkenning van fijne toonhoogteverschillen tot gevolg heeft, best nog andere vaardigheden zijn die wel goed werken, zoals maat houden, ritmeperceptie, structurele differentiatie, etcetera, en ook onder de noemer muzikale vaardigheid (muzikaliteit, *musia*) kunnen worden gebracht. Omdat de wisselwerking tussen de neurale processen bij muziekverwerking complex is, lijdt het geen twijfel dat verder onderzoek naar zogeheten amusie volstrekt noodzakelijk is voor een beter begrip van de feitelijke oorzaken van de gebreken in de muziekverwerking bij kinderen, zodat in het onderwijs daar passender op gereageerd kan worden. We hebben hier geprobeerd te illustreren hoe de pedagogische consequenties van de hersenwetenschap inmiddels krachtig worden ingezet bij pogingen om muzieklessen te herstructureren. De indruk bestaat dat leerlingen niet hun volledige leerpotentieel benutten en toch vergt de maatschappij steeds meer van hen, en ook meer

van de schoolervaring in het algemeen. In alle vakken kunnen de leerlingen veel meer dan historische feiten reproduceren en wiskundige formules opdreunen. Leerlingen moeten leervaardigheden verwerven die niet alleen op muziek, maar op het hele lespakket en ook nog buiten de school van toepassing zijn. Als de onderwijspraktijk uitgaat van de kennis over hoe mensen leren en redeneren, is dit ook te verwezenlijken. Voor zo'n onderwijspraktijk biedt de hersenwetenschap de basis.

Volgens neurodidactische onderzoekers dient een doelmatige onderwijspraktijk gebruik te maken van de kennis van hersenwetenschappers over leer- en onderwijsprocessen. De bevindingen van de hersenwetenschappen kunnen en moeten als basis dienen voor onderwijsvernieuwing en pedagogische hervorming. Het hier beschreven onderzoek biedt fascinerende voorbeelden van de bijdrage die de hersenwetenschap aan de onderwijspraktijk kan leveren.

In de afgelopen tientallen jaren hebben we meer over de hersenen geleerd dan in de hele geschiedenis, maar er blijft nog veel te leren over. Hoe spannend de nieuwe ontwikkelingen in de neurowetenschappen ook zijn, spannender is nog de dialoog die is begonnen tussen neurowetenschappers, musici, cognitieve wetenschappers en vakdocenten. Voor het eerst zien we inhoudelijke discussies tussen de mensen die het onderzoek uitvoeren en degenen die op zoek zijn naar toepassingen van het onderzoek. Er is een begin gemaakt, maar er blijven nog veel uitdagingen bestaan, zowel voor het onderwijs als voor de neurowetenschappelijke onderzoekers. Ten eerste zijn wij van mening dat de onderzoeksgemeenschap meer moet doen om haar methoden en resultaten inzichtelijker en toegankelijker te maken voor muziekdocenten, schoolleiders en ouders. Eindgebruikers van het onderzoek hebben declaratieve en procedurele kennis over de hersenen nodig en moeten weten wanneer en waarom ze die kennis moeten gebruiken, willen ze het als een zinvolle onderneming beschouwen. Er is voor het onderwijs nog een aanvullende uitdaging, niet alleen voor de docenten maar ook voor het management. Dat moeten zorgen voor een werk- en leeromgeving waarin docenten zich het cognitieve neurowetenschappelijke perspectief eigen kunnen maken. Scholen moeten een omgeving omarmen waarin een professionele ontwikkeling wordt gekoesterd, een omgeving die een hoogwaardige ontwikkeling van medewerkers biedt, die de inbreng van docenten stimuleert en veranderingen de tijd gunt. Ten slotte moet de neurowetenschappelijke gemeenschap zelf streven naar een blijvende ontwikkeling van een samenhangend onderzoeksprogramma, een onderzoeksprogramma waarin de inzichten uit de cognitieve neurowetenschap vervat zijn, dat voortbouwt op de resultaten en methoden in de traditie van de informatieverwerking en deze verder verfijnt, en dat zich verdiept in

recentere inzichten inzake het belang van context, maatschappij en cultuur voor ons begrip van de wijze waarop kinderen leren. Als we zien hoe weinig we nu nog weten, dient onderzoek op elk terrein veeleer als een aanvulling dan als concurrentie te worden gezien. We moeten benutten wat we al weten over het leren en de hersenen, en we moeten proberen ons begrip te verdiepen. Voorzover de huidige praktijk op het gezond verstand en achterhaalde theorieën berust, biedt het neurowetenschappelijk onderzoek een noodzakelijke correctie. Ons onderzoek laat zien dat onze pogingen om het onderzoek op echte leer- en onderwijsproblemen toe te passen, ook kunnen dienen om het neurowetenschappelijk onderzoek te bevorderen. In het ideale geval moet er een voortdurende terugkoppeling van theorie naar praktijk naar theorie zijn, en een institutionele structuur om deze wisselwerking te ondersteunen. Met elke wisselwerking in deze feedback-lus zouden we dan de pedagogische uitkomsten voor kinderen kunnen verbeteren en ons begrip van het leerproces en van de hersenen kunnen verdiepen. De neurowetenschap levert zelden het bewijs dat een bepaalde onderwijsstrategie werkt, maar de informatie afkomstig van de neurowetenschappen kan zeker een zaakkundiger basis bieden voor de beslissingen die we op school en in de klas nemen.

*Wilfried Gruhn en Frances H. Rauscher*

*Wilfried Gruhn* is emeritus hoogleraar muziekeducatie van de Musikhochschule Freiburg (Duitsland). Hij studeerde viool, muziekwetenschappen en psychologie en publiceerde veelvuldig over zijn onderzoek op het gebied van muziekeducatie, onder andere in *Musik und Unterricht*. Hij was onder meer directeur van het Gordon Institute for Early Music Learning in Freiburg.

*Frances H. Rauscher* is als hoogleraar verbonden aan de University of Wisconsin Oshkosh (VS). Ze studeerde cello en psychologie. Een van haar onderzoeksgebieden betreft de effecten van muziek op cognitieve prestaties. Veel bekendheid verwierf ze in 1993 met onderzoek naar het zogeheten Mozarteffect: de vermeende verbetering van ruimtelijk inzicht na het luisteren naar Mozart.

## LITERATUUR

- Altenmüller, E.** (2001). How many music centres are in the brain? In R. Zatorre & I. Peretz (Eds.), *The Biological Foundations of Music* (pp. 273-280). New York: New York Academy of Sciences.
- Altenmüller, E. & Gruhn, W.** (1997). *Music, the Brain and Music Learning*. Chicago: G.I.A. Publ. Inc.
- Altenmüller, E., Gruhn, W., Parlitz, D. & Liebert, G.** (2000). The impact of music education on brain networks: evidence from EEG-studies. *International Journal for Music Education*, 35, 47-53.
- Altenmüller, E. & McPherson, G.** (2007). Motor learning and instrumental training. In W. Gruhn & F. Rauscher (2007). *Neurosciences in Music Pedagogy* (pp. 121-142). Hauppauge, NY: Nova Science.
- Arbib, M.A.** (2005). From monkey-like action recognition to human language: an evolutionary framework for neurolinguistics. *Behavioral Brain Science*, 28(2), 105-124, 125-167.
- Ayotte, J., Peretz, I. & Hyde, K.** (2002). Congenital amusia: a group study of adults afflicted with a music-specific disorder. *Brain*, 125(2), 223-224.
- Baddeley, A.** (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189-208.
- Bangert, M. & Altenmüller, E.** (2003). Mapping perception to action in piano practice: a longitudinal DC-EEG-study. *BMC Neuroscience*, 4, 26-36.
- Binkofski, F. & Buccino, G.** (2006). The role of ventral premotor cortex in action execution and action understanding. *Journal of Physiology Paris*, 99(4-6), 396-405.
- Birbaumer, N., Ghanayim, N., Hinterberger, T., Iversen, I., Kotchoubey, B., Kubler, A., Perelmouter, J., Taub, E. & Flor, H.** (1999). A spelling device for the paralysed. *Nature*, 398, 297-298.
- Blakemore, S.-J. & Frith, U.** (2005). *The Learning Brain. Lessons for education*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Brown, S.** (2007). Contagious heterophony: A new theory about the origins of music. *Musicae Scientiae*, 11(1), 3-26.
- Brown, S., Martinez, H.J., Hodges, D.A., Fox, P.T. & Parsons, L.M.** (2004). The song system of the human brain. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 20(3), 363-375.
- Braun, A. & Bock, J.** (2007). Born to learn: early learning optimizes brain function. In W. Gruhn & F. Rauscher (2007). *Neurosciences in Music Pedagogy* (pp. 27-51). Hauppauge, NY: Nova Science.
- Bruer, J.T.** (1999). *The Myth of the First Three Years. A new understanding of brain development and life-long learning*. New York: The Free Press.
- Buccino, G., Vogt, S., Ritzl, A., Fink, G.R., Zilles, K., Freund, H.-J. & Rizzolatti, G.** (2004). Neural circuits underlying imitation learning of hand actions. An event-related fMRI study. *Neuron*, 42(2), 323-334.

- Caspary, R.** (Ed.) (2006). *Lernen und Gehirn. Der Weg zu einer neuen Pädagogik*. Freiburg: Herder.
- Chalmers, D.J.** (2000). What is a Neural Correlate of Consciousness? In T. Metzinger (Ed.), *Neural Correlates of Consciousness* (pp. 17-39). Cambridge, MA.: MIT Press.
- Chan, A.S., Ho, Y-C. & Cheung, M-C.** (1998). Music training improves verbal memory. *Nature*, 396, 128.
- Chasin, M. & Russo, F.A.** (2004). Hearing AIDS and music. *Trends in Amplification*, 8(2), 35-47.
- Colwell, R. & Richardson, C.** (Eds.). (2002). *The New Handbook of Research on Music Teaching and Learning*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B. & Traub, E.** (1995). Increased cortical representation of fingers of the left hand in string players. *Science*, 270, 305-307.
- Elliott, D.J.** (1995). *Music matters. A new philosophy of music education*. New York, Oxford: OUP.
- Elschenbroich, D. (2001). *Weltwissen der Siebenjährigen*. München: Kunstmann.
- Fitch, W.T.** (2006). The biology and evolution of music: A comparative perspective. *Cognition*, 100(1), 173-215.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L. & Rizzolatti, G.** (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119(2), 593-609.
- Gaschler, K.** (2006). Die Entdeckung des Anderen. *Gehirn & Geist*, (10), 26-33.
- Gaser, C. & Schlaug, G.** (2004). *Structural Brain Differences between Musicians and Non-musicians*. Paper presented at the ICMPC 8, Evanston, IL.
- Gembris, H.** (1998). *Grundlagen musikalischer Begabung und Entwicklung*. Augsburg: Wißner.
- Gfeller, K., Olszewski, C., Rychener, M., Sena, K., Knutson, J.F., Witt, S. & Macpherson, B.** (2005). Recognition of 'real world' musical excerpts by cochlear implant recipients and normal hearing adults. *Ear and Hearing*, 26(3), 237-250.
- Greenough, W.T. & Black, J.E.** (1992). Induction of brain structure by experience. Substrates for cognitive development. In M. Gunnar & C. Nelson (Eds.), *Minnesota Symposia on Child Psychology* (pp. 155-200). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Greenough, W.T., Larson, J.R. & Withers, G.S.** (1985). Effects of unilateral and bilateral training in a reaching task in dendritic branching of neurons in the rat motor-sensory forelimb cortex. *Behavioral and Neural Biology*, 44, 301-314.
- Gruhn, W.** (1997). Music learning - neurobiological foundations and educational implications. *Research Studies in Music Education*, (9), 36-47.
- Gruhn, W.** (2005a). *Der Musikverstand. Neurobiologische Grundlagen des musikalischen Denkens, Hörens und Lernens*. Hildesheim: Olms.

- Gruhn, W.** (2005b). Understanding musical understanding. In D.J. Elliott (Ed.), *Praxial Music Education. Reflections and Dialogues* (pp. 98-111). New York: Oxford University Press.
- Hannon, E.E. & Trehub, S.E.** (2005). Tuning in to musical rhythms: infants learn more readily than adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 102(35), 12639-12643.
- Haslinger, B., Erhard, P., Altenmüller, E., Schroeder, U., Boecker, U. & Ceballos-Baumann, A.O.** (2005). Transmodal sensorimotor networks during action observation in professional pianists. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(2), 282-293.
- Herrmann, U. (Ed.)**. (2006). *Neurodidaktik. Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen*. Weinheim: Beltz.
- Hüther, G.** (2002). *Bedienungsanleitung für ein menschliches Gehirn*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Jarvis, E.** (2004). Learned birdsong and the neurobiology of language. In H.P. Zeigler & P. Marler (Eds.), *Behavioral Neurobiology of Birdsong* (pp. 749-777). New York: The New York Academy of Sciences.
- Juraska, J.M., Henderson, C. & Muller, J.** (1984). Differential rearing experience, gender and radial maze performance. *Developmental Psychobiology*, 17, 209-215.
- Kaiser, K.A. & Johnson, K.E.** (2000). The effect of an interactive experience on music majors' perception of music for deaf students. *Journal of Music Therapy*, 37(3), 222-234.
- Kotynek, M., Norton, A., Overy, K., Winner, E. & Schlaug, G.** (2006). *Functional cerebral correlates of instrumental training in children: A longitudinal study*.
- Liebert, G.** (2001). *Auswirkungen musikalischen Kurzzeitlernens auf kortikale Aktivierungsmuster*. Unpublished dissertation. Hochschule, Hannover.
- McDermott, H.J.** (2004). Music perception with cochlear implants: a review. *Trends in Amplification*, 8(2), 49-82.
- Merker, B.** (2005). *Between perception and performance: vocal learning as key constraint on the path to music and language*. Paper presented at the The Neurosciences and Music II, Leipzig.
- Metzinger, T. (Ed.)**. (2000). *Neural Correlates of Consciousness. Empirical and Conceptual Questions*. Cambridge MA: MIT Press.
- Nakata, T., Trehub, S.E., Mitani, C., Kanda, Y., Shibasaki, A. & Schellenberg, G.E.** (2005). Music recognition by Japanese children with cochlear implants. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 24(1), 29-32.
- Overy, K., Norton, A., Cronin, K., Winner, E. & Schlaug, G.** (2005). Examining rhythm and melody processing in young children using fMRI. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 210-218.

- Pascual-Leone, A., Cammarota, A., Wasserman, E.M., Brasil-Neto, J.P., Cohen, L.G. & Hallett, M.** (1993). Modulation of motor cortical outputs to the reading hand of Braille readers. *Annals of Neurology*, 34, 33-37.
- Peretz, I., Brattico, E. & Tervaniemi, M.** (2005). Abnormal electrical brain responses to pitch in congenital amusia. *Annals of Neurology*, 58(3), 478-482.
- Peretz, I., Champod, A.S. & Hyde, K.** (2003). Varieties of musical disorders. The Montreal Battery of Evaluation of Amusia. *The Neurosciences and Music*, (999), 58-75.
- Phillips-Silver, J. & Trainor, L.J.** (2005). Feeling the beat: movement influences infant rhythm perception. *Science*, 308(5727), 1430.
- Preiss, G. (Ed.)** (1998). *Neurodidaktik. Theoretische und praktische Beiträge*. Herbolzheim: Centaurus.
- Ratey, J.J.** (2001). *A User's Guide to the Brain. Perception, attention and the four theaters of the brain*. New York: Pantheon.
- Rauscher, F.H., Bowers, M.K., Dettlaff, D.M. & Scott, S.E.** (2002). *Effects of environmental, social, and auditory enrichment on maze learning in rats: implications for arousal*. Paper presented at the Conference on Cognitive Neuroscience, San Francisco.
- Rauscher, F.H., Shaw, G.L., Levine, L.J., Wright, E.L., Dennis, W.R. & Newcomb, R.** (1997). Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, 19, 1-8.
- Rizzolatti, G.** (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, (3), 131-141.
- Roth, G.** (2006). Möglichkeiten und Grenzen von Wissensvermittlung und Wissenserwerb. In R. Caspary (Ed.), *Lernen und Gehirn* (pp. 54-69). Freiburg: Herder.
- Saffran, J.R., Loman, M.M. & Robertson, R.R.** (2000). Infant memory for musical experiences. *Cognition*, 77(1), 15-23.
- Scharff, C. & Haesler, S.** (2005). An evolutionary perspective on FoxP2: Strictly for the birds? *Current Opinion in Neurobiology*, 15, 694-703.
- Schlaug, G.** (2003). The brain of musicians. In I. Peretz & R. Zatorre (Eds.), *The Cognitive Neuroscience of Music* (pp. 366-381). New York: Oxford University Press.
- Schlaug, G., Jaencke, L., Huang, Y. & Steinmetz, H.** (1995). In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians. *Science*, 267, 699-701.
- Schlaug, G., Norton, A., Overy, K. & Winner, E.** (2005). Effects of music training on the child's brain and cognitive development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 219-230.
- Spitzer, M.** (2002). *Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

**Spitzer, M.** (2006). *Das Gehirn. Eine Gebrauchsanleitung*. Reinbek: Rowohlt.

**Stern, E.** (2005). Pedagogy meets neuroscience. *Science*, 310 (5749), 745.

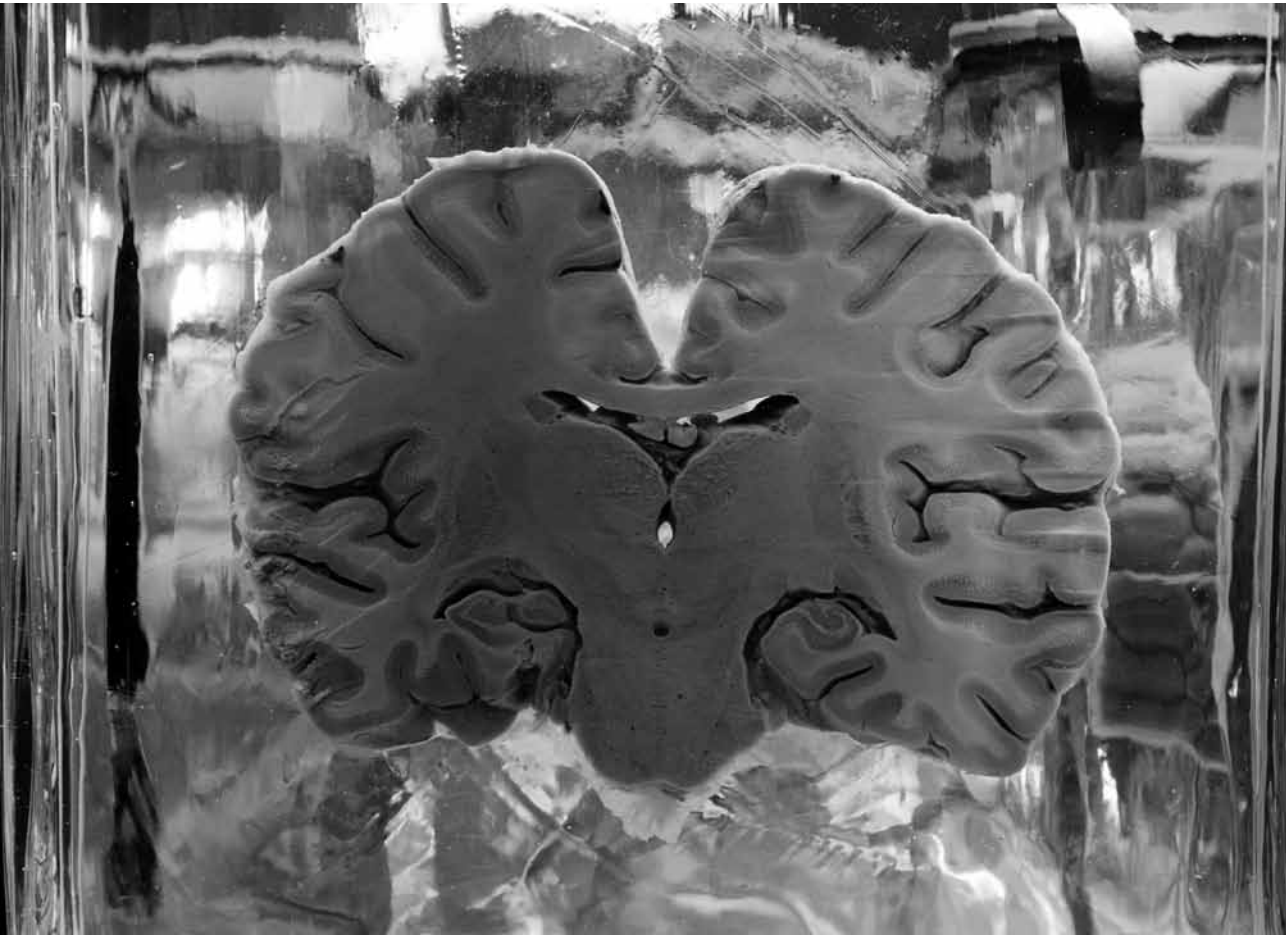
**Stern, E., Grabner, R. & Schumacher, R.** (2005). *Lehr-Lern-Forschung und Neurowissenschaften: Erwartungen, Befunde und Forschungsperspektiven*. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.

**Tomie, J. & Wishaw, I.Q.** (1990). New paradigms for tactile discrimination studies with the rat: Methods for simple, conditional, and configural discriminations. *Physiology and Behavior*, 48, 225-231.

**Winner, E. & Hetland, L.** (2000). The arts in education: evaluating the evidence for a causal link. *The Journal of Aesthetic Education*, 34(3-4), 3-10.

*Dwarsdoorsnede van menselijke hersenen. Collectie Bolk, 1900.*





# Zin en onzin in de neuro-aesthetic

Waarom beleven mensen plezier aan het luisteren naar muziek, het lezen van romans en het kijken naar schilderijen of raken zij ontroerd bij een film? Waarom doen veel mensen hun best om een goede foto te maken? En wat is dat eigenlijk, een goede foto? Vragen als deze behoorden tot het exclusieve domein van de filosofie en de kunsttheorie, maar nu liggen zij ook binnen het bereik van de neurowetenschappen. In deze kritische beschouwing belicht Ivar Hagendoorn de vragen waar de neuro-aesthetic wel en geen antwoord op kan geven.

De neurowetenschappen mogen zich al enkele jaren in een ongekeerde populariteit verheugen. Boeken over de werking van de hersenen halen de lijst van best verkochte boeken en kranten besteden geregeld aandacht aan de laatste opmerkelijke experimentele resultaten. De belangrijkste reden voor de bloei van de cognitieve neurowetenschappen is de ontwikkeling, in het midden van de jaren negentig, van de functionele MRI, veelal aangeduid als fMRI. Deze technologie maakt het mogelijk om de activiteit in hersengebieden te meten terwijl een proefpersoon liggend in een MRI-scanner een bepaalde taak uitvoert of aan een zintuiglijke prikkel wordt blootgesteld. Oudere technologieën zoals de elektro-encefalografie, waarbij een aantal elektroden op het hoofd geplaatst worden, kunnen weliswaar hersenactiviteit meten, maar niet zo gedetailleerd als fMRI.

De ontwikkeling van de fMRI heeft geleid tot een nog altijd aanzwellende stortvloed aan wetenschappelijke artikelen. Iedere zichzelf respecterende universiteit beschikt inmiddels over een MRI-scanner waar proefpersonen aan talrijke experimenten worden onderworpen. Merkwaardig genoeg is het moeilijk aan te geven wat al dit onderzoek aan revolutionaire, onbetwiste inzichten heeft opgeleverd, zoals de bekende neurowetenschapper Karl Friston, directeur van het Wellcome Trust Centre for Neuroimaging aan University College London, enkele jaren geleden vaststelde in een overzichtsartikel ter ere van het feit dat fMRI met 21 jaar volwassen is geworden (Friston 2009). De reden voor deze opmerkelijke constatering is niet zozeer het

tekortschieten van de technologie alswel de complexiteit van de hersenen en de diversiteit van het menselijk gedrag. Zo kan een iets andere onderzoeksopzet al leiden tot een ander experimenteel resultaat. Ook de vele statistische bewerkingen die nodig zijn om de resultaten van een fMRI-experiment te analyseren en het feit dat veel onderzoeken gebaseerd zijn op een zeer klein aantal proefpersonen dragen bij aan de variatie in experimentele bevindingen.

## KUNST EN HERSENEN

— De cognitieve neurowetenschappen behelzen echter meer dan fMRI-onderzoek. Zo is onderzoek naar de beperkingen die optreden ten gevolge van een hersenbeschadiging al eeuwenlang een belangrijke bron van informatie over de werking van de hersenen. Deze informatie kan vervolgens gecombineerd worden met fMRI-onderzoek met gezonde proefpersonen. Als immers de beschadiging van een bepaald gebied in de hersenen ertoe leidt dat een patiënt een bepaalde taak niet meer kan uitvoeren en als uit een fMRI-experiment blijkt dat hetzelfde gebied actief is als een gezonde proefpersoon dezelfde taak uitvoert, is dit een aanwijzing dat dit gebied een rol speelt bij deze specifieke taak. Ook dierproeven hebben veel kennis opgeleverd over de werking van de hersenen, al blijft het de vraag in hoeverre deze resultaten geëxtrapoleerd kunnen worden naar de menselijke hersenen.

Het gemak waarmee dankzij fMRI tegenwoordig hersenactiviteit onderzocht kan worden heeft ertoe geleid dat steeds meer vakgebieden binnen het bereik van de neurowetenschappen zijn komen te liggen. Zo onderzoekt de neuro-economie de rol van de hersenen bij het inschatten van risico's en het nemen van economische beslissingen en wordt in de neuro-ethiek de rol van de hersenen bij ethische vraagstukken onderzocht.

Ook de neuro-aesthetica, het onderzoek naar de cognitieve en neurologische aspecten van kunstbeleving en -beoefening, heeft de afgelopen jaren een grote vlucht genomen. Diverse onderzoekers hebben gespeculeerd over de cognitieve en neurologische grondslagen van de beeldende kunst (bijv. Ramachandran & Hirstein 1999), dans en choreografie (Hagendoorn 2004, 2011, 2012) en architectuur (Werner & Long 2003). Daarnaast hebben neurowetenschappers de hersenactiviteit onderzocht als proefpersonen naar een reproductie van een schilderij kijken (bijv. Kawabata & Zeki 2004), naar een filmfragment kijken (bijv. Hasson, Nir, Levy, Fuhrmann & Malach 2004), naar muziek luisteren (bijv. Salimpoor, Benovoy, Larcher, Dagher & Zatorre 2011) of een pas-

sage uit een roman lezen (bijv. Yarkoni, Speer & Zacks 2008). Er is natuurlijk weinig opzienbarends aan de constatering dat bepaalde gebieden in de hersenen actief zijn wanneer iemand naar muziek luistert of naar een film kijkt. De cruciale vraag is of de aldus verkregen kennis ook iets toevoegt aan ons begrip van kunst en kunstbeleving. Zoals de neurowetenschapper M.R. Bennett en de filosoof P.M.S. Hacker in hun boek *Philosophical Foundations of Neuroscience* (2003) opmerken, is het de persoon die denkt, voelt, waarneemt, interpreteert, analyseert en beslist en niet het brein. Evenzo is het de persoon die kunst creëert en waardeert en niet het brein. Volgens Bennett en Hacker is het de taak van de neurowetenschappen kennis te vergaren over de structuur en de werking van de hersenen. De taak van de psychologische wetenschap is het bestuderen van menselijk gedrag en psychologische functies als waarneming, aandacht, emotie en geheugen en verstandelijke vermogens als denken en leren. De taak van de cognitieve neurowetenschappen is het uiteenzetten van de neurologische voorwaarden die deze psychologische functies en verstandelijke vermogens mogelijk maken, aldus Bennett en Hacker (2003, p. 1 en p. 114). Aangezien deze neurale structuren de grondslag vormen voor *alle* menselijke vermogens en gedragingen vormen zij ook de grondslag voor kunstbeleving en -beoefening. Echter, voordat wij iets kunnen zeggen over de grondslagen van de kunstbeleving en -beoefening dient eerst het begrip kunst afgebakend te worden.

#### KUNSTBEGRIIP

Er zijn door de eeuwen heen talrijke pogingen gedaan kunst te definiëren en het is niet de pretentie hier in dit korte bestek iets aan toe te voegen. Veel mensen denken bij kunst in eerste instantie aan schilderkunst, echter ook muziek, architectuur, film, dans, mode, theater, opera, fotografie, literatuur, cabaret, grafische vormgeving en beeldhouwen vallen onder het begrip kunst. Binnen elk van deze kunstvormen zijn diverse stromingen en onderling sterk verschillende genres en stijlen te onderscheiden zoals impressionisme, jazz, flamenco, kabuki, hiphop, bharata natyam, jugendstil, de internationale stijl, minimalisme, tango, metal, magisch realisme, romantiek, barok en deconstructivisme. Sinds het eind van de negentiende eeuw hebben kunstenaars het kunstbegrip steeds verder opgerekt zodat nu een kartonnen doos, de sporen van een wandeling en een gesprek tussen een man en een dode haas voor kunst kunnen doorgaan. Het behoeft geen betoog dat deze enorme variëteit aan verschijningsvormen het moeilijk maakt om iets over kunst en hersenen in het algemeen te zeggen.

Daar komt bij dat, anders dan bij het optellen en vermenigvuldigen van twee natuur-

lijke getallen, bij kunstbeleving een breed scala aan hersenprocessen betrokken is. Een film, een roman en een theatervoorstelling doen niet alleen een beroep op de waarneming maar ook op het begrip, de herinneringen, de emotie en het associatievermogen van de lezer of toeschouwer. Dit maakt het moeilijk om de hersenactiviteit van iemand die een kort verhaal leest of een filmfragment bekijkt te interpreteren. Er bestaat daarnaast een wezenlijk onderscheid tussen kunst en de stimuli die gewoonlijk gebruikt worden in psychologische experimenten. In contactadvertenties en televisieprogramma's introduceren mensen zich weleens door te zeggen dat ze van lezen en muziek houden, maar natuurlijk houdt niemand van lezen of naar muziek luisteren in het algemeen. Er zullen weinig mensen zijn die tien keer hetzelfde boek lezen omdat ze lezen als zodanig zo leuk vinden. Mensen houden van *bepaalde* boeken en van *bepaalde* muziek en dan vaak nog alleen als ze in de stemming zijn. Een neurowetenschappelijke benadering van de kunst dient zich daarom rekenschap te geven van het feit dat sommige mensen alleen van de vroege U2 houden en dat anderen weliswaar regelmatig een dansvoorstelling bezoeken, maar met uitzondering van *Café Müller* (1978) en *Das Frühlingsopfer* (1975) niks op hebben met het werk van Pina Bausch.

### KUNSTBELEVING

Het feit dat mensen plezier beleven aan het luisteren naar hun favoriete muziek of het kijken naar een enerverende film of dansvoorstelling is slechts een aspect van kunstbeleving. Kunst heeft betekenis en doet daarom een beroep op het begrip- en denkvermogen. Kunst ontroert en ontregelt. Kunst kan interessant zijn maar ook ontiegelijk saai. Elk van deze aspecten kan vanuit een neurowetenschappelijke invalshoek onderzocht worden. Want wat maakt een thriller eigenlijk spannend en een komedie grappig? Waarom zijn sommige films, boeken en theatervoorstellingen boeiend en andere geestdodend saai? En waarom kijken sommige toeschouwers weg tijdens een gruwelijke scène in een horrorfilm, het is toch maar een film? Dit is het soort *specifieke* vragen waarop de experimentele psychologie en de cognitieve neurowetenschappen een antwoord kunnen geven.

### IMPLICIETE EN EXPLICIETE REGELS

—  
Een van de centrale stellingen in mijn eigen onderzoek is dat kunstbeleving en kunstbeoefening bepaald worden door impliciete en expliciete regels. Een voorbeeld van

een impliciete, dat wil zeggen onbewuste, regel is de neiging van veel mensen om bij het maken van een foto het voorwerp te centreren. Dit leidt echter tot nogal gewone foto's. Een vast onderdeel van fotografie cursussen is daarom de zogenaamde regel van derden. Volgens deze regel dient het beeld met twee denkbeeldige horizontale en verticale lijnen in negen gelijke vlakken opgedeeld te worden. Het hoofdonderwerp dient vervolgens op het kruispunt van een van de lijnen geplaatst te worden. Dit resulteert vaak in een compositie die dynamischer en interessanter oogt. Veel camera's hebben tegenwoordig een raster op het lcd-scherm of in de zoeker waardoor het gemakkelijk is om de regel van derden toe te passen. De regel van derden is een typisch voorbeeld van een expliciete compositieregel.

Zoals de regel van derden zijn er talloze wetmatigheden in de beeldende kunst, literatuur, architectuur, muziek en dans, die zich overigens niet allemaal zo gemakkelijk in de vorm van een regel laten formuleren. Zo wordt de blues gekenmerkt door een vast akkoordenschema van twaalf maten die per strofe worden herhaald. Ook reggae en boogiewoogie hebben een aantal karakteristieke stijlkennmerken waardoor zij direct als zodanig herkenbaar zijn. Hetzelfde geldt voor schilderstijlen als het kubisme en het surrealisme. Wie eenmaal een aantal schilderijen van Salvador Dalí en René Magritte gezien heeft, zal weinig moeite hebben beide schilders uit elkaar te houden, ook al worden beiden tot het surrealisme gerekend.

## GRONDSTRUCTUREN

In het algemeen kan gesteld worden dat een patroon of wetmatigheid duidt op het bestaan van een of meer impliciete of expliciete regels die dit patroon of deze wetmatigheid voortbrengen. Veel van deze regels zijn historisch van aard en de ontstaansgeschiedenis is meestal moeilijk te achterhalen. Echter, een aantal wetmatigheden is te herleiden tot psychologische principes en in laatste instantie tot grondstructuren in de hersenen. Want waarom zijn mensen geneigd het onderwerp te centreren? En waarom resulteert de regel van derden in een dynamische compositie? Een antwoord op deze vragen kan gevonden worden in de structuur van het centrale zenuwstelsel. Het netvlies bestaat uit lichtgevoelige cellen die onderverdeeld worden in kegeltjes en staafjes. Staafjes zijn gevoelig voor verschillen in licht en donker. Kegeltjes zijn minder lichtgevoelig dan staafjes maar hebben een snellere responstijd die het mogelijk maakt om snelle veranderingen en haarscherpe details waar te nemen. Er zijn drie soorten kegeltjes die elk gevoelig zijn voor een andere golflengte van licht. Dit maakt het mogelijk om kleuren te onderscheiden. Veruit de meeste kegeltjes bevinden zich in een klein gebied in het netvlies, de fovea. Om scherp te kunnen zien

bewegen mensen hun ogen, of indien mogelijk het voorwerp, daarom zo dat de projectie van het voorwerp precies op de fovea valt. Dit is tevens de reden dat mensen in een museum recht voor een schilderij gaan staan en dat zij bij het maken van een foto geneigd zijn het onderwerp te centreren. Een perfect gecentreerde afbeelding trekt de blik direct naar het onderwerp. Als een onderwerp zich buiten het centrum van het blikveld bevindt, moet de blik zich naar het onderwerp toe bewegen. Dit maakt de compositie dynamisch.

### PSYCHOLOGISCHE PRINCIPES

De manier waarop mensen kunst beleven en beoordelen wordt, net als het maken van kunst, mede bepaald door algemene psychologische principes. De meeste mensen houden hun camera recht als zij een foto maken en zien direct dat een schilderij of poster scheef hangt. Zij lachen als iemand twee verschillende sokken aan heeft en zijn licht geïrriteerd als een scène, een verhaal of een muziekstuk plotseling stopt. Maar wat als het de bedoeling van de fotograaf was om de camera scheef te houden? En waarom zou je niet twee sokken met hetzelfde patroon maar een andere kleur aan kunnen trekken? De Japanse modeontwerpster Rei Kawakubo van het label Comme des Garçons heeft met vrijwel iedere ongeschreven modewet gebroken. Zij ontwerpt shirts met een lange en een korte mouw, jasjes met ongelijke panden en keert kleding binnenstebuiten zodat de naden zichtbaar zijn. Zo daagt zij het publiek uit om met een frisse, onbevooroordeelde blik naar kleding te kijken en impliciete esthetische principes zoals een voorkeur voor symmetrie overboord te zetten.

Kennis van de algemene psychologische principes die het menselijk gedrag bepalen maakt het mogelijk om specifieke, historisch gegroeide of aangeleerde regels en gewoonten te ontstijgen. Het kan ertoe bijdragen dat mensen zich bewuster worden van de impliciete regels die hun esthetische voorkeuren bepalen. Dit kan op zijn beurt bijdragen aan de totstandkoming van een afgewogener esthetisch oordeel.

### KUNSTBELEVING EN KUNSTBEOEFENING

—  
Een tweede centrale stelling in mijn onderzoek is dat er een wisselwerking bestaat tussen kunstbeleving en kunstbeoefening. Schilderen, schrijven, componeren en regisseren is een dynamisch proces waarbij woorden, zinnen, kleuren, lijnen, vormen, geluiden en bewegingen voortdurend worden geëvalueerd en al dan niet vervormd, verwijderd of anderszins veranderd. Een schilder doet een stap terug van zijn of haar

doek alvorens een nieuwe toets verf aan te brengen. Een fotograaf kijkt op het lcd-scherm van zijn of haar camera om de compositie en het histogram van een zojuist genomen foto te controleren alvorens te besluiten de foto nogmaals te maken. Een schrijver schrapt een zin hier en verandert een woord daar na de alinea nogmaals herlezen te hebben. En een choreograaf kort de voorlaatste scène tijdens de generale repetitie drastisch in als blijkt dat de voorstelling vaart mist. Dit proces van schikken en herschikken kan worden afgezet tegen de mentale processen die betrokken zijn bij waarneming, emotie, aandacht en begrip. Hieruit volgt dat kunstenaars iets zouden kunnen leren van inzichten uit de cognitieve wetenschappen en vice versa.

### AANDACHT

Psychologen hebben langs experimentele weg de factoren bepaald die maken dat een stimulus de aandacht trekt. Zo trekt een bewegend voorwerp de aandacht temidden van stilstaande voorwerpen, trekt een blauw voorwerp de aandacht temidden van anderszins identieke witte voorwerpen en trekt een hard geluid de aandacht temidden van een stille omgeving. Deze en talloze andere factoren zijn te herkennen in alledaagse voorwerpen als wekkers, neonreclames, verkeerslichten, sirenes en *ring-tones* en in films, foto's, schilderijen en dansvoorstellingen. Het is bijvoorbeeld geen toeval dat, met uitzondering van klassiek ballet, de kostuums in de meeste dansvoorstellingen eenvoudig en uniform van kleur zijn. Bij gebrek aan andere factoren die de aandacht trekken, richt de aandacht zich automatisch op de enige resterende factor die automatisch de aandacht trekt: beweging.

De aandacht trekken is een ding, de aandacht vasthouden een tweede. Actiefilms volgen een strak stramien van achtervolgingen, explosies en vechtpartijen die telkens als de aandacht van de toeschouwer dreigt te verslappen deze naar een hoger plan tilt. Onderzoek heeft uitgewezen dat de structuur van Hollywood films in de afgelopen zeventig jaar steeds uniformer is geworden: actiescènes bestaan veelal uit een reeks korte shots terwijl dialogen uit een reeks langere shots bestaan (*Cutting, DeLong & Nothelfer 2010*). De onderzoekers opperen dat regisseurs films impliciet toesnijden op de aandachtsboog van de toeschouwer.

### EMOTIE

Regisseurs stoppen hun films ook vaak vol met visuele en auditieve prikkels met een emotionele lading, zelfs als deze er voor de verhaallijn weinig toe doen. Dit verhoogt namelijk de kans dat de toeschouwer emotioneel geraakt wordt. Veel mensen voelen zich ongemakkelijk in het donker, zijn bang voor ratten, spinnen en andere insec-



ten en schrikken als een hard geluid de stilte doorbreekt. Vandaar dat in thrillers de hoofdpersoon steevast in een donkere ruimte belandt waar hij of zij opschrikt van een opvliegende vogel, een dichtslaand raam of een wegrennende rat. Ook het simpele feit dat veel films een muzikale soundtrack hebben is hiervan een treffend voorbeeld. Het doel is de stemming van de toeschouwer te beïnvloeden. Het is evenmin toeval dat in films de helden veelal mooi en de slechteriken lelijk zijn. Een blik op de slechterik in *Pirates of the Caribbean* of *Batman* is voldoende om de toeschouwer angst in te boezemen.

#### A SEPARATION

Een aaneenschakeling van spannende of dramatische scènes maakt echter nog geen spannende of ontroerende film, laat staan een hoogtepunt in de filmgeschiedenis. Menig Hollywoodfilm flopt ondanks een budget van enkele tientallen miljoenen euro's. Zoals de film *A Separation* (2011) van de Iraanse regisseur Asghar Farhadi laat zien, is een groot budget geen noodzakelijke voorwaarde om een boeiende en aangrijpende film te maken die de aandacht van begin tot eind vasthoudt. De film oogstte wereldwijd lovende kritieken en heeft talloze prijzen gewonnen, waaronder de Gouden Beer op het filmfestival van Berlijn en de Oscar voor beste buitenlandse film. Voor wie de film niet gezien heeft, *A Separation* draait om de lotgevallen van Nader en Simin en hun huishoudelijke hulp Razieh. Simin wil het land verlaten om hun dochter Termeh een betere toekomst te bezorgen. Nader wil in Teheran blijven om voor zijn vader te zorgen die aan alzheimer lijdt. Simin vraagt daarop echtscheiding aan en trekt bij haar ouders in, haar dochter bij haar man achterlatend. Om tijdens zijn afwezigheid voor zijn vader te zorgen huurt Nader de zeer religieuze en naar later blijkt zwangere Razieh in als hulp in de huishouding. Ik zal hier niet de gehele plot verklappen, maar wat volgt is een reeks van verkeerd uitpakkende goede bedoelingen en een ongelukkige samenloop van omstandigheden die er uiteindelijk toe leiden dat eigenlijk iedereen verliest.

#### EMPATHIE

Wat *A Separation* tot zo'n aangrijpende en boeiende film maakt, is dat de dilemma's waarmee de personages geconfronteerd worden dichtbij de persoonlijke levenswereld van de meeste toeschouwers liggen: een echtscheiding, een dementerende vader of moeder, zwangerschap, werkloosheid, domme pech en wederzijds onbegrip. Dit maakt het gemakkelijk om met de personages mee te leven. Voor een huiselijk drama is *A Separation* ook ongewoon spannend. Als in een thriller wordt de

kijker voortdurend op het verkeerde been gezet en is er een doorlopende dreiging. Werkelijk subliem is de scène waarin de jonge dochter van Razieh met het zuurstofapparaat van de vader van Nader speelt.

Volgens een aantal neurowetenschappers heeft empathie, het meeleven met een ander, een neurale basis in zogenaamde spiegelneuronen, dit zijn neuronen die niet alleen actief zijn als een handeling wordt uitgevoerd, maar ook als deze wordt waargenomen (zie bijv. Gallese 2001). Sommige auteurs zien hierin tevens een grondslag van de esthetische ervaring (Freedberg & Gallese 2007). De aanblik van een van pijn verwrongen gezicht zou de neuronen die de gelaatsspieren aansturen activeren en aldus de bijbehorende emotie oproepen. Zelf ben ik hier sceptisch over. Los van het feit dat het bestaan van spiegelneuronen in de menselijke hersenen nog niet is aangetoond, maakt het empathie tot een automatisme terwijl er ook toeschouwers zijn die koud blijven bij het zien van andermans leed. Zo zijn velen immuun geworden voor de beelden van oorlog en rampspoed die dagelijks over ons heen spoelen. Als er een een-op-eenrelatie zou bestaan tussen de reactie van de toeschouwer en de door een acteur uitgebeelde emotie, zouden regisseurs, acteurs en cabaretiers zich ook niet in zoveel bochten hoeven wringen om het publiek aan het lachen of het huilen te maken. Zij zouden gewoon op een podium plaats kunnen nemen en zelf aan een stuk door kunnen lachen of huilen. Het tegendeel lijkt echter het geval. Als in een drama de emoties er te dik bovenop liggen, wekt dit eerder de lachlust op dan medeleven.

#### NIEUWSGIERIGHEID

*A Separation* is behalve een ontroerende ook een interessante en spannende film. Volgens Loewenstein (1994) worden interesse en nieuwsgierigheid opgewekt door de gewaarwording dat bepaalde informatie ontbreekt. Veel toeschouwers zullen na het lezen van een recensie van *A Separation* of het zien van een trailer nieuwsgierig zijn geworden naar de film. Menigeen zal al dan niet bewust hopen een glimp op te vangen van de Iraanse maatschappij. Regisseur Asghar Farhadi heeft de informatie in de film zorgvuldig gedoseerd waardoor de toeschouwer voortdurend wordt mee-geleefd. Naarmate de film vordert wordt duidelijk dat de zaken gecompliceerder liggen dan zij aanvankelijk leken te zijn, dat iedereen de waarheid een beetje verdraait en dat een oplossing binnen handbereik ligt maar toch telkens voor een van de partijen te ver weg blijkt te zijn.

Een recent fMRI-onderzoek waarbij de deelnemers een aantal quizvragen moesten beantwoorden en hun nieuwsgierigheid naar het correcte antwoord moesten aan-

geven, geeft de *information-gap*theorie een neurologische onderbouwing (Kang, McDermott & Roediger 2007). De mate van nieuwsgierigheid bleek samen te hangen met verhoogde activiteit in hersengebieden die betrokken zijn bij beloning. Een ander onderzoek heeft aangetoond dat een van deze gebieden eveneens actief is als mensen kippenvel krijgen bij het luisteren naar hun favoriete muziek (Salimpoor et al. 2011). Een derde onderzoek, waarin deelnemers naar een filmpje van een stand-upcomedian keken, toonde aan dat de mate van activiteit in deze gebieden eveneens verband houdt met de mate waarin een filmpje grappig werd gevonden (Franklin & Adams 2011).

### HERSENACTIVITEIT

Zoals ik in mijn boek *Dance, Aesthetics and the Brain* (Hagendoorn 2012) betoog, bieden deze experimentele resultaten een gedeeltelijke neurologische onderbouwing voor kunstbeleving. Immers, alles wat mooi, interessant of komisch is, of het nu een bloem, een landschap, de sterrenhemel of een foto, een roman of een film is, houdt de aandacht vast en nodigt de toeschouwer uit te blijven kijken, lezen of luisteren. De positieve beleving die hiermee gepaard gaat, wordt veroorzaakt door verhoogde activiteit in een specifiek gebied in de hersenen. Daarmee is kunst niet gereduceerd tot een neurologisch verschijnsel. Het verklaart wel waarom mensen keer op keer naar dezelfde song luisteren, uren in de rij staan voor een overzichtstentoonstelling van Monet, Manet of Marina Abramović en van heinde en verre afreizen om een pianoconcert van Keith Jarrett of een optreden van Antony and the Johnsons bij te wonen.

### CONCLUSIE

— Zoals ik in dit artikel betoogd heb, kunnen de cognitieve neurowetenschappen een antwoord geven op diverse specifieke vragen op het gebied van de kunstbeleving en kunstbeoefening. Als zodanig kunnen de cognitieve neurowetenschappen ook een bijdrage leveren aan het kunstonderwijs. Een goed verstaander zonder kunstopleiding zou algemene resultaten uit de experimentele psychologie en de cognitieve neurowetenschappen kunnen toepassen bij het maken van een foto, het regisseren van een toneelvoorstelling of de opname en montage van een film. Ik verwacht echter niet dat de cognitieve neurowetenschappen veel verrassende nieuwe inzichten in de kunst en esthetica zullen opleveren, maar slechts bestaande inzichten zullen onderbouwen. Wellicht de belangrijkste boodschap die de cognitieve neuroweten-

schappen te bieden hebben, is dat er niets mysterieus of hoogdravend is aan kunst: iedereen heeft het in zich om kunst te begrijpen, te maken en te beoefenen.

*Ivar Hagendoorn*

*Ivar Hagendoorn* is freelance choreograaf, fotograaf en onderzoeker. Hij is afgestudeerd in econometrie, filosofie en literatuurwetenschap en gepromoveerd in de cognitieve neurowetenschappen. Hij is als gastdocent verbonden aan de choreografieopleiding van de ArtEZ hogeschool voor de kunsten. In zijn vrije tijd is hij werkzaam als kwantitatief analist en risicomanager in de financiële sector. Meer informatie over zijn werk en onderzoek is te vinden op [www.ivarhagendoorn.com](http://www.ivarhagendoorn.com)

## LITERATUUR

- **Bennett, M.R. & Hacker, P.M.S.** (2003). *Philosophical Foundations of Neuroscience*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Cutting, J.E., DeLong, J.E. & Nothelfer, C.E.** (2010). Attention and the evolution of Hollywood film. *Psychological Science*, 21(3), 432-439.
- Franklin, R.G. Jr. & Adams, R.B. Jr.** (2011). The reward of a good joke: neural correlates of viewing dynamic displays of stand-up comedy. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 11(4), 508-515.
- Freedberg, D. & Gallese, V.** (2007). Motion, emotion and empathy in esthetic experience. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 197-203.
- Friston, K.** (2009). Modalities, modes, and models in functional neuroimaging. *Science*, 326, 399-403.
- Gallese, V.** (2001). The 'shared manifold' hypothesis. From mirror neurons to empathy. *Journal of Consciousness Studies*, 8(5-7), 33-50.
- Hagendoorn, I.G.** (2004). Some speculative hypotheses about the nature and perception of dance and choreography. *Journal of Consciousness Studies*, 11(3-4), 79-110.
- Hagendoorn, I.G.** (2011). Dance, choreography and the brain. In D. Melcher & F. Bacci (Ed.), *Art and the Senses* (pp. 499-514). Oxford: Oxford University Press.
- Hagendoorn, I.G.** (2012). *Dance, Aesthetics and the Brain*. Te verschijnen.
- Hasson, U., Nir, Y., Levy, I., Fuhrmann, G. & Malach, R.** (2004). Intersubject synchronization of cortical activity during natural vision. *Science*, 303, 1634-1640.

**Kawabata, H. & Zeki, S.** (2004). Neural correlates of beauty. *Journal of Neurophysiology*, 91(4), 1699-1705.

**Kang, S.H.K., McDermott, K.B. & Roediger, H.L.** (2007). Test format and corrective feedback modulate the effect of testing on memory retention. *The European Journal of Cognitive Psychology*, 19, 528-558.

**Loewenstein, G.** (1994). The psychology of curiosity. A review and reinterpretation. *Psychological Bulletin*, 116(1), 75-98.

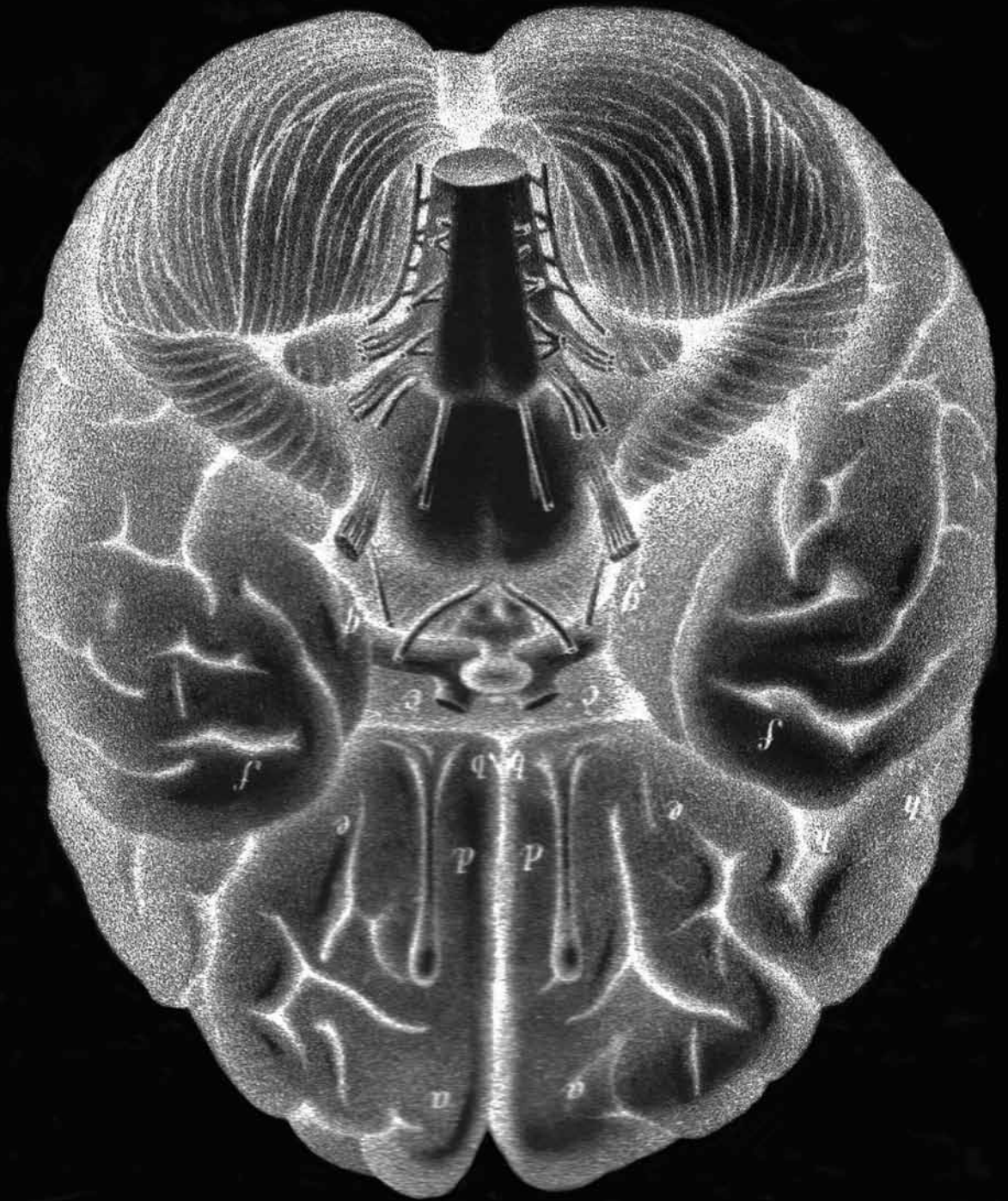
**Ramachandran, V.S. & Hirstein, W.** (1999). The science of art: A neurological theory of aesthetic experience. *Journal of Consciousness Studies*, 6(6-7), 15-51.

**Salimpoor, V.N., Benovoy, M., Larcher, K., Dagher, A. & Zatorre, R.J.** (2011). Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nature Neuroscience*, 14(2), 257-262.

**Werner, S. & Long, P.** (2003). Cognition Meets Le Corbusier. Cognitive Principles of Architectural Design. In C. Freksa, W. Brauer, C. Habel & K.F. Wender (Ed.), *Spatial Cognition III. Routes and Navigation, Human Memory and Learning, Spatial Representation and Spatial Learning* (pp. 112-126). Berlin: Springer Verlag.

**Yarkoni, T., Speer, N.K. & Zacks, J.M.** (2008). Neural substrates of narrative comprehension and memory. *Neuroimage*, 41, 1408-1425.

*Hersenen van een chimpansee. Uit de publicatie Ontleedkundige nasporingen over de hersenen van den chimpansé door J.L.C. Schroeder van der Kolk en W. Vrolik, 1849*



# Cognitiewetenschappen en kunstonderwijs

De stormachtige opkomst van de cognitiewetenschappen is van belang voor de geesteswetenschappen, de kunsten en het kunstonderwijs. Dat is vooral omdat de cognitiewetenschappen het denken over cultuur en over kunst, over cultuur- en kunstbeschuwing en over cultuur- en kunstonderwijs nu al sterk beïnvloeden en dat in de toekomst nog veel nadrukkelijker zullen doen. Barend van Heusden geeft in dit artikel een verklaring daarvoor.

## NEURO-ESTHETICA EN DE COGNITIEWETENSCHAPPEN

—  
Tot op heden heeft de neuro-esthetica, het neurowetenschappelijk onderzoek naar kunst, in tegenstelling tot wat sommige prominente betrokkenen zoals Vilanayur Ramachandran (Ramachandran & Hirstein 1999) of Semir Zeki (2000) daarover hebben beweerd, nog niet zo heel veel opmerkelijke inzichten opgeleverd (zie het artikel van Haanstra in deze *Cultuur + Educatie*, maar bijvoorbeeld ook de bijzonder heldere en kritische beschouwing van Hyman (2010)). Dat neemt niet weg dat dit onderzoek, en het inmiddels bijzonder omvangrijke vakgebied van de cognitiewetenschap(en) waar het deel van uitmaakt, voor de kunstbeschuwing en voor het kunstonderwijs wel degelijk van belang zijn. Niet alleen omdat de verwachtingen zo hooggespannen zijn, maar vooral omdat de cognitiewetenschappen ons denken over cultuur en over kunst, over cultuur- en kunstbeschuwing en over cultuur- en kunstonderwijs nu al sterk beïnvloeden en dat in de toekomst nog veel nadrukkelijker zullen doen. Neurowetenschappelijk onderzoek naar cultuur en kunst vormt de onderste laag, het fundament van het wetenschappelijke bouwwerk van de cognitiewetenschap(en), waarin het onderzoek naar de fysiologie en de organisatie van de hersenen met onderzoek naar mentaal (cognitief) gedrag wordt verbonden. De cognitiewetenschappen – in het meervoud, omdat het een conglomeraat van wetenschappen



is en niet een homogeen vakgebied – waren in de jaren vijftig een reactie op het behaviorisme. Daarin was de menselijke geest, waar immers geen zinnig wetenschappelijk woord over gezegd kon worden, tot verboden gebied verklaard. Dit wil overigens niet zeggen dat de geest helemaal buiten beeld was geraakt. Zo kende de Gestaltpsychologie wel een rijke traditie van onderzoek naar de werking van de menselijke geest, waar de cognitiewetenschappen bij konden aansluiten. In een eerste fase, die van het *cognitivism*, werd het onderzoek vooral bepaald door een nog ongebreideld vertrouwen in de mogelijkheden van de computer. Het brein werd opgevat als een symboolverwerkend systeem dat vooral goed is in het oplossen van abstracte, logische problemen met behulp van algoritmes. In de jaren na 1980 kreeg het *connectionisme* dat nog steeds sterk op de computer georiënteerd was, meer invloed; cijfers namen de plaats in van symbolen en het brein werd nu eerder gezien als een lerend netwerk (of een verzameling netwerken) dat in voortdurende interactie staat met de omgeving en dankzij terugkoppelingssystemen (*feedback*) in staat is te veranderen en zich aan de omgeving aan te passen. Waar het cognitivisme vooral het abstracte denken had benadrukt, verlegde het connectionisme de aandacht naar de waarneming. Sinds de jaren negentig zijn de cognitiewetenschappen echter een nieuwe richting ingeslagen. Onder invloed van de biologie – vooral de neurowetenschappen en evolutiebiologie – is men het brein minder als een machine gaan beschouwen en meer als een orgaan dat deel uitmaakt van een organisme dat weer is ingebed in een sociale en natuurlijke omgeving. Het brein is een dynamisch, maar vooral ook een organisch, lichamelijk (*embodied*) systeem. Met het lichaam krijgt ook het bewustzijn meer aandacht (Thompson 2007). Inmiddels vormen de cognitiewetenschappen een enorm uitgestrekt gebied – dat onderzoek omvat naar herinnering en waarneming, symboolverwerking (representatie), bewustzijn, verbeelding en creativiteit, emotie, taal en logisch redeneren, en meer, en dat met het decennium van het brein (1990-2000) nog eens een extra impuls kreeg.

#### VERANDERENDE CULTUURBESCHOUWING

Voor de geesteswetenschappen en in ruimere zin de humaniora – waartoe naast de geesteswetenschappen ook de kunsten behoren –, waar men van oudsher cultuur beschouwt, heeft de stormachtige opkomst van de cognitiewetenschappen grote gevolgen. En omdat het cultuuronderwijs in het basis- en voortgezet onderwijs in het verlengde ligt van deze vakgebieden kan het niet anders of ook daar zal men de invloed van de cognitiewetenschappen merken. Wat is er precies aan de hand?

Met de opkomst van de cognitiewetenschappen zijn de menselijke geest en cultuur

object van 'gewoon' wetenschappelijk onderzoek geworden. Geest en cultuur zijn niet van een andere orde, ze vormen geen apart kennisdomein, maar worden benaderd als een deel van de (menselijke) natuur. Ze kunnen dus in principe met dezelfde theoretische en empirische methoden – systematisch, intersubjectief en gegrond – bestudeerd worden als alle andere aspecten van de natuur. De geesteswetenschappen worden 'gewone' wetenschap. Daarmee lijkt de eenheid van de wetenschappen (Wilson 1998) te zijn gerealiseerd: ook het laatste gebied dat zich tot nu toe nog onttrok aan wetenschappelijk onderzoek – de menselijke geest – is ingelijfd. De cognitiewetenschappen verankeren de studie van de menselijke geest en cultuur in de studie van cognitief gedrag, die weer in de biologie wortelt, terwijl ze tegelijkertijd de studie van leven en gedrag verrijken met inzicht in de specifieke complexiteit die eigen is aan de menselijke culturele natuur. Voor de cultuurbeschouwing, die nu 'gewone' wetenschap wordt, betekent dit dat men zich zal moeten voegen naar de mores van het reguliere wetenschappelijke bedrijf: beschouwing wordt theorievorming en staat ten dienste van het ontwikkelen van hypothesen, en van het toetsen van die hypothesen middels empirisch onderzoek. In de taalwetenschap, maar bijvoorbeeld ook in de archeologie, is deze ontwikkeling al een tijdje gaande en de andere geesteswetenschappen volgen inmiddels met meer of minder aarzeling.

Die aarzeling – sommigen zullen het een crisis noemen – is ingegeven door het besef dat aan de verwetenschappelijking van de cultuurbeschouwing minstens twee kanten zitten. Voor die andere taak van de geesteswetenschappen, de duiding of interpretatie van cultuur, die niet berust op observatie en die niet uit is op het formuleren van algemene wetmatigheden, is in de cognitiewetenschappen geen plaats. Cultuur is weliswaar het object van de geesteswetenschappen, maar dat object kan kennelijk op verschillende manieren benaderd worden. Via wetenschappelijk onderzoek, maar ook door het te duiden – er betekenis (begrip en waarde) aan toe te kennen en die betekenis steeds weer opnieuw, in een voortdurend debat, te herzien: *'It's about the lifelong project of a situated self with the freedom and the responsibility to participate in defining and redescribing the content of concepts and the elements of the practice within which you are and wish to be engaged when you keep on keeping on doing what you do when you do what you do.'* (Hannula 2009, p. 115)

Je kunt onderzoeken hoe onze hersenen reageren wanneer we kijken naar een zeventiende-eeuws schilderij (Cela-Conde et al. 2004), maar je kunt het schilderij ook interpreteren, bijvoorbeeld tegen de achtergrond van de historische context waarin het werd gemaakt. Het probleem waar de geesteswetenschappen zich op dit moment voor gesteld zien is dat ze hun eigen identiteit opnieuw moet bepalen. Niet langer

is de *methode* (interpretatie, of duiding) bepalend voor de eigenheid van de geesteswetenschappen, maar het *object* – de menselijke geest, cultuur. Cultuur is niet meer voorbehouden aan alfa: de geesteswetenschappen zijn zowel alfa als bèta en gamma.

Dit is geen louter academische kwestie. Het cultuuronderwijs in het basis- en voortgezet onderwijs is vandaag de dag uitsluitend taal- en kunstonderwijs. Cultuur is nog altijd iets heel anders dan natuur. En het natuuronderwijs (natuur- en scheikunde, biologie) is weer het exclusieve domein van de exacte vakken. De vakken waarin menselijk gedrag wordt onderwezen, zoals oriëntatie op jezelf en de wereld, economie en maatschappijleer, hangen er een beetje tussenin, niet meer alfa, maar toch ook nog geen bèta. Als de geschetste ontwikkeling doorzet zal dit veranderen, dan is de koppeling in het onderwijs van taal en interpretatie aan cultuur, van exacte methodes aan natuur en van de verbeelding aan kunst niet langer vanzelfsprekend. Cultuur is een aspect van de natuur en de verschillende benaderingen (observatie en theorie, interpretatie en verbeelding) zijn op ieder aspect van die natuur van toepassing. Dit houdt in dat object en methode uit elkaar getrokken worden; ieder aspect van de werkelijkheid, ieder object, kan in principe met iedere methode benaderd worden. Je kunt water natuurkundig en scheikundig benaderen, maar je kunt ook een politiek-economische en maatschappelijke discussie voeren over de betekenis van water in de hedendaagse wereld. Dat water zich bovendien uitstekend leent voor allerlei vormen van verbeelding, bewijst een lange geschiedenis van techniek en kunstwerken. Het inzicht dat een wetenschappelijke benadering van de werkelijkheid ook op cultuur van toepassing is, maar dat de wetenschappelijke benadering anderzijds zelf ook maar een van de mogelijke benaderingen van die werkelijkheid is, kan en zal zowel voor de organisatie van het onderwijs als voor de status van de verschillende benaderingswijzen ingrijpende gevolgen hebben.

Ik zie de cognitiewetenschappen als het sluitstuk van de geesteswetenschappen. Niet als vervanging van de bestaande benaderingen, maar als een aanvulling die de reflectie op cultuur van een extra dimensie voorziet. De cognitiewetenschappen voegen een nieuwe wetenschappelijke dimensie toe aan de *humaniora* – de *humanities* –, als men die in ruime zin opvat als de reflectie van de mens op zichzelf, waar zowel kunst, religie, filosofie, als ook geschiedenis en kritiek toe behoren. De cultuurbeschouwing heeft er een tak bij gekregen en dat zal ook voor het cultuuronderwijs op school gevolgen hebben.

## COGNITIEF PROCES

Als de cognitiewetenschappen iets duidelijk hebben gemaakt, dan is het wel dat cultuur een vorm van gedrag is. Niet de dingen, de gebruiksvoorwerpen of artefacten vormen het hart van cultuur, maar het cognitieve gedrag van mensen, de manier waarop mensen de wereld betekenis geven. Maar hoe doen ze dat? Hoe krijgt de wereld betekenis, van lichaamstaal via versiering en kleding tot boeken, databanken, voorwerpen, enzovoort? De betekenis ligt ook nooit vast; het dier dat voor de een een voertuig is, is voor de ander voedsel en voor een derde goed gezelschap. Wat is dat, 'betekenis'? Het is in ieder geval geen eigenschap van de dingen zelf, maar van de manier waarop mensen zich de dingen voorstellen. Betekenis is dus een eigenschap van onze cognitie. En omdat betekenissen de bouwstenen zijn van menselijke cultuur is de conclusie onontkoombaar dat cultuur een kwestie van cognitie is. Betekenis is het resultaat van de manier waarop de menselijke cognitie is georganiseerd. Het betekenisproces geeft de menselijke cognitie haar karakteristieke 'smaak'. En de onvermijdelijke volgende vraag is dan: hoe moet die cognitie georganiseerd zijn zodat betekenis ontstaat? Waarom is, voor zover wij nu weten, alleen menselijke cognitie zo sterk afhankelijk van het betekenisproces? Met andere woorden, hoe is menselijke cognitie geëvolueerd ten opzichte van andere cognitieve mogelijkheden, bijvoorbeeld van andere primaten?

Het inzicht dat cultuur een proces is, is al eerder geformuleerd. Het was bijvoorbeeld een belangrijk uitgangspunt van het Pragmatisme, de stroming in het Amerikaanse denken waar Charles Peirce, William James en John Dewey toe behoorden. De cognitiewetenschappen voorzien dit inzicht van een neurowetenschappelijk fundament: cultuur bestaat bij gratie van mentale processen. Inzicht in die processen kan ons inzicht in cultuur vergroten. Er loopt dus een lijn van pragmatisten als Peirce en James via de Gestaltpsychologie naar de cognitiewetenschappen, omdat zij allemaal belangstelling hadden en aandacht vroegen voor de reactie van de 'gebruiker' als voorwaarde voor cultuur (en voor kunst), voor wat Eric Kandel *'the biology of the beholder's share'* noemt (2012, p. 402). De betekenis van een object is geen intrinsiek of objectief gegeven, maar wordt bepaald door wat een gebruiker ermee kan en doet. Voor het cultuur- en kunstonderwijs is dit inzicht ook van belang, omdat het tot gevolg heeft dat wij, docenten zowel als leerlingen, anders naar cultuur en in het bijzonder naar kunst zullen kijken. Het was al de wens van Dewey dat in het kunstonderwijs de aandacht wat minder op het object en wat meer op wat je ermee kunt zou komen te liggen (1934). Net als Peirce had hij oog voor het proces dat cultuur – en kunst – is. Kunstwerken zijn vanuit dit pragmatistisch-cognitieve perspectief gebruiks-

voorwerpen en naar gebruiksvoorwerpen kijk je toch anders dan naar objecten waarvan je hebt geleerd dat je er bepaalde bijzondere kwaliteiten in zou moeten kunnen ontdekken. Van een gebruiksvoorwerp kun je je afvragen hoe het gemaakt is en hoe het werkt, en waarom het werkt zoals het werkt. En, natuurlijk, wat je ermee zou moeten doen. Waarmee de vraag naar de waarde van kunst ook een ander karakter krijgt: als er al een intrinsieke waarde van kunst is – dat weten we niet op voorhand, maar we zouden het kunnen vermoeden – dan hangt die samen met wat je met kunst doet, wilt doen, kunt doen.

Het besef dat de kunstenaar een voorwerp maakt dat de cognitieve activiteit van de toeschouwer prikkelt en dat het kunstwerk pas door en in die activiteit bestaat, leidt waarschijnlijk tot een houding die enerzijds minder eerbiedig is dan de houding die je inneemt tegenover een ‘magisch object’ en anderzijds minder vrijblijvend en ongeïnteresseerd dan de houding die je inneemt tegenover een verschijnsel waarvan je toch niet duidelijk is wat het nut ervan is. Kunst is een actief proces, het veronderstelt dat je bezig bent, ook als beschouwer. Dit inzicht leidt wellicht ook tot een ander type gesprekken. Dan gaat het niet over de vraag of iets mooi is of niet, of het kunst is of niet, maar over de vraag waarom het voor mij of voor jou of voor iemand anders, nu, of in een andere context, wel of niet, goed of minder goed werkt. Ook neemt de aandacht voor de ambachtelijkheid, voor de manier waarop kunst gemaakt is (*the making of*) waarschijnlijk toe. Richard Sennett wijst er in zijn boek over de ambachtsman (2008) op hoe belangrijk deze aandacht voor het maken is, ook voor het denken over kunst. De autoriteit van de docent kan niet langer gestoeld zijn op een voor de meeste leerlingen onbereikbaar inzicht in ‘de’ betekenis van een kunstwerk, maar komt voort uit zijn of haar kennis van en ervaring met de manier waarop het artistieke proces werkt. Leerlingen realiseren zich dat kunstonderwijs, en cultuuronderwijs, niet in eerste instantie over voorwerpen of objecten gaat, maar over een manier van doen, waarbij artefacten, net als taal en rekenen, een manier zijn om vorm te geven aan een aspect van de werkelijkheid.

## AFSTAND TUSSEN FEITEN EN THEORIE

—  
De hamvraag, de vraag naar de aard van cultuur als cognitief proces, is nog niet beantwoord. Wat zeggen de cognitiewetenschappen over dit proces, ervan uitgaande dat cultuur en dus ook kunst een cognitief proces is?

Net als in elke tak van wetenschap zijn er ook in de cognitiewetenschappen twee

typen uitspraken: uitspraken over waargenomen *feiten* – in dit geval uitspraken over de werking van het menselijk brein en over menselijk (cognitief) gedrag – en uitspraken over verbanden tussen verschijnselen, over een mogelijke onderliggende *structuur*. De kracht van een tak van wetenschap hangt direct samen met de combinatie van beide: van uitspraken over wat het geval is en uitspraken over samenhang. Terwijl uitspraken over waargenomen feiten vooral bewijskracht hebben, omdat ze bevestigen of ontkrachten wat we verwachten, kunnen theoretische uitspraken verschijnselen juist verklaren en voorspellen. Wat op dit moment in de cognitiewetenschappen is te zien, is dat deze twee typen uitspraken vaak nog tamelijk ver van elkaar af staan; theorie en empirie zijn niet altijd goed bij elkaar te brengen. Deels hangt dit ermee samen dat de feiten moeilijk te vinden zijn. De hersenen laten zich niet zomaar observeren, daar is bijzonder ingewikkelde apparatuur voor nodig en ook de evolutie van de mens en van het brein hebben betrekkelijk weinig materiële sporen nagelaten. Deels hangt het ook samen met het feit dat de vertaling van theorie naar empirisch onderzoek moeilijk is. En deels is het een gevolg van het feit dat er inmiddels weliswaar al heel wat data voorhanden zijn – denk met name aan onderzoek naar hersenactiviteit – maar dat er voor de analyse van die data eigenlijk geen geschikte theorie voorhanden is. Soms loopt de theorie vooruit op de feiten en soms zijn de feiten er wel, maar ontbreekt de theorie.

Wat je op dit moment dan ook ziet gebeuren is dat zowel de data als de theorieën regelmatig gerecycled worden, men houdt ze steeds opnieuw tegen het licht, ze worden in boeken en artikelen herkauwd, in de hoop op groeiend inzicht. Voorbeelden daarvan zijn *The Art Instinct* (2009) van Dennis Dutton, *The Neural Imagination* van Irving Massey (2009) en *The Age of Insight* (2012) van Eric Kandel. Het werk van Merlin Donald, en vooral zijn boek *Origins of the Modern Mind* (1991), is een indrukwekkende poging om de twee kanten van het cognitieve onderzoek naar cultuur wel bij elkaar te brengen. Enerzijds ontwikkelt hij een breed en veelomvattend theoretisch kader, anderzijds doet hij een poging om zoveel mogelijk van de op dit moment bekende feiten in het licht van die theorie met elkaar te verbinden.

#### IN HET LICHT VAN DE EVOLUTIE

Wat weten we over cultuur en over kunst als vorm(en) van cognitie? En hoe zou deze kennis het cultuur- en het kunstonderwijs kunnen beïnvloeden? We stelden al vast dat cultuur breinactiviteit is. Die breinactiviteit speelt zich af in organisch materiaal – het is het werk van zenuwen, hormonen, chemische verbindingen en elektrische spanning – dus als we culturele cognitie willen verklaren, zullen we moeten wen-

nen aan het idee dat cultuur bestaat als een activiteit van dat organische materiaal. Het laagste niveau is dat van de verbindingen tussen zenuwcellen, en van stoffen, zoals bijvoorbeeld hormonen, die de activiteit van die zenuwcellen reguleren. Een tweede niveau is dat van de organisatie van de zenuwcellen in grotere gehele of netwerken, deze netwerken bepalen de structuur van het brein. Inzicht in de fysiologie en structuur van het brein kan ons bijvoorbeeld in staat stellen om verbanden te ontdekken tussen vormen van cognitief gedrag. Onderzoek naar waar een activiteit zich afspeelt in het brein is interessant omdat het mogelijk de samenhang tussen activiteiten die als gescheiden worden ervaren duidelijk maakt. Of omgekeerd, als een activiteit die als een geheel wordt beschouwd uit verschillende activiteiten blijkt te bestaan die ieder op zich in andere vormen van gedrag terugkomen. Bijvoorbeeld als zou blijken dat (deels) dezelfde hersengebieden worden gebruikt als wanneer we kunst beschouwen en we ons van onszelf bewust zijn (Cela-Conde et al. 2004). Cultuur is dus een lichamelijke activiteit, het brein is een orgaan en als zodanig ook een deel van een lichaam. Vandaar ook het belang van begrippen als *embodiment* en *embodied cognition* in de cognitiewetenschappen, cultuur, menselijke cognitie, is een door en door lichamelijk proces. Ook dat is een inzicht, vermoed ik, dat voor het cultuuronderwijs gevolgen kan hebben. Cultuur en kunst zijn geen zuiver geestelijke (immateriële) activiteiten, betekenis is niet iets dat ergens boven ons hoofd zweeft – het is lichamelijke arbeid, werk van het lichaam: *‘Das Organ der Kunst ist nicht das Auge, sondern das Gehirn.’* (Linke 2001, p. 27)

Vanuit een evolutionair perspectief stelt cultuur mensen in staat om op verandering te reageren, een evenwicht in stand te houden dat ze in staat stelt te overleven en zich voort te planten. Wat cultuur van andere vormen van gedrag lijkt te onderscheiden, is dat de aanpassing van de mens aan een veranderende omgeving niet meer uitsluitend afhankelijk is van aangeboren reactiepatronen, of leerprocessen op basis van *trial and error*, maar dat wij ook op een nieuwe situatie kunnen reageren door die voordat we handelen te vergelijken met eerdere situaties en pas daarna op grond van die vergelijking te handelen (Cosmides & Tooby 2000).

Voor cultuuronderwijs zou dit een goed uitgangspunt kunnen bieden: welke veranderingen nemen mensen waar? Hoe reageren ze daarop? Over welke strategieën, over welke middelen beschikt men? Is het mogelijk kunst van andere vormen van cultuur te onderscheiden?

## KUNST ALS VORM VAN METACOGNITIE

—  
In ons onderzoek naar een doorlopende leerlijn cultuuronderwijs (Van Heusden 2010) gaan we uit van de theoretische hypothese, die mede door Merlin Donald (2006) is ontwikkeld, dat de specifieke kwaliteit van kunst als cognitie is gelegen in de verbeelding van het bewustzijn. Met andere woorden: kunst is een vorm van reflectie of *metacognitie*, waardoor mensen proberen greep te krijgen op hun ervaring. Ze doen dit door die ervaring vorm te geven in artefacten. Die artefacten kunnen bijvoorbeeld gebaren zijn, klanken, sculpturen, teksten, of beelden. Kunst is ‘denken met dingen’ – *‘thinking with things’*, zoals Esther Pasztory (2005) het heeft genoemd.

Metacognitie is een logisch gevolg van de ontkoppeling van geheugen en waarneming. Wie de herinnering aan een concrete situatie kan vasthouden, wordt vervolgens in de waarneming geconfronteerd met een nieuwe, afwijkende situatie. Vervolgens kan dit waarnemingsproces zelf deel uitmaken van de herinnering, die weer vergeleken kan worden met een volgende nieuwe ervaring, enzovoort, waarmee het zelfbewustzijn is geboren. In combinatie met het vermogen tot verbeelden – een vermogen waarover de mens beschikt maar waar nog relatief weinig over bekend is – kan dit leiden tot een vorm van cognitie die sterke overeenkomsten vertoont met gedrag dat wij in West-Europa sinds de achttiende eeuw kunst zijn gaan noemen.

De theorie van kunst als metacognitie door verbeelding heeft een grote verklarende kracht. Hij verklaart bijvoorbeeld de veranderlijkheid van de geschiedenis van de kunsten: juist omdat kunst altijd hetzelfde doet, namelijk vorm geven aan het bewustzijn, is ze zo veelzijdig en veranderlijk: zeg mij wat kunst volgens jou is en ik vertel je hoe je leeft. Vandaar dat een cultuur zoals de hindoecultuur weliswaar geen concept heeft dat vergelijkbaar is met het hedendaagse westerse concept van de autonome kunst en de autonome kunstenaar, maar dat ook de hindoecultuur artefacten kent waarmee aan het bewustzijn vorm wordt gegeven. Dat verklaart ook waarom bijvoorbeeld de kunst sinds de achttiende eeuw in West-Europa geacht wordt autonoom te zijn: voor een bewustzijn dat vooral onderscheidend is en denkt in termen van essenties, moet ook de metacognitie een eigen domein vormen (dat zijn dus de *humaniora*) waarna iedere vorm van metacognitie weer een eigen afgebakend terrein krijgt toebedeeld: de religie, de filosofie, de kunst. Zo geeft ook de autonome kunst vorm aan een heel specifiek historisch bewustzijn.

Door de ervaring, die altijd een ervaring van verandering is, in voorwerpen waarneembaar te maken krijgt men er meer grip op. Vandaar ook dat *herkenning* voor kunst zo belangrijk is. Men kan een ervaring delen, waardoor kunst bijdraagt aan



het vormen en in stand houden van een gemeenschap – Donald (2006) spreekt in dit verband van *distributed cognition* – en men kan hem onderzoeken. Kunst kan ook gebruikt worden om het bewustzijn te veranderen – Donald noemt dit *cognitive engineering*. In de geschiedenis van de verbeelding van het bewustzijn is dit vanzelfsprekend: alle rituele, religieuze en ideologische kunst kan gezien worden als een manier om het bewustzijn van een publiek te beïnvloeden. En waarom zou dat niet ook gelden voor de westerse autonome kunst? Hoe autonoom worden we onder invloed van deze kunst?

Maar misschien belangrijker is dat de verbeelding van de ervaring in artefacten mensen ook in staat stelt de ervaring vast te houden, te onthouden. De externalisering in artefacten zorgt ervoor dat de ervaring een deel van het (collectieve) geheugen wordt en met een groot geheugen beschik je weer over meer mogelijkheden in toekomstige nieuwe situaties. Een intuïtie die veel mensen zullen hebben, door cognitiewetenschappelijk onderzoek ruimschoots bevestigd, is dat herinnering – het geheugen van een organisme – een allesbepalende rol speelt in de cognitie (Kandel 2006). Het geheugen is noodzakelijk om de omgeving te (her)kennen en adequaat te handelen. In het werkgeheugen wordt wat waargenomen wordt in verbinding gebracht met wat al bekend is. Over het algemeen (hoewel er ook uitzonderingen zijn) is een groot geheugen juist voor mensen voordelig omdat het de mogelijkheden bij het omgaan met, en het betekenis toekennen aan verandering vergroot. Dat brengt een voortdurend proces van herijking, van evaluatie van herinneringen met zich mee. Wat deugt er nog, waar kunnen we nog iets mee, wat is de moeite waard om te bewaren, kortom een discussie over het erfgoed.

Allerlei eigenschappen die wel aan kunst zijn toegeschreven kunnen begrepen worden als eigenschappen van het bewustzijn. Uitspraken over kunst als idee of ideaal, als vervreemding, als vrijplaats voor experiment, als religie of als filosofie zeggen niet zozeer iets over kunst als wel over hoe het leven in een bepaalde historische, gedeelde of persoonlijke context wordt ervaren. Dat zo vaak over kunst als spiegel is gesproken is in het licht van deze theorie ook niet vreemd – vanuit dit perspectief spiegelt kunst inderdaad – niet de wereld, maar het bewustzijn van die wereld.

#### FUNCTIE VAN METACOGNITIE

*'The major, if not the only, function of explicit metacognition is to enhance social interactions',* stelt Frith (2012, p. 2216). *'Through discussions with others we improve our ability to give a more accurate report on the reasons for our actions and experiences.'* (p. 2216); we kunnen hier in de plaats van 'discussies' ook 'kunst' invullen. Frith gaat

ervan uit dat metacognitieve processen die het delen van ervaring mogelijk maken al voor de taal bestonden (p. 2220). Metacognitie hoeft dus niet talig te zijn, hij kan ook via gebaren verlopen of, zoals in het geval van kunst, via artefacten. Kunst is een vorm van metacognitie die weliswaar meestal niet talig is, maar die op een andere manier wel degelijk expliciet is. *'Discussions of the basis of actions can alter our experience and can change our behavior'* (p. 2220). Omdat impliciete metacognitie, die we realiseren door middel van introspectie, over het algemeen fragiel en kwetsbaar is, helpt de expliciete metacognitie ons zelfbewustzijn te versterken. Expliciete metacognitie is een manier om ervaringen te delen. Wat we van kunst verwachten en waarderen is dat het ons helpt de ervaring die we hebben vorm te geven, deze te externaliseren, zodat we hem kunnen bewaren, delen en erop reflecteren. De functie van de metacognitie is dus het beheersen van de ervaring, en daarmee ook het omgaan met verandering. De specifieke functie van de verbeelding zou gelegen kunnen zijn in het ontwikkelen van nieuwe mogelijkheden en in het oplossen van problemen die de vormgeving van een ervaring in een artefact stelt. Je kunt nog zo metacognitief zijn, als je het niet kunt externaliseren in een artefact heb je er niet zoveel aan. Dan blijft het onzichtbaar en onbespreekbaar.

Kan de theorie van kunst als metacognitie ook al in verband gebracht worden met de feiten? Er zijn tot op heden geen aanwijzingen gevonden voor het bestaan van een artistieke module of een kunstkwab in het menselijk brein. Als de hypothese dat kunst een vorm van metacognitie is klopt, dan zal zo'n module ook nooit gevonden worden. Op neurale niveau lijkt er een direct verband te bestaan tussen het metacognitieve vermogen, het werkgeheugen en de beheersing van het handelen (Shimamura 2000). Metacognitieve activiteit lijkt in ieder geval plaats te vinden in de frontale cortex, meer in het bijzonder in de mediale prefrontale kwab, die dus ook betrokken is bij de beheersing van het handelen. Van dit gebied weet men inmiddels dat het zich bij jongeren pas relatief laat volledig ontwikkelt. Interessant is onderzoek van Camilio Cela-Conde en collega's (2004). Hij heeft de activiteit gemeten in het brein van acht jonge vrouwen die naar een kunstwerk keken dat zij zelf als kunst waardeerden. Significante veranderingen in activiteit werden inderdaad gemeten in het dorsolaterale deel van de prefrontale cortex in de linker hersenhemisfeer, wat een gebied is dat ook gebruikt wordt voor het werkgeheugen, dat weer nodig is om het handelen te plannen. Het is niet onwaarschijnlijk dat het vermogen om te reflecteren, in combinatie met het vermogen om te verbeelden – in verschillende media – bepalend is voor een vorm van cognitief gedrag die wij vandaag de dag kunst noemen, maar die onder andere namen en in andere combinaties in alle culturen

voorkomt. Beide vermogens, evenals het vermogen om een medium – zoals taal – te beheersen, gebruiken we niet alleen in kunst, maar vinden we ook terug in andere culturele activiteiten.

Vanuit een evolutionair perspectief is ook van belang dat wel is gesuggereerd dat het Brodmanngebied (BA10), dat voor in de hersenen is gelegen, in de loop van de evolutie meer is gegroeid, en meer verbindingen (connectiviteit) met andere delen van de hersenen heeft gekregen dan enig ander deel van het menselijk brein. Dit gebied is ook in verband gebracht met het vermogen om vooruit te zien (*prospective memory*) en tussen taken te switchen (Frith 2012, p. 2219). Dragen kunst en kunstonderwijs misschien bij aan de ontwikkeling van ons vermogen om ons handelen te plannen en te beheersen? (Zie ook het recente themanummer over metacognitie van de *Philosophical Transactions of the Royal Society B* (Frith 2012).

#### ONTWIKKELING VAN METACOGNITIE

Als cultuur een lichamenlijk proces is dat door een organisme, eventueel in interactie met andere organismes, wordt gerealiseerd, dan ligt het ook voor de hand dat de ontwikkeling en groei van dat lichaam – de lichamenlijke groei van leerlingen – van invloed is op dit proces. Hoewel er de afgelopen decennia naar die ontwikkeling veel onderzoek is gedaan en er veel over de ontwikkeling van de hersenen is geschreven, is het is nog niet helemaal duidelijk wat het belang van dit onderzoek zou kunnen zijn voor het cultuur- en het kunstonderwijs. Hier wreekt zich het gebrek aan theorievorming. Data zijn er wel, in grote hoeveelheden zelfs, maar de vraag is of en hoe ze ingepast kunnen worden in een theoretisch kader.

Van het vermogen tot metacognitie is wel bekend dat het zich bij kinderen ontwikkelt tussen vier en zes jaar. Daarvoor is inmiddels robuuste bewijslast beschikbaar (Wellman, Cross & Watson 2001; Larkin 2010). Pas wanneer kinderen een herinnering vast kunnen houden aan een concrete situatie die niet samenvalt met de situatie waarin ze zich bevinden, kan het metacognitieve proces op gang komen.

Verhalen zijn een belangrijke en veel voorkomende vorm van metacognitie, die ook bij jonge kinderen al sterk ontwikkeld is (Nelson 2005, p. 133). Verhalen gaan altijd over ervaringen, over de manier waarop mensen hun leven en hun omgeving betekenis geven. Dit laat zich het makkelijkst bewijzen door te kijken naar verhalen waarin bijvoorbeeld dieren een hoofdrol spelen: in verhalen worden dieren altijd mensen. De enige manier om dat te voorkomen is door niet te vertellen, maar te beschrijven. Het vermogen om verhalen te vertellen en ernaar te luisteren – en vooral ook het plezier in verhalen en vertellen – zijn een aanwijzing voor het metacognitieve vermogen

van kinderen. En het is heel waarschijnlijk dat ze dat vermogen niet alleen in taal, maar ook door beweging of in andere media kunnen realiseren. Voor het kunst- en cultuuronderwijs is dit een belangrijk gegeven.

Inzicht krijgen in de ontogenetische ontwikkeling van het vermogen tot metacognitie – de neuronale basis van die ontwikkeling, in combinatie met het vermogen tot verbeelden en mediavaardigheden – is een van de speerpunten van het *Cultuur in de Spiegel*-onderzoek. Theisje van Dorsten, Welmoed Ekster en Emiel Copini brengen in kaart wat er op dit moment over de ontwikkeling van metacognitie bij kinderen en jongeren (van vier tot achttien jaar) bekend is. Als de veronderstelling juist is dat kunst een metacognitieve vaardigheid is, dan zou kennis van de ontwikkeling van dat vermogen enerzijds veranderingen in de manier waarop kinderen en jongeren kunst maken en meemaken moeten kunnen verklaren, terwijl deze kennis anderzijds een bijdrage zou kunnen leveren aan het ontwerpen van kunst- en cultuuronderwijs.

#### KUNST EN SCHOONHEID ZIJN NIET HETZELFDE

De hypothese dat kunst een vorm van metacognitie is, waarbij gebruik wordt gemaakt van het vermogen tot verbeelding, kan ook een nieuw licht werpen op de discussie over schoonheid en kunst. Omdat in kunst gebruik wordt gemaakt van artefacten en artefacten altijd waargenomen moeten worden, ligt het voor de hand dat kunst zowel een oordeel oproept over het waargenomen object als over het metacognitieve proces dat dit artefact genereert. Het eerste proces lijkt aangeboren te zijn en is vooral bottom-up, terwijl het tweede meer top-down is en sterk afhankelijk van het geheugen dat wordt ingezet. Dat wil zeggen: het wordt in hoge mate bepaald door eerder opgedane ervaringen. Dit zou bijvoorbeeld verklaren waarom smaakoordelen door veel meer mensen, ook uit verschillende culturen, gedeeld worden dan oordelen over de artistieke waarde van een artefact.

Het oordeel over de schoonheid van een zintuiglijke vorm lijkt voort te komen uit aangeboren voor- en afkeuren, met name voor bepaalde typen gezichten, landschappen, kleuren en vormen, terwijl het metacognitieve proces – de betekenis-toekenning – veeleer afhankelijk is van de persoonlijke en sociale – culturele – context. Kandel (2012, p. 384) verwijst in dit verband naar wat hij de Gombrich-Kris-Ramachandranhypothese noemt, namelijk dat mensen gevoelig zijn, op het niveau van de waarneming, voor overdrijving. Een ietwat versterkte goede vorm ervaren mensen als mooi (zie ook de kritiek van John Hymann op deze *peak shift hypothesis* (2010)). Voor het kunstonderwijs lijkt mij van belang dat leerlingen leren dat kunst niet zozeer een kwestie van schoonheid is, als wel van betekenis en dat juist waar het

om betekenis gaat de herinnering en de ervaring een grote rol spelen, omdat kunst daar immers over gaat, er een vorm aan geeft.

#### VERBEELDING EN CREATIVITEIT ALS REACTIE OP VERANDERING

De kennis over ons vermogen om te verbeelden en over de creativiteit van het brein is nog heel beperkt. Voor een theorie over kunst als verbeeldende metacognitie is die kennis uiteraard van groot belang. Welke neurale circuits worden actief als we creatief zijn en wat zou het kunstonderwijs aan die kennis kunnen hebben? Het lijkt erop dat het brein, als we creatief zijn, in ieder geval deels onbewust werkt, creativiteit is moeilijk bewust te sturen. Dit zou een mogelijke verklaring kunnen zijn voor de bevrediging die kunst kan geven. Met behulp van kunst wordt een proces op gang gebracht dat we zelf niet zomaar kunnen bewerkstelligen, ook al zouden we dat willen. Creativiteit lijkt ook samen te hangen met de manier waarop de twee hersenhemisferen op elkaar zijn afgestemd en samenwerken (Kounios et al. 2008; McGilchrist 2009). Bij mensen, net als overigens bij dieren, verwerkt een hemisfeer (meestal de linker) informatie vooral in termen van stabiele patronen. Deze hemisfeer *herkent*. De andere hemisfeer is gericht op het verwerken van informatie in termen van verschil, en verandering. Evolutionair hangt dit samen met het opmerken van gevaar. Deze hemisfeer herkent niet zozeer, maar probeert juist verandering op te vangen. Creativiteit zou kunnen samenhangen met het verschil tussen de twee hemisferen, dat wil zeggen het verschil tussen de herkenning van stabiele patronen en het waarnemen van een veranderende werkelijkheid. Het verschil tussen verwachte patronen en waargenomen werkelijkheid creëert namelijk een spanning die de homeostase, het evenwicht van het organisme in relatie tot zijn omgeving, in gevaar kan brengen. Er moet dus iets met dit verschil gedaan worden. Een voor de hand liggende reactie is dat de ervaring die de stabiliteit bedreigt genegeerd of vernietigd wordt – we keren ons ervan af. Maar het is ook mogelijk de ervaring te overheersen, door er een vorm aan te geven. Die vorm kan een kunstwerk zijn, een uitvinding of een ontdekking, een waardeoordeel of een theorie.

Mannelijke hersenen lijken over het algemeen wat sterker gelateraliseerd te zijn dan vrouwelijke en ervaren de werkelijkheid daardoor misschien als vreemder. *'We found support for the hypothesis that men exhibit more lateralized activation of emotion than women. In general, lateralization patterns were similar between males and females, except that men exhibited the pattern to a greater degree.'* (Wager, Phana, Liberzon & Taylor 2003) Ook dit is een inzicht dat voor het kunstonderwijs van belang zou kunnen zijn, omdat het wellicht – ik blijf voorzichtig – iets duidelijk maakt over

verschillen tussen jongens- en meisjeshersenen als het gaat om het maken en meemaken van kunst. Wellicht dat de verbeelding van het zelfbewustzijn door vrouwelijke hersenen hierdoor ook een iets andere vorm aanneemt dan die van mannelijke hersenen.

#### TOT SLOT

Het is duidelijk dat het cognitiewetenschappelijk onderzoek naar cultuur en kunst nog een lange weg te gaan heeft. Aan de andere kant staat wat mij betreft buiten kijf dat dit onderzoek erg de moeite waard is en interessante perspectieven biedt. Wil men de – terecht – hooggespannen verwachtingen inlossen dan is het noodzakelijk dat er meer en betere theorievorming beschikbaar komt, waardoor de data die nu al voorhanden zijn geanalyseerd kunnen worden en nieuw empirisch onderzoek, waarmee gericht hypothesen getoetst kunnen worden, kan worden opgezet. Daarvoor is het weer nodig dat de grote hoeveelheid kennis over kunst en cultuur die nu beschikbaar is in de geesteswetenschappen vertaald wordt in hypothesen voor empirisch onderzoek. Om dat te realiseren zal de samenwerking tussen kunstenaars, geesteswetenschappers en neurowetenschappers, onder de paraplu van de cognitiewetenschappen, verder versterkt moeten worden.

*Barend van Heusden*

*Barend van Heusden* is hoogleraar Cultuur en Cognitie, in het bijzonder met betrekking tot de Kunsten, aan de Rijksuniversiteit Groningen, afdeling Kunsten, Cultuur en Media. Hij is projectleider van het project Cultuur in de Spiegel. Naar een doorlopende leerlijn cultuuronderwijs (2009-2013) dat door de Rijksuniversiteit in samenwerking met SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling) wordt uitgevoerd.

#### LITERATUUR

—  
**Cela-Conde, C.J., Marty, G., Maestú, F., Ortiz, T., Munar, E., Fernández, A., Roca, M., Rosselló, J. & Quesney, F.** (2004). Activation of the prefrontal cortex in the human visual aesthetic perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(16), 6321-6325.

**Cosmides, L. & Tooby, J.** (2000). Consider the source: The evolution of adaptations for decoupling and metarepresentation. In D. Sperber (Ed.), *Metarepresentations. A multidisciplinary perspective* (pp. 53-115). Oxford: Oxford University Press.

- Danto, A.C.** (2009). The gap between art and life. In M.J. Jacob & J. Baas (Eds.), *Learning Mind. Experience into Art* (pp. 16-27). Berkeley: University of California Press.
- Dewey, J.** (1934). *Art as Experience*. New York: Penguin.
- Donald, M.** (1991). *Origins of the Modern Mind. Three stages in the evolution of culture and cognition*. Cambridge, Mass.: Harvard UP.
- Donald, M.** (2006). Art and cognitive evolution. In M. Turner (Ed.), *The Artful Mind. Cognitive science and the riddle of human creativity* (pp. 3-20). Oxford: Oxford University Press.
- Dutton, D.** (2009). *The Art Instinct. Beauty, pleasure, and human evolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Frith, C.D.** (2012). The role of metacognition in human social interactions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 367, 2213-2223.
- Hannula, M.** (2009). Teaching Discourse. Reflection strong, not theory light. In M.J. Jacob & J. Baas (Eds.), *Learning Mind. Experience into Art* (pp. 106-115). Berkeley: University of California Press.
- Heusden, B. van** (2010). *Cultuur in de Spiegel. Naar een doorlopende leerlijn cultuuronderwijs*. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.
- Hyman, J.** (2010). Art and neuroscience. In R. Frigg & M.C. Hunter (Eds.), *Beyond Mimesis and Convention* (pp. 245-261). Boston: Springer.
- Kandel, E.R.** (2006). *In Search of Memory. The emergence of a new science of mind*. New York & London: Norton.
- Kandel, E.R.** (2012). *The Age of Insight. The Quest to Understand the Unconscious in Art, Mind, and Brain. From Vienna 1900 to the Present*. New York: Random House.
- Kounios, J., Fleck, J., Green, D., Payne, L., Stevenson, J., Bowden, E. & Jung-Beeman, M.** (2008). The origins of insight in resting-state brain activity. *Neuropsychologia*, 46(1), 281-291.
- Larkin, S.** (2010). *Metcognition in Young Children*. London & New York: Routledge.
- Linke, D.** (2001). *Kunst und Gehirn. Die Eroberung des Unsichtbaren*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Massey, I.** (2009). *The Neural Imagination. Aesthetic and neuroscientific approaches to the arts*. Austin: University of Texas Press.
- McGilchrist, I.** (2009). *The Master and his Emissary. The divided brain and the making of the western world*. New Haven and London: Yale University Press.
- Nelson, K.** (2005). Emerging levels of consciousness in early human development. In H.S. Terrace & J. Metcalfe (Eds.), *The Missing Link in Cognition. Origins of self-reflexive consciousness* (pp. 116-141). Oxford: Oxford University Press.

- Pasztory, E.** (2005). *Thinking with Things. Toward a new vision of art*. Austin: University of Texas Press.
- Ramachandran, V.S. & Hirstein, W.** (1999). The Science of Art. A Neurological Theory of Aesthetic Experience. *Journal of Consciousness Studies*, 6(6-7), 15-51.
- Sennett, R.** (2008). *The Craftsman*. London: Penguin.
- Shimamura, A.P.** (2000). Toward a cognitive neuroscience of metacognition. *Consciousness and Cognition*, 9(2), 313-323.
- Thompson, E.** (2007). *Mind in Life. Biology, phenomenology, and the sciences of mind*. Cambridge, Mass: Harvard UP.
- Wager, T.D., Phana, K.L., Liberzon, I. & Taylor, S.F.** (2003). Valence, gender, and lateralization of functional brain anatomy in emotion: a meta-analysis of findings from neuroimaging. *NeuroImage*, 19(3), 513-531.
- Wellman, H.M., Cross, D. & Watson, J.** (2001). Meta-analysis of theory of mind development: the truth about false belief. *Child Development*, 72, 655-684.
- Wilson, E.O.** (1998). *Consilience. The unity of knowledge*. London: Abacus.
- Zeki, S.** (2000). *Inner Vision: An exploration of art and the brain*. Oxford: Oxford University Press.

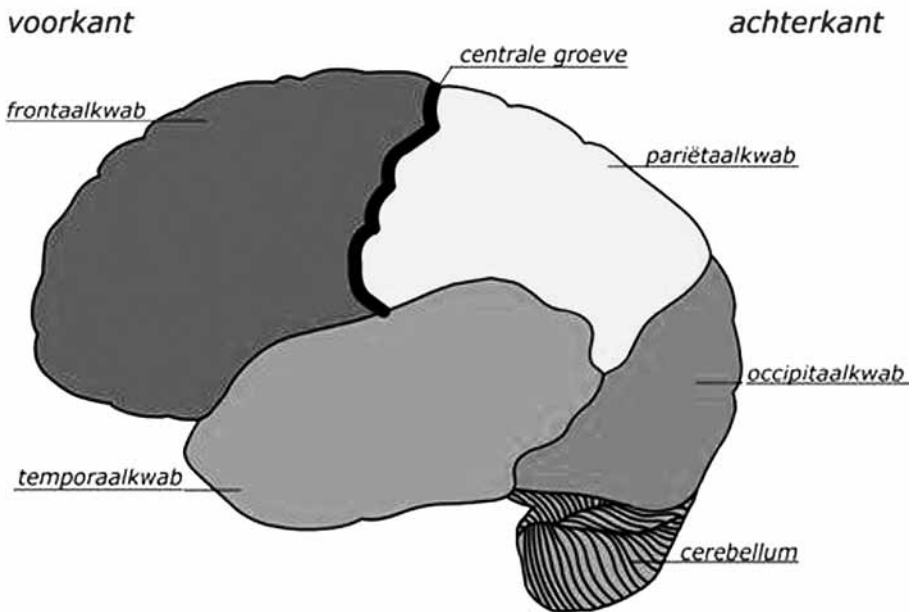


# Verklarende woordenlijst

Allereerst wordt een beknopte uitleg van de hersenen gegeven met een illustratie, om de gebruikte termen in de artikelen te kunnen plaatsen.

In de woordenlijst worden vervolgens de meest voorkomende begrippen en termen uit de artikelen in deze *Cultuur+Educatie* kort beschreven.

De hersenen (ook wel encephalon of het brein genoemd), vormen het deel van het centrale zenuwstelsel dat zich bij zoogdieren in het hoofd bevindt. De hersenen regelen allerlei belangrijke processen, zoals ademhaling en hartslag, maar ook denken, voelen en willen. De hersenen zijn in te delen in verschillende gebieden (zoals de voorhersenen, middenhersenen en achterhersenen). Een eenvoudiger en gangbaardere indeling is: grote hersenen, kleine hersenen en hersenstam.



Figuur 1. Buitenaanzicht grote hersenen (met vier kwabben) en kleine hersenen (cerebellum)

De grote hersenen (ook wel telencephalon of cerebrum genoemd) bestaan uit twee helften en de verbinding daartussen. In de grote hersenen zetelen de hogere func-

ties, zoals het denken, waarnemen, hogere motorische functies en ook de emoties en het geheugen. De grote hersenen worden in vier grote zichtbare kwabben ingedeeld (figuur 1):

- De frontaalkwab, ook wel lobus frontalis of voorhoofdskwab genoemd. Deze kwab is verantwoordelijk voor het menselijk zelfbewustzijn. In de frontaalkwab ligt ook de primaire motorische cortex, van waaruit bewegingen worden aangestuurd
- De pariëtaalkwab, ook wel lobus parietalis of wandbeenkwab genoemd. Deze kwab is betrokken bij zintuiglijke en cognitieve functies, zoals aandacht, ruimtelijk inzicht, lezen en rekenen.
- De occipitaalkwab, ook wel lobus occipitalis of achterhoofdskwab genoemd. Deze kwab is betrokken bij het zien en heeft functies inzake het ontvangen, integreren en verwerken van visuele informatie. Het is de visuele cortex.
- De temporaalkwab, ook wel lobus temporalis of slaapkwab genoemd. Het middelste deel van deze kwab speelt, samen met de hippocampus en daaromheen liggende hersenschors, een essentiële rol bij het geheugen. Het verband tussen feiten en gebeurtenissen wordt aanvankelijk hier opgeslagen en na verloop van tijd overgedragen aan andere hersendelen. Deze kwab speelt tevens een belangrijke rol bij horen en regelt taal en emotie.

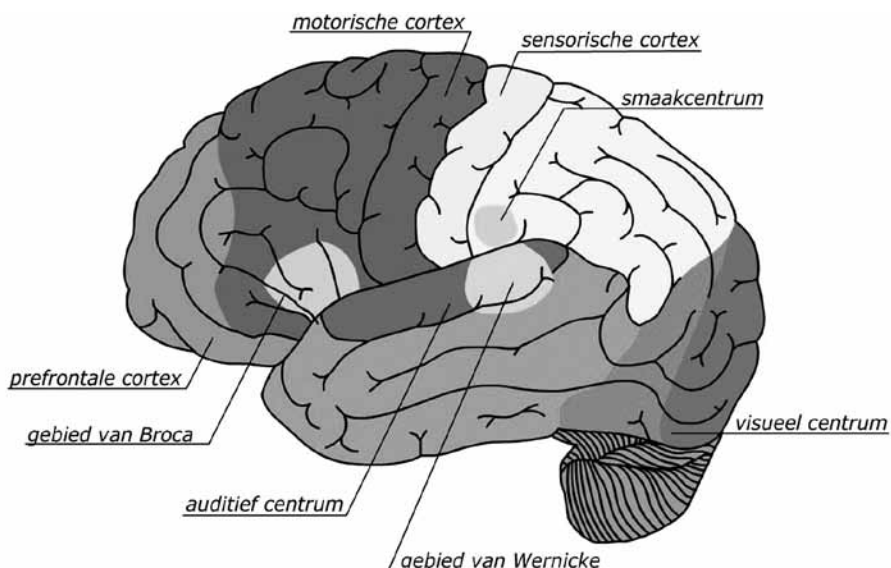
De grote hersenen bestaan uit twee kwart bollen die elkaars spiegelbeeld vormen. Grofweg bedient de linkerhersenhalft het rechtergedeelte van het lichaam en de rechterhersenhalft het linkergedeelte. De schors van de grote hersenen zijn door de neuroloog Brodmann (1868- 1918) ingedeeld in 52 gebieden. De term *brodmanngebieden* wordt ook nu nog vaak gebruikt.

De kleine hersenen (ook wel cerebellum genoemd) hebben als eerste functie de coördinatie van bewegingen. Ze zijn betrokken bij de voortbeweging en het bewaren van het evenwicht, maar zijn niet noodzakelijk voor het samentrekken van de spieren. De functie van de kleine hersenen is indirect, ze houden in de gaten of het doel van bepaalde bewegingen bereikt wordt en waar nodig zorgen ze voor aanpassing van de bewegingen. Een beschadiging van de kleine hersenen leidt tot minder goed gecoördineerde bewegingen: de persoon lijkt wel dronken. De kleine hersenen zijn daarnaast betrokken bij impliciet leren, vormen van leren die buiten het bewustzijn omgaan, maar die wel merkbaar zijn in gedrag. Ook spelen de kleine hersenen een rol bij taal en is het gebied actief bij taken die een beroep doen op

het werkgeheugen, zoals het herhalen van een telefoonnummer, om het niet te vergeten. De kleine hersenen nemen ongeveer tien procent van het totale hersenvolume in.

De hersenstam vormt de verbinding tussen de grote hersenen, het ruggenmerg en de kleine hersenen. Tot de hersenstam behoren het verlengde merg, de pons (of brug) en de middenhersenen. De hersenstam heeft onder andere de volgende taken: het reguleren van de slaap-waakcyclus, het maken van reflexmatige en willekeurige oogbewegingen, het controleren van pupilgrootte, het voelen van beweging en zwaartekracht, huilen, proeven, plassen, kauwen en slikken, ademen en sturen van de bloedsomloop.

De hersenen zijn opgebouwd uit grijze stof en witte stof. Grijze stof is samengesteld uit neuronen en hun dendrieten en ligt aan de buitenkant van de hersenen, waar het onder meer de hersenschors vormt. De witte stof bestaat voornamelijk uit axonen en ligt binnenin, omgeven door een schil van grijze stof. De grijze stof dient grofweg voor gegevensopslag, de witte voor de verbindingen tussen hersengebieden.



Figuur 2. Verschillende gebieden in de cortex van de grote hersenen

## WOORDENLIJST

### **Axon**

Ook wel neuriet genoemd. Is een uitloper van een zenuwcel (neuron), die prikkels van het cellichaam afvoert. Het axon geeft boodschappen door aan andere zenuwcellen of aan spieren en klieren. Tegenover het axon staan de dendrieten, dit zijn eveneens zenuwuitlopers, maar zij zijn korter, meer vertakt en voeren prikkels naar de zenuwcel.

### **Cerebellum**

De kleine hersenen.

### **Centraal zenuwstelsel**

Omvat de hersenen en het ruggenmerg. Het is het deel van het zenuwstelsel dat een benign omhulsel heeft. Het andere deel is het perifere zenuwstelsel (PZS), dat de verbindingen vormt van en naar de organen en weefsels en het centrale zenuwstelsel.

### **Cortex**

Ook wel hersenschors genoemd, is de buitenste laag van de hersenen, bestaande uit grijze stof. Met de term hersenschors of alleen cortex wordt veelal de cortex cerebri (schors van de grote hersenen) bedoeld.

#### **- auditieve cortex (of gehoorschors)**

Het deel van de temporaalkwab waar geluidsprikkels worden verwerkt. De auditieve cortex ligt in het bovenste deel van de temporaalkwab in de groeve van Sylvius. Bekende anatomische aanduidingen zijn AI (primaire gehoorschors, brodmanngebied 41) en AII (secundaire gehoorschors, brodmanngebied 42). Het is het eindstation van de gehoorbanen die lopen van cochlea in het binnenoor via de colliculi inferiores, het corpus geniculatum mediale in de thalamus naar de winding van Heschl (aanduiding van gebieden AI en AII).

**- motorische cortex (of motorische schors of bewegingsschors)** Is verantwoordelijk voor uitvoering en programmering van bewegingen. De motorische cortex is het meest naar achteren gelegen deel van frontaalkwab. Hij omvat respectievelijk de primaire motorische schors (brodmanngebied 4, soms ook M1 genoemd),

gedeeltelijk gelegen in de sulcus centralis en de gyrus praecentralis, en de meer naar voren gelegen premotorische schors (brodmanngebied 6).

**- posterieure pariëtele cortex (of cortex parietalis posterior)**

Is een onderdeel van de pariëtaalkwab en omvat de gebieden 5, 7, 39 en 40 van Brodmann. Het vormt het eindpunt van het zogeheten dorsale pad (of de waarroute) in de visuele cortex.

**- prefontale cortex**

Is een gebied in de hersenen, gelegen in het voorste gedeelte van de frontaalkwab voor de motorische schors. Doorgaans verdeelt men de prefrontale cortex in een dorsaal deel (bovenaan gelegen), een ventraal deel (onderaan gelegen) en de orbitofrontale cortex. De prefrontale cortex is betrokken bij cognitieve en emotionele functies als beslissingen nemen, plannen, sociaal gedrag en impulsbeheersing.

**- orbitofrontale cortex (of cortex orbitofrontalis)**

Is het onderdeel van de prefrontale cortex dat net achter de oogkassen ligt. Voor het centrale deel wordt ook wel de benaming ventromediale prefrontale cortex gebruikt. De orbitofrontale cortex maakt deel uit van een affectief netwerk in de hersenen dat verantwoordelijk is voor de verwerking en controle van emotionele prikkels.

**- visuele cortex (of visuele schors of gezichtsschors)**

Het deel van de occipitaalkwab dat verantwoordelijk is voor de visuele waarneming. De visuele cortex van apen en mensen kan globaal worden onderverdeeld in de primaire visuele cortex, afwisselend ook area striata (streepvormig gebied), area V1 of gebied 17 van Brodmann genoemd, en de area extrastriata (buiten het streepvormig gebied) dat de brodmanngebieden 18 en 19 omvat.

**Dendriet (dendritische uitsteeksels)**

Een korte soms rijk vertakte uitloper van een zenuwcel (neuron) die prikkels naar het cellichaam voert. De dendrieten zorgen voor de waarneming van de zenuwcel, hoewel ook het cellichaam en het afvoerende axon soms prikkels kunnen registreren. Een cel kan talrijke dendrieten hebben, maar heeft maar één axon.

## **Dopamine**

Een chemische stof die als neurotransmitter fungeert.

## **Facial fusiform area (FFA) (Nederlands: Fusiforme aangezichtshersengebied)**

Een gebied in de menselijke hersenen dat onderdeel is van de visuele cortex. Het staat in voor de zintuiglijke gezichtsherkenning, maar er zijn ook studies die aantonen dat het misschien categorische informatie verwerkt, vooral van bekende objecten. De FFA ligt op de gyrus fusiformis in de temporaalkwab.

## **(Complexe) fonologische lus**

Is een component van het werkgeheugen. Deze heeft als taak auditieve informatie, zoals klanken en gesproken woorden, op te slaan.

## **Frontale gebieden**

Gebieden die zich in de frontaalkwab bevinden.

## **Gebied van Broca**

Ook wel spraakcentrum van Broca genoemd. Is een deel van de hersenschors dat betrokken is bij de verwerking van taal. Het zorgt in het bijzonder voor de spraak en voor het in stilte tegen zichzelf praten, maar het is niet het enige hersengebied dat hiervoor verantwoordelijk is. Het is onderdeel van de frontaalkwab en ligt bij rechtshandigen vrijwel altijd op de linkerhersenhalve.

## **Gebied van Wernicke**

Ook wel centrum van Wernicke genoemd. Is een deel van de hersenschors dat een belangrijke rol speelt bij het opvangen en het verwerken van taal. Het is echter niet het enige hersengebied dat hiervoor zorg draagt. Het is onderdeel van de temporaalkwab en ligt bij rechtshandigen vrijwel altijd in de linkerhersenhalve.

## **Gyrus (meervoud gyri)**

Een winding of verhoging van de hersenschors. De gyri worden op de sterk gevouwen hersenschors afgewisseld met groeven (sulci).

## **- angular gyrus (of gyrus angularis)**

Ligt op de grens van de temporaalkwab en pariëtaalkwab. Het gebied speelt een rol bij taalprocessen. Volgens het Wernicke-Geschwind model van taalverwerking vindt

hier een vertaling plaats van het geschreven woord naar een (intern gesproken) fonetische versie van het woord. Deze gesproken versie wordt vervolgens in het gebied van Wernicke verder verwerkt.

#### **- fusiform gyrus (of gyrus fysiformis)**

Is het onderste mediale deel van de inferieure temporale cortex. Het gebied vormt het eindpunt van de ventrale route in het visuele systeem. Het speelt een rol in de visuele perceptie en geheugen van visuele objecten zoals voorwerpen, woorden en gezichten. Laesies in dit gebied kunnen leiden tot visuele agnosie (niet herkennen van objecten) en prosopagnosie (niet herkennen van gezichten). Met behulp van modern beeldvormend onderzoek heeft men de betrokkenheid van de gyrus fusiformis in de waarneming van gezichten ook in gezonde proefpersonen kunnen aantonen. Dit specifieke gebied, dat meer reageert op gezichten dan op andere voorwerpen, wordt ook wel fusiform aangezichtshersengebied genoemd.

#### **Hersenschors**

Zie cortex

#### **Hersenzenuwen**

Zenuwen die direct uit de hersenen ontspringen en niet via het ruggenmerg lopen. De mens heeft twaalf paar hersenzenuwen, ieder met een eigen functie.

#### **Hippocampus**

Een hersengebied aan de onder/voorkant van de temporaalkwab en een onderdeel vormt van het limbisch systeem. De hippocampus speelt een belangrijke rol bij de opslag van informatie in het geheugen, de ruimtelijke oriëntatie en het controleren van gedrag dat van belang is voor de overleving.

#### **Lateralisatie van de menselijke hersenen**

De lateralisatie is de fase in de neuro-motorische ontwikkeling waarbij de linker- of rechterhersenhelft zijn dominantie of specialisatie krijgt. Voor het zesde jaar hanteert een kind beide handen en voeten doorgaans evenwaardig; de bewegingen zijn elkaars spiegelbeeld. Een kind heeft nog geen besef van links en rechts. Vanaf het zesde jaar treedt de lateralisatie in: er ontwikkelt zich samenwerking tussen beide handen met een zekere taakverdeling; de ene hand voert uit, de andere assisteert. De handeling wordt steeds vaker met de voorkeurshand of -voet

uitgevoerd. Na de lateralisatiefase is de rechter- of linkerdominantie duidelijk. Hierdoor wordt dus rechtshandigheid of linkshandigheid bepaald. Lateralisatie kan ook betrekking hebben op specialisatie van de hersenhelften in specifieke cognitieve taken.

### **Insula**

Ook eiland of insula van Reil genoemd. Een hersenkwab van de grote hersenen die van buitenaf niet zichtbaar is, omdat hij is verzonken tussen de temporaalkwab aan de onderkant en de frontaal- en pariëtaalkwab aan de bovenkant. Het gebied zorgt onder andere voor inwendige gewaarwordingen en smaakwaarneming.

### **Neuron**

Ook wel zenuwcel, is een bepaald type lichaamscel, behorend tot de belangrijkste elementen van het zenuwstelsel.

### **Neuroplasticiteit**

Veranderingen in de organisatie van de hersenen als gevolg van ontwikkeling, leren of ervaring.

### **Neurotransmitter**

Een chemische stof die een rol speelt bij de prikkeloverdracht tussen zenuwcellen. Er zijn naar schatting meer dan honderd verschillende transmitters. Zij liggen opgeslagen in de uiteinden van de zenuw (axon) in de zogenaamde synaptische blaasjes.

### **Nucleus caudatus**

Ook wel staartkern genoemd. Een van de basale ganglia, die bij de regulatie van motoriek betrokken is.

### **Pons**

Ook wel brug van Varol genoemd. Een forse uitstulping van zenuwvezels die gelegen is tussen het verlengde merg en de tussenhersenen. De pons houdt met twee stevige armen de kleine hersenen vast en verzorgt daarmee het contact tussen grote en kleine hersenen. Het is een onderdeel van de hersenstam. Hier wordt ook gezorgd voor het doorgeven van prikkels van het evenwichts- en gehoororgaan aan de kleine hersenen.



### **Sulcus (meervoud sulci)**

Een gleuf of groeve in de hersenschors. De sulci worden op de sterk gevouwen hersenschors afgewisseld met gyri.

### **- intrapariëtale sulcus of groeve (IPS) (of sulcus intraparietalis)**

Een hersengroef die ligt in de wandbeenkwab en een grens vormt tussen de bovenste wandbeenkwab en de onderste wandbeenkwab.

### **Synaps**

De contactzone tussen twee zenuwcellen waar de uitwisseling van berichten plaatsvindt. Er worden twee soorten synapsen onderscheiden, de chemische geeft boodschappen door middel van neurotransmitters door en in de elektrische synaps wordt elektrisch gecommuniceerd tussen de zenuwcellen.

### **Verlengde merg**

Ook wel medulla oblongata genoemd. Het overgangsgebied van het ruggenmerg naar de hersenen. Het verlengde merg is niet groter dan het laatste kootje van de pink, maar is van vitaal belang. Het bevat bijvoorbeeld kernen die betrokken zijn bij het regelen van de ademhaling, hartslag, slikken, slapen, hoesten en andere vitale levensfuncties. Tevens bevat het verlengde merg de piramidekruising, waar zenuwbanen oversteken zodat de linkerhersenhelft de rechterkant van het lichaam bedient.

## BRONNEN

Bergsma, A (2003). Het brein van A tot Z. Utrecht: Hersenstichting Nederland/Het Spectrum.

Stichting Leerplanontwikkeling (2008). Hersenen en leren: gecertificeerde NLT module voor vwo. Natuur, leven en technologie.  
[http://betavak-nlt.nl/downloads/v114/v114\\_Hersenen\\_en\\_leren\\_II\\_n\\_ev\\_270109.pdf/](http://betavak-nlt.nl/downloads/v114/v114_Hersenen_en_leren_II_n_ev_270109.pdf/)

Wikipedia, de vrije encyclopedie. [www.wikipedia.nl](http://www.wikipedia.nl)

## ILLUSTRATIES

Figuur 1: Stichting Leerplanontwikkeling (2008). Hersenen en leren: gecertificeerde NLT module voor vwo. Natuur, leven en technologie, p. 44.

Figuur 2: Stichting Leerplanontwikkeling (2008). Hersenen en leren: gecertificeerde NLT module voor vwo. Natuur, leven en technologie, p. 46.

#### **LOSSE UITGAVEN EN ABONNEMENTEN**

Jaarlijks verschijnen drie uitgaven. Een jaarabonnement kost € 37,50, voor studenten en leden bibliotheek € 28,-. De prijs per uitgave is € 16,50, voor studenten en leden bibliotheek € 12,40 (exclusief porto). Groepskorting is mogelijk in overleg.

#### **ABONNEMENTENADMINISTRATIE EN BESTELLINGEN**

Cultuurnetwerk Nederland  
Ganzenmarkt 6  
Postbus 61  
3500 AB Utrecht  
Telefoon 030-236 12 00  
Fax 030-236 12 90  
E-mail [abonementenadministratie@cultuurnetwerk.nl](mailto:abonementenadministratie@cultuurnetwerk.nl)  
Internet [www.cultuurnetwerk.nl](http://www.cultuurnetwerk.nl)

Cultuurnetwerk Nederland is het landelijk expertisecentrum voor cultuureducatie. Cultuureducatie is de verzamelnaam voor alle vormen van educatie met kunst en cultuur als doel of als middel. De medewerkers van Cultuurnetwerk Nederland verzamelen en verspreiden informatie en kennis over theorie, beleid en praktijk van cultuureducatie in Nederland en het buitenland. Zij maken deze informatie en kennis toegankelijk en toepasbaar voor iedereen die werkt in of voor de cultuureducatie in instellingen voor kunst en cultuur, de amateurkunst, het onderwijs, de centra voor de kunsten en bij de verschillende overheden.

Cultuurnetwerk Nederland heeft een gespecialiseerde bibliotheek (met ingang van 1 juli 2012 omgezet naar online bibliografie), organiseert studiedagen, debatten, trainingen en congressen, geeft publicaties uit en onderhoudt internetsites.

## CULTUUR + EDUCATIE

Reeks thematische uitgaven over cultuureducatie, uitgegeven door Cultuurnetwerk Nederland.

De grote belangstelling voor de neurowetenschappen bij een breed publiek en het frequente gebruik van de term brein weerspiegelen het in omvang en belang toegenomen onderzoek naar hersenen en gedrag. De verwachtingen over de praktische toepassing van wetenschappelijke inzichten op het gebied van de hersenen zijn hoog. Deze ontwikkeling roept de vraag op wat hersenonderzoek kan betekenen voor het onderwijs in de kunstvakken. Die vraag staat in deze *Cultuur + Educatie* centraal. Folkert Haanstra gaat in zijn eerste artikel in op de relatie tussen neurowetenschappen en onderwijs(kunde). In zijn tweede, Het kunstzinnige brein, behandelt hij het neurowetenschappelijk onderzoek naar het maken en waarderen van beeldende kunst en wat de mogelijke opbrengsten en problemen zijn. Wilfried Gruhn en Frances Rauscher pleiten op basis van hun overzicht van hersenonderzoek en muziekeducatie voor praktijkgerichte vormen van muziekonderwijs. Tenslotte geven Ivar Hagendoorn, onderzoeker en choreograaf, en Barend van Heusden, hoogleraar Kunst en Cognitie aan de Rijksuniversiteit Groningen, hun visie op de relatie tussen neurowetenschappen en kunst en cultuureducatie

## IN VOORBEREIDING

- Observerend leren: een oud principe in een nieuw jasje

