

Muziek en de hersenen*

Christo Lelie en Gert-Jan Lokhorst

Inleiding

Er wordt steeds meer bekend over de verwerking en totstandkoming van muziek in de hersenen. In dit artikel bespreken de auteurs drie beroemde gevallen van componisten met eigenaardige neurologische stoornissen (Sjebalin, Langlais en Ravel), blikken zij terug op hun eerdere artikel over muziek en de hersenen uit 1981, en gaan zij na hoe de wetenschappelijke opvattingen sinds die tijd veranderd zijn.

Sjebalin

In 1965 beschreven drie Russische psychologen de ziektegeschiedenis van de destijds beroemde componist Vissarion (Ronja) Jakovlevitsj Sjebalin (1902–1963), de toenmalige directeur van het conservatorium van Moskou (Luria, Tsvetkova & Futer 1965). Sjebalin had tot 1948 als professor aan dit conservatorium gewerkt als hoofd van de compositieklas, waarin veel later bekend geworden componisten zaten. Zelf maakte hij naam als componist van onder meer symfonieën en opera's. In 1959 kreeg Sjebalin een beroerte en lag hij 36 uur in coma. Toen hij weer bij bewustzijn kwam, vertoonde hij enkele ernstige stoornissen. Zijn rechterhand en rechterbeen bleken na de attaque grotendeels te zijn verlamd; bovendien was zijn spraakvermogen ernstig gestoord (afasie). Het eerste verbeterde enigszins, maar zijn spraak kwam tot zijn dood niet meer terug.

Het is bekend dat de rechterzijde van het lichaam door de aan de tegenovergestelde kant gelegen hersenhelft bestuurd wordt, en daarom wijzen Sjebalins afwijkingen op een beschadiging in de linker hersenhelft. Post mortem werd inderdaad een groot infarct geconstateerd in de linker hersenhelft. Dit verklaart ook zijn spraakstoornis; sinds de negentiende eeuw is namelijk bekend dat de spraakcentra bij het merendeel van de mensen in de linker hersenhelft liggen. Om precies te zijn: bij rechtshandigen bevinden ze zich in 95% van de gevallen aan de linkerkant, bij linkshandigen in 70%. (In het vervolg spreken we voor het gemak alleen over mensen met de taalcentra aan de linkerkant.)

Sjebalin vormde op deze regel geen uitzondering. Na zijn dood werden precies op de plaats waar het belangrijkste taalcentrum ligt grote beschadigingen gezien. Tot zover niets bijzonders. Maar Sjebalins geval is interessant doordat hij ondanks zijn handicap is blijven doorcomponeren. En die composities kon hij gewoon noteren, terwijl het opschrijven van taal nauwelijks meer ging. Ook was hij in staat het werk van zijn studenten te corrigeren. Terwijl hij geen zin meer kon uiten, schreef hij kamermuziek, koorwerken en zelfs een

*Christo Lelie & Gert-Jan Lokhorst. Muziek en de hersenen. In René Diekstra & Michel Hogenes, red., *Harmonie in gedrag: de maatschappelijke en pedagogische betekenis van muziek*, pp. 15–28. Uithoorn: Karakter Uitgevers, 2008. ISBN 978–90–6112–996–7.

symfonie; en zijn productie bleef niet alleen hoog, de kwaliteit van de werken die hij in deze periode componeerde was niet minder dan die van zijn vroegere oeuvre. Dit blijkt uit het commentaar van Dmitri Sjostakovitsj, die Sjebalins Vijfde Symfonie “een briljant creatief werk” noemde, “gevuld met de hoogste emoties, optimistisch en vol leven, (...) de schepping van een groot meester.”

Langlais

Al in de achttiende eeuw werden mensen met gelijksoortige verschijnselen beschreven en onderzocht. Zo beschreef Olof Dahlin (1745) een patiënt die niets meer kon zeggen behalve het woord “ja”, maar er nog heel goed in slaagde de gezongen te zingen die hij vóór zijn ziekte had geleerd. Ook uit de negentiende eeuw zijn tal van dergelijke beschrijvingen tot ons gekomen. Het ziektebeeld van deze patiënten wordt afasie zonder amusie genoemd: zij hadden een stoornis in de verbale vermogens (afasie) die niet gepaard ging met een stoornis in de muzikale vermogens (amusie).

Het opmerkelijkste recente geval van afasie zonder amusie is dat van Jean Langlais (1907–1991), de beroemde organist van de Sainte-Clotilde in Parijs en componist van meer dan tweehonderd werken (Signoret e.a. 1987). Hij werd in zijn tweede levensjaar blind, las en schreef zowel muziek als tekst in braille, en kreeg op zijn zevenenzeventigste een infarct in de linker hersenhelft. Het gevolg was een Wernicke afasie: hij kon gesproken taal niet goed meer begrijpen en herhalen. Ook kon hij in braille geschreven tekst niet meer begrijpen en zelf geen teksten in braille meer noteren. Maar hij had geen motorische of zintuiglijke stoornissen en ook geen amusie: hij kon zijn gehele orgelrepertoire blijven spelen, hij kon improviseren, transponeren, moduleren en harmoniseren, en hij had zijn gevoel voor ritme niet verloren. Pas op zijn tachtigste nam hij afscheid als organist. Ook kon hij nog steeds muzikaal braille-schrift lezen, muziekstukken die hij nog niet kende kopiëren, spelen en zingen, en bleef hij nieuwe orgelcomposities vervaardigen, die ook zijn uitgegeven. Met andere woorden: dezelfde constellaties van stippen die in het braille-schrift zowel letters als muzieknoden kunnen representeren, kon hij dus wel begrijpen als ze voor muzieknoden stonden, maar niet als ze voor letters stonden. Het is moeilijk om harder bewijsmateriaal te verzinnen dat aantoont dat taal en muziek in de hersenen onafhankelijk van elkaar zijn. Ook bij niet-blinden komt het trouwens soms voor dat ze nog wel muziekschrift kunnen lezen maar taal niet meer: zo hebben Judd, Gardner en Geschwind (1983) het geval beschreven van een emeritus hoogleraar musicologie die geen letter meer kon lezen, maar nog wel van het lezen van muziekpartituren genoot.

Ook het omgekeerde van afasie zonder amusie, namelijk amusie zonder afasie, komt voor. Zo beschreven Botez en Wertheim (1959) een amateur-accordeonist, die na de verwijdering van een tumor uit de rechterhelft van de hersenen een amusie had: hij kon zijn instrument niet meer bespelen, het nazingen van volksliedjes ging hem zeer slecht af, en hij was zijn gevoel voor ritme geheel kwijt. Maar hij had geen afasie: hij sprak op dezelfde manier als voorheen, zij het enigszins monotoon.

Ravel

De geschiedenis kent nog een groot componist die kampte met neurologische problemen, namelijk Maurice Ravel (1885–1937). Ook hij ontwikkelde een vorm van afasie, maar in tegenstelling tot Sjabalin en Langlais kon hij op een gegeven moment geen noot meer op papier zetten. In 1933 kreeg de toen 57-jarige componist tijdens een zwempartij in St-Jean-de-Luz plotseling het gevoel dat hij zijn bewegingen niet meer kon coördineren. De artsen constateerden dat hij gesproken taal nog wel kon begrijpen, maar zich moeilijk kon uiten en helemaal niet meer kon schrijven. Ook hij had een Wernicke afasie. Zijn geheugen, gevoelens en esthetisch oordeel waren echter onveranderd gebleven. Ravel werd uitgebreid getest door de neuroloog Théophile Alajouanine (1948) en door Ravels enige leerling, Manuel Rosenthal (1995).

Zij constateerden een sterke discrepantie tussen Ravels verlies van muzikale expressie (muziek schrijven en spelen) en zijn muzikale denken, dat behouden bleef. Ravel herkende melodieën en bekende stukken gemakkelijk en hij was in staat foute noten en onjuiste ritmes exact aan te wijzen. Hij protesteerde hevig, toen een leerling bij het spelen van *Le tombeau de Couperin* opzettelijk enige fouten maakte. Het noteren van muziek was hem geheel onmogelijk geworden, evenals pianospelen. Ook het schrijven van taal kostte hem de grootste moeite. Toen men in het begin van de Pavane uit *Ma mère l'oye*, dat twee identieke maten bevat, één maat weglief, liet Ravel de pianist stoppen en probeerde hij met zijn gebrekkige spraak uit te leggen dat deze extra maat nodig is voor de verbinding met het voorgaande deel. Visuele herkenning van muziek was geen enkel probleem. Uit dit alles blijkt dat hij een expressieve, maar geen receptieve amusie had. Het tragische is dat Ravel nog veel ideeën voor nieuwe composities had, maar deze niet meer kon uitwerken. Toen zijn vrienden hem naar de voortgang van zijn epische muzikale gedicht *Jeanne d'Arc* vroegen antwoordde hij: “het zit allemaal in mijn hoofd.”

Waar die ongeboren composities in zijn hoofd zich hebben bevonden is op grond van deze casus natuurlijk niet te bepalen. Bij ontstentenis van een autopsierapport kunnen we geen verdere conclusies trekken. Over de aard van Ravels ziekte wordt nog steeds gespeculeerd (Baeck 1996, Otte 2003). Wel is duidelijk dat er bij Ravel meer kapot was gegaan dan bij Sjabalin en Langlais, want Ravel kon zich muzikaal niet meer uiten.

Links en rechts

De ziektebeelden van Sjabalin en Langlais laten alleen maar zien welke hersengebied kennelijk *niet* nodig is voor het musiceren, namelijk het taalcentrum in de linker hemisfeer. Er zijn inmiddels talrijke soortgelijke patiënten onderzocht die een vorm van amusie hadden. Door na te gaan waar het trauma zit, valt vast te stellen waar een specifieke muzikale functie, bijvoorbeeld toonhoogte herkennen, maat houden, muziekinstrumenten herkennen, etc. in de hersenen gelokaliseerd is, of beter gezegd: welk gebied een onmisbare neurale schakel in het geheel is, want het is een feit dat bij muzikale processen grote delen van de hersenen betrokken zijn. Preciezer zijn de resultaten die verkregen worden uit het testen van mensen die niet door een beroerte, maar door een operatie een stukje van hun

hersenen kwijtraakten. Het “voordeel” van deze patiënten is, dat precies bekend is welk deel verwijderd is. Bovendien kunnen zij voor de operatie zorgvuldig worden getest, zodat de resultaten van dezelfde tests na de ingreep veel meer waarde hebben.

Een dergelijk onderzoek werd voor het eerst gedaan door Brenda Milner (1962). Zij testte 27 patiënten, bij wie óf de linker óf de rechtertemporaalkwab ter bestrijding van epilepsie was verwijderd, met de Seashore Measure of Musical Talents. Alleen bij de patiënten bij wie de rechter kwab was verwijderd bleek het muzikaal vermogen te zijn verminderd, met name het muzikaal geheugen en het gevoel voor timbre, dynamiek en metrum. De waarneming van toonhoogte en ritme was nauwelijks veranderd. Hoewel de resultaten niet eclatant waren, duiden zij wel op een zekere superioriteit van de rechter hersenhelft voor bepaalde (maar lang niet alle) muzikale functies.

Vanaf die tijd vatte de idee meer en meer post dat muziek, als tegenhanger van de in de linkerhemisfeer gezetelde taal, hoofdzakelijk een zaak van de rechter hemisfeer was. We zagen al dat er in de linker hersenhelft gebieden liggen die van belang zijn voor de taal. Aan de andere kant liggen gelijksoortige gebieden. Zij dienen niet voor de taal; zouden deze met de taalcentra corresponderende gebieden in de rechter hersenhelft niet de muziekcentra kunnen zijn? Aanwijzingen voor de juistheid van dit vermoeden zijn al in de genoemde voorbeelden te vinden: de accordeonist van Botez en Wertheim had een beschadiging in de rechter hersenhelft en derhalve een amusie, maar de linkerhelft was intact, en er was dus geen afasie. Bij Sjebalin en Langlais was de rechter hersenhelft echter intact en was er dus geen amusie, terwijl de afasie het gevolg was van de linkszijdige beschadiging. Toch was dit niet de mogelijkheid waaraan de neurologen het eerst dachten toen zij in het begin van de twintigste eeuw hun speurtocht naar de muziekcentra in de hersenen begonnen. In deze tijd dacht men namelijk dat alle belangrijke functies door de linker hersenhelft worden vervuld. Deze helft noemde men de “dominante” helft; de rechterhelft werd als volkomen inferieur en ondergeschikt beschouwd. Daarom koos men een andere mogelijkheid: men plaatste ook muziekcentra in de linker hersenhelft, en wel in de nabijheid van de taalcentra.

De theorie dat “de muziek rechts zit” werd in de jaren '70 en '80 steeds populairder en sloot prachtig aan bij de “lateralisatie-mode” die toen ging heersen. Hierbij werd de idee dat de linker hemisfeer dominant is losgelaten: ieder hersenhelft zou zijn eigen specialisatie hebben, waarbij de linker met zijn taalcentra de analytische kant van de mensen zou vertegenwoordigen en de rechter de holistische. Volgens deze opvattingen was de westerse cultuurmens meer en meer tot een linker-hemisferisch wezen uitgegroeid, dat veel in de rechter hemisfeer gelegen vermogens onbenut liet. In die rechter hersenhelft zouden ook de creatieve, artistieke vermogens liggen, waaronder de muziek. Door de rechter hersenhelft te stimuleren zou men vollediger mens kunnen worden. Ook zou de artistieke expressie kunnen winnen door deze extra te stimuleren, bijvoorbeeld door met de linkerhand te tekenen. Deze theorie werd praktisch vertaald in een bestseller uit die tijd die nog steeds veel gelezen wordt, namelijk *Drawing on the right side of the brain* van Betty Edwards.

Een muzikale tegenhanger van dit boek drong de muziekdidactiek binnen toen Herbert Wiedemann een boek over piano-onderwijs met de titel *Klavierspiel und das rechte Gehirn*

(1985) publiceerde. Zijn ideeën waren al voorafgegaan door het werk van met name de Nederlandse pianopedagoog Henk Gort, die door gelijkwaardige ontwikkeling van beide handen, c.q. door betere training van de met de rechter hersenhelft corresponderende linkerhand (nog altijd spreken we alleen over rechtshandigen) tot een stimulering van de rechter hersenhelft probeerde te komen, om aldus speeltechnische problemen in linker- én rechterhand op te lossen.

Ouder onderzoek

Het is hier niet de plaats om de in te gaan op de lateralisatie-theorie in het algemeen. Laten we ons tot de muziek blijven beperken. In 1981 publiceerden de auteurs van dit artikel een overzicht waarin aan de hand van een literatuuronderzoek de stand van zaken werd geven van het onderzoek naar hersenen en muziek, waarbij werd nagegaan in hoeverre lateralisatie van muzikfuncties een rol speelt (Lelie & Lokhorst 1981). Bij dit overzicht werd niet alleen naar de klinische studies gekeken, maar ook naar neuropsychologisch onderzoek op gezonde mensen.

Een van die methoden is de zogenaamde Wada-test. Hierbij kan men de hersenhelften afzonderlijk onderzoeken, doordat men één van beide uitschakelt, terwijl de andere doorwerkt. Bij de Wada-test spuit men een slaapmiddel in één van de twee halsslagaders in. Iedere halsslagader voorziet de aan dezelfde kant gelegen hersenhelft van bloed; spuit men bijvoorbeeld links in, dan wordt de linker hersenhelft voor korte tijd verdoofd. De resultaten hiervan waren ondubbelzinnig. Spuit men rechts in, dan ontstaat (behalve een eenzijdige verlamming) expressieve amusie. Deze bestaat voornamelijk uit melodische problemen door het niet juist treffen van de toonhoogte, terwijl het ritme behouden blijft. Spuit men links in, dan ontstaat afasie; maar de patiënten kunnen gewoon blijven zingen, mits het liederen zonder woorden betreft.

Een andere veel gebruikte onderzoeksmethode voor muziekperceptie door de afzonderlijke hersenhelften was de zogenaamde dichotische luistertest. Hierbij biedt men de twee oren via een hoofdtelefoon tegelijkertijd verschillende informatie aan. Dit is noodzakelijk, omdat ieder oor voornamelijk in verbinding staat met de tegenovergestelde hersenhelft, maar ook verbonden is met de aan dezelfde kant liggende helft. Als men alleen iets in het linkeroor zou laten klinken, dan zou dit daardoor in beide hersenhelften terechtkomen. Op deze manier kan men de hersenhelften niet afzonderlijk testen, en nagaan wat elk van hen doet. Nu is het gelukkig zo, dat de verbinding van het linkeroor met de linker hersenhelft veel zwakker is dan die met de rechter hersenhelft. Als we nu tegelijkertijd aan het rechteroor iets anders aanbieden, dan komt deze informatie voornamelijk in de linker hersenhelft terecht, en maskeert daar de uit het linkeroor aankomende informatie. Als we links bijvoorbeeld een *a'* laten horen, dan komt deze *a'* hoofdzakelijk aan de rechterkant terecht, maar de linkerkant hoort ook een *a'*; maar als we nu tegelijkertijd rechts een *c'* laten horen, dan overstemt deze *c'* de zwakke *a'* in de linker hersenhelft, terwijl rechts de *a'* de *c'* onderdrukt. Het resultaat is dat de linker hersenhelft een *c'* hoort, en de rechter een *a'*. Op deze manier wordt één hersenhelft aangesproken.

Een analyse van de resultaten van onderzoeken van laesie- en lobectomie-patiënten, van Wada-test, dichotische luistertest en enkele andere methodes, zoals EEG-registratie, bracht de auteurs in 1981 tot de volgende conclusie: “Het is heel wel mogelijk dat er verschillen zijn tussen de hersenhelften op muzikaal gebied; dit blijkt ook wel uit de meer directe methoden, zoals de Wada-test en het EEG. Maar ze behoeven niet op een directe specialisatie voor muziek te berusten en kunnen een indirect gevolg zijn van geheel andere onderliggende mechanismen. En als ze groot waren, zouden zij veel gemakkelijker aangetoond kunnen worden.”

Modern onderzoek

Inmiddels heeft een kwart eeuw hersenonderzoek tot duizenden publicaties over hersenen en muziek geleid. Het aantal publicaties is vooral toegenomen doordat er nieuwe onderzoeksmethodes zijn ontwikkeld, zoals fMRI, MEG, PET en SPECT, waarmee de activiteit van de hersenen tijdens het uitvoeren van bepaalde handelingen zichtbaar kan worden gemaakt. Het is onmogelijk om in kort bestek een overzicht te geven van alle onderzoeksresultaten, maar we willen toch een indruk geven.

Het eerste dat opvalt is dat de conclusie die de auteurs van dit artikel in 1981 trokken bevestigd is. Het is niet zo dat de muziek rechts zit. Integendeel, juist bij getrainde musici, met name als die omstreeks hun zesde levensjaar zijn begonnen met hun muziekstudie, lijkt het eerder de linker hersenhelft te zijn die dominant is voor bepaalde muzikale functies. Maar ook dat is te grof gezegd.

De indruk die de onderzoekers tegenwoordig over het algemeen hebben is dat de verwerking van muziek in de hersenen een gecompliceerd verschijnsel is waaraan vele, zo niet alle, delen van de hersenen deelnemen. Zo schreef Parsons (2001): *the data suggest that the neural systems underlying music are distributed throughout the left and right cerebral and cerebellar hemispheres, with different aspects of music processed by distinct neural circuits* (“de gegevens wijzen erop dat de neurale systemen die aan muziek ten grondslag liggen door de hele linker- en rechterhelft van zowel de grote als de kleine hersenen verspreid zijn, waarbij verschillende aspecten van de muziek door onderscheiden zenuwbanen worden verwerkt”).

Muziek is geen eenvoudig verschijnsel, maar heeft vele aspecten. Bij het passieve musiceren (luisteren) hebben we te maken met: herkenning van individuele toonhoogtes, van melodieën, metrum, ritme, samenklanken, harmonische sequenties, muzikale weefsels, klankkleur (timbre), dynamiek, rubato, muzikaal geheugen voor complete composities en de combinaties daarvan die leiden tot de verfijningen in de muziek als kunstvorm, zoals articulatie, frasering, interpretatie en associaties met buitenmuzikale gegevens (natuurgeluiden bijvoorbeeld) en achtergrondkennis van muziekhistorische aard (en dan hebben we het nog niet eens over *Gesamtkunstwerke*, kleurenmuziek of de compositie *4'33"* van John Cage). Bij het actieve musiceren (spelen, zingen, dirigeren, componeren) komen daar nog verscheidene aspecten van visuele (bijvoorbeeld muziek lezen, dirigent volgen) en motorische aard (het bespelen van een instrument, zingen, muziek noteren) bij.

En over dit alles heen komt nog de individuele ontwikkeling en scholing, waarin stijlgevoel en smaak een rol spelen, die geïntegreerd zijn met het karakter van de muziekgenieter of bepaald zijn door opvoeding en milieu.

Het had in principe zo kunnen zijn dat er één muzieknobbel of goed afgebakend muziekcentrum was dat zich met al deze aspecten bezighield, maar dat is al bij voorbaat niet erg waarschijnlijk. We kunnen eerder verwachten dat er sprake is van een heel netwerk van (elkaar misschien gedeeltelijk overlappende) centra, dat over grote gebieden van de hersenen verspreid is, en dat heeft men dan ook inderdaad geconstateerd. Dit netwerk strekt zich verder uit dan men misschien zou denken: zo komt ook de visuele schors doorgaans in actie bij het luisteren naar muziek.

Alle genoemde functies zijn ook aanwezig in het auditieve voorstellingsvermogen, het vermogen om, zonder dat er daadwerkelijk muziek klinkt, muziekstukken “inwendig te horen” (zoals men doet wanneer men zich bijvoorbeeld de *Psalmensymfonie* “voor de geest haalt”). Bij dit “puur mentale” verschijnsel zijn dezelfde hersencentra betrokken als bij echt horen. In dit opzicht is het gehoor vergelijkbaar met het gezichtsvermogen, waarbij al lang geleden is vastgesteld dat wanneer men zich bijvoorbeeld het Parthenon *voorstelt* ongeveer dezelfde hersencentra in actie komen als wanneer men naar het Parthenon *kijkt*.

Het links-rechts onderscheid wordt niet meer zo interessant gevonden als vroeger. Soms worden oude bevindingen bevestigd, bijvoorbeeld de stelling dat de rechter hersenhelft dominant is voor harmonie en timbre (Weinberger 2004), of weerlegd, bijvoorbeeld de stelling dat de rechter hersenhelft van vrouwen “taliger” is dan die van mannen (Sommer e.a. 2004), maar over het algemeen is het interessanter om te weten dat verschillende aspecten van de verwerking met verschillende hersendelen in verband kunnen worden gebracht, dan om te weten of die gebieden in de links-rechts, voor-achter of onder-boven richting ten opzichte van elkaar gelegen zijn. Ook in het midden gelegen structuren spelen trouwens een rol. Zo is de amygdala betrokken bij emotionele reacties op muziek.

Er is veel onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van de muzikale vaardigheden en de veranderingen in de hersenen die daarmee gepaard gaan. Dit heeft geleid tot een nieuw vakgebied (“developmental neuropsychology of music”) dat in de toekomst mogelijk gegevens zal aandragen die van belang zijn voor het muziekonderwijs. De veranderingen die met muzikale training samenhangen zijn soms verrassend goed te zien: zo heeft men een substantiële toename in massa van het corpus callosum, de “snelweg” tussen beide hersenhelften, bij professionele musici gevonden (Schlaug e.a. 1995). Dit bevestigt het idee dat beide hersenhelften en feitelijk het hele brein een rol spelen bij het musiceren of luisteren naar muziek.

Het is herhaaldelijk aangetoond dat het leren bespelen van een muziekinstrument bevorderlijk is voor het brein, vooral als het om taken gaat waarbij het aankomt op een snelle verwerking van gegevens; muziekonderwijs blijkt bij deze studies een positieve uitstraling hebben op andere vaardigheden. Dit wordt ook wel het “Mozart effect”

genoemd. Maar vergelijkende studies lijken tot nu toe te ontbreken. Het zou kunnen zijn dat tafeltennissen net zulke gunstige gevolgen heeft als vioolspelen.

Verder is het van belang om te weten dat er onderzoek plaatsvindt naar typische muzikantenziekten als focale dystonie. Dit is een hinderlijke aandoening waarbij het in de regel zo is dat men tijdens het musiceren bewegingen maakt die het tegenovergestelde zijn van de bedoelde bewegingen. Bijvoorbeeld: de pink gaat omhoog in plaats van dat hij een toets aanslaat. Bij deze aandoening heeft men via scans onder andere gezien dat de representaties van de vingers in de hersenschors dichter bij elkaar liggen dan bij mensen zonder deze stoornis. Dergelijke gegevens brengen een therapie misschien dichterbij, maar er is nog veel aanvullend onderzoek nodig.

Conclusie

Al met al kan men zeggen dat het onderzoek naar muziek en de hersenen sinds 1981 in een ware stroomversnelling is geraakt, vooral dankzij het feit dat de mogelijkheden om de hersenen te onderzoeken dankzij de ontwikkeling van geschikte technologie nu veel groter zijn dan ze destijds waren. Het onderzoek heeft niet tot één simpele, nietszeggende theorie geleid ("de muziek zit rechts"), maar tot een overweldigende hoeveelheid gegevens waarin iedereen, afhankelijk van zijn of haar interesse, wel iets van zijn of haar gading kan vinden.

Het beste dat we in dit korte bestek kunnen doen is de toegang tot dit vakgebied te vergemakkelijken door enige goede literatuur te noemen. Het boek *Music and the brain* van Critchley en Henson (1977) is klassiek en onovertroffen, maar enigszins verouderd. Vier recente overzichtsartikelen zijn geschreven door Peretz & Zatorre (2005), Perry (2002), Stewart e.a. (2006) en Weinberger (2004). Zes volumineuze werken zijn vervaardigd door Avanzini e.a. (2003 en 2005), Deutsch (1999), Juslin & Sloboda (2001), Peretz & Zatorre (2003) en Zatorre & Peretz (2001). In het Nederlands kennen we alleen de overzichtsartikelen van Feron (2005) en Lelie & Lokhorst (1981).

Referenties

- Alajouanine, T., 1948, Aphasia and artistic realization, *Brain* 71: 229–241.
- Avanzini, G., e.a., eds., 2003, *The neurosciences and music*, Annals of the New York Academy of Sciences 999: xi–532.
- Avanzini, G., e.a., eds., 2005, *The neurosciences and music II: from perception to performance*, Annals of the New York Academy of Sciences 1060: xi–487.
- Baeck, E., 1996, Was Maurice Ravel's illness a corticobasal degeneration? *Clinical Neurology and Neurosurgery* 98: 57–61.
- Botez, M.I., & N. Wertheim, 1959, Expressive aphasia and amusia following right frontal lesion in a right-handed man, *Brain* 82: 186–202.
- Critchley, M. & R.A. Henson, eds., 1977, *Music and the brain*, London: Heinemann.

- Dahlin, O., 1785, Von einem Stummen, der singen kann, *Der Königlichen Schwedischen Akademie der Wissenschaften neue Abhandlungen aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik* 7: 114–116. (Beschikbaar op de website van de Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek.)
- Deutsch, D., ed., 1999, *The psychology of music*, tweede druk, Academic Press.
- Feron, F., 2005, Muziek en het brein, *Piano Bulletin* 23: 3–18.
- Judd, T., H. Gardner & N. Geschwind, 1983, Alexia without agraphia in a composer, *Brain* 106: 435–457.
- Juslin, P.N., & J.A. Sloboda, eds., 2001, *Music and emotion: theory and research*, Oxford University Press.
- Lelie, M.C., & G.J.C. Lokhorst, 1981, Muziek en de hersenhelften: een verkenning, *Mens en melodie* 36: 110–118. (Beschikbaar op de website van de tweede auteur.)
- Luria, A.R., L.S. Tsvetkova & D.S. Futer, 1965, Aphasia in a composer, *Journal of the neurological sciences* 2: 288–292.
- Milner, B., 1962, Laterality effects in audition, in V.B. Mountcastle, ed., *Interhemispheric relations and cerebral dominance*, Baltimore: Hopkins.
- Otte, A., P. De Bondt, C. Van de Wiele, K. Audenaert & R.A. Dierckx, 2003, The exceptional brain of Maurice Ravel, *Medical Science Monitor* 9: 154–159.
- Parsons, L.M., 2001, Exploring the functional neuroanatomy of music performance, perception, and comprehension, in Zatorre & Peretz (2001).
- Peretz, I., & R.J. Zatorre, eds., 2003, *The cognitive neuroscience of music*, Oxford University Press.
- Peretz, I., & R.J. Zatorre, 2005, Brain organization for music processing, *Annual Review of Psychology* 56: 89–114.
- Perry, D.W., 2002, Music and the brain, in V.S. Ramachandran, ed., *Encyclopedia of the Human Brain*, Amsterdam: Academic Press, vol. 3: 243–271.
- Rosenthal, M., 1995, *Ravel: Souvenirs de Manuel Rosenthal*, Paris: Hazan.
- Schlaug, G., L. Jäncke, Y. Huang, J.F. Staiger & H. Steinmetz, 1995, Increased corpus callosum size in musicians, *Neuropsychologia* 33: 1047–1055.

- Signoret, J.L., P. Van Eeckout, M. Poncet & P. Castaigne, 1987, Aphasie sans amusie chez un organiste aveugle: alexie-agraphie verbale sans alexie-agraphie musicale en Braille, *Revue Neurologique* 143: 172-181.
- Sommer, I.E.C., A. Aleman, A. Bouma & R.S Kahn, 2004, Do women really have more bilateral language representation than men? A meta-analysis of functional imaging studies, *Brain* 127: 1845–1852.
- Stewart, L., K. von Kriegstein, J.D. Warren & T.D. Griffiths, 2006, Music and the brain: disorders of musical listening, *Brain* 129: 2533–2553.
- Weinberger, N.M., 2004, Music and the brain, *Scientific American*, november 2004, 88–95.
- Wiedemann, H., 1985, *Klavierspiel und das rechte Gehirn*, Regensburg: Gustav Bosse Verlag.
- Zatorre, R.J., & I. Peretz, eds., 2001, *The biological foundations of music*, Annals of the New York Academy of Sciences 930: ix–456.

Over de auteurs

Christo Lelie is pianist en organist, hoofdredacteur van *Piano Bulletin* en muziekrecensent van *Trouw*. Hij schreef talloze artikelen over muziek en het boek *Van piano tot forte: geschiedenis en ontwikkeling van de vroege piano* (Kampen 1995). Gert-Jan Lokhorst is medicus en filosoof en schreef onder meer *Homo duplex: filosofische interpretaties van het split-brain syndroom* (Rotterdam 1981) en *Brein en bewustzijn: de geest-lichaam theorieën van moderne hersenonderzoekers* (Delft 1986).