

Hoofdstuk 6: Taal en muziek

deel 1: taal

1. Inleiding.

De evolutie van spraak en taal heeft het mogelijk gemaakt om gedachten te vormen, te uiten en hierdoor te communiceren. Dat was een evolutionaire, biologische ontwikkeling. De uitvinding van het schrift is echter een menselijk bedenkfel en maakte het mogelijk om gedachten te bewaren, hetgeen grote consequenties heeft gehad voor de verdere ontwikkeling van de mensheid.

Zoals in hoofdstuk 1: § 9 is opgemerkt vormen we van jongs af aan concepten van gebeurtenissen en gewaarwordingen. Het zijn meer of minder gestolde brokken van de werkelijkheid tezamen met onze verbeelding. Het zijn samenbundelingen van ervaringen die in onze geest bij elkaar horen. Het kunnen daarbij zowel werkelijk bestaande gegevens zijn als alleen in onze verbeelding voorkomende associaties. Bij een koffiekop denken we niet alleen aan de vorm van de kop maar ook aan hoe die aanvoelt bij het vasthouden, hoe de koffie smaakt en in de verte aan de omstandigheden waaronder we koffiedrinken. Deze ruimte in invulling van de (nieuwe) concepten maakt fantasie mogelijk. Verbeelding overheerst nauwkeurigheid. Geleidelijk ontdekken we de grenzen van het gebied van de verschillende concepten die we elk zijn gaan samenvatten in een woord of zin. De concepten van kinderen zijn nog niet goed afgebakend. Plaatjes zeggen vaak meer dan woorden. Ook kunnen teddyberen nog spreken of slapen. Taal helpt volgens Patricia S. Churchland de wereld te categoriseren en het brengt de complexiteit van onze conceptuele structuren terug tot een hanteerbare vorm. De mogelijkheid om zoveel begrippen onder een concept te vangen maakt het voorstelbaar om steeds meer samen te vatten en op steeds abstracter niveau te denken en te communiceren. De cognitieve economie van taal. Als er een woord voor een voorwerp is, - een methode om bijv. de aandacht op een object te richten dat niet aanwezig is - dan kan men het ook vaak maken of eventueel ontwerpen. Het woord bevat dan voldoende informatie voor een bouwbeschrijving!

Er is echter niet altijd taal geweest. Ergens in de ontwikkeling van de genus homo is het begonnen. Maar vòòr de woorden ontstonden moet er de bekwaamheid zijn geweest om generalisaties (concepten) van mentale representaties van voorwerpen, gebeurtenissen en relaties te scheppen. Kinderhersenen zijn constant bezig om de omgeving te structureren en samenhangende acties te beginnen voordat ze een woord kunnen uiten. Leren spreken is niet alleen het leren uiten van gecombineerde fonemen (klankeenheden van een bepaalde taal) maar ook het verbinden ervan aan reeds aanwezige of in statu nascendi verkerende concepten. Zeer abstracte begrippen als ja en nee, goed en mooi worden al vroeg geleerd en voortdurend uitgebouwd. Wanneer precisie en consistentie in conceptdefiniëring gaan overheersen kunnen wijsheid en begrip het gaan winnen van kinderlijk bijgeloof en magie en evt. later van culturele vooroor-

delen. Gezegd zijn echter de mensen die zowel de onnauwkeurigheid, nodig voor verbeelding, als de nauwkeurigheid, nodig voor overwegingen hebben.

Hoe sterker het bewustzijn werkt, des te sterker gaan de verschillende elementen van concepten een eigen rol spelen. We zijn soms ons hele leven bezig om de conflicten in onze concepten op te lossen. We proberen om een harmonisch evenbeeld te vinden met wat onze zintuigen of ons geheugen ons vertelt. Vaak laten we echter de verschillen voor wat ze zijn en accepteren de weinig precieze gelijkennis als richtlijn voor verdere acties. We leven dan routinematig en oppervlakkig, waarbij ons bewustzijn op een laag pitje werkt.

Concepten blijken niet alleen te kunnen worden opgeroepen door visuele en auditieve indrukken maar ook door tactiele benadering of zelfs door geur en smaak alleen. Dit zijn evolutionair gezien oude methoden die ook bij veel dieren zijn waar te nemen. Het is niet verwonderlijk daar concepten vaak een integratie blijken te zijn van samenhangende beelden van verschillende zintuiglijke oorsprong.

Er zijn drie samenwerkende structuren in de hersenen die taal voortbrengen. (Damasio and Damasio 1992) Allereerst de neuronengroepen in zowel de linker als rechter hersenhelft die interacties tussen ons lichaam en zijn omgeving vasthouden: alles wat iemand zich herinnert, gewaarwordt, denkt, voelt of doet. De hersenen categoriseren deze representaties niet alleen (bijvoorbeeld door kleur, vorm, volgorde, gevoelswaarde etc.), maar creëren ook nieuwe niveaus en samenhangen voor het beheer ervan en voor acties etc. De concepten vormen hiervan de kristallisatie. Daarnaast zijn er kleinere neuronengroepen, meestal alleen in de linkerhersenhelft¹, die fonemen, woorden en grammaticaregels bevatten waarmee zinnen kunnen worden gevormd. Ook zijn er die gehoorde of geziene taal verwerken. Tenslotte zijn er structuren, ook meestal alleen in de linkerhersenhelft, die de beide groepen kunnen verbinden. Er kan een woord gezocht worden bij een concept of ook omgekeerd, bij luisteren, lezen, voelen, ruiken en proeven.

Is de verbinding tussen concepten en woorden één op één? Past er kortom maar één concept bij één woord en omgekeerd? Het lijkt niet waarschijnlijk. Het is juist de mogelijkheid tot categoriseren die taal tot zo'n effectief medium maakt. Als ik aan "balpen" denk, zie ik voor mijn geestes oog een heel assortiment pennen, van goedkoop tot duur, die lekker in de hand liggen of niet, die bedrukt zijn of glad, die makkelijk schrijven of niet, met dikke of dunne, zwarte of gekleurde, lijnen op papier, kortom alles wat de naam balpen mag dragen. Anders is het als ik naar mijn balpen zoek. Dat is die ene pen waar ik aan gehecht ben en die nu in de context van onderbroken activiteit even op de voorgrond treedt en zodra als hij te -

Bij 94% van de rechtshandigen en 70% van de linkshandigen. Bij 15% van de linkshandigen aan beide zijden en bij 15% aan de rechterkant. Daar er ongeveer 10% linkshandigen zijn, dus bij ca 92,5% van de bevolking aan de linkerkant. Rasmussen, T. and B. Milner (1977). *Ann. N.Y. Acad. Sc.* **299**: 355 -369.

voorschijn komt weer uit mijn bewustzijn verdwijnt. Elk woord past in een variërend netwerk van acties en feiten waar mijn bewustzijn als een toneellicht overheen glijdt en bepaalde aspecten uitlicht. Woorden zijn nl. in tegenstelling tot concepten altijd bewust. Zij vormen als het ware de bewuste uiteinden van mijn concepten.

Maar woorden kunnen ook delen van het concept in het donker houden en zo selectief sturend op de gedachten werken. Onbewust worden er culturele opvattingen in overgenomen. (zie 1: Taalkristallisatie) Hoe taal ons denken kan beperken blijkt uit het volgende voorbeeld.

Stel dat we een ping-pong balletje uit een daaromheen passende verticale pijp willen halen, die in de grond is ingegraven. Als er water beschikbaar is zal er iemand op het idee kunnen komen dat het gieten van water in de pijp het balletje op zal doen drijven waardoor het gemakkelijk gepakt kan worden. Geen probleem dus.

Maar wat als er geen water is maar wel bijv. een fles champagne? De kans dat iemand zal opperen er champagne in te gieten is veel kleiner. De betekenis van champagne is primair een dure drank, niet vloeistof. En als er ook geen champagne is, zal iemand dan voorstellen er in te plassen? Woorden zijn niet zo neutraal als we denken en taal brengt onverwachte beperkingen aan in het omgaan met concepten. De Amerikaan Whorf stelde al eind jaren dertig van de vorige eeuw dat taal (woorden) niet alleen onze gedachten beïnvloedt maar ook de wijze van denken kan bepalen.

Hoe worden concepten opgeslagen? Veel neuronen ontvangen prikkels van soms wel tienduizend andere neuronen. De hersenen kennen waarschijnlijk vele convergentiepunten waar veel axonen samenkomen en waarvandaan weer vele axonuiteinden uitwaaiëren, zowel naar nieuwe punten als naar de toeleverende neuronen. In deze netwerken met heen en weer gaande signalen wordt veel informatie bewaard over ervaringen met voorwerpen, gebeurtenissen, relaties etc. (Edelman 1989) noemt dit *re-entrant mapping*. Er vindt geen “afbeelding” plaats van gebeurtenissen of voorwerpen maar een “verslag” van de neuronactiviteit, die plaatsvindt in de hersendelen tijdens de interactie ermee. Omdat de hersenen percepties en acties gelijktijdig langs vele verschillende dimensies zoals vorm, kleur, tijdstip, plaats etc. categoriseren, kunnen metaforen als deelverzamelingen van categorieën hieruit gemakkelijk oprijzen. Hoe sterker het bewustzijn werkt, des te sterker gaan de verschillende elementen van concepten een rol spelen. Het is alsof we proberen om een evenbeeld te vinden van wat onze

Sapir over de rol van taal in cultuur.

“Human beings do not live in the objective world alone, nor in the world of social activity as ordinarily understood, but are very much at the mercy of the particular language which has become the medium of expression for their society. It is quite an illusion to imagine that one adjusts to reality essentially without the use of language and that language is merely an incidental means of solving specific problems of communication or reflection. The fact of the matter is that the ‘real world’ is to a large extent unconsciously built up on the language habits of the group. No two languages are ever sufficiently similar to be considered as representing the same reality. The worlds in which different societies live are distinct worlds, not merely the same world with different labels attached.”

Edward Sapir (1884-1939). 1921 *Language*. New York: Harcourt, Brace and Co.

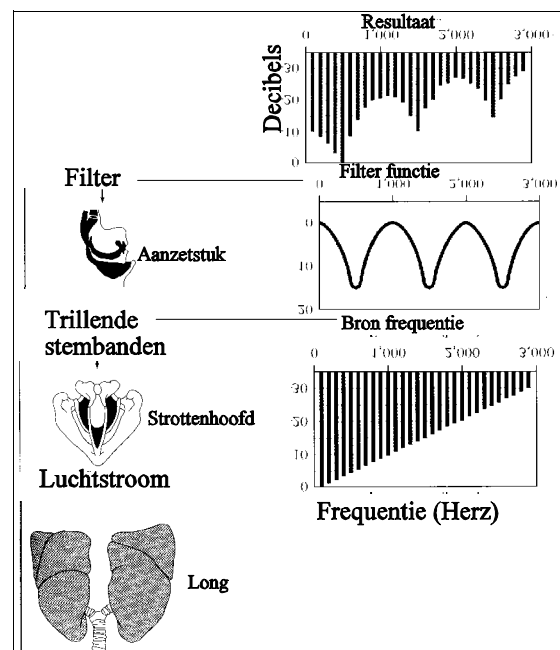
1: Taalkristallisatie.

zintuigen of ons geheugen ons vertelt. Meestal laten we echter de verschillen voor wat ze zijn en accepteren de weinig precieze gelijkenis als richtlijn voor verdere acties totdat we door onverwachte consequenties wakker geschut worden.

3. Spreken.

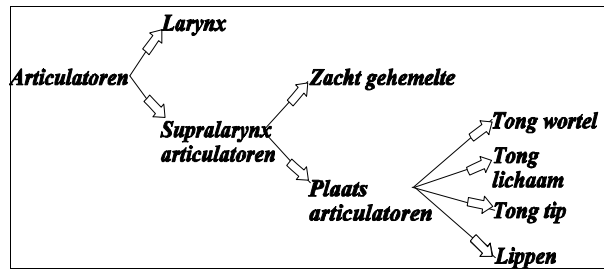
Taalgebruikers moeten over uiterst complexe bewegings- en opmerkingsgaven beschikken. Zij moeten een grote verzameling neurale patronen onmiddellijk tot hun beschikking hebben die in staat zijn om de ingewikkelde spierbewegingen te maken die noodzakelijk zijn om woorden en zinnen te vormen. Dat gaat in een tempo van 120 tot 150 woorden per minuut. Daarnaast moet een overeenkomstige verzameling neurale patronen in staat zijn om het ene woord van het andere woord te onderscheiden. Spreken en luisteren zijn reciproque processen die beide betekenis en klank via woorden koppelen.

Spraak is wel eens een nakomertje van ademen genoemd. Spraak vindt voornamelijk tijdens het uitademen plaats. Registratie van het ademen gedurende spraak toont twee componenten aan. Een relatief langzame, gecontroleerde, uitgaande luchtstroom, die door contractie van de buikspieren wordt veroorzaakt en een serie korte stootjes lucht, die daarop wordt gesuperponeerd en die door samentrekkingen van spieren tussen de ribben wordt gestuurd. In het strottenhoofd kunnen de stembanden met de juiste spanning samengebracht worden waardoor deze door de luchtstroom gaan trillen en er een toon ontstaat, de bron- of basisfrequentie van de spreker. (zie fig. 1: Ontstaan van spraak (Miller 1991)) Het is een complexe toon, gevormd door een basisfrequentie en een serie boventonen met frequenties die een veelvoud zijn van de basisfrequentie en een afnemende amplitude hebben. Deze toon is echter niet wat gehoord wordt. Wat gehoord wordt is de stem nadat het de keel, mond en neus, *het aanzetstuk*, gepasseerd is. Deze holtes functioneren als filters, sommige frequenties worden versterkt, andere afgezwakt. Deze filters veranderen continu tijdens spraak. Niet alle spraak gebruikt echter de bronfrequentie. De stemloze klanken (o.a.: p, t, k, f, s, ch) doen het zonder, in tegenstelling tot de stemhebbende (alle klinkers en overige medeklinkers). Bij het spreken van klinkers verandert het filter niet. Dit in tegenstelling tot tweeklanken en veel medeklinkers. Alle spraakklanken worden gevormd door acties van zes anatomische structuren, te weten het strottenhoofd, het zachte gehemelte, de lippen en drie plaatsen van de tong nl. de wortel, de tip en het tonglichaam. Deze heten de articulatoren. (zie fig. 3: Classificatie van



Figuur 1: Ontstaan van spraak.

articulatoren) Zij kunnen alleen of in combinatie alle klanken voortbrengen. Om een *B* te vormen moeten bijv. zowel de larynx als de supralarynx- articulatoren ingeschakeld worden, het zachte gehemelte uitgezet, de lippen weer aan en de tong uit. Tenslotte is de manier waarop de articulatoren ingeschakeld worden, van belang. De *T* en de *S* zijn allebij stemloze medeklinkers die via het tonglichaam gevormd worden maar de een wordt gevormd door een plof terwijl de ander net zo lang door kan gaan als iemand adem heeft. De neuronengroepen moeten meer doen dan de goede articulatoren selecteren. Ze moeten ook het type actie specificeren. Er is een schatting dat er tezamen maximaal honderddertig verschillende elementen zijn om woorden te differentiëren. Elke taal gebruikt er daar tien tot ca. vijftig van. Het zijn de onderscheidende elementen. Geen enkele taal gebruikt ze allemaal. Wanneer echter een onderscheidend element van een taal bij een woord verandert, verandert ook de betekenis.

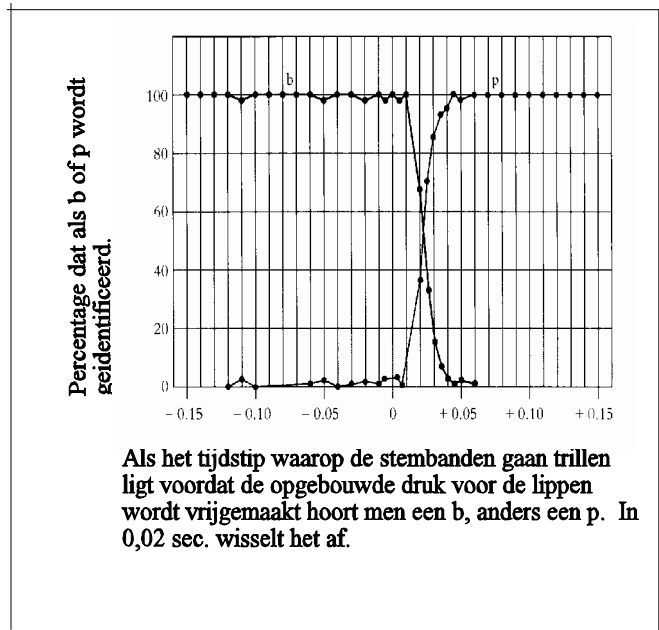


Figuur 3: Classificatie van articulatoren

Het onderscheidend element is een taaleenheid die nog kleiner is dan een aparte letter. Neem als voorbeeld de *B* en de *P*. De *B* is stemhebbend, dat wil zeggen dat de stembanden trillen als een *B* wordt geproduceerd terwijl een *P* stemloos is (zonder trillende stembanden). De woorden “band” en “pand” zijn identiek op de trillende stembanden na. Het feit dat Nederlanders verschillende betekenissen aan deze woorden toekennen, geeft aan dat stemloos en stemhebbend hier een onderscheidend element vormen. Anders is het met aangeblazen of niet aangeblazen (een klank vergezeld door een (niet trillende) luchtstroom of zonder die luchtstroom). Neem het woord “piep”. De eerste *P* (P^h) wordt vergezeld door een luchtstroom terwijl de laatste *P* (P^-) zonder is. Beide *P*'s worden hetzelfde gehoord. De aangeblazen (P^h) is dus in het Nederlands geen onderscheidend element. In het Chinees daarentegen wel. Voor hen is het verschillend. Deze verschillen zijn subtiel waardoor volwassenen, die één set geleerd hebben, het moeilijk vinden om een andere set te leren, ze horen het verschil eenvoudig niet meer. Tot de pubertijd hebben kinderen daar geen moeite mee maar daarna lijken de betrokken hersendelen minder aanpasbaar te zijn.

Laten we nog even terugkomen op het onderscheid tussen *B* en *P*. Of iemand *Ba* of *Pa* zegt hangt af van het tijdstip waarop de stembanden gaan trillen. In beide gevallen stopt de luchtstroom tijdelijk en bouwt zich een druk op achter de lippen. In het Engels valt voor *Ba* het tijdstip waarop de stembanden trillen samen met het moment van het splitsen van de lippen, terwijl voor *Pa* het tijdstip waarop de stembanden gaan trillen gewoonlijk later valt (zie fig. 4: B-P timing). In het Nederlands is het onderscheid juist gelegen in het eerder (*B*) en gelijktijdig (*P*) beginnen van het tijdstip waarop de stembanden gaan trillen en het splitsen van de lippen. Een paar honderdsten van seconden kunnen beslissend zijn.

Daar de articulatoren op verschillende plaatsen in het spraaktraject liggen en de verwerkingstijden van de commando's uiteenlopen moeten de signalen er naar toe met kleine tijdsverschillen verstuurd worden. Eerst moet een commando naar de spieren tussen de ribben gestuurd worden om de luchtstoot te produceren om een lettergreep uit te spreken, dan moet voor elke klank een passende boodschap naar het strottenhoofd gestuurd worden, vervolgens naar het gehemelte en ten slotte naar de tong en lippen. Als alle commando's goed getimed zijn kan het gewenste klankbeeld geproduceerd worden. Deze coördinatie geschied geheel onbewust. Voor deze timing zorgt het cerebellum. Mensen met een ziekte aan het cerebellum hebben moeite om hun bewegingen te coördineren. Ze strompelen wijdbeens met nu eens grote dan weer kleine passen, spreken fluisterend en dan weer luid op hakkelende wijze waarbij intonatie en klemtoon ontbreken, schrijven praktisch onleesbaar, kortom, hebben moeite met de fijne afstemming en timing van hun motoriek.



Figuur 4: B-P timing.

4. *Spraakproductie en spraakherkenning.*

Spraakproductie en spraakherkenning zijn sterk gekoppeld, de geluiden die iemand kan maken zijn ook de geluiden die hij kan herkennen. Sprekers horen hun eigen vocalisatie. Als sprekers zichzelf niet hoorden zouden ze het erg moeilijk vinden om de precisie te ontwikkelen om verschillende, moeilijk te onderscheiden, woorden voort te brengen. Deze koppeling is zo sterk dat sommigen denken dat, ergens in de hersenen, spraakproductie en -herkenning hetzelfde fonologische controlesysteem gebruiken. Zij begrijpen weliswaar dat er duidelijke verschillen zijn tussen spreken en luisteren maar zij beschouwen die verschillen als de twee kanten van dezelfde medaille. Er moet een bepaalde (aangeboren) manier van horen zijn, afgestemd op de menselijke spraak, waardoor het onderscheiden wordt van andere geluiden. Het spreken ontstaat door het maken van articulaties die een geluidsstroom variëren. Voorstanders van één fonologisch controlesysteem vermoeden dat die articulaties de informatie dragen. Zij zijn volgens hen de fonetische basiseenheden.

Wat een luisteraar werkelijk waarneemt zijn de neurale patronen die de uitingen van een spreker controleren. Het zou immers anders onmogelijk zijn dat hoge en lage stemmen, snelle en langzame sprekers, precieze en slordige articuleerders in rumoerige omgevingen, die

allemaal verschillende geluidsgolven voortbrengen, toch op dezelfde wijze begrepen worden. Het blijkt nl. (onverwacht) moeilijk om op basis van geluidsgolven alleen een computer te programmeren om spraak te verstaan. Ook dove mensen, die een beschadiging aan het woordvormingscentrum hebben, kunnen de mogelijkheid om gebarentaal te verstaan en/of te produceren verliezen. (Zie voor een verdere toelichting Hoofdstuk 4: Bewegingssysteem en zelfgevoel, §3: Empathie)

Wat een toehoorder waarneemt zijn niet de geluiden op zichzelf maar hij gebruikt die geluiden om daar de (spier)commando's uit af te leiden die deze geluiden voortbrengen.

In 1976 publiceerden H. McGurk en J. MacDonald in *Nature* een artikel waarin ze een experiment beschrijven waarbij mensen een geluid hoorden, bijv. /ba/, terwijl ze tezelfdertijd iemand zagen die (zwijgend) /va/ articuleerde. Wat zij rapporteerden gehoord te hebben was duidelijk /va/! Niemand was zich bewust dat zijn auditieve perceptie deels in strijd was met zijn visuele daar het waargenomen de articulatie zelf was. Liplezen en horen zijn beide methoden om deze informatie te verwerven. In dit geval discrimineerde de visuele informatie kennelijk duidelijker.

Tegenstanders van de theorie dat er één fonologisch basissysteem is, wijzen er op dat er aanwijzingen zijn dat er twee systemen naast elkaar bestaan. Wanneer mensen trachten twee aandachtvragende luister- of spreektaken tegelijkertijd uit te voeren hebben ze daar grote moeite mee. Maar ze kunnen de luistertaak praktisch evengoed uitvoeren wanneer ze tegelijkertijd spreken of zwijgen. Noch de invoerkant noch de uitvoerkant kan twee dingen tegelijk doen maar de invoerkant interfereert nauwelijks met de uitvoerkant. Dat is moeilijk te verklaren als men veronderstelt dat de invoer en de uitvoer beide door hetzelfde systeem worden uitgevoerd.

Hoewel de strijd tussen beide inzichten nog niet is opgelost gedragen mensen zich alsof er, onder normale omstandigheden, één systeem is.

Naast fonologische informatie blijken spraakritme, toonhoogte en luidheidsvariëaties ook informatie over te dragen. Door in onbegrijpelijke taal te spreken kan door de intonatie alleen toch een beeld van de bedoeling worden overgebracht zoals de ervaring in het buitenland vaak uitwijst. Aangenomen wordt dat deze informatie in de rechterhersen helft wordt verwerkt alwaar ook het merendeel van het muzikale vermogen geacht wordt te zetelen. Veel moet echter hierover nog uitgezocht worden. Wel is bekend dat (angst)kreten en vloeken via de rechterhersen helft kunnen worden gegenereerd, zelfs wanneer Broca's area beschadigd is.

6. Plaats van de modulen.

Moderne onderzoekmethoden zoals PET-scan en fMRI hebben enig inzicht gegeven in de locatie van de verschillende taalmodulen. (Howard 1992) Proeven toonden aan dat ge-

luidsstimuli zonder woorden verwerkt werden in de primaire *auditory* en naastliggende cortex van beide hemisferen. Hetzelfde gold voor visuele stimuli, maar zonder woordbeelden, die in de primaire en naastliggende visuele cortex van beide hemisferen activiteiten opriepen. Voor gesproken woorden bleek er echter daarenboven een duidelijke toename van activiteiten in de linker hemisfeer dichtbij en tamelijk vooraan Wernicke's area te zijn. Bij geschreven woorden was daarentegen geen toename in Wernicke's area maar ongeveer anderhalve cm erachter, dichtbij maar niet helemaal samenvallend met de *angular gyrus*. De afwezigheid van activiteiten in Wernicke's area bij geschreven woorden ondersteunen de opvatting dat (bekende) geschreven woorden niet eerst in fonologische vorm hoeven te worden omgezet alvorens in de lexicon herkend te worden.

Tenslotte rest nog een opmerking. Het lijkt verbazingwekkend dat er een moduul aan te wijzen valt voor schrijven en lezen. Het is immers geen evolutionaire ontwikkeling maar een culturele. Waarom zou er dan een plaats in de hersenen voor gereserveerd zijn? Het is dan ook zeer waarschijnlijk dat er gebruik gemaakt is van een moduul die oorspronkelijk een andere (maar waarschijnlijk verwante) bestemming had. Het feit dat schrijven begonnen is met de weergave van pictogrammen wijst erop dat er een soort geheugen is voor beelden. Evolutie-nair is dat waarschijnlijk zelfs ouder dan dat voor klanken gezien de ontwikkeling van visuele versus auditieve systemen. Concepten hoeven niet altijd via klanken, in casu woorden, te worden weergegeven. Ook bij visuele concepten is een generalisatie mogelijk. Prooidieren van een bepaalde soort zijn onderling verschillend en de hoek en afstand waarin ze waargenomen worden leveren sterk verschillende beelden op. Toch worden ze als categorie herkend. Het is zelfs denkbaar dat de visuele conceptvorming als stramien heeft gediend voor de auditieve! Zo doorredenerend komt vanzelf het idee te voorschijn dat er ook geur - en tactiele concepten moeten zijn. Die zijn op hun beurt weer ouder dan visuele! Conceptvorming is kennelijk een oude gewoonte, mede mogelijk gemaakt door de ontwikkeling van neurale netwerken. Zou gedurende de evolutie een proces hebben plaats gevonden waarbij bestaande systemen bij nieuwe ontwikkelingen gekopieerd worden waarbij door de nieuwe mogelijkheden een verdere uitbouw ervan heeft plaats gevonden? Het is zeer waarschijnlijk. Wanneer in deze ontwikkeling concepten voor het eerst bewust ervaren zijn is nog een zeer omstreden kwestie.

7. Grammatica.

In de tijd van Chomsky was de gangbare opvatting, dat, ondanks onze instinctieve neiging om te spreken, het leren van een taal hetzelfde was als elk ander leerproces. Het leek redelijk goed te sporen met het bestaan van zoveel verschillende talen en zo sterk gevarieerde grammatica's. Kinderen zijn in staat elke taal te leren waaraan ze in hun kinderjaren blootgesteld zijn en ze leren geen taal als ze door bijzondere omstandigheden zonder taalcontact zijn opgegroeid zoals de Indiase "wolfskinderen" Kamala en Amala. (Malson 1972) Er waren twee argumenten, die Chomsky tot een andere opvatting brachten. Allereerst zijn sprekers in staat om met een beperkte woordenschat oneindig veel zinnen te vormen die door anderen begrepen

kunnen worden maar die nog nooit eerder gehoord of gelezen zijn. Om dit te kunnen bereiken moet de spreker - praktisch onbewust - een set regels hebben toegepast om woorden te combineren die door de luisteraar zijn herkend en op de juiste wijze zijn geïnterpreteerd. Chomsky noemde zo'n set regels een "*generative grammar*". Daarnaast wees hij op het gemak waarmee jonge kinderen de bekwaamheid ontwikkelen om zinnen te vormen en te begrijpen die ze nog nooit eerder hebben gehoord. Deze bekwaamheid die snel wordt verworven zonder formele instructie en die praktisch onafhankelijk is van het intelligentieniveau moet wel gebaseerd zijn op een begrip van een "*generative grammar*", een grammatica die uiterst complex en abstract is gezien de subtiliteiten die een kind kan begrijpen en zeggen. Het is volgens Chomsky ondenkbaar dat deze kennis verworven wordt alleen op basis van de ervaringen die het kind met de taal heeft. Volgens hem is de "*poverty of the input*" daarvoor te groot. Iets moet aangeboren zijn. Maar wat aangeboren is kan niet de "*generative grammar*" van de geleerde taal zijn omdat deze bij de verschillende talen teveel verschilt en het kind elke taal kan leren. Het moet daarom iets fundamenteeler zijn, een "*universal grammar*". Een grammatica die de grenzen bepaalt van alle mogelijke grammatica's. Met behulp van deze (aangeboren) grammatica heeft het kind een basis om de "*generative grammar*" te leren, van welke taal dan ook en kan daarmee de "*poverty of the input*" compenseren.

Is dat allemaal wel zo? Een kind dat een taal leert heeft twee taken: het leren van woorden of het opbouwen van een lexicon en het verwerven van regels waarmee volgordes van woorden kunnen worden gevormd. Het leren van woorden is het verbinden van een woord met een concept. Het is dus een zaak van domweg leren wat saai maar rechtlijnig is. Afgezien van een aantal onomatopoeische² woorden is dat verband nogal arbitrair. Jonge kinderen zijn daar gelukkig erg goed in. (Pinker 1994) schat het aantal woorden dat een zes jaar oud kind geleerd heeft op ca 13 000 woorden. Voor grammaticaregels is het eigenlijk nog ingewikkelder. Er zijn zeer veel regels en vaak nog meer uitzonderingen. Wat kan een "*universal grammar*" daaraan bijdragen? Chomsky zegt daarop dat, hoewel

Grammatica.

De grammatica van taal is waarschijnlijk gemodelleerd naar de grammatica voor bewegingen. Het zal duidelijk zijn dat bij het uitvoeren van bewegingen er een strakke regie moet zijn. Niet alleen moet er op gelet worden hoe de verschillende commando's gecoördineerd worden maar er moet ook een strakke volgorde in acht genomen worden daar ontijdige bewegingen catastrofaal voor het bewegingsapparaat kunnen uitpakken. Deze strakke regie vraagt een soort bewegingsgrammatica die aangeeft wat wel of niet is toegestaan. Deze grammatica, die geheel onbewust zijn werk doet, wordt geleidelijk door oefenen uitgebouwd en de bewegingen zullen daardoor soepeler verlopen. Het lijkt waarschijnlijk dat er per individu eigen aanpassingen en aanvullingen op deze bewegingsgrammatica mogelijk zijn en dat slechts de grondregels waarop een grammatica tot stand komt gemeenschappelijk zijn. Bij bewegingen wordt de daarvoor noodzakelijke grammatica onthouden in het procedureel geheugen, dat huist in de *basal ganglia* en het cerebellum en dat niet toegankelijk is voor het declaratief geheugen. Dat zou ook voor de regels van de grammatica voor taal kunnen gelden.

2: Grammatica.

²:onomatopoeische woorden zijn woorden die door klanknabootsing ontstaan zijn.

er inderdaad een groot aantal regels zijn die verschillend zijn in de vele talen die er zijn, deze regels per taal vrij consistent zijn. Zo gaat het onderwerp in het Engels in het algemeen aan het werkwoord vooraf, het werkwoord aan het leidend voorwerp, het voorzetsel en het bijvoeglijk naamwoord aan het zelfstandig naamwoord. In het Japans is het omgekeerde waar. Omdat overeenkomstige consistente patronen in vele talen gevonden worden is het mogelijk om vele regels af te leiden van een kleiner aantal “superregels”. Als de “superregel” over consistentie van woordvolgorde deel uitmaakt van het aangeboren “*universal grammar*” is het enige wat een kind moet doen, constateren welke woordvolgorde voor zijn taal geldt en deze keuze vasthouden. Het bestaan van een aangeboren “*universal grammar*” houdt het bestaan in van een genetisch vastgelegd neurale framework waardoor de verwerving van taal plaatsvindt. Dat framework geeft daarbij bepaalde beperkingen in de mogelijkheden waaruit dan weer een keuze gemaakt wordt. (Zie ook 2: Grammatica)

Er zijn enige onafhankelijke aanwijzingen voor het bestaan van een genetische basis voor de “*universal grammar*”. (Gopnik 1990) beschrijft een grote familie waarvan zestien leden, verspreid over drie generaties, specifieke moeilijkheden hebben met bepaalde grammaticale regels zoals het vormen van meervoud en het vormen van de verleden tijd. De verspreiding van de familieleden in de familie suggereerde dat deze afwijking veroorzaakt werd door een enkel dominant gen.

Als er een “*universal grammar*” bestaat, waarom zijn er dan zoveel uitzonderingen? Een belangrijke reden ervoor wordt gevormd door het verschijnsel dat de regels, betrekkelijk onafhankelijk van elkaar, beperkingen opleggen aan de toegestane vormstructuren en dat die regels, ook binnen één taal, daardoor onderling tot strijdige resultaten kunnen leiden. De ene regel kan de andere als het ware wegdrukken. (Prince and Smolensky 1997) beschrijven de ontwikkeling die hun “*optimality theory*” biedt voor een nieuwe taalarchitectuur op basis van neurale netwerken. Neem de zin: “Jan ziet een appel”. Er is een regel die zegt dat de basisvolgorde in een zin is dat eerst het onderwerp komt, dan het gezegde en dan het leidend voorwerp. Dat is hier ook zo. Maar hoe zit het dan met de zin: “wat ziet Jan?” Er is kennelijk een andere regel die zegt dat in een vragende vorm het vragend voornaamwoord “wat” vooraan moet staan. Het onderwerp komt hier dus na het gezegde. De zin “Jan ziet wat” betekent trouwens heel wat anders. “Wie wat ziet?” voldoet echter weer niet. Het is “Wie ziet wat?”. Hier staat het onderwerp weer vooraan. Als onderdeel van een grotere zin gaat het wel goed: “Wie wat ziet, mag het zeggen”. Een ander voorbeeld. In de zin: “Het regent” is er een conflict tussen de regel dat alle woorden een bijdrage leveren aan de betekenis en de regel dat alle zinnen een onderwerp moeten hebben. De laatste regel wint het hier. Dergelijke voorbeelden illustreren dat een centraal element in de architectuur van de grammatica wordt gevormd door het regelen van de indringende conflicten die tussen grammaticale regels bestaan.

In de “*optimality theory*” is de belangrijkste observatie dat er een asymmetrie in sterkte tussen twee conflicterende regels bestaat waarbij het succes van de zwakkere regel nimmer

opweegt tegen het falen van de sterkere regel of, anders gezegd, elke mate van falen van de zwakkere regel wordt getolereerd zolang als het bijdraagt aan het succes van de sterkere regel. De hypothese die hier uit volgt is dat een grammatica geheel bestaat uit beperkingen die strikt hiërarchisch zijn gegroepeerd waarbij elke regel belangrijker is dan - absolute voorrang heeft over - alle regels met een lagere hiërarchie. “*Optimality theory*” neemt dan ook aan dat er niet een “*universal grammar*” is waaruit door de verschillende talen gekozen wordt maar dat alle regels in alle talen hetzelfde zijn en op dezelfde wijze conflicteren waarbij het verschil ertussen ontstaat door de afwijkende onderlinge hiërarchie in het oplossen van deze conflicten. In het Italiaans wordt “het regent” vertaald door “piove”. De regel dat er geen betekenisloze woorden mogen zijn is belangrijker dan de regel dat er een onderwerp moet zijn.

Het is helaas niet zo eenvoudig als het lijkt. Wat gebeurt er wanneer een regel met een hogere hiërarchie een andere regel wegdrukt die op zijn beurt weer een hogere hiërarchie had dan een derde regel? Wordt de derde regel dan weer hersteld? Dit proces kan heel ver doorgaan en daardoor uiterst complex worden. Timing kan daarbij een belangrijke rol spelen. Wanneer de derde regel al beïnvloed is door de tweede regel voordat die op zijn beurt weer weggedrukt werd door de eerste regel zou het mogelijk zijn dat de derde regel toch weggedrukt blijft etc. Er blijft nog veel uit te zoeken.

Ook niet beantwoord is de vraag hoe deze grammaticaregels dan zijn ontstaan. Zijn ze al bij dieren (bijv. hogere apen of Homo faber) aanwezig die nog geen taal kunnen spreken? Als dat niet zo is wat is dan het evolutionaire voordeel dat de selectie van die regels heeft bewerkstelligd? Is er wel tijd genoeg geweest in de korte bestaansduur van Homo Sapiens (ca. 250 000 jaar, incl. de Neanderthalers) om dit te ontwikkelen? Of is er misschien gebruik gemaakt van bestaande technieken van bijvoorbeeld het bewegingsapparaat dat ongetwijfeld ook een hiërarchische structuur moet kennen om bewegingen in de juiste volgorde af te kunnen wikkelen en ondertussen het evenwicht te bewaren?

Spreeken is uiteindelijk een complexe motorische kwestie waarbij niet alleen een goede spierbeheersing nodig is maar waarbij ook een juiste volgorde in acht genomen moet worden om effectief te kunnen zijn.

9. Betekenis en context.

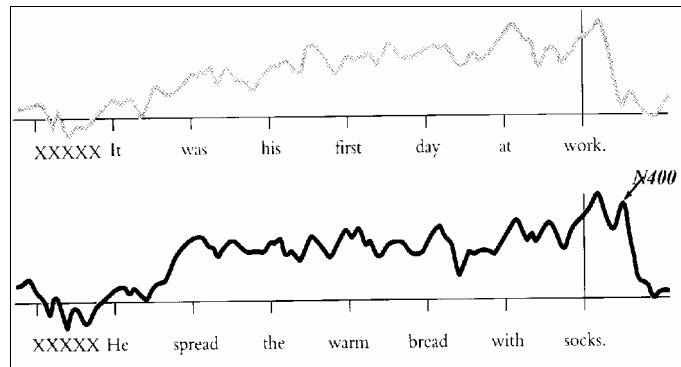
Een grammaticale juiste zin hoeft nog niet een begrijpelijke zin te zijn. Er moet uit de woorden een samenhangende en logische betekenis te distilleren zijn. Het is nodig om niet alleen de betekenis van

Event Related Potentials.

Via een electro-encephalo-gram (EEG) worden spanningsvariaties geregistreerd die door elektrische activiteiten van neuronen worden opgewekt. Deze worden opgepikt door elektroden die op de schedel zijn geplaatst. De EEG sommeert vele processen die tegelijkertijd in de hersenen plaats vinden. Het is echter mogelijk om een specifieke activiteit te registreren via een procedure aangeduid door “computer averaging”. Hierbij wordt een aantal opnamen gemaakt van dezelfde gebeurtenis waarna het gemiddelde van al die opnames wordt bepaald waardoor de toevallige variaties er uit gezeefd worden en alleen het effect van de gebeurtenis over blijft. Het resultaat is de Event Related Potential die door de gebeurtenis is veroorzaakt.

3: E(vent) R(elated) P(otentials).

woorden te kennen maar ook de context waarin ze gebruikt (kunnen) worden. Een eerste voorbeeld is het verschil dat bestaat tussen schrijftaal en spreektaal. Daarnaast zijn er echter veel subtielere nuances die rekening houden met de sociale situatie waarin de zin functioneert. Het spreken tegen meerderen en minderen kent een verschillende woordkeus. Dit gebruik moet, net als de betekenis, door kinderen en taalstudenten geleerd worden.



Figuur 5: ERP bij een onverwachte zinswending.

In 1980 hebben Marta Kutas en Steven Hillyard ontdekt dat woorden met een t.o.v. de context afwijkende betekenis een sterke negatieve uitslag gaven in de ERP. (zie 3: ERP) Beginnend ongeveer 200 msec. na de presentatie van het woord en op zijn maximum na 400 msec. Deze golf heet daarom N400. Korte zinnen werden hierbij woord voor woord op een computerscherm geprojecteerd en de ERP werd geregistreerd als het laatste woord was verschenen. Als de ERP voor zinnen, eindigend met woorden met een grote voorspellingswaarde, als basis worden genomen dan blijken zinnen met niet passende woorden een grote N400 te vertonen. (Zie fig. 5: ERP bij onverwachte zinswending.) Controlemetingen wijzen uit dat de N400 niet een soort schrikreactie is. Wanneer de weergave veranderd werd, ontstond geen N400. Ook grammaticale fouten produceerden geen N400. Een waarschijnlijke interpretatie van deze verschijnselen is dat de N400- component van de ERP de mate meet waarin het woord door de voorafgaande context in de mond is gegeven. Hoe minder dat het geval is, des te sterker de N400. Als de context van een zin mogelijk maar onwaarschijnlijk is zoals in: “Ik hou van koffie met suiker en champagne” zal een matige N400 worden waargenomen. De maximale N400 treedt op wanneer het laatste woord onverenigbaar is met de context van de voorafgaande zin. Woordgrapjes berusten op dit verschijnsel. Een zin als: “de deken vindt het kussen te laken” zal dan ook vol N400-signalen zitten. Het zijn als het ware signalen om een wissel om te zetten en op een ander spoor verder te gaan.

10. Taal en systeem.

Taal is eigenlijk heel moeilijk te systematiseren. Er is om te beginnen geen standaardset concepten. Ieder heeft zijn eigen ervaringen en mentale representaties van voorwerpen, gebeurtenissen en relaties, ook al wordt meestal gedurende de levensloop getracht de vorm en inhoud op die van anderen af te stemmen waarbij echter vaak zonder het te weten culturele waarden worden toegevoegd. Er is ook geen standaardset woordbegrippen waaruit een taal dan weer een eigen subset zou kunnen kiezen met een eigen woordvorm. Het blijkt dan ook vaak moeilijk om equivalenten voor woorden in één taal in een andere taal te vinden. Concepten en woorden zijn verder niet vast aan elkaar gekoppeld. Een concept kan soms met meer

woorden verbonden worden (synoniemen). Ook kunnen woorden met totaal verschillende concepten in verband worden gebracht (polysemie). *Laken* kan zowel een zelfstandig naamwoord zijn als een werkwoord. Verder kan de betekenis van een woord weer variëren met de context. Brood kan in het ene geval een algemene betekenis hebben terwijl in een ander geval een specifiek brood is bedoeld. Sommige woorden kunnen vaak maar met enkele andere woorden gebruikt worden. *Hermetisch gesloten* is een voorbeeld daarvan.

Om bij dit hoogst arbitraire systeem nog een coherente structuur te ontdekken moeten zowel de vorm als de betekenis gedefinieerd worden via relaties die ze met andere vormen en betekenissen hebben. Een uiterst complexe verwevenheid die een ingewikkelde samenhang van kennis vraagt. Toch is praktisch ieder normaal mens vrijwel onafhankelijk van zijn intelligentieniveau hiertoe in staat.

In het voorafgaande is geprobeerd om iets te vertellen over het apparaat (de hersenen) dat ons hiervoor ten dienste staat. Het zal duidelijk zijn dat er pas een begin gemaakt is met onze kennis hieromtrent. Dat is te meer opmerkelijk omdat het gebruik van taal zich voornamelijk afspeelt in het bewuste stuk van ons bestaan. We zouden anders niet in staat zijn om met anderen te communiceren. Dat we daar soms moeite mee hebben zal, gezien de complexiteit van het proces echter niemand verbazen. Pogingen om andere minder bewuste hersenprocessen op het spoor te komen zullen naar verwachting dan ook nog gecompliceerder blijken.

Deel 2: muziek

1. Evolutie en muziek.

Muziek maken is al vele generaties lang een menselijke activiteit. In 1995 ontdekte archeoloog Ivan Turk een benen fluit in een grafheuvel in Divje Babe in Slovenie. Die fluit, gemaakt van een dijbeen van de nu uitgestorven Europese beer bleek tussen 42 000 en 85 000 jaar oud te zijn. Fluiten zijn tamelijk ingewikkelde instrumenten. Bij Polynesische en Afrikaanse volken zijn de eenvoudigere ratels, trommels e.d. nog gebruikelijke instrumenten. Als we aannemen dat deze eenvoudige instrumenten eerder gebruikt werden dan fluiten dan lijkt het aannemelijk dat in Slovenië al bijna 100 000 jaar geleden muziek werd gemaakt. Het is niet onredelijk te veronderstellen dat daaraan voorafgaand handklappen en zingen plaats vond. Er zijn dus aanwijzingen dat muziek maken al 50 000 tot 150 000 jaar geleden plaats vond. Dat is een ondersteuning voor de veronderstelling dat muziek een evolutionaire ontwikkeling kent. Ook antropologische gegevens wijzen in die richting. (Zie ook fig. 6)

Er is praktisch geen cultuur bekend waar niet op een of andere wijze muziek gemaakt wordt. Overal waar mensen zijn wordt muziek gemaakt. Het beste bewijs voor een evolutionaire oorsprong zou zijn als er genen bekend zouden zijn die daarmee samenhangen maar tot nu toe blijkt het heel lastig om gedrag toe te wijzen aan het voorkomen van een of meer genen. (Baharloo, Johnston et al. 1998) suggereren o.a. een genetische component voor een absoluut gehoor. Maar waardoor is die genetische component uitgeselecteerd en bewaard gebleven? De overlevingswaarde die een bepaalde trek verschaft bepaalt welke genetisch aanwezige aanleg doorgegeven wordt aan een volgende generatie en welke niet op basis van de voortplantingsmogelijkheden. Als muziek een kwestie van aanleg is wat is dan de overlevingswaarde ervan? Voor een evolutionaire ontwikkeling moet toch het bezit van muzikale genen een evolutionair voordeel hebben opgeleverd waardoor de verspreiding ervan plaats kon vinden. Wat zouden die voordelen kunnen zijn?

Als gevoel voor muziek een complexe biologische aanpassing is, in plaats van een bijproduct van andere evolutionaire processen³, dan moet het hebben bijgedragen aan het overleven of andere reproductieve voordelen hebben om door selectie geleidelijk een eigen systeem op te kunnen bouwen. (Miller 2000) vermoedt dat muziek reproductieve voordelen oplevert omdat het het hof maken ondersteunt en de partners met gevoel voor muziek bij elkaar brengt.



Figuur 6: Deze 32 000 jaar oude fluiten duiden op het bestaan van muziek

³: Een overcapaciteit van een evolutionair proces kan door omstandigheden zich soms in een richting ontwikkelen die weinig meer te maken heeft met de oorspronkelijke functie. Dit verschijnsel wordt in de Amerikaanse literatuur aangeduid met het begrip “*exaptation*”.

In de context van een stam zou dansen (d.w.z. het gezamenlijk uitvoeren van dezelfde bewegingen) aan meisjes de gelegenheid hebben kunnen geven om de kracht, het uithoudingsvermogen en de motorische coördinatie van mogelijke partners te beoordelen. Het is echter ook mogelijk om de verklaring voor de (evolutionaire) waarde van muziek dichter bij huis te zoeken.

Ethologische studies hebben een nieuw licht geworpen op gedrag van mensapen en mensen. Groepsvorming is een normaal verschijnsel daarbij. Een groep geeft in het algemeen een betere bescherming tegen bedreigingen van buitenaf. Als de groep te groot wordt bestaat echter de kans dat interne conflicten de overhand krijgen boven externe dreigingen. Er zijn dus mechanismen nodig om dat te reguleren. Bij mensapen vervult o.a. het vlooiën zo'n rol. Het helpt bij het vormen van allianties, die een machtsevenwicht kunnen bewerkstelligen. Toch overschrijdt de groep zelden de vijftig leden. Daarboven is de kans groot dat de groep zich opsplijt in kleinere eenheden. Hoe groter de groep hoe meer er gevlooid wordt maar er is kennelijk een bovengrens aan de werking daarvan.

Een aantal antropologische psychologen heeft gesuggereerd dat taal bij mensen de rol van vlooiën vervuld. Het oude idee dat taal nuttig zou zijn bij de jacht lijkt minder waarschijnlijk omdat praten bij het besluipen van prooi niet handig is en omdat het taalvermogen van mannengroepen inferieur blijkt in vergelijking met vrouwengroepen. Bij mensen lijkt de optimale groeps grootte ca. 150 mensen. De meeste boerendorpen in de wereld hebben die grootte. (Dunbar 1997), die gesuggereerd heeft dat bij mensen taal de rol van vlooiën overgenomen heeft, wijst er echter op dat er een bovengrens is van het aantal mensen dat in een gesprek gewikkeld is. Als er meer dan vier personen samen praten bestaat de sterke neiging in de groep om in meer dan een gespreksgroep uiteen te vallen. Slechts in een hiërarchische situatie (zoals bij een toespraak of lezing) kan een grotere groep gehandhaafd blijven. Taal is dus functioneel bij persoonlijke contacten zoals ondersteunen, troosten, verwijten maken, roddelen, het hof maken en samenzweren. Er moeten nog andere mechanismen zijn als de hele groep of een groot deel ervan erbij betrokken moet zijn zoals bij verdediging tegen externe bedreigingen. Muziek vervult zeer waarschijnlijk die rol (Roederer 1984). Muziek, speciaal zang, is, evenals dans, in staat een groep tot eenheid te smeden. Ritme is het gemeenschappelijk synchroniserende element daarbij.

Door het gebruik van moderne hersenscans kan de plaats waar zich in de hersenen activiteit ontwikkelt worden weergegeven. Gebleken is dat als we doelgerichte actie waarnemen verschillende specifieke sectoren van onze cortex actief worden (die dezelfde zijn als we die actie zelf uitvoeren). Ons bewegingssysteem resoneert mee met dat van de uitvoerder. Als we naar iemand kijken die een bepaalde actie uitvoert dan is er, naast een activering van zekere visuele gebieden in de hersenen ook een analoge activering van bewegingscircuits die we zouden gebruiken wanneer we zelf die actie zouden uitvoeren. Hoewel we meestal de actie niet openlijk kopiëren worden delen van ons bewegingssysteem geactiveerd alsof we deze

actie gaan uitvoeren. Het waarnemen van actie houdt actie simulatie in. Soms blijkt echter een actie zo aanstekelijk dat we het toch imiteren zoals bij o.a. geeuwen, lachen en huilen. Sommige demente patiënten vertonen een impulsieve neiging om andermans bewegingen na te doen (echopraxie). Dit effect zal zeker nog sterker zijn als een aantal mensen dezelfde bewegingen maken. Ondersteund door een hoorbaar ritme, bijv. door handgeklap of tromgeroffel, vindt er een synchronisatie van de bewegingen plaats die voor velen onweerstaanbaar is. Ook een melodie, gekoppeld aan het ritme, kan daarnaast een gemeenschappelijke stemming oproepen. Muziek, wel of niet ondersteund door daarmee afgestemde bewegingen, kan een sterk gevoel van saamhorigheid tot stand brengen zoals krijgsdansen, volksliederen, samenzang in kerken of stadions demonstreren. Gevoeligheid voor ritme en melodie versterkt het groepsgevoel en vergroot daarmee de overlevingskans van de groep. De evolutie kan daardoor deze trek versterken en muziek een genetische basis verschaffen. Er is mij geen volk bekend dat in zijn geschiedenis niet (collectieve) dans en zang kent. De deelnemers voeren daarbij dezelfde bewegingen uit, gesynchroniseerd door een ondersteunend ritme van handgeklap, trommels of andere instrumenten. De *mirror neurons* (zie ook hoofdstuk 5) hebben het er druk mee! Ook hier is de zeggenschap over eigen gedrag (tijdelijk) uit handen gegeven en overgedragen aan die van de groep. Een “wij-gevoel” maakt de groep tot een eenheid. Op deze wijze worden de banden en de saamhorigheid, die normaal een familie samenbinden, uitgebreid tot de hele groep. Er ontstaat een grotere eenheid: de stam. (zie ook 4: Pop-cultuur)

Pop-cultuur.

Disco's, house-parties en pop-festivals zijn favoriete uitgaansgelegenheden voor jonge mensen. Hoe meer mensen hoe meer plezier. Niet alleen dat de massaliteit helpt om persoonlijke remmingen te verminderen, maar ook de ritmische dreun van de muziek heeft een verdovend effect dat als plezierig wordt ervaren en uitnodigt tot mee dansen. Muziek en beweging doen individuele zorgen verdwijnen. Alle ingrediënten voor massagedrag zijn aanwezig. Het is zeker niet alleen de muziek waarop men afkomt!

4: pop-cultuur

2. Wat vormt muziek?

Er zijn ten minste dertien verschillende, grotendeels onafhankelijke, interpretaties betrokken bij het luisteren naar muziek. (Patel, 2003)

- !** **Instrument identiteit (timbre).** Dit berust voornamelijk op klankkleur of geluidskwaliteit; een complex kenmerk van de spectrale vorm van geluid.
- !** **Ritme en maat.** Ritme wijst op een psychologische, meer of minder isochrome pulstrein, die een stimulus is voor synchronisatie. Als ritme zich in grotere, zich herhalende, eenheden groepeerd is er sprake van maat. Elke maat bestaat uit een aantal tellen. In het voorbeeld vallen drie tellen samen met een rust. Tellen zijn dus niet markeringen van fysieke gebeurtenissen.

! **Toonladders en toonsoort.** De numerieke verhoudingen van de frequenties van opvolgende muziektonen bepalen de set van toonintervallen, die in een melodie gebruikt worden. Deze toonintervallen horen bij cultuur-specifieke schema's, zoals de westerse toonladders.⁴

! **Groepering.** Groepering refereert naar de segmentering van een melodie in eenheden van meer tonen. In onderstaande melodie zijn 5 groepen te onderkennen. De grenzen van de eerste twee groepen worden gemarkeerd door stiltes (muzikale rust). Het einde van de derde en vierde groep worden bepaald door lokale verlenging van de toon gecombineerd met een verlaging van de toonhoogte, iets wat



! **Contour.** Het patroon, gevormd door de op en neergaande opeenvolging van tonen, onafhankelijk van de intervaltijdsduur, bepaalt de contour. Deze contour tezamen met het tijdspatroon bepalen een melodiecontour. Deze speelt een belangrijke rol bij het onthouden van (onbekende) melodieën. Gevoeligheid voor melodiecontour begint vroeg in de jeugd en is waarschijnlijk gerelateerd aan het belang van spraakintonatie.

! **Parallelisme.** Parallelisme verwijst naar thematische gelijkheid van verschillende delen van een melodie. Dit hoeft niet letterlijk te worden opgevat; het kan gebaseerd zijn op gelijkende contouren.

! **Patroon van toonintervallen.** Luisteraars zijn gevoelig voor het patroon van opeenvolgende toonintervallen van een melodie. Als een melodie ergens stopt blijken luisteraars een duidelijke verwachting te hebben hoe het verder gaat. Twee factoren blijken voor verscheidene culturen belangrijk te zijn nl. een verwachting voor kleine intervallen en de verwachting dat na een groot interval de intervalrichting omdraait.

⁴ Een octaaf kan verdeeld worden in twaalf semitonen, met frequenties die een meetkundige reeks vormen met een factor van ca. 1,06. Zeven stamtonen daaruit vormen een toonladder. Er zijn verschillende keuzen mogelijk. De stappen bij de toonladder, beginnend bij C, zijn resp. 2 2 1 2 2 2 1 (2 is een stap van twee opeenvolgende semitonen). Afhankelijk van de (culturele) keuze van de toonladder (de toonsoort) blijken mensen gevoelig te zijn voor de structuur van de toonintervallen. Het ongevoelig zijn voor afwijkingen daarvan duidt op een (genetische) afwijking (congenital amusia of toondoof).

- ! **Spanning versus oplossing.** Op elk punt van een melodie heeft de luisteraar een idee of de melodie door zal gaan of stopt. De mate van spanning, ervaren bij de laatste toon, hangt van twee dingen af. De duur van de toon (hoe langer de toon aanhoudt hoe minder spanning) en het toongewicht (hoe meer toongewicht des te minder spanning). Dit laatste hangt samen met de toonsoort. Als de melodie bijv. in C staat, dan vormt C een zwaartepunt in de melodie, dit in tegenstelling tot D, die deze functie niet heeft en bijna altijd terug voert naar C en meestal korter duurt. Toongewicht is de mate van structurele stabiliteit (of centraliteit) van de toon in een bepaalde sleutel. (Krumhansl, 1990)

- ! **Versieringen.** Sommige tonen dienen als versieringen. Het vermogen om versieringen te onderscheiden van de basisstructuur speelt een belangrijke rol in het herkennen van de melodie. (Bharucha, 1984) demonstreerde dat een noot met een laag toongewicht, die onmiddellijk gevolgd wordt door een toon met een hoog toongewicht, minder opvalt dan wanneer deze toon niet op deze wijze verankerd is.

- ! **Impliciete harmonie.** Akkoorden worden gevormd door verschillende gelijktijdige tonen. Ook akkoorden hebben een toongewicht en hebben verschillende stabiliteit. Een grote (kleine) terts tezamen met een subdominant en dominant akkoord vormen een structurele kern van akkoorden. Ook gebroken akkoorden, waarbij de tonen elkaar opvolgen in plaats van samen te vallen, geven een sterke impliciete harmonie.

- ! **Expressie.** Mechanische weergave door bijv. een computer mist de mogelijkheid van expressie die musici hebben door variaties in timing en sterkte. Zij kunnen hiermee een artistieke en emotionele interpretatie toevoegen aan de structuur van de muziek, o.a. door de geluidsterkte te variëren.

- ! **Complexiteit.** De mate van ervaren complexiteit hangt samen met de sterkte van de maat en de mate waarin stabiele noten worden gehoord. Eenvoudige structuren kunnen meestal onthouden worden na een of twee keren gehoord te zijn.

- ! **Meta-relaties.** Een luisteraar ervaart naast basis gewaarwordingen ook relaties tussen die gewaarwordingen. Contrapunt en meerstemmigheid illustreren dit. Ook een klein verschil tussen de groepering en maat bij het voorgaande voorbeeld geeft extra spanning aan de melodie.

Dit korte overzicht geeft aan hoe een rijke beleving ontleent kan worden aan relatief simpele elementen.

3. *Taal versus muziek.*

Welke combinatie van deze elementen ons het gevoel geven dat we met muziek te doen hebben en niet met spraak of omgevingsgeluiden is niet met zekerheid te zeggen. Het hangt sterk af van enerzijds de intensiteit en dominantie van de betrokken kenmerken en anderzijds van de culturele context. In de volgende tabel is gepoogd om het belang van de verschillende elementen aan te geven. Klankkleur, ritme en toon(soort) spelen in ieder geval een belangrijke rol bij het onderkennen van muziek. Wat wel opvalt is dat er veel elementen zijn die zowel bij spraak als muziek van belang zijn. Het wijst op een gemeenschappelijke basis maar op het punt van toon, maat en ritme versus foneem en (objectieve) betekenis zijn er onoverbrugbare verschillen gegroeid.

Toelichting tabel:

1. Timbre. Het lijkt erop dat de klankkleur van instrumenten op dezelfde wijze wordt beoordeeld als die van stemmen. Beiden leiden tot een duidelijke identificatie.

2. Ritme en maat. Hoewel ritme en maat bij spraak wel degelijk een functie hebben bij het overbrengen van intentie is het toch voornamelijk ondersteunend. Bij muziek daarentegen vormt het de basis. Zonder ritme en maat geen muziek.

3. Toonladder/toonsoort. Bij alle muziek is het geluid beperkt tot discrete tonen. De frequenties tussen de tonen worden niet gebruikt. Bij spraak geldt een dergelijke beperking niet. Hoewel bij sommige talen (zoals het mandarijn) de toonhoogte, het volume en/of tempo mede bepalend zijn voor de (objectieve) betekenis zijn deze eerder relatief dan absoluut. Wel is de kans dat een mandarijn-spreker een absoluut gehoor heeft negen maal groter.

4. Groepering. Bij spraak groeperen fonemen zich tot woorden, die een herkenbare (objectieve) betekenis hebben. Het zijn de basiselementen van taal, die niet gemist kunnen worden. Ook in muziek is deze groepering aanwezig waarbij echter geen bestaande muziekwoorden gevormd worden maar steeds nieuwe groeperingen kunnen ontstaan die eerder verwachtingen vervullen en voor rustpunten zorgen dan standaardfuncties vervullen. Het zijn vaak brokken die makkelijk onthouden kunnen worden.

5. Contour. Een contour is een verzameling groeperingen, die een afgerond geheel vormen. Bij spraak neemt het de vorm aan van een zin, een afgeronde gedachte of handeling. Als zodanig is het een essentieel deel van spraak. Daar muziek geen (objectieve) betekenis kent neemt de contour een minder belangrijke plaats in en is veel vrijer in zijn uiting.

6. Parallelisme. Dit is typisch een kenmerk van muziek en geeft de vrijheid aan waarmee met de groeperingen gespeeld kan worden. Bij taal kan het optreden in versjes maar daar is het toe beperkt en is het vaak een ondersteuning van de bijbehorende muziek.

| Opmerking | Spraak | Kenmerk | Muziek | Opmerking |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------|
| bepalend | persoons-identiteit | 1.timbre | instrument identiteit | bepalend |
| ondersteunend | variabel | 2.ritme en maat | sterk gereguleerd | bepalend |
| bepalend/ ondersteunend | vaste/geen vaste toonhoogtes | 3.toonladder/ soort | vaste toonhoogtes | bepalend |
| bepalend | woorden | 4.groepering | melodische elementen | ondersteunend |
| bepalend | zin | 5.contour | thema | ondersteunend |
| niet van toepassing | | 6.parallellisme | structuur | ondersteunend |
| ondersteunend | (emotionele) relevanties | 7.patroon van toonintervallen | verwachting | ondersteunend |
| bepalend | vraag of mededeling | 8.spanning versus oplossing | verwachting | ondersteunend |
| niet van toepassing | | 9.versieringen | verlevendiging | ondersteunend |
| niet van toepassing | | 10.impliciete harmonie | verstaanbaarheid | bepalend |
| ondersteunend | (emotionele) relevanties | 11.expressie | inleving | bepalend |
| niet van toepassing | | 12.complexiteit | toegankelijkheid | ondersteunend |
| bepalend | naamwoorden en zinnen | 13.(objectieve) betekenis | | niet van toepassing |
| ondersteunend | strekking | 14.meta-relaties | complexheid | ondersteunend |

7. Patroon van toonintervallen. Hoewel er een haast oneindig aantal mogelijkheden zijn om met tonen een muziekpatroon te vormen met volume, duur en toonhoogte, vormt zich bij de toehoorder een verwachting van het verloop ervan, die daardoor beperkingen oproept. Bij

spraak heeft het patroon eerder een (objectieve) betekenis en is gerelateerd aan de (emotionele) relevantie die het over wil brengen. De patronen zijn daardoor vaak beperkt tot poëzie.

8. Spanning versus oplossing. Dit is bij muziek een essentieel onderdeel. Ook bewegen, dat met muziek verbonden kan zijn, kent een dergelijk patroon. Bij spraak is het gebruik ervan meestal beperkt om bijv. het verschil tussen vragen en mededelen aan te geven of emoties over te brengen.

9. Versieringen. Ook hier is muziek duidelijk in het voordeel omdat er geen (objectieve) betekenis overgebracht hoeft te worden. Er is meer speelsheid mogelijk.

10. Impliciete harmonie. Alleen bij muziek is het gelijktijdig laten horen van tonen mogelijk. Dat is ook het geval bij luisteren. Bij spraak leidt het door elkaar praten alleen maar tot verwarring.

11. Expressie. Dit is essentieel voor muziek. Spraak kan ook verlevendigd worden door expressie maar de (objectieve) betekenis blijft de overhand houden.

12. Complexiteit. Dit is bij muziek het gevolg van culturele ontwikkelingen en niet een essentiële eigenschap. Bij spraak vermindert het vaak de begrijpelijkheid.

13. (Objectieve) betekenis. Muziek kent geen (objectieve) betekenis. Dit is naast ritme en toonsoort een hoofdkenmerk van muziek. Bij taal is dit juist de (objectieve) betekenis.

14. Meta-relaties. Dit is een kenmerkend aspect voor cultureel doorontwikkelde muziek. Het geeft een extra dimensie eraan. Het is niet van toepassing op spraak.

Muziek kan naast emoties slechts één actie teweeg brengen nl. beweging. Muziek en dans zijn sterk aan elkaar gebonden. In verschillende Afrikaanse talen is er dan ook maar één woord voor. Bewegen gaat ook gemakkelijker met muziek.

Muziek kent geen (objectieve) betekenis. (Objectieve) betekenis heeft de functie om de (emotionele) relevantie een plaats te geven. Muziek zoekt een plaats en vindt die bij de vaak onbewust aanwezige stemmingen. Bij stemmingen ontbreekt nl. de actie motivatie van procesdeel 2 van de functiesystemen. Stemmingen kunnen dan ook via muziek tot uiting komen en ophouden met doorzeuren.

Al vroeg zijn kinderen in staat om met taal en muziek met behulp van een regelsysteem "zinnen" te vormen zonder dat zij zich ervan bewust zijn. Zowel bij taal als muziek zijn regels voor structuur aanwezig. Beiden kennen een grammaticastructuur en een verwachting van wat komen gaat. Zoals bij taal een hersensignaal waarneembaar is bij woorden in een zin met een t.o.v. de context afwijkende (objectieve) betekenis (de Event Related Potential N400) zo is er ook bij muziek een signaal als de melodie niet eindigt met de meest verwachte noot. Het resultaat is een Event Related Potential dat 600 msec na het inzetten van de betrokken noot op-

trad. (Besson, 1987) In tegenstelling tot de N400 betreft het hier een positief signaal, vandaar de aanduiding P600. Waarom het een positief signaal is en geen negatief zoals bij taal blijft voorlopig onbekend. Het signaal is sterker bij minder verwachte noten en de amplitude groter wanneer het bij bekende melodieën optreedt.

Zijn beide ERP's onafhankelijk of bestaat er een verband? Opera's lenen zich goed voor onderzoek ernaar. Zijn onlogische woorden als ze worden gezongen ook in staat een N400 op te roepen en veroorzaken woorden die vals worden gezongen een P600 reactie? Wat doen onlogische woorden die vals worden gezongen? Ontstaat dan zowel een N400 als een P600 signaal? (Besson, 1998) heeft dit onderzocht en vond dat dit inderdaad het geval was bij alle drie de mogelijkheden. In het laatste geval ontstond de N400 eerder dan de P600 wat er op zou wijzen dat de woorden sneller werden verwerkt dan de muziek. Ook waren de signalen niet verschillend van de som van de effecten bij de enkelvoudige afwijkingen. Dit wijst er op dat de verwerking van onlogisch taalgebruik en afwijkende harmonische muziek onafhankelijk geschiedt. Het zou dus mogelijk moeten zijn om door de aandacht alleen op de taal of de muziek te richten slechts één reactie te kunnen krijgen. Inderdaad verdween de N400 wanneer de deelnemers hun aandacht volledig op de muziek richtten en omgekeerd de P600 bij concentratie op de woorden. Wel bleken (beroeps)musici als ze onlogische woorden hoorden die vals werden gezongen toch de valse noot op te merken als ze gevraagd werden om hun aandacht te richten op de taal. Ze konden het niet laten!

De harmonieleer wordt vaak beschreven als de grammatica van de muziek. Wat gebeurt er als grammaticale fouten worden gemaakt bij hetzij muziek hetzij taal? De resultaten van manipulaties van de harmonische functie leverden bij het niet voldoen aan de verwachtingen P600 signalen op. Interessant genoeg bleek ook bij schending van de grammatica van taal een P600 signaal te ontstaan. De plaatsverdeling op de schedel was bovendien gelijk zodat, gezien hun gelijke polariteit en latentie, het er op lijkt dat zij beiden op een kwalitatief gelijk proces gebaseerd zijn. Als echter bij muziek een akkoord gebruikt werd van een andere tonaliteit ontstond er een negatief signaal van 300 - 400 msec. Deze resultaten komen overeen met de taal-experimenten bij een onlogische (objectieve) betekenis. Bij taal kwamen de signalen voornamelijk op de linker schedelhelft voor terwijl bij muziek de rechter schedelhelft domineerde. Er zijn waarschijnlijk functioneel gelijke processen werkzaam.

Tenslotte is er nog onderzoek gedaan naar de invloed van het tempo. Zowel bij taal als muziek zijn er verwachtingen over wanneer er wat gebeurt gezien het voortgaand karakter er van. Is het analyseren van tijdstructuren een algemeen cognitief mechanisme of verschilt het afhankelijk van de karakteristieken van de betrokken processen? Een onverwachte pauze werd tussen de een na laatste en laatste noot van een muziekfragment geïntroduceerd met een tijdsduur van 600 msec. Er ontstond een grote tweefasige potentiaal, eerst negatief dan positief. Het was hetzelfde bij musici en niet-musici maar het was groter bij bekende dan onbekende melodieën. Dit duidt er op dat er een duidelijke verwachting is in de tijd. Ook voor zinnen

werd een dergelijke proef gedaan, waarbij spreekwoorden gebruikt werden om bekende zinnen te genereren naast onbekende zinnen. Het laatste woord werd weer met een vertraging van 600 msec. gegeven. De uitkomsten leverden gelijksoortige resultaten op als bij de muziek. Kwalitatief gelijke processen zijn dus werkzaam bij zowel spraak als muziek wanneer het de timing betreft.

De melodieën, die componisten schrijven, worden mede beïnvloed door de taal die ze spreken. Dit was het resultaat van onderzoek van Patel en collega's, die geavanceerde computerprogramma's gebruikten om in het Frans en (Brits)Engels uitgesproken zinnen te analyseren. De software mat de toonhoogte van de klinkers en berekende de sprong in toonhoogte tussen opeenvolgende lettergrepen. Er werd dus gekeken naar hoe variabel de intervallen tussen toonhoogten was, niet hoe variabel de toonhoogten zelf waren. Dezelfde analyse werd uitgevoerd op muziek van Engelse en Franse componisten, met name Edward Elgar en Claude Debussy. Er werden geen moderne componisten geanalyseerd omdat die eerder aan een reeks verschillende culturen en talen blootgesteld zullen zijn. De intervallen in Franse spraak en muziek bleken aanzienlijk geringer te zijn dan bij Engelse spraak en muziek. Ook blijken de Engelse spraak en muziek beiden meer ritmische variatie te vertonen dan de corresponderende Franse vormen.

Al deze gegevens wijzen op een nauwe verwantschap tussen spraak en muziek. Ook bij het spreken zijn bewegingen normale componenten. Het leren spreken houdt ook in dat bepaalde muzikale vaardigheden verworven worden en omgekeerd.

4. Evolutie en muzikaliteit.

Muziek is evenals spraak een recente evolutionaire ontwikkeling. Dat betekent dat er nog steeds relatief grote individuele verschillen bestaan. Er zijn naast zeer muzikale mensen ook personen, die elk gevoel voor muziek missen. Hoewel minder opgemerkt bestaan er trouwens eveneens grote verschillen in spreekvaardigheid. Naast homo sapiens heeft ook bij o.a. zangvogels een muzikale ontwikkeling plaats gevonden. Beo's kunnen zelfs gemakkelijk praten leren. Het lijkt erop dat evolutionair gezien het ontstaan van melodische gaven een oudere ontwikkeling is dan spraak! Van de zoogdieren kennen o.a. walvissen en gibbons een eigen melodische ontwikkeling, die communicatieve kanten heeft. Zou spraak uit een muzikale aanleg zijn voortgekomen of zijn beiden uit het bewegingssysteem ontstaan? Het is immers zeer gebruikelijk om bij spreken te gesticuleren.

Vele onderzoekers hebben aangetoond dat baby's verschillen kunnen onderscheiden tussen timbre, maat en frequentie. Ook het groeperen van noten en de daarop gebaseerde contouren behoren tot de meest in het oog springende mogelijkheden. Ze herkennen verder getransponeerde melodieën. Contour is een kenmerkende trek van spraak van moeders, die tegen hun baby's praten. Gezien de aanleg voor taal, die inherent is voor alle baby's, hoeft ons dat niet te verbazen. Absoluut gehoor is een erfelijke trek, die beperkt voorkomt maar door

oefening is op dit punt veel te bereiken. Aanleg er voor is kennelijk wijder verspreid. Ook het feit dat mandarijn-sprekers met hun toontaal een negen maal grotere kans hebben om deze eigenschap te bezitten wijst er op dat oefening op zeer jonge leeftijd van invloed is. Zoals met veel eigenschappen is genetische aanleg primair maar blijft versterking ervan door oefenen noodzakelijk. Zonder stimulans van een culturele omgeving blijft het anders rudimentair.

Baharloo, S., P. A. Johnston, et al. (1998). "Absolute pitch: an approach for identification of genetic and non-genetic components." Am. J. Hum. Genet. **62**: 224 - 231.

Besson, M., F. Faita, et al. (1998). "Singing in the brain: independence of lyrics and tunes." Psych. Sci. **9**: 494 - 498.

Besson, M. and F. Macar (1987). "An event-related potential analysis of incongruity in music and other non-linguistic contexts,." Psychophysiology **24**: 14 - 25.

Bharucha, J. J. (1984). "Event hierarchies, tonal hierarchies, and assimilation: a reply to Deutch and Dowling." J. Exp. Psychology. Gen. **113(3)**: 421 - 425.

Damasio, A. R. and H. Damasio (1992). "Brain and Language." Scientific American **267(3)**: 62 -71.

Dunbar, R. (1997). Grooming, gossip and the evolution of language. New York, Faber & Faber.

Edelman, G. M. (1989). The Remembered Present. New York, Basic Books Inc.

Gopnik, M. (1990). Nature **244**: 715.

Howard, D. e. a. (1992). Brain **115**: 1769 - 82.

Krumhansl, C. L. (1990). Cognitive Foundations of Musical Pitch. New York, Oxford University Press.

Miller, G. A. (1991). The Science of Words. New York, Scientific American Library.

Patel, A. A. (2003). A new approach to the cognitive neuroscience of melody. The cognitive neuroscience of music. I. Peretz and Z. Robert. Oxford, Oxford University Press: 325 - 345.

Pinker, S. (1994). The Language Instinct. New York, Allen Lane/Penguin Press.

Prince, A. and P. Smolensky (1997). "Optimality: From Neural Networks to Universal Grammar." Science **275(5306)**: 1604-1610.

Rasmussen, T. and B. Milner (1977). Ann. N.Y. Acad. Sc. **299**: 355 -369.

Roederer, J. (1984). "The search for a survival value of music." Music Perception **1**: 350 - 356.