



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## **Towards a cognitive neuroscience of prosody perception and its modulation by alexithymia**

Witteman, J.

### **Citation**

Witteman, J. (2014, December 18). *Towards a cognitive neuroscience of prosody perception and its modulation by alexithymia*. LOT, Utrecht. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/30209>

Version: Corrected Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/30209>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/30209> holds various files of this Leiden University dissertation

**Author:** Witteman, Juriaan

**Title:** Towards a cognitive neuroscience of prosody perception and its modulation by alexithymia

**Issue Date:** 2014-12-18

# Samenvatting

*Hoe* we iets zeggen – met welke toon, luidheid en spreesnelheid – kan net zo belangrijk zijn als wat we zeggen (de verbale inhoud). Dit proefschrift richt zich op de vraag welk netwerk in de menselijke hersenen dergelijke ‘prosodische’ aspecten van spraak waarneemt en of de persoonlijkheidstrek *alexithymie* de waarneming van prosodie door dit neurale netwerk beïnvloedt.

Aan de hand van prosodie kunnen twee fundamenteel verschillende soorten informatie gecommuniceerd worden. Aan de ene kant kan prosodie gebruikt worden om emotionele informatie over te brengen – door de manier waarop we iets zeggen kunnen we bijvoorbeeld aangeven of we vrolijk zijn of boos. Aan de andere kant kan prosodie gebruikt worden om de taalkundige structuur van een spraakuiting over te brengen, door bijvoorbeeld aan te geven of een uiting een mededeling of juist een vraag is. Zowel emotionele als linguïstische prosodie maken gebruik van akoestische dimensies als fundamentele frequentie (toonhoogte), intensiteit (luidheid), duur en spectrale samenstelling om betekenis over te brengen. Dit proefschrift richt zich op de vraag welk netwerk in de menselijke hersenen deze twee communicatieve functies van prosodie analyseert en hoe (gebruik makend van welke opeenvolging van neurocognitieve bewerkingen).

Bijna iedereen zal beamen dat het moeilijk is om bijvoorbeeld een ruziënd stel in een restaurant te negeren – zelfs als we deze personen niet kunnen zien en niet kunnen verstaan. Deze observatie duidt erop dat het netwerk in onze hersenen dat emotionele prosodie analyseert, dit blijkbaar ook blijft doen als we niet de intentie hebben de emotionele prosodie te analyseren. In de experimentele psychologie worden dergelijke mentale processen die blijven optreden zelfs als men niet de intentie heeft het proces in te zetten, wel ‘automatisch’ genoemd. Een andere eigenschap van automatische processen is dat ze snel (efficiënt) zijn. Waarom zou waarneming van emotionele prosodie dan automatisch zijn? Darwin’s evolutietheorie biedt een mogelijke verklaring. Het nauwkeurig waar kunnen nemen van de emotionele prosodie (en daarmee de emotionele toestand) van soortgenoten zou in onze evolutionaire geschiedenis voordelig geweest kunnen zijn – het nauwkeurig vaststellen van boosheid van een dominant groepslid zou het verschil betekend kunnen hebben tussen leven en dood (en daarmee het verschil tussen het wel of niet doorgeven van de genen naar de volgende generatie). Omdat waarneming van emotionele prosodie hiermee waarschijnlijk ‘fitness value’ heeft gehad, zou er in de hersenen door selectieve evolutionaire druk een aangeboren systeem geëvolueerd kunnen zijn dat emotionele prosodie automatisch analyseert. Er is wel voorgesteld dat een dergelijk gespecialiseerd neurale netwerk met name aannemelijk is voor dreigende prosodie (met andere woorden ‘boosheid’) omdat het mogelijk schade aan het organisme aangeeft (zodat de vermindering ervan ‘fitness value’ zou kunnen hebben). In dit proefschrift werd daarom onderzocht of automatische waarneming van emotionele prosodie kan worden aangetoond en of dergelijke automatische waarneming een algemene eigenschap is van emotionele prosodische perceptie of specifiek is voor boosheid.

Als automaticiteit van de waarneming van emotionele prosodie inderdaad verklaard kan worden door het bestaan van een geëvolueerd neurale systeem dat gespecialiseerd is in de waarneming van emoties van soortgenoten, dan zouden we geen

automatische waarneming verwachten van een veel recenter uitgevonden akoestisch signaal waarmee ook emotie kan worden gecommuniceerd – *muziek*. Aan de andere kant is er gesuggereerd dat ook muziek ‘fitness value’ heeft gehad zodat er mogelijk ook een gespecialiseerd neurale systeem bestaat voor de waarneming van emotionele muziek. Een alternatieve hypothese die is voorgesteld is dat muziek haar krachtige emotionele vervoeringsvermogen ontleent aan het imiteren en vervolgens overdrijven van emotionele prosodie zodat het mogelijk door het voor emotionele prosodie gespecialiseerde neurale netwerk automatisch waargenomen kan worden. In dit proefschrift werd daarom waarneming van emotionele prosodie en muziek direct vergeleken en onderzocht of automaticiteit van waarneming voor beide akoestische media kan worden aangetoond.

Hoewel het netwerk dat in onze hersenen emotionele prosodie waarneemt in grote lijnen hetzelfde is voor verschillende personen, zijn er ook subtiele individuele verschillen in de waarneming van emotionele informatie. Een persoonlijkheidstrek die geassocieerd is met emotionele waarnemingsstijl is *alexithymie*. Mensen die hoog scoren op deze persoonlijkheidsdimensie hebben moeite met het herkennen, identificeren en het onder woorden brengen van emoties en worden daarom door de omgeving wel als ‘koud’ of ‘afstandelijk’ gezien. Er is niet veel bekend over of alexithymie de waarneming van emotionele informatie in de hersenen beïnvloedt (en zo ja, hoe). Het lijkt echter waarschijnlijk dat alexithymie invloed heeft op de verwerking van emotionele prosodie in de hersenen. In dit proefschrift werd daarom tenslotte onderzocht of, en zo ja, in welke fase van het waarnemingsproces alexithymie de waarneming van prosodie in de hersenen beïnvloedt.

In Hoofdstuk 2.1 van dit proefschrift werd onderzocht of er verschillen zijn tussen de twee hersenhelften in het vermogen om emotionele en linguïstische prosodie waar te nemen, ofwel of er ‘hemisferische specialisatie’ is voor de waarneming van prosodie. Dit kan onderzocht worden door te onderzoeken of schade door een hersenbloeding in de ene hersenhelft de prestatie op prosodische waarnemingsopdrachten meer verstoort dan vergelijkbare schade aan de andere hersenhelft vergeleken met gezonde controlepersonen. Uit een meta-analyse van dergelijke studies bleek dat schade aan beide hersenhelften zowel de waarneming van emotionele- als linguïstische prosodie verstoort. In het geval van emotionele prosodie leidt schade aan de rechter hemisfeer echter tot grotere achteruitgang in taakprestatie dan vergelijkbare schade aan de linker hemisfeer. Uit Hoofdstuk 2.1 bleek dus dat er relatieve rechtshemisferische specialisatie is voor de waarneming van emotionele prosodie, terwijl er voor linguïstische prosodie geen hemisferische specialisatie kan worden aangetoond.

In Hoofdstuk 2.2 werd onderzocht *hoe* hemisferische specialisatie voor de waarneming van prosodie zou kunnen ontstaan. Eén mogelijkheid is dat de rechter hersenhelft beter is in het analyseren van de akoestische eigenschappen van emotionele prosodie dan de linker hersenhelft. Een andere mogelijkheid is dat de rechter hersenhelft beter is in het op meer abstracte wijze analyseren van emotionele informatie. In Hoofdstuk 2.2 werden daarom identieke onzinwoorden aangeboden aan twee groepen proefpersonen. De onzinwoorden hadden klemtoon op de eerste- of de tweede lettergreep en tegelijkertijd treurige of boze prosodie. De ene groep proefpersonen moest de linguïstische prosodie categoriseren, en de andere groep juist de emotionele prosodie. Tijdens het categoriseren van de onzinwoorden werd elektrische activiteit van de hersenen gemeten met elektro-encefalografie. Als alleen de manier waarop de onzinwoorden geanalyseerd worden (linguïstisch versus emotioneel)

hemisferische specialisatie bepaalt, dan zouden we voor de groep proefpersonen die de onzinwoorden naar emotie categoriseert grotere activiteit over de rechter dan linker hersenhelft moeten zien, maar voor de groep proefpersonen die dezelfde woorden talig (naar klemtoon) analyseert niet. Er werd echter geen verschil in activiteit tussen de hersenhelften gevonden voor beide groepen. Uit Hoofdstuk 2.2 bleek dus dat rechts hemisferische specialisatie niet goed verklaard kan worden door superioriteit van de rechter hersenhelft in het op abstractere wijze analyseren van emotionele informatie maar waarschijnlijk eerder door specialisatie in de waarneming van de akoestische kenmerken van emotionele prosodie.

In Hoofdstuk 2.3 werd onderzocht welk netwerk in de menselijke hersenen betrokken is bij de waarneming van emotionele prosodie. Eerder onderzoek had gesuggereerd dat de waarneming van emotionele prosodie in drie fases verloopt. In een eerste fase zouden elementaire akoestische eigenschappen van emotionele prosodie verwerkt worden in Heschl's gyrus (HG) en het middelste deel van de superieure temporale gyrus (m-STG). In een tweede fase zouden vervolgens deze akoestische eigenschappen geïntegreerd worden tot meer abstracte representaties. Het was echter niet duidelijk of deze fase plaatsvindt in de anterieure superieure temporale gyrus (a-STG) of de posterieure superieure temporale gyrus (p-STG). In een laatste fase zou emotionele prosodie abstract geëvalueerd worden en geïntegreerd met andere aspecten van de uiting (zoals de semantische betekenis) in de inferieure frontale gyrus (IFG). In Hoofdstuk 2.3 werd een meta-analyse van de functionele MRI (fMRI-) literatuur uitgevoerd om te onderzoeken welk netwerk daadwerkelijk bij de waarneming van emotionele prosodie is betrokken. Het bleek dat HG en m-STG enerzijds en IFG anderzijds inderdaad betrokken waren bij respectievelijk de eerste en laatste fase van het waarnemingsproces. Voorts bleek dat de p-STG en niet de a-STG waarschijnlijk het neurale substraat is van de tweede fase van emotionele prosodiewaarneming. Overeenkomstig de bevindingen van Hoofdstuk 2.1 werd gevonden dat *beide* hersenhelften betrokken zijn bij de waarneming van emotionele prosodie, maar dat er grotere betrokkenheid is van de rechter hersenhelft, wederom duidend op een relatieve rechtshemisferische specialisatie voor emotionele prosodie. Deze grotere rechtshemisferische betrokkenheid werd echter alleen gevonden voor HG en p-STG, wat suggereert dat hemisferische specialisatie voor emotionele prosodie verklaard kan worden door specialisatie van de rechter hemisfeer voor de waarneming van *akoestische* eigenschappen van emotionele prosodie, overeenkomstig de conclusie uit Hoofdstuk 2.2.

In Hoofdstuk 2.4 werd onderzocht of automaticiteit van waarneming kan worden aangetoond voor emotionele prosodie, en of dergelijke automaticiteit specifiek is voor dreigende prosodie (boosheid) of een algemene eigenschap is van emotionele prosodiewaarneming. Hiertoe werden proefpersonen twee taken aangeboden met identiek materiaal terwijl de hersenactiviteit werd gemeten met fMRI. Tijdens de eerste taak moesten proefpersonen categoriseren of de emotionele prosodie van onzinwoorden neutraal, verrast of boos klonk. Voor de tweede taak moesten proefpersonen een andere dimensie van dezelfde onzinwoorden beoordelen. Als we nu in gebieden zowel tijdens de eerste- als de tweede taak activiteit zien, is dit een aanwijzing dat in deze gebieden er automatische verwerking van emotionele prosodie plaatsvindt (want blijkbaar blijven deze gebieden ook emotionele prosodie analyseren als men niet de intentie heeft de emotionele prosodie te analyseren, aangezien men de instructie heeft gekregen om een andere dimensie van dezelfde stimulus te

categoriseren). Het bleek dat er inderdaad automatische verwerking van emotionele prosodie aangetoond kon worden in de superieure temporale gyrus (STG), maar alleen voor boosheid. Hiermee zijn de resultaten uit Hoofdstuk 2.4 in overeenstemming met het idee van een geëvolueerd neuraal substraat voor de automatische waarneming van dreigend gevaar uit menselijk stemgeluid (d.w.z. boosheid).

In Hoofdstuk 2.5 werd onderzocht of er ook automatische waarneming van emotionele muziek kan worden aangetoond. Een ander kenmerk van automatische waarneming (dan het optreden van het waarnemingsproces zelfs als men niet de intentie heeft emotionele prosodie te analyseren) is dat automatische waarneming zeer snel plaatsvindt. Het zogenaamde ‘affective priming paradigma’ kan gebruikt worden om te testen of er inderdaad snelle waarneming plaatsvindt van emotionele prosodie of muziek. Binnen dit paradigma wordt eerst treurige of vrolijke emotionele prosodie of muziek gepresenteerd (de ‘affectieve prime’). Vlak (200 milliseconden) daarna wordt een emotioneel woord gepresenteerd dat positief of negatief is. De woorden kunnen dus emotioneel congruent zijn met de affectieve prime (bv. vrolijke muziek en het woord ‘GELUK’) of emotioneel incongruent (bv. vrolijke muziek en het woord ‘PIJN’). Proefpersonen moeten zo snel mogelijk beoordelen of een woord positief of negatief is. Als emotionele prosodie en muziek nu inderdaad snel (in minder dan 200 milliseconden) verwerkt worden, dan zouden deze affectieve primes de snelheid van het categorisatieproces moeten kunnen beïnvloeden, met een langzamere responsie voor incongruente dan congruente paren. Dit wordt het ‘affectieve priming effect (APE)’ genoemd. In Hoofdstuk 2.5 werd dit paradigma daarom toegepast terwijl de elektrische activiteit van de hersenen werd gemeten. Uit zowel de reactietijden als de metingen van elektrische hersenactiviteit bleek dat er wel automaticiteit van waarneming van emotionele prosodie kon worden aangetoond maar niet voor de waarneming van emotionele muziek. Als proefpersonen echter werden gevraagd een andere (niet affectieve-) dimensie van de woorden te beoordelen, verdwenen ook voor emotionele prosodie de aanwijzingen voor automaticiteit van waarneming. De resultaten van Hoofdstuk 2.5 bevestigen dus de conclusie uit Hoofdstuk 2.4 dat er automatische waarneming is van emotionele prosodie, maar ondersteunen niet de hypothese dat er vergelijkbare automatische waarneming is voor muziek. Hoewel strikt genomen speculatief, komt deze afwezigheid van automatische verwerking van emotionele muziek overeen met het idee dat waarneming van emotionele muziek (in tegenstelling tot emotionele prosodie) mogelijk geen ‘fitness value’ heeft gehad in de evolutionaire geschiedenis van de mens zodat er geen gespecialiseerd neuraal substraat voor is geëvolueerd. Voorts suggereren de resultaten dat automaticiteit voor de waarneming van emotionele prosodie relatief is – als de aandacht van de emotionele dimensie wordt afgeleid, zien we geen snelle (automatische-) waarneming meer van vrolijke en treurige prosodie.

In het tweede empirische deel van dit proefschrift werd onderzocht of de persoonlijkheidstrek alexithymie de waarneming van emotionele prosodie in de hersenen beïnvloedt, en zo ja hoe, d.w.z. in welke fase van het verwerkingsproces.

In Hoofdstuk 3.1 werd onderzocht of alexithymie de automatische waarneming van emotionele prosodie beïnvloedt zoals gemeten met het affectieve priming paradigma in Hoofdstuk 2.5. Alexithymie bleek niet de gedragsresultaten te beïnvloeden. Op neuraal niveau was er echter een reductie te zien van de elektrofysiologische index van automaticiteit van emotionele prosodiewaarneming door alexithymie. Deze resultaten wijzen er op dat alexithymie relatief vroege (automatische-)

waarneming van emotionele prosodie beïnvloedt zonder dat dit ook is terug te zien op gedragsniveau, mogelijk door strategische compensatie.

In Hoofdstuk 3.2 werd onderzocht of alexithymie de verwerking van emotionele prosodie beïnvloedt zoals onderzocht in Hoofdstuk 2.4. Het bleek dat alexithymie op gedragsniveau opnieuw geen invloed had. Op neurale niveau bleek alexithymie echter gepaard te gaan met een verminderde responsie van de amygdala en de STG op emotionele prosodie, terwijl activiteit van de IFG niet werd beïnvloed. Deze resultaten duiden er weer op dat alexithymie met name vroege fases van het waarnemingsproces beïnvloedt. Het feit dat alexithymie de gedragsresultaten niet beïnvloedde suggereert dat er vervolgens mogelijk een strategisch compensatiemechanisme wordt ingezet om voor dit tekort te compenseren.

Concluderend wijzen de resultaten uit dit proefschrift erop dat een bilateraal netwerk, bestaande uit HG, m-STG, p-STG en IFG, (emotionele) prosodie in drie verwerkingsstappen waarneemt. Hierbij is er geen hemisferische specialisatie voor linguïstische prosodie maar wel relatieve rechtshemisferische specialisatie voor de waarneming van emotionele prosodie. Het is aannemelijk dat deze relatieve rechtshemisferische specialisatie voor de waarneming van emotionele prosodie verklaard wordt door specialisatie voor de waarneming van de akoestische eigenschappen van emotionele prosodie in de HG en p-STG. Voorts kan inderdaad automatische waarneming van emotionele prosodie worden aangetoond, met name voor dreigende prosodie (overeenkomstig met fylogenetisch geïnspireerde modellen van automaticiteit van emotionele prosodie waarneming) maar niet voor emotionele muziek. Automaticiteit van de waarneming van emotionele prosodie voor vrolijke en treurige prosodie blijkt echter relatief te zijn – er zijn geen aanwijzingen voor snelle verwerking van deze categorieën van emotionele prosodie als de aandacht van de emotionele prosodie wordt afgeleid. Tenslotte blijkt alexithymie inderdaad de waarneming van emotionele prosodie in het hierboven beschreven netwerk te beïnvloeden. Hierbij lijken met name vroege (en mogelijk automatische-) fases van het waarnemingsproces beïnvloed te worden zonder dat er ook op gedragsniveau effecten te zien zijn. Dit patroon van resultaten wijst op mogelijke secundaire strategische compensatie voor een primair vroeg emotioneel verwerkingstekort in alexithymie.

