

# **Het effect van muziektherapie op de taalontwikkeling van kinderen met TOS: Een literatuuronderzoek**

Student: Ilana Tromp, 7261586

Opleiding: Master Meertaligheid en Taalverwerving, Universiteit Utrecht

Scriptiebegeleiders: Dr. Tessel Boerma, Prof. Dr. Frank Wijnen

Tweede lezer: Dr. Elena Tribushinina

## Abstract

Voor kinderen met een taalontwikkelingsstoornis (TOS) bestaan er diverse vormen van interventies om hun taalbegrip en -productie te stimuleren. Het inzetten van muziek in de behandeling van kinderen met TOS wordt recent onderzocht en muziek wordt af en toe ook al ingezet in interventies. Onderzoek wijst er namelijk op dat taal en muziek belangrijke overeenkomsten hebben wat betreft structuur, neurocognitieve processen en verwervingstraject. De hoofdvraag die daarom in de huidige studie centraal staat, is wat het effect is van muziektherapie op de ontwikkeling van taalvaardigheden van kinderen met TOS. Door middel van een systematische literatuurreview zijn 22 studies geanalyseerd waarin de muzikale vaardigheden en taalvaardigheden van kinderen en adolescenten met TOS worden besproken. De studies zijn gerubriceerd conform de onderdelen ‘muzikale vaardigheden van kinderen met TOS’, ‘specifieke associaties tussen taal en muziek bij kinderen met TOS’ en ‘muziektherapeutische interventies voor kinderen met TOS’. Uit de analyse bleek dat kinderen met TOS naast verstoorde taalvaardigheden ook enkele verstoorde muzikale vaardigheden tonen. Daarnaast zijn enkele specifieke associaties gevonden tussen bepaalde domeinen van taal en van muziek. Zo lijken regelmatigheid in muzikaal ritme een positief effect te hebben op oordelen over grammaticaliteit door kinderen met TOS. Ook lijken de verwerking van de syntaxis van taal en de syntaxis van muziek bij kinderen met TOS gepaard te gaan. Van enkele muziektherapeutische interventies die al worden ingezet voor kinderen met TOS, vanuit de rationale dat er een nauwe verbinding bestaat tussen taal en muziek, hebben interventiestudies laten zien dat ze een positief effect kunnen hebben op bepaalde taalvaardigheden, zoals foneemdiscriminatie, syntactische taalvaardigheden en sociale communicatie. Ondanks dat er niet veel interventiestudies gedaan zijn en dat er weinig artikelen geanalyseerd zijn die specifieke associaties tussen taal en muziek bespreken, is er een basis gevonden in overeenkomsten tussen taal en muziek bij kinderen met TOS en is ontdekt dat muziektherapeutische interventies van waarde kunnen zijn. Voor vervolgonderzoek is het van belang om te focussen op de effecten van muziektherapie op de taalontwikkeling van kinderen met TOS op de langere termijn.

*Kernwoorden:* interventies, kinderen, muziektherapie, muzikale vaardigheden, taalontwikkelingsstoornis, taalvaardigheden.

# Inhoudsopgave

1. Inleiding .....	4
1.1 Introductie .....	4
1.2 Taalontwikkelingsstoornis (TOS).....	4
1.3 De relatie tussen taal en muziek .....	6
1.3.1 Hiërarchische structuur.....	6
1.3.2 Neurocognitief.....	7
1.3.3 Verwervingstraject .....	7
1.4 TOS en muziektherapie .....	8
1.5 Huidige studie .....	9
2. Methode.....	11
2.1 Opzet van de studie.....	11
2.2 Selectiecriteria .....	11
2.3 Selectieprocedure.....	12
2.4 Data analyse .....	13
3. Resultaten.....	14
3.1 Studiekarakteristieken.....	14
3.2 Muzikale vaardigheden bij kinderen met TOS .....	24
3.2.1 Cognitieve overeenkomsten taal en muziek .....	24
3.2.2 Experimenteel onderzoek .....	25
3.2.2.1 Perceptie .....	25
3.2.2.2 Productie .....	27
3.2.2.2.1 Ritmische timing.....	27
3.3 Specifieke associaties tussen taal en muziek bij kinderen met TOS .....	29
3.3.1 Basiselementen van muziek: melodie en ritme .....	29
3.3.1.1 Melodie .....	30
3.3.1.2 Ritme.....	31
3.3.2 Geheugen.....	32
3.3.3 Syntaxis .....	33
3.4 Muziektherapeutische interventies voor kinderen met TOS .....	34
3.4.1 Auditieve stimulatietraining .....	34
3.4.2 Interventie met zangcontexten.....	34
3.4.3 Vioollessen .....	35
3.4.4 Secundaire effecten van huidige muziekinterventies .....	36

4. Discussie.....	37
4.1 Interpretatie van de resultaten.....	37
4.2 Beperkingen.....	39
4.2.1 Beperkingen van de literatuurreview.....	39
4.2.2 Beperkingen van de besproken studies.....	40
4.3 Aanbevelingen en advies .....	41
5. Conclusie.....	43
Bibliografie.....	44

# 1. Inleiding

## 1.1 Introductie

Stijn is zes jaar en zit in groep 3. Vaak begrijpt hij niet wat zijn klasgenoten tegen hem zeggen. Ook vindt hij het lastig om zelf goede, grammaticale zinnen te vormen. Hij kent weinig woorden en kiest er daardoor vaak voor om wat minder te praten dan anderen. Twee jaar geleden is ontdekt dat Stijn een taalontwikkelingsstoornis (TOS) heeft. Door deze stoornis loopt zijn taalontwikkeling anders dan die van zijn klasgenoten. Stijn is twee jaar geleden direct begonnen met logopedische therapie om zijn taalontwikkeling vooruit te helpen. Bij de therapie kreeg hij in een groep opdrachten om te oefenen met nieuwe situaties en vaardigheden. Het had voor hem helaas niet het gewenste effect. Hij bleef communicatieve vaardigheden lastig vinden, totdat de focus binnen zijn behandeling op den duur verschoof naar muzikale vaardigheden. Tijdens zijn behandeling krijgt hij nu auditieve stimulietraining. Het luisteren naar muziek, waarin ritmische en tonale informatie expliciet aanwezig is, helpt hem in het begrijpen van taal. Ook krijgt hij er meer zelfvertrouwen van en durft hij zich meer uit te spreken. Voor Stijn heeft een focus op muzikale vaardigheden dus een positief effect op de ontwikkeling van zijn taalvaardigheden.

In de huidige studie wordt onderzocht of het inzetten van muziek wetenschappelijk gezien een positief effect heeft op de taalontwikkeling van kinderen met TOS. De doelgroep van de studie is kinderen en adolescenten met TOS van vier tot en met achttien jaar. TOS is een stoornis waardoor kinderen moeite ondervinden op verschillende gebieden van de taalontwikkeling. Er bestaan reeds diverse vormen van therapie om kinderen met TOS te helpen in de taalontwikkeling. Hiervan zijn er tot op heden nog weinig die gebruikmaken van muziek, terwijl dit wel een vorm van interventie is die de laatste jaren meer en meer succesvol wordt ingezet. Dit is de reden waarom hier in deze studie op gefocust wordt.

## 1.2 Taalontwikkelingsstoornis (TOS)

Voor de meeste kinderen is de verwerving van taal een moeiteloze prestatie. Er is geen expliciet onderwijs voor nodig en taalverwerving vindt plaats onder wisselende omstandigheden, in een beperkte tijd en op identieke wijze in verschillende talen (Guasti, 2002). Echter, ongeveer drie tot zeven procent van de kinderen ondervindt problemen in de taalontwikkeling (Bishop et al., 2017). Voor het ene kind wordt dit bijvoorbeeld veroorzaakt door meertaligheid en het andere kind heeft een spraakstoornis. Een van de veelvoorkomende taalgerelateerde stoornissen is een taalontwikkelingsstoornis (TOS). Bij kinderen met TOS verloopt de taalontwikkeling niet

hetzelfde als bij typisch ontwikkelende kinderen. TOS is een neurocognitieve ontwikkelingsstoornis, die per definitie niet aantoonbaar het gevolg is van een andere stoornis. Dat wil zeggen dat een diagnose TOS gebaseerd is op uitsluiting van andere oorzaken. Het is een stoornis in het taalbegrip, de taalproductie, of beide, bij afwezigheid van een gehoorstoornis, een algemene ontwikkelingsachterstand, een neurologische stoornis of autisme (Schwartz, 2008). Een studie van Tomblin et al. (1997) heeft de schatting gedaan dat TOS voorkomt bij ongeveer zeven procent van de kinderen in de kleuterleeftijd (vier- tot zesjarige n), wat veel is vergeleken met de prevalentie van andere ontwikkelingsstoornissen. Jongens hebben relatief vaker TOS dan meisjes. Verder blijken de negatieve consequenties van TOS zich regelmatig voort te zetten tijdens de adolescentie en zelfs tot in de volwassenheid (Tomblin et al., 1997).

De manier waarop TOS tot uiting komt, verschilt per kind en varieert met de moedertaal (Leonard, 1997). Echter, het kernprobleem bij kinderen met TOS ligt bij de morfosyntaxis. Enkele andere algemene kenmerken zijn dat taal bij kinderen met TOS later op gang komt en langzamer verloopt en dat het algehele taalniveau onder de verwachting ligt voor de leeftijd van het kind (Guasti, 2002). Naast deze algemene kenmerken is de manier waarop TOS tot uiting komt dus erg divers en wisselt het per kind welke taaldomeinen (zoals fonologie en woordenschat) voor meer problemen zorgen. Daarnaast hebben de taalproblemen voor het ene kind vooral impact op het taalbegrip en daarmee ook de taalproductie, terwijl voor een ander kind alleen de taalproductie lastig is (Andreou & LEMONI, 2020). Signalen in de beginfase van de taalontwikkeling waaruit kan worden opgemaakt dat een kind vermoedelijk TOS heeft, zijn dat het kind korte zinnen vormt, moeite heeft met het vinden van woorden, niet goed te verstaan is en moeite heeft met het vertellen van verhalen. Daarnaast is het veelvoorkomend dat kinderen met TOS moeite hebben om de aandacht vast te houden (Schwartz, 2008). Andere problemen buiten taaldomeinen om zijn een zwak werkgeheugen, een langzame verwerkingssnelheid en een korte aandachtsspanne.

Om kinderen met TOS te kunnen helpen met hun taalgerelateerde problemen, bestaan er verschillende vormen van interventies. Kinderen kunnen individueel of in een groep therapie krijgen, gericht op de taalontwikkeling. Begeleiding wordt dan geboden door een logopedist of door een ambulante begeleider, die in de eigen (school)omgeving van het kind begeleiding biedt. Taaltherapie is per definitie interactief, maar wordt per vorm van interventie anders ingevuld (Bishop & Leonard, 2000). Een interventie kan expliciete methodes gebruiken, waardoor aan kinderen bijvoorbeeld de onderliggende structuur van grammaticaregels uitgelegd wordt. Echter, vaak worden meer impliciete methodes gebruikt. Zo kan kinderen bijvoorbeeld

gevraagd worden een verhaal te vertellen, moeten ze interactief voorlezen, of praten ze met de logopedist over het speelgoed waarmee ze aan het spelen zijn. Tijdens dergelijke taken gebruikt de logopedist technieken van modeling, waarin hij/zij de doelstructuur voorzegt, en recasting, waarin hij/zij een ongrammaticale uiting van het kind op de grammaticale manier herhaalt, om de kinderen impliciet taal te leren (Bruinsma et al., 2020).

Volgens Ebbels (2014) is er in onderzoek weinig focus geweest op deze manieren waarop kinderen met TOS geholpen kunnen worden. De focus ligt meer op de problemen die kinderen met TOS ervaren. Toch zijn er de laatste jaren verscheidene studies gedaan naar de effectiviteit van verschillende vormen van interventies. Schwartz (2008) stelt bijvoorbeeld dat kind-georiënteerde methodes van interventie het meest effectief lijken. Hierbij ligt de focus op het kind zelf en zijn de interventiedoelen ingebed in naturalistische contexten, zoals tijdens het spelen. Ook Bruinsma et al. (2020) hebben een effectstudie gedaan van een taalinterventie met kind-georiënteerde methodes en technieken van scripts, waaruit bleek dat de taalvaardigheden van kinderen met TOS verbeterden door middel van de interventie. Balthazar et al. (2020) hebben verder onderzoek gedaan naar de methodes van enkele expliciete grammatica-interventies. Aan de hand van hun analyse concludeerden ze dat het belangrijk is voor taaltherapie om per kind te onderzoeken op welke aspecten de focus moet liggen. Daarnaast raden ze aan om impliciete leerprincipes te combineren met expliciete metalinguïstische instructies. Ten slotte hebben Zwitserlood et al. (2015) de effectiviteit van een specifieke expliciete grammatica-interventie onderzocht, namelijk die van MetaTaal. Deze interventie kent een metalinguïstische en multimodale aanpak. De resultaten van de effectstudie lieten zien dat het begrip van complexe zinnen bij kinderen met TOS verbeterde na deze interventie.

### **1.3 De relatie tussen taal en muziek**

De aanpak van de hierboven genoemde interventies is specifiek op taal en communicatie gericht. Het is de vraag of er ook impliciete leerprincipes met een andere focus denkbaar zijn voor het stimuleren van de taalontwikkeling. Een insteek op muziek zou bijvoorbeeld voor de hand liggend zijn, omdat onderzoek erop wijst dat taal en muziek belangrijke overeenkomsten hebben wat betreft structuur, neurocognitieve processen en verwervingstraject.

#### **1.3.1 Hiërarchische structuur**

Zowel taal als muziek zijn ten eerste hiërarchische systemen waarin kleine eenheden gecombineerd worden tot grotere structuren met specifieke regels (Kraus & Slater, 2015). Zo bestaat taal uit verschillende lagen, namelijk onder andere klanken, morfemen, woorden,

woordgroepen, zinnen, teksten en discoursen. De kleinste eenheden hiervan (klanken) zijn op zichzelf betekenisloos, maar kunnen samengesteld worden tot betekenisdragende elementen (morfemen). Ook muziek bestaat uit dergelijke lagen, zoals noten, groepen noten, muzikale zinnen, thema's en muziekstukken. Echter, deze elementen kennen geen conceptuele betekenis. Binnen zowel de verschillende lagen van taal als van muziek zijn er regels die bepalen welke klanken of noten elkaar al dan niet kunnen opvolgen en hoe (muzikale) zinnen opgebouwd mogen worden. Een verdere overeenkomst in de systemen van taal en muziek is dat beide melodioritmische structuren zijn. Melodie en ritme zijn hierin afgeleid van de akoestische eigenschappen van de eenheden en de rangschikking van deze eenheden. Daarnaast zijn toonhoogte (het aantal trillingen per seconde) en intonatie (variatie in toonhoogte) belangrijke elementen in zowel taal als muziek. Ook het inzetten van dynamiek (variatie in de toonsterkten) en stiltes zijn in beide systemen relevant.

### **1.3.2 Neurocognitief**

Daarnaast zijn er enkele studies gedaan naar de verwerking van muziek en taal in de hersenen. Zo hebben Patel et al. (1998) onderzocht of er neurocognitieve overeenkomsten zijn tussen taal en muziek. In hun studie hebben ze door middel van de P600 ERP ('*event-related potential*') ontdekt dat muziekverwerking 'taalgebieden' in het brein activeert. Kunert et al. (2015) hebben daarnaast gebruikgemaakt van fMRI ('*functional magnetic resonance imaging*') om te ontdekken of en waar er overlap in het brein is in de verwerking van taal en muziek. Ze vonden dat het gebied van Broca voor beide actief is. Dit hersengebied lijkt verantwoordelijk voor het combineren van individuele elementen tot grotere eenheden. Zo is Broca actief bij zowel het combineren van woorden tot zinnen als ook het combineren van tonen tot melodieën. Verder laat onderzoek van Tierney & Kraus (2015) zien dat zowel muzikaal ritme als taalritme worden verwerkt van neurale trillingen naar hiërarchisch geneste frequenties die aanwezig zijn in zowel taal als muziek. Er is dus enige mate van overlap van breinmechanismen voor de verwerking van taal en van muziek.

### **1.3.3 Verwervingstraject**

Overeenkomsten tussen taal en muziek zijn verder voornamelijk goed zichtbaar in de perceptie en productie van geluiden door zuigelingen, maar ook door communicatie tussen de moeder en de zuigeling (Politimou et al., 2019). Zuigelingen zijn te jong om te begrijpen wat er gezegd wordt, maar gaan wel af op melodische kenmerken zoals toonhoogteveranderingen. Wat daarnaast overeenkomt in het verwervingstraject van taal en muziek is een sensitieve periode. Binnen de taalverwerving is een sensitieve periode de periode in het leven van een kind waarin



het grootste effect wordt gevonden van blootstelling aan taal op de verwerving van taal (Ruben, 1999). Na deze periode, die tot ongeveer de leeftijd van zeven jaar duurt, verloopt het verwerven van taal met toenemende leeftijd steeds minder gemakkelijk. Volgens Chen et al. (2022) is er sprake van een vergelijkbare sensitieve periode voor muzikale training. Tot zeven jaar loopt de ontwikkeling van muzikale vaardigheden sneller dan op latere leeftijd. Deze sensitieve periode lijkt aan te tonen dat het verwervingstraject van zowel taal als muziek procedureel verloopt, wat betekent dat het leren van regels ervan een bepaalde structuur kent. Bij de verwerving van beide extraheren leeders statistische patronen en regelmatigheden uit wat ze horen (Pino et al., 2023).

#### **1.4 TOS en muziektherapie**

Op verschillende gebieden van taal en muziek zijn dus overeenkomsten te vinden. Vandaar dat het inzetten van muziek in de behandeling van kinderen met TOS wordt onderzocht. Recent wordt naast andere vormen van interventies af en toe ook muziek ingezet als vorm van interventie. Als definitie van muziektherapie kan gesteld worden dat het een klinisch gebruikmaken is van het luisteren naar en produceren van muziek om geïndividualiseerde doelen te bereiken binnen een therapeutische relatie (Chhabra, 2023). Muziektherapie is voor kinderen met TOS een vorm van een interventie waarbij muzikale vaardigheden worden ingezet om taalvaardigheden te verbeteren. Het inzetten van muziek binnen therapie is echter breder bekend en wordt al langere tijd gebruikt voor verschillende doeleinden. Een van de doeleinden waarvoor muziektherapie wordt ingezet, is voor het ondersteunen van de ontwikkeling in leren en communiceren voor mensen die hier ontwikkelingsproblemen in ervaren. Daarnaast wordt het ook gebruikt voor medische condities. Waar muziektherapie veelal voor wordt ingezet, is voor het mentaal welzijn van mensen (Johnson & Heiderscheit, 2018). Zowel het luisteren naar als het zelf maken van muziek heeft sterke effecten op gedachten, kan helpen verschillende emoties te ervaren en is daarmee bevorderend voor de mentale gezondheid. Voor kinderen biedt muziektherapie tevens een leuke manier om gedachten en gevoelens te uiten, om de concentratie en coördinatie te verbeteren en om taal- en luistervaardigheid op te bouwen. In de praktijk kan muziektherapie bij kinderen er divers uitzien. Het kan een actief proces zijn, waarin kinderen zelfstandig of in een groep een instrument bespelen of zingen, of een passief proces, waarin kinderen naar muziek luisteren en hierop reageren.

Door de jaren heen is er enige aandacht gekomen voor muziek binnen de therapie voor kinderen met taalproblemen. Wiens en Gordon (2018) beschrijven bijvoorbeeld een interventie genaamd Music Impacting Language Expertise (MILEStone), welke de ontwikkeling van

grammaticale vaardigheden wil stimuleren in kinderen met TOS door de gevoeligheid voor ritmische structuren te verbeteren. Daarnaast zijn er enkele andere studies gedaan naar het gebruik en effect van muziektherapie voor de behandeling van kinderen met taalproblemen zoals TOS (Roden et al., 2019; Wetherick, 2014). Verder is er nog niet veel bekend over de effectiviteit van verschillende soorten van muziektherapieën. Vandaar dat in de huidige studie wordt onderzocht of muziektherapie effectief is in de behandeling van TOS.

## 1.5 Huidige studie

In de huidige studie wordt onderzoek gedaan naar de effectiviteit van muziektherapie in de wereld van interventies voor kinderen met TOS. De onderzoeksvraag die centraal staat in dit verslag, is de volgende: *Wat is het effect van muziektherapie op de ontwikkeling van taalvaardigheden van kinderen met een taalontwikkelingsstoornis?* Om tot een antwoord te kunnen komen op deze vraag, zal door middel van een literatuurreview ingezoomd worden op een drietal deelvragen.

1. Hebben kinderen met TOS naast verstoorde taalvaardigheden ook verstoorde muzikale vaardigheden?
2. Welke specifieke associaties zijn er tussen bepaalde domeinen van taal en muziek bij kinderen met TOS?
3. Wat is de rationale achter de huidige muziektherapeutische interventies voor kinderen met TOS?

Voor de beantwoording van de eerste deelvraag, wordt de eerder vastgestelde relatie tussen taal en muziek gespecificeerd voor kinderen met TOS. Hiertoe wordt uitgezocht of kinderen met TOS naast beperkingen in taal ook beperkingen ervaren in muzikale vaardigheden. Vervolgens wordt bij de tweede deelvraag uiteengezet welke domeinen van taal en muziek specifiek geassocieerd zijn bij kinderen met TOS. Ten derde zal worden ingegaan op muziektherapeutische interventies om zo scherp te krijgen welke interventies er tot op heden al zijn. Door deze deelvragen te behandelen, kan vervolgens een conclusie worden getrokken over het effect van muziektherapie en over of het van belang zou zijn om in het vervolg meer aandacht te besteden aan het gebruik van muziek in interventies voor kinderen met TOS.

Verwacht wordt dat muziektherapie een positief effect heeft op de taalontwikkeling van kinderen met TOS. Dit wordt verwacht omdat er op diverse gebieden een relatie lijkt te bestaan tussen taal en muziek. Omdat er slechts weinig onderzoeken gedaan zijn over muziektherapie, is de verwachting dat er nog aspecten zijn van muziek en taal die onderbelicht zijn in de

muziektherapie. De verwachting is dan ook dat de huidige studie hier meer inzicht in zal bieden en dat er aanbevelingen kunnen worden gedaan voor de vormgeving van muziek in behandelingen van kinderen met TOS.

De theoretische relevantie van de huidige studie is dat een overzicht gecreëerd wordt van eerder onderzoek dat gedaan is naar de invloed van muziek op de taalontwikkeling van kinderen met TOS. Op deze manier kan mogelijk worden ontdekt voor welke taaldomeinen nog niet is onderzocht of muziek er invloed op heeft. Door experimentele studies te analyseren, kan daarnaast mogelijk ontdekt worden welke vormen van muziektherapie het meest effectief zijn. Dit brengt tevens een klinische relevantie met zich mee. Logopedisten en therapeuten kunnen namelijk gebruikmaken van een overzicht van het effect van bepaalde therapieën op de taalontwikkeling van kinderen, voor hun interventies in de praktijk. Hierdoor is de hoop dat kinderen met TOS zo goed mogelijk geholpen kunnen worden.

De huidige studie is een literatuurreview, waarin systematisch wordt geanalyseerd wat er al eerder onderzocht is over muziek en TOS. Door middel van een uitgebreide zoekopdracht en enkele inclusiecriteria wordt in verschillende databases van wetenschappelijke literatuur gezocht naar artikelen die aansluiten bij de onderzoeksvraag. In hoofdstuk 2 wordt deze methodologie nader toegelicht. Aansluitend worden de gevonden artikelen omtrent de drie deelvragen behandeld in hoofdstuk 3. De beantwoording van de hoofdvraag volgt in een discussie in hoofdstuk 4 en in hoofdstuk 5 volgt tot slot een conclusie van de studie.

## 2. Methode

### 2.1 Opzet van de studie

Deze studie is een literatuuronderzoek. Door middel van een systematische review zijn onderzoeksartikelen geanalyseerd die aansluiten bij de vraag wat het effect is van muziektherapie op de ontwikkeling van taalvaardigheden van kinderen met TOS. De artikelen zijn gezocht via online databases door middel van een uitgebreide zoekopdracht. Om tot een bruikbare bronnenlijst te komen, zijn vervolgens twee screenings uitgevoerd. Voor de eerste screening zijn van de onderzoeksartikelen de titel en abstract gelezen en voor de tweede screening zijn de overgebleven artikelen als geheel gescreend om zo een definitieve bronnenlijst over te houden.

### 2.2 Selectiecriteria

Voor het literatuuronderzoek is PubMed als voornaamste database gebruikt. Daarnaast is ook via Google Scholar en via referenties van artikelen vanuit PubMed gezocht naar extra bronnen. Dit om een zo uitgebreid mogelijke bronnenlijst te kunnen vormen. De volgende Engelse zoekopdracht is gebruikt voor het zoeken van passende bronnen: (*“developmental language disorder” OR “language disorder” OR “language delay” OR “specific language impairment” OR “language impairment”*) AND (*child\* OR youth OR adolescen\**) AND (*music\* OR “music intervention” OR “music therapy” OR song\* OR listen\* OR melod\* OR rhythm\**). Deze termen in de zoekopdracht werden gezocht in titels en abstracts van artikelen. Vervolgens werden de gevonden artikelen gescreend op basis van de volgende inclusiecriteria:

- a) De onderzoekspopulatie bestaat uit kinderen van vier tot en met achttien jaar met de diagnose TOS;
- b) Het artikel bespreekt de muzikale vaardigheden van de onderzoekspopulatie;
- c) Het artikel bespreekt de taalontwikkeling van de onderzoekspopulatie;
- d) Het artikel is gepubliceerd in het jaar 2000 of later;
- e) Het artikel is geschreven in het Engels.

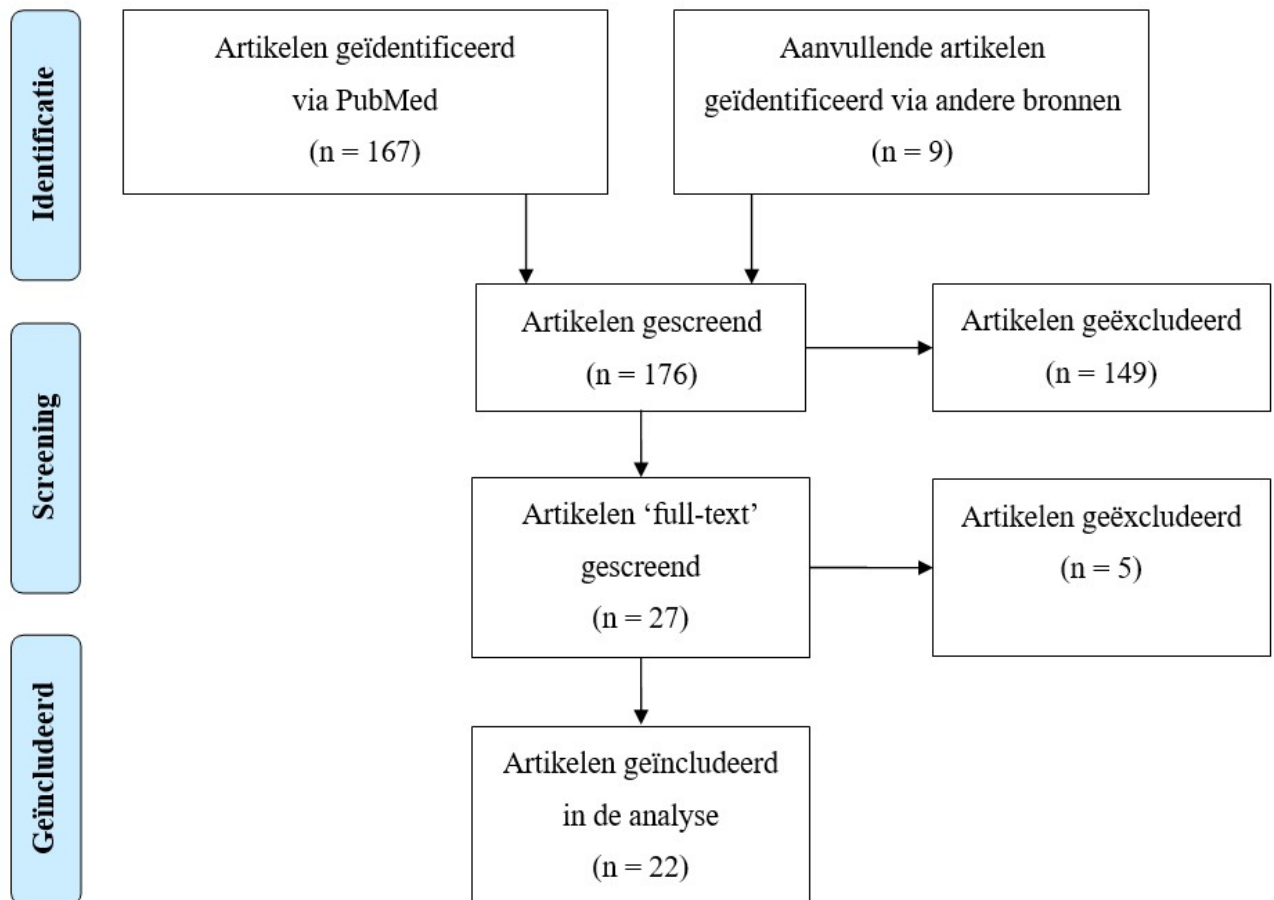
Criterium a) omvat een grote leeftijdsrange, omdat de taalproblemen die kenmerkend zijn voor TOS regelmatig voortduren tot in de adolescentie. In onderzoek naar interventies voor kinderen met TOS worden oudere kinderen dus vaak ook geïnccludeerd. De criteria a) tot en met c) werden gepoogd te ondervangen door de gekozen termen in de zoekopdracht. In PubMed werd tevens een filter toegepast, zodat alleen de artikelen van na het jaar 2000 naar boven kwamen. Hiermee werd aan criterium d) voldaan.

### 2.3 Selectieprocedure

Aan de hand van de zoekopdracht en de selectiecriteria is een selectie gemaakt van de onderzoeksartikelen die gevonden werden. Het verloop van deze procedure is visueel inzichtelijk gemaakt in figuur 1.

**Figuur 1**

*Procedure van Artikelidentificatie Voor Opname in de Literatuurreview.*



De zoekopdracht in PubMed gaf in eerste instantie 167 resultaten. Via Google Scholar en literatuurreferenties in de via PubMed gevonden artikelen zijn hier nog 9 bronnen aan toegevoegd. Zodoende werden 176 onderzoeksartikelen gescreend aan de hand van de titels en abstracts. Na deze eerste screening bleven slechts 27 van de artikelen over. Er zijn diverse redenen waarom veel artikelen geëxcludeerd werden. Zo geldt voor 86 artikelen dat ze niet echt over muziek gaan, maar wel woorden in de abstract hebben staan die dit doen vermoeden en er dus voor zorgden dat de artikelen met de zoekopdracht naar boven kwamen. Zo zijn er artikelen waar het woord 'music' in voorkomt, maar waar 'spraak' mee wordt bedoeld. Ook zijn er artikelen waarin het woord 'listen' wordt genoemd, maar waarmee luisteren naar gesproken

taal wordt bedoeld in plaats van luisteren naar muziek. Daarnaast waren er 63 artikelen waarin de focus ligt op een andere stoornis of aandoening dan TOS, dus waar taalgerelateerde problemen wel in naar voren komen, maar niet het hoofdonderwerp zijn.

Een totaal van 27 artikelen is dus meegenomen in de tweede screening. Deze artikelen zijn als geheel gescreend, waarna vijf artikelen alsnog geëxcludeerd zijn en er dus 22 overbleven. Voor twee van de artikelen was de reden voor exclusie dat de participanten geen kinderen met TOS zijn, maar kinderen met een diversiteit aan stoornissen en taalproblemen. Een ander artikel focust ook niet concreet op kinderen met TOS, maar op tekortkomingen in spraakperceptie en kortetermijngeheugen van kinderen met spraakontwikkelingsstoornissen. Ook is een artikel geëxcludeerd dat een studie presenteert waarin akoestische stress centraal staat. Deze studie gaat over metrische en syntactische grenzen, die slechts kort worden geïnterpreteerd in het licht van een verstoorde verwerking van ritme. Tot slot is er een artikel geëxcludeerd dat geen origineel onderzoek beschrijft. De studie waarin dat originele onderzoek wel beschreven staat, was al meegenomen in de bronnenlijst.

## **2.4 Data analyse**

Na de bronnenlijst te hebben vormgegeven, zijn alle geïnccludeerde artikelen kritisch gelezen. De artikelen zijn verdeeld over de deelvragen van de huidige studie. Per deelvraag worden de karakteristieken van de geïnccludeerde studies narratief gepresenteerd in het volgende hoofdstuk. Van ieder artikel wordt in ieder geval informatie over de methoden en resultaten van de studie samengevat. Vervolgens wordt een oordeel gegeven over de kwaliteit van de resultaten.

## **3. Resultaten**

### **3.1 Studiekarakteristieken**

Na twee screenings is een bronnenlijst samengesteld van 22 artikelen die geïnccludeerd zijn in de analyse. In 18 van de 22 artikelen zijn studies met participanten met TOS beschreven. De leeftijdsspreiding van de participanten loopt van 4 tot 15 jaar. Verdere informatie over de geïnccludeerde studies is weergegeven in tabel 1. In de tabel is een verdeling gemaakt in drie clusters, passend bij de drie deelvragen.

**Tabel 1***Overzicht van de Karakteristieken van de Geïnccludeerde Studies*

<b>Auteur, jaar</b>	<b>Steekproef- grootte</b>	<b>Leeftijds- spreiding in jaren</b>	<b>Vraagstelling</b>	<b>Methode</b>	<b>Resultaten</b>
<b>Muzikale vaardigheden bij kinderen met TOS</b>					
Jentschke et. al. (2005)	N.v.t.	N.v.t.	Zijn er cognitieve overeenkomsten tussen taalontwikkeling en muzikale vaardigheden?	ERP-studie.	De verwerking van de syntaxis van taal en van muziek lijkt te worden gegenereerd in dezelfde hersengebieden.
Planchou et. al. (2015)	9 (TOS; jong) 17 (TOS; oud)	7-9 10-12	Is woordherkenning makkelijker in een gezongen dan in een gesproken context voor kinderen met en zonder TOS?	Experiment waarin kinderen doelwoorden moeten herkennen in gezongen en gesproken zinnen.	Kinderen met TOS konden in beide contexten slechter woorden herkennen dan kinderen zonder TOS, maar dit was niet makkelijker in de gezongen context.



Caccia & Lorusso (2021)	16 (TOS) 16 (dyslexie) 16 (TT)	10-13	Is er een verschil tussen kinderen met een typische en atypische taalontwikkeling in het verwerken van muzieksequenties die linguïstische prosodie reproduceren?	Een neurietaak, klankdiscriminatietaak en non-woordentaak met muzieksequenties.	Kinderen met TOS presteerden lager op de neurietaak dan kinderen zonder TOS, wat een beperking toont bij het verwerken van muzieksequenties.
Clément et. al. (2015)	18 (TOS) 15 (TT)	8.2-12.9	Is op toon zingen voor kinderen met TOS verstoord?	Een toonhoogte-matching taak en een melodische reproductietaak, waarbij kinderen respectievelijk tonen en melodieën moesten nazingen.	Kinderen met TOS zongen op beide taken minder goed op toon dan kinderen zonder TOS.
Corriveau & Goswami (2009)	21 (TOS) 21 (TT; zelfde leeftijd) 21 (TT; jonger)	<i>M</i> : 10.17 <i>M</i> : 9.75 <i>M</i> : 7.67	Zijn kinderen met TOS minder accuraat in het nadoen van ritmes dan kinderen zonder TOS?	Een timingtaak met een conditie waarin kinderen moesten meetikken met een metronoom en een conditie waarin kinderen na het horen van een metronoom op hetzelfde tempo moesten doortikken.	Kinderen met TOS tikten sneller dan de metronoom in de eerste conditie en waren hierin minder accuraat dan kinderen zonder TOS.

Zelaznik & Goffman (2010)	14 (TOS) 14 (TT)	5.92-8.92 6.08-8.92	Is de ritmische timing van kinderen met TOS minder accuraat dan die van kinderen zonder TOS?	Een timingtaak met het tekenen van cirkels in het tempo van een metronoom.	Er was geen significant verschil tussen kinderen met en zonder TOS in het volgen van het tempo van de metronoom.
Vuolo et. al. (2017)	27 (TOS) 12 (TT)	4-5.92	Is de ritmische timing van kinderen met TOS minder accuraat dan die van kinderen zonder TOS?	Een timingtaak met een metronoom, zowel tikken als in de handen klappen (bimanueel).	Er was geen significant verschil tussen het tempo waarin kinderen met en zonder TOS tikten, maar kinderen met TOS klaptten wel met minder precisie in hun handen.
Ladányi et. al. (2023)	16 (TOS) 113 (TT)	5-7	Is de 'entrainment' regio, het bereik van de tempi die aandachtssynchronisatie mogelijk maken, voor kinderen met TOS anders dan voor kinderen zonder TOS?	Een timingtaak, waarbij kinderen moesten tikken op het tempo passend bij de afbeelding die ze getoond krijgen.	Er was geen significant verschil in 'entrainment' regio tussen kinderen met en zonder TOS.

Cumming et. al. (2015)	45 (TOS) 50 (TT)	6.33-12.08 6.33-11.67	Zijn kinderen met TOS minder accuraat in het nadoen van ritmes dan kinderen zonder TOS?	Een timingtaak met twee korte stukken instrumentale muziek, waarvan één in vierkwartsmaat en één in driekwartsmaat, waarbij kinderen mee moesten tikken.	Er waren significant meer kinderen met TOS met afwijkende tempi dan kinderen zonder TOS.
Ladányi et. al. (2020)	N.v.t.	N.v.t.	Hebben kinderen met ritmeproblemen een verhoogde kans op taalontwikkelingsproblemen?	Review van eerdere studies.	Er is bewijs verzameld voor de ' <i>Atypical Rhythm Risk Hypothesis</i> ', een hypothese die stelt dat problemen met de verwerking van ritme bij kinderen een voorspeller zijn voor o.a. TOS.

---

### Specifieke associaties tussen taal en muziek bij kinderen met TOS

---

Sallat & Jentschke (2015)	29 (TOS) 39 (TT; zelfde leeftijd) 13 (TT; jonger)	5.35 5.3 4.28	Is er een link tussen taalbegrip, taalproductie en werkgeheugen, en de perceptie van melodie en ritme voor kinderen met en zonder TOS?	Een experiment, waarin kinderen moeten aangeven of melodieën en ritmes van muzikale frases correct zijn, en een taalvaardigheidentest.	Kinderen met TOS waren minder goed in het herkennen van schendingen van melodie en ritme dan kinderen zonder TOS. Er is een correlatie ontdekt tussen taalbegrip en perceptie van melodie en ritme.
Mari et. al. (2016)	30 (TOS) 23 (TT)	<i>M</i> : 4.67 <i>M</i> : 5.08	Zijn er correlaties tussen zinsbegrip en vaardigheden in muziekidentificatie bij kinderen met TOS?	Een melodie- en liedjes-identificatietest, waarbij kinderen een karakter aan moeten wijzen die matcht met het liedje dat ze horen.	Kinderen met TOS met een betere liedjesidentificatie hadden ook een beter zinsbegrip.
Gordon et. al. (2015)	N.v.t.	N.v.t.	Zijn er gedeelde cognitieve mechanismes voor ritme (in muziek) en grammatica (in taal)?	Review van studies met methoden voor structurele beeldvorming van de hersenen en fMRI-studies.	Er is overlap van hersennetwerken aangetoond voor grammaticale en ritmische vaardigheden.

---

Ladányi et. al. (2021)	17 (TOS) 17 (TT)	<i>M</i> : 6.2 <i>M</i> : 6.2	Kan ritmische priming grammaticale verwerking stimuleren bij kinderen met en zonder TOS?	Een grammaticabeoordelings-taak, en twee vergelijkbare taken die niet gericht waren op grammaticaverwerking, na het luisteren naar een muzieksequentie met een regelmatig of een onregelmatig ritme.	Kinderen met en zonder TOS oordeelden accurater over de grammaticaliteit van zinnen na het luisteren naar een muzieksequentie met een regelmatig ritme; dit effect was er niet bij de andere taken.
Przybylski et. al. (2013)	12 (TOS) 10 (dyslexie) 20 (TT)	6.17-12.92 6.5-11.92	Wordt het oordelen over grammaticaliteit door kinderen met TOS, dyslexie en een typische taalontwikkeling beïnvloed door een ritmische stimulatie?	Een grammaticabeoordelings-taak na het luisteren naar een muzieksequentie met een regelmatig of een onregelmatig ritme.	Kinderen uit alle drie de groepen presteerden beter op de grammaticabeoordelings-taak na het luisteren naar de muzieksequenties met een regelmatig ritme; voor kinderen met TOS was dit effect het grootst.

Bedoin et. al. (2016)	16 (TOS) 16 (TT)	7.25-11.92	Wordt het oordelen over grammaticaliteit door kinderen met en zonder TOS beïnvloed door een ritmische stimulatie?	Een grammaticabeoordelings-taak na het luisteren naar een muzieksequentie met een regelmatig of een onregelmatig ritme.	Kinderen met en zonder TOS oordeelden accurater over de grammaticaliteit van zinnen na het luisteren naar een muzieksequentie met een regelmatig ritme.
Heaton et. al. (2018)	14 (TOS) 15 (autisme) 16 (TT)	12-15.67	Is er een relatie tussen het auditief kortetermijngeheugen en de muzikale perceptie van kinderen met TOS, met autisme en met een typische ontwikkeling?	Een muzikale verbeeldingstaak met een conditie met vergelijkbare en een conditie met een veranderde toonhoogte en tempo.	Kinderen met TOS presteerden lager dan de andere kinderen, wat toont dat hun geheugenspoor van liedjes sneller vervalst.
Jentschke et. al. (2008)	15 (TOS) 20 (TT)	4.67-5.92 4.25-5.25	Is er een relatie tussen de verwerking van de syntaxis van taal en de syntaxis van muziek voor kinderen met TOS?	ERP-studie met akkoordsequenties die eindigen op een regelmatige grondtoon of een onregelmatige tweede toon.	Bij kinderen met TOS werd geen ERAN en N5 uitgelokt, wat toont dat de verwerking van de muzikale syntaxis van de onregelmatige tonen minder natuurlijk verliep dan bij kinderen zonder TOS.

---

**Huidige interventies van muziektherapie voor kinderen met TOS**

---

Roden et. al. (2019)	40 (TOS; ASTM) 24 (TOS; controle- groep)	<i>M</i> : 4.52	Heeft een auditieve stimulatietraining (ASTM) een positieve invloed op het auditief werkgeheugen, spraakperceptie en foneemdiscriminatieprestaties bij kinderen met TOS?	Een interventiestudie van een ASTM met technisch gemanipuleerd muzikaal materiaal, waarbij kinderen vooraf en achteraf een auditieve screeningstest, een spraakwaarnemingstest en een foneemdiscriminatietest moeten doen.	Kinderen met TOS toonden na de interventie vooruitgang in alle drie de taalvaardigheden.
Tan & Shoemark (2015)	2 (TOS)	6.3-6.8	Heeft een muziekinterventie waarin kinderen moeten zingen effect op de syntaxis en morfologie bij kinderen met TOS?	Een muziekinterventie, waarbij kinderen in een gezongen en gesproken context correct moeten reageren op afbeeldingen.	De gezongen context had een groter effect op de ontwikkeling van de syntaxis dan de gesproken context. Het morfologiedoel was niet gehaald, dus daarvoor kon geen effect worden onderzocht.

---

Wiens & Gordon (2018)	N.v.t.	N.v.t.	Hoe ging de pilotfase van MILEStone als muziekinterventie voor kinderen met TOS in zijn werk?	Een trainingsprogramma (MILEStone) van 20 weken vioollessen, waarvan via een coderingsschema werd bijgehouden hoe de lessen verliepen.	Er was een stabiliteit gevonden in de verhouding muzikale en posturale lesmomenten tussen de deelnemers.
Wetherick (2014)	2 (taalstoornis)	5.08-5.75	Heeft muziektherapie invloed op secundaire effecten (problemen met sociale interactie) van kinderen met een taalstoornis?	Een muziekinterventie waarin de kinderen konden drummen en muzikaal verhalen vertellen. De interventie werd gefilmd en het gedrag van de kinderen werd geanalyseerd.	Muziektherapie had een positief effect op communicatieve interacties tijdens de interventiesessies.

*Noot.* M = 'mean', TOS = taalontwikkelingsstoornis, TT = typische taalontwikkeling



## **3.2 Muzikale vaardigheden bij kinderen met TOS**

### **3.2.1 Cognitieve overeenkomsten taal en muziek**

Bij kinderen met TOS loopt de taalontwikkeling per definitie achter op die van leeftijdsgenoten met een typische ontwikkeling. Om te kunnen spreken van een eventueel effect van muziektherapie op de taalontwikkeling van kinderen met TOS, is het in de eerste plaats essentieel om te onderzoeken of er een relatie is tussen taalontwikkeling en muzikale vaardigheden. Om een dergelijk verband te constateren, hebben Jentschke et al. (2005) ERP's ingezet. Hiermee hebben ze onderzocht hoe de verwerking van taal en muziek cognitief in zijn werk gaan. Voor de verwerking van taal is ontdekt dat de ELAN ('*early left anterior negativity*') een markeerder is. Er wordt aangenomen dat de ELAN de automatische vorming van de initiële grammaticale structuur weerspiegelt, wat de identificatie omvat van de syntactische categorie van het binnenkomende woord waarop een syntactische structuur wordt gebouwd. Voor de verwerking van muziek is de ERAN ('*early right anterior negativity*') een markeerder, die een reactie is op onregelmatigheden in de syntaxis van muziek. Voor taal en muziek zijn er dus verschillende ERP-componenten waarin schendingen van de syntaxis tot uiting komen: de ELAN voor schendingen van de taalkundige syntaxis en de ERAN voor schendingen van de muzikale syntaxis. Wat opvallend is, is dat er enkele kenmerken zijn van deze ERP-componenten die overeenkomen. De meest relevante overeenkomst is dat de ERAN en ELAN in vergelijkbare hersengebieden worden gegenereerd. De bron van beide lijkt met behulp van MEG en fMRI namelijk in de inferieure frontale cortex te zijn. De neurale correlaten van de syntactische verwerking van muziek bevinden zich, gedeeltelijk, in de inferieure frontolaterale cortex en in de anterieure superieure temporale gyrus.

Het onderzoek van Jentschke et al. (2005) heeft dus aangetoond dat vergelijkbare hersengebieden betrokken lijken bij de verwerking van de syntaxis van taal en de syntaxis van muziek. Maar wat betekent dit dan voor kinderen met TOS? Voor kinderen met TOS is de verwerking van de syntaxis van de taal verstoord. Zal de verwerking van muzikale structuren voor hen dan ook verstoord zijn? Om dit te achterhalen hebben Jentschke et al. (2008) door middel van de ERAN en de N5 ('*late negativity*') onderzocht of kinderen met TOS een verstoorde verwerking hebben van de syntaxis van muziek. Aan hun studie namen 35 kinderen deel, waarvan 15 kinderen met TOS in een testgroep en 20 kinderen zonder TOS die een controlegroep vormden. Door middel van verschillende testen werden de muzikale vaardigheden van beide groepen gemeten. Een van deze testen en de manier waarop de ERAN en N5 werden uitgelokt, zullen onder 3.3.3 worden toegelicht. Wat werd gevonden, was dat

noch de ERAN noch de N5 werden uitgelokt bij kinderen met TOS, wat aantoont dat kinderen met TOS duidelijk verschillen van kinderen zonder TOS in hun verwerking van muziek-syntactische informatie.

### **3.2.2 Experimenteel onderzoek**

Uit het neurocognitieve onderzoek is gebleken dat er een verband is tussen de taalvaardigheden en muzikale vaardigheden bij kinderen met TOS. De vervolgvraag is of het ook te merken is dat kinderen met TOS verstoorde muzikale vaardigheden hebben. Er zijn verschillende experimentele studies gedaan om dit te onderzoeken. De focus ligt hierbij wisselend op de perceptie en de productie van muziek.

#### **3.2.2.1 Perceptie**

De perceptie van muziek is het proces van waarnemen en interpreteren van elementen van muziek, net als dat de perceptie van taal het waarnemen en interpreteren van elementen van taal is. Hiervan is woordherkenning in gesproken of geschreven teksten een onderdeel. Voor het onderzoeken van de perceptie van muziek, hebben Planchou et al. (2015) een studie gedaan naar woordherkenning in een muzikale, gezongen tekst. Het was hun doel om te onderzoeken of woordherkenning makkelijker is in gezongen dan in gesproken zinnen, omdat eerdere bevindingen hadden getoond dat spraakperceptie beïnvloed wordt door zowel de verbale context als de muzikale context wanneer stimuli werden gezongen. Planchou et al. (2015) hebben drie experimenten gedaan. Hierbij waren de participanten in de eerste twee experimenten kinderen met een typische taalontwikkeling en in het derde experiment kinderen met TOS. Beide groepen waren onderverdeeld in een groep jonge kinderen (7 tot 9 jaar) en een groep oudere kinderen (10 tot 12 jaar). De stimuli in het tweede en derde experiment bevatten 24 doelwoorden uit een repertoire van kinderliedjes. Kinderen moesten op een computer een videospel spelen. In het spel werden regelmatig de doelwoorden uitgesproken. Iedere keer werd kort nadat een doelwoord was gesproken, een zin gepresenteerd die dit doelwoord wel of niet bevatte. Deze zinnen kwamen uit de kinderliedjes. Het kind moest na afloop van de zin aangeven of het doelwoord erin voorkwam. De doelwoorden werden in de zinnen wisselend gepresenteerd in vier verschillende condities. In een gezongen conditie werd de zin gezongen zoals het hoort in het kinderliedje, in een langzame spraakconditie werd de zin langzaam uitgesproken, in een prosodieconditie werden de lettergrepen van de zin op andere toonhoogtes gezongen, en in een natuurlijke spraakconditie werden de zinnen op een natuurlijke wijze uitgesproken. Deze zinnen werden geproduceerd door een professionele zanger en iedere zin bevatte een of geen van de doelwoorden. Wat gemeten werd in dit experiment, is het aantal

correcte antwoorden dat de kinderen gaven op de vraag of het doelwoord in de zin voorkwam. Kinderen met TOS gaven meer foute antwoorden dan kinderen zonder TOS. De scores van de oudere kinderen met TOS waren bijna gelijk aan de scores van de jongere kinderen zonder TOS. Een significant verschil tussen de vier condities werd niet gevonden. Er is dus geen effect gevonden van gezongen tegenover gesproken stimuli.

Ook Caccia en Lorusso (2021) hebben een experiment gedaan naar de perceptie van muziek bij kinderen met taalproblemen. Omdat de perceptie van ritme cruciaal is voor de taalontwikkeling (Corriveau et al., 2010) en ritme bijdraagt aan het suprasegmentele deel van spraak, is in de studie van Caccia en Lorusso (2021) de relatie onderzocht tussen prosodie en muziekverwerking bij Italiaanse kinderen met TOS, met dyslexie en met een typische taalontwikkeling. In totaal deden 48 participanten mee aan het onderzoek, 16 per groep. De participanten kregen een drietal testen. De eerste was een neurietaak. Kinderen moesten luisteren naar zinnen die syntactisch ambigu zijn, maar die door prosodie gedisambigued zijn. In 1) staat een voorbeeldzin, waarvan a) en b) mogelijke syntactische interpretaties zijn. Door prosodie, in dit geval aanpassingen in formanten, wordt duidelijk gemaakt welke interpretatie bedoeld wordt. Na elke gesproken zin werden twee zinnen geneuried zonder woorden, waarvan de kinderen moesten kiezen welke overeenkomt met de doelzin. Ze moesten de prosodische structuur van een gedisambigued zin dus matchen met een geneuriede versie.

- 1) a) [Quando Marta guida] [la macchina fuma]  
[“Wanneer Maria rijdt”] [“rookt de auto”]
- b) [Quando Marta guida la macchina] [fuma]  
[“Wanneer Maria auto rijdt”] [“rookt ze”]

De volgende taak was een klankdiscriminatietaak, waarbij kinderen naar paren van muzikale prosodiesequenties luisterden en moesten aangeven of de twee sequenties hetzelfde waren. Deze sequenties bestonden ofwel uit twee keer hetzelfde woord met nadruk op dezelfde lettergreep ofwel uit twee keer hetzelfde woord maar met nadruk op een andere lettergreep. De derde taak ging om non-woorden. Kinderen luisterden naar non-woorden, waarna telkens twee muzikale sequenties afgespeeld werden, bestaande uit dezelfde lettergrepen, maar met diverse posities van nadruk. Het was aan de kinderen de taak om de muzikale sequentie uit te kiezen die correspondeerde met het non-woord. Voor alle drie de taken werd verwacht dat kinderen met TOS en met dyslexie een beperking zouden tonen bij het verwerken van muzikale sequenties die linguïstische prosodie reproduceren. De resultaten lieten zien dat kinderen met

TOS meer moeite hebben met het associëren van syntactische structuren aan de prosodie van geneuriede zinnen vergeleken met kinderen met een typische ontwikkeling. Daarnaast reageerden kinderen met TOS trager bij de test met de non-woorden. Dit wijst dus mogelijk op verstoorde muzikale perceptie bij kinderen met TOS.

### **3.2.2.2 Productie**

De meerderheid van de studies naar de muzikale vaardigheden van kinderen met TOS is gericht op de perceptie van muziek. Clément et al. (2015) hebben juist de nadruk gelegd op de productie van muziek om te onderzoeken of dat bij kinderen met TOS verstoord is. Ze hebben acht kinderen met TOS en vijftien typische ontwikkelende kinderen twee zangtaken laten uitvoeren. Het concept van de taak was dat de kinderen een computerspel moesten spelen met een avatar die af en toe op een vakje belandt waar een kleine zangtaak bij hoort. De eerste taak was een toonhoogte-matching taak, waarbij telkens een pianogeluid wisselend in toonhoogte twee keer werd aangeboden en het kind het daarna na moest zingen op de /la/-lettergreep. De tweede taak was een melodische reproductietaak. Hiervoor moesten de kinderen korte melodieën nazingen, waar ze al dan niet al bekend mee waren. Voor het meten van de accuraatheid van de toonhoogte-matching taak werd de toonhoogte van het kind vergeleken met die van het pianogeluid. Hiermee werd ontdekt dat kinderen met TOS minder accuraat waren in het reproduceren van de toonhoogte dan kinderen zonder TOS. De kwaliteit van de gezongen melodieën in de melodische reproductietaak werd beoordeeld door een groep volwassenen zonder taalproblemen. De gemiddelde rating van kinderen met TOS lag lager dan van de controlegroep. Hieruit kan dus worden geconcludeerd dat kinderen met TOS, naast een mogelijk verstoorde muzikale perceptie, een verstoorde productie hebben wat betreft zang.

#### **3.2.2.2.1 Ritmische timing**

Een aspect waar door meerdere onderzoekers op is gefocust in de analyse van de muzikale productie bij kinderen met TOS, is ritmische timing. Dit is het waarnemen van een ritme en dit ritme motorisch kunnen volgen. Allereerst hebben Corriveau en Goswami (2009) een experiment gedaan waaraan kinderen met en zonder TOS deelnamen. Ze hadden twee condities, namelijk een conditie waarbij de kinderen moesten meetikken met een metronoom en één waarbij de metronoom stopte en de kinderen op hetzelfde tempo moesten proberen door te tikken. Voor de eerste conditie kwam uit de resultaten naar voren dat de kinderen met TOS sneller tikten dan de metronoom terwijl kinderen zonder TOS synchroon bleven met de metronoom. Hieruit blijkt dus dat de ritmische timing bij kinderen met TOS verstoord is. Ook Zelaznik en Goffman (2010) hebben onderzoek gedaan naar motorische vaardigheden voor

ritmische timing bij kinderen met TOS. Kinderen van zes tot acht jaar namen deel aan een aantal timingtaken, waaronder een test waarin ze cirkels moesten tekenen in hetzelfde tempo als het tikken van de metronoom waar ze naar luisterden. Ze hoorden 14 tonen in een constant tempo en moesten dus in totaal 13 cirkels tekenen. De kinderen met TOS waren niet significant minder precies in het volgen van het tempo van de metronoom tijdens deze taak dan de kinderen zonder TOS. Ritmische timing lijkt volgens deze studie dus, in tegenstelling tot de studie van Corriveau en Goswami (2009), gespaard te blijven bij TOS. Vuolo et al. (2017) hebben nog een stapje verder gezet in dit onderzoek door een experiment uit te voeren met een bimanuele timingtaak. De deelnemende kinderen kregen eerst dezelfde taak als de participanten bij de studie van Corriveau en Goswami (2008), namelijk om met hun dominante hand mee te tikken in een tempo dat aangegeven werd door een metronoom. Daarna kregen ze de bimanuele taak, waarin ze in hun handen moesten klappen op het tempo van de metronoom. Uit dit onderzoek bleek geen verschil tussen de kinderen met en zonder TOS voor de taak waarin ze moesten tikken. Echter, voor de bimanuele timingtaak werd wel een verschil gevonden tussen de groepen. De kinderen met TOS waren namelijk minder precies in hun timing dan de kinderen zonder TOS, wat betekent dat ze afwisselend te snel en te langzaam klaptten. Een laatste te benoemen studie naar ritmische timing bij kinderen met TOS, is een experiment van Ladányi et al. (2023). Ze poogden met een taak waarin kinderen moesten tikken, te onderzoeken of de ‘*entrainment*’ regio voor kinderen met TOS anders is dan voor kinderen zonder TOS. De ‘*entrainment*’ regio is het bereik van de tempi die aandachtssynchronisatie mogelijk maken. Individuen zijn namelijk alleen in staat om regelmatigheid te verwerken van tempi die binnen hun ‘*entrainment*’ regio vallen. De taak in de studie van Ladányi et al. (2023) was dat kinderen in drie verschillende condities moesten tikken op een iPad tijdens het zien van afbeeldingen. In een van de condities zagen kinderen een afbeelding van iemand die in bed ligt en kregen ze de opdracht om op een comfortabel tempo te tikken dat bij die afbeelding past. In een andere context zagen ze een slak en moesten ze net zo traag tikken als daarbij past, en in de laatste zagen ze een raceauto en moesten ze net zo snel tikken als daarbij past. De ‘*entrainment*’ regio werd gemeten door het verschil te nemen tussen de bovenste (langzame) en onderste (snelle) grenzen van het tikken op een ritme dat genormaliseerd is door het spontane tempo van het kind. Er werd hierin geen significant verschil gemeten tussen de kinderen met en zonder TOS. Wel was de onderste grens voor kinderen met TOS significant hoger dan voor kinderen zonder TOS, wat betekent dat kinderen met TOS hun langzame tikken niet zo langzaam konden uitvoeren als de kinderen zonder TOS. Een ander experiment waarin ritmische timing werd onderzocht bij kinderen met TOS, is van Cumming et al. (2015). In plaats van kinderen met en

zonder TOS mee te laten tikken met een metronoom, moesten ze in die studie meetikken tijdens het luisteren naar instrumentale muziek. Hieruit bleek dat de tempi van het tikken van de kinderen met TOS significant meer afweken van de muziek dan die van kinderen zonder TOS.

In het algemeen kan uit de zojuist genoemde studies naar de verwerking van ritme bij kinderen met TOS geconcludeerd worden dat die verwerking verstoord is, ondanks dat niet elk onderzoek dit uitwees. Dit element van muzikale productie naast perceptie lijkt dus verstoord te zijn bij kinderen met TOS. In een studie van Ladányi et al. (2020) is tevens de '*Atypical Rhythm Risk Hypothesis*' voorgesteld, een hypothese die stelt dat kinderen met een atypisch ritme een groter risico lopen op een ontwikkelingsstoornis van taal/spraak. Met een atypisch ritme wordt bedoeld dat kinderen ritmische regelmatigheden niet goed kunnen verwerken. De hypothese is gebaseerd op onderzoek dat heeft aangetoond dat de ontwikkeling van ritmeverwerking al begint bij zuigelingen, en op de genoemde studies die tonen dat ritme bij kinderen met taalproblemen verstoord is. Deze hypothese hebben Ladányi et al. (2020) ingekaderd binnen grotere epidemiologische literatuur waarin onderliggende biologie bij klinisch verschillende aandoeningen is getest (Kalashnikova et al., 2019; Peretz & Vuvan, 2017). Er moet nog vervolgonderzoek worden gedaan om experimenteel bewijs te leveren voor de hypothese en daarmee te kunnen concluderen dat jonge kinderen met ritmeproblemen een verhoogde kans hebben op taalontwikkelingsproblemen.

### **3.3 Specifieke associaties tussen taal en muziek bij kinderen met TOS**

Nu gebleken is dat diverse muzikale vaardigheden bij kinderen met TOS verstoord zijn, is het relevant om te onderzoeken welke specifieke onderdelen van taal en muziek geassocieerd zijn en op welke manier bepaalde elementen van muziek invloed hebben op de taalvaardigheden van kinderen met TOS. Daar inzicht in verkrijgen, kan ertoe bijdragen dat kinderen met TOS op een passende manier geholpen worden door middel van muziektherapie.

#### **3.3.1 Basiselementen van muziek: melodie en ritme**

Voor het vastleggen van een link tussen specifieke elementen van taal en muziek wordt allereerst gekeken naar melodie en ritme, twee basiselementen van muziek. Sallat en Jentschke (2015) hebben in hun studie een link gelegd tussen de perceptie van taal en de perceptie van melodie en ritme. Aan hun studie namen kinderen met TOS deel als testgroep. Daarnaast was er een controlegroep bestaande uit kinderen zonder TOS met dezelfde leeftijd als de testgroep, en een controlegroep bestaande uit jongere kinderen zonder TOS met een vergelijkbaar taalniveau als de kinderen van de testgroep. De studie bestond uit vijf experimentele sessies

van elk 20 à 25 minuten. Tijdens de sessies werden taalvaardigheden (taalbegrip, productie van taal en werkgeheugen), intelligentie en muzikale vaardigheden gemeten. De taalvaardigheden werden onderzocht door middel van een gestandaardiseerde Duitse taalscreening. Voor het meten van de muzikale vaardigheden werden beginfrases van kinderrimpjes gebruikt. De kinderen speelden een spel waarin ze een speelgoedkonijn moesten helpen door aan te geven of zijn muzikale frases correct waren of niet. Hiermee werden melodische perceptie, ritmisch-melodische perceptie en melodische herkenning gemeten. Voor de melodische en ritmisch-melodische perceptie waren er drie verschillende condities, namelijk een standaard melodie of ritme, een getransponeerde versie en een vergelijkbare versie. Voor de vergelijkbare versie van de melodische stimuli werd een andere melodie gebruikt met een vergelijkbare harmonische structuur en lengte, en voor de vergelijkbare versie van de ritmische stimuli werd het ritme op verschillende posities in de frase enigszins aangepast. Voor het meten van melodische herkenning moesten kinderen het begin van de kinderrimpjes onderscheiden. De resultaten van deze studie lieten zien dat kinderen met TOS minder goed waren in het herkennen van schendingen van melodie en ritme dan kinderen zonder TOS. Daarnaast werden significante correlaties gevonden tussen de taalbegriptest en muziekperceptie bij de ritmisch-melodische perceptietaak en de melodische herkenningstaak. Hierin werd een link gelegd tussen taalbegrip en melodie en ritme in muziek.

### **3.3.1.1 Melodie**

Mari et al. (2016) hebben in hun studie specifiek onderzoek gedaan naar de identificatie van melodieën. Er namen 30 Italiaanse kinderen met TOS van gemiddeld 5 jaar deel aan het onderzoek en 23 kinderen zonder TOS. Het doel van de studie was het bestuderen van correlaties tussen taalvaardigheden en vaardigheden in de identificatie van muziek. De taalvaardigheden van de kinderen werden getest door onder andere een test voor zinsbegrip. Kinderen zagen tekeningen en kregen zinnen gepresenteerd, waarbij de opdracht was om per zin de corresponderende tekening aan te wijzen. Voor het meten van de identificatie van muziek was er een melodie- en een liedjesidentificatietest. Hiervoor werden populaire Italiaanse kinderliedjes gebruikt. Voor de melodie-identificatie bestonden de stimuli uit pianoversies met enkel de melodielij. De opdracht voor de kinderen was om zittend achter een computer naar de stimuli te luisteren en na elk item de hoofdrolspeler die geassocieerd wordt met het kinderliedje aan te wijzen. In de analyse van de taal- en muziektesten van deze studie werd gevonden dat de correlatie tussen zinsbegrip en liedjesidentificatie voor de kinderen met TOS

significantie naderde. Er lijkt dus een beperkte link te zijn tussen zinsbegrip en identificatie van melodie in muziek.

### 3.3.1.2 Ritme

Wat muzikaal ritme betreft, is in meerdere studies een link gevonden met grammatica. Zo hebben Gordon et al. (2015) deze link gevonden door middel van gedrags- en hersendata en Ladányi et al. (2021) en Przybylski et al. (2013) door middel van beoordelingstaken. Gordon et al. (2015) beoordeelden eerdere studies met bewijs voor gedeelde cognitieve mechanismes voor ritme en grammatica, en breidden dit uit door de link te onderzoeken tussen een verstoord ritme en een achterstand in de grammaticale ontwikkeling bij kinderen met TOS. Met behulp van een EEG-opname is de P600 gevonden als ERP-component die de integratie van een woord in de grammaticale context reflecteert. Ook aandacht voor de ritmische structuur van zinnen versterkte de P600-reactie, wat wil zeggen dat schendingen van ritme een piek in hersenactiviteit veroorzaakte. Daarnaast hebben fMRI-studies overlap van hersennetwerken aangetoond voor grammaticale en ritmische vaardigheden. Door middel van een experiment hebben Ladányi et al. (2021) het effect onderzocht van ritmische priming op grammaticaverwerking. De participanten waren 5- tot 7-jarige Hongaarssprekende kinderen met en zonder TOS. Ze moesten een drietal testen doen, waaronder een grammaticabeoordelingstaak. In deze taak moesten de kinderen luisteren naar afwisselend regelmatige (met een duidelijke ritmische structuur) en onregelmatige muzieksequenties. Na iedere sequentie kregen ze een zin te zien, waarvan ze moesten beoordelen of deze grammaticaal was. Van de zinnen was de helft grammaticaal. In de andere helft van de zinnen waren aanpassingen gedaan zodat er geen overeenstemming was van getal tussen persoonsvorm en onderwerp, of van tijd tussen werkwoord en bijwoord. In 2) staan voorbeelden van deze stimuli.

2)	<b>Grammaticale versie</b>	<b>Ongrammaticale versie</b>
Overeenstemming van getal	<i>A kisbaba alszik az ágyban.</i> “The baby is sleeping in the bed.”	<i>*A kisbaba alszanak az ágyban.</i> “The baby are sleeping in the bed.”
Overeenstemming van tijd	<i>Tegnap este sok fagyit kaptunk.</i> “We got a lot of ice-cream last evening”	<i>*Tegnap este sok fagyit kapunk.</i> “We get a lot of ice-cream last evening”

Naast de grammaticabeoordelingstaak moesten de kinderen ook twee vergelijkbare taken uitvoeren die niet gericht waren op grammaticaverwerking. Beide groepen, kinderen met en



zonder TOS, presteerden op de grammaticabeoordelingstaak beter na het horen van een regelmatige ritmische sequentie dan na een onregelmatige sequentie, en dat was niet zo bij de andere twee testen. Er is geen verschil gevonden tussen kinderen met en zonder TOS. Ook Przybylski et al. (2013) hebben onderzoek gedaan naar het effect van ritmische auditieve stimulatie op grammaticaverwerking. De participanten waren kinderen met TOS, kinderen met dyslexie en kinderen met een typische ontwikkeling. De methodologie was verder vergelijkbaar met de studie van Ladányi et al. (2021). Deelnemende kinderen luisterden naar regelmatige en onregelmatige muzieksequenties, gevolgd door blokken van grammaticaal correcte en incorrecte zinnen. Voor de zinnen moesten ze oordelen of ze grammaticaal correct waren of niet. Uit de uitkomsten kwam dat de oordelen van alle drie de groepen beter waren na het luisteren naar de regelmatige muzieksequenties. Dit effect was het grootst voor de kinderen met TOS. Een andere studie naar de invloed van temporele regelmatigheden op grammaticaverwerking is uitgevoerd door Bedoin et al. (2016). Aan hun studie namen Franse kinderen deel van zeven tot elf jaar. Een deel van de kinderen had TOS en een ander deel had een typische ontwikkeling en vormde de controlegroep. Aan de kinderen werden auditief 48 zinnen gepresenteerd in acht blokken van zes zinnen, waarvan er telkens drie grammaticaal correct waren en drie grammaticaal incorrect. Vóór elk blok werd een van twee soorten stimuli auditief gepresenteerd. De stimuli bestond uit een doelconditie en een conditie als controle. Die eerste conditie was een muzikale sequentie die een ritmische structuur bevatte, uitgevoerd door twee percussie-instrumenten. De tweede daarentegen bevatte omgevingsgeluid, waar geen temporele regelmatigheden uit af te leiden waren. Er was dus geen conditie die uit stilte bestaat. De kinderen kregen de taak om na iedere zin die aan ze werd gepresenteerd, te oordelen over de grammaticaliteit ervan. Het aantal correcte antwoorden werd gemeten. Hieruit bleek dat de kinderen in beide groepen beter konden oordelen over de grammaticaliteit van de zinnen na de sequentie met een ritmische structuur dan na het omgevingsgeluid. Gemiddeld genomen presteerden de kinderen met TOS slechter dan de kinderen van de controlegroep. De zojuist besproken studies hebben getoond dat er enige mate van evidentie is dat het inzetten van ritme de verwerking van grammatica bij kinderen met TOS kan stimuleren, al lijkt er hierin niet in alle gevallen een significant verschil te zijn tussen kinderen met en zonder TOS.

### **3.3.2 Geheugen**

Een ander (veelvoorkomend) symptoom van kinderen met TOS, is dat ze een beperkt auditief kortetermijngeheugen hebben. Heaton et al. (2018) hebben onderzocht of er een relatie is tussen het auditief kortetermijngeheugen en de muzikale perceptie van kinderen met TOS, kinderen

met autisme en kinderen met een typische ontwikkeling. Dit hebben ze gedaan door middel van een experiment naar de muzikale verbeelding bij afwezigheid van een externe stimulus. Kinderen luisterden naar tien seconden van een bekend liedje, waarna er een stilte was van vijf seconden, gevolgd door het vervolg van het liedje. Het vervolg van het liedje was wisselend in de correcte of incorrecte toonhoogte en in het correcte of incorrecte tempo. De kinderen werd gevraagd om aan te geven of er een verandering in het vervolg van het liedje was of niet. De kinderen met TOS maakten meer fouten in deze test dan de kinderen uit de andere groepen, wat betekent dat het geheugenspoor van het liedje bij kinderen met TOS sneller vervalt dan bij typisch ontwikkelende kinderen. Dit is een mogelijke verklaring voor hun algemene onderprestaties op muzikaal gebied.

### **3.3.3 Syntaxis**

Een ander element van taal waarvoor onderzoek gedaan is om te ontdekken of een bepaalde vorm van muziek er effect op heeft, is de syntaxis. Zo is in een studie van Jentschke et al. (2008) onderzoek gedaan naar de grammarverwerking van kinderen met TOS na stimuli met of zonder regelmatigheid in akkoordprogressies. Door middel van een experiment waarin kinderen met TOS naar diverse soorten frases moesten luisteren, hebben ze gemeten of kinderen met TOS een tragere syntaxisverwerking hebben dan kinderen zonder TOS. Deelnemende kinderen aan de studie waren Duitse kinderen met en zonder TOS van 4 en 5 jaar oud. Hun taalvaardigheden werden gemeten door middel van een taak voor zinsbegrip, voor het vormen van meervouden, voor herhaling van non-woorden en voor de herhaling van zinnen. De muzikale vaardigheden werden gemeten door kinderen te laten luisteren naar akkoordsequenties in verschillende toonsoorten, gespeeld op een piano. De sequenties volgden de structuur van een toonladder, maar eindigden wisselend op een regelmatige grondtoon of op een onregelmatige tweede toon in de toonladder. De kinderen zaten stil en hoefden niets te doen tijdens het luisteren. Er werd een EEG-opname gemaakt, waarna de ERP-reactie werd gemeten van de regelmatige grondtonen en onregelmatige tweede tonen. De ERAN en N5 werden alleen uitgelokt bij de groep kinderen zonder TOS en niet bij de kinderen met TOS, wat laat zien dat die laatste groep moeite had met de verwerking van de muzikale syntaxis van de onregelmatige tweede tonen. Dit resultaat suggereert dat moeilijkheden met het verwerken van de syntaxis van taal gepaard lijkt te gaan met moeilijkheden met het verwerken van de syntaxis van muziek.

### **3.4 Muziektherapeutische interventies voor kinderen met TOS**

#### **3.4.1 Auditieve stimulatietraining**

Het gebruik van muziek in interventies voor kinderen met TOS is de laatste jaren af en toe toegepast. Zo beschrijven Roden et al. (2019) een interventiestudie waarin kinderen met TOS auditieve stimulatietraining (ASTM) kregen. Dit is een auditief trainingsprogramma dat gebruikmaakt van gemoduleerde muzikale geluidsmaterialen om de auditieve verwerking te stimuleren. Volgens Roden et al. (2019) focusten geen van de eerdere studies over auditieve stimulatietraining op het verbeteren van taalvaardigheden. In hun studie lag hier daarom juist de focus op. 101 kinderen met TOS van gemiddeld vier jaar oud namen deel aan de interventiestudie. In drie sessies van dertig minuten, verspreid over twaalf weken, kregen deelnemende kinderen in kleine groepjes ofwel ASTM ofwel namen ze als controlegroep deel aan een pedagogisch activiteitenprogramma. De stimuli van de ASTM bestonden uit technisch gemanipuleerd muzikaal materiaal. Dit waren klassieke stukken van Mozart, Bach en Vivaldi, die in eerste instantie origineel werden gepresenteerd, maar waarvan gedurende de interventiesessies de lage geluidsfrequenties werden verwijderd en de hoge frequenties werden versterkt om zo het geluidsspectrum aan te passen aan die van spraak. De enige taak die de kinderen kregen, was te luisteren naar de muziek. Tegelijkertijd mochten ze zelf wel een stille activiteit doen, zoals schilderen of plaatjesboeken lezen. Het doel van de interventiestudie was om de effecten van ASTM te ontdekken in kinderen met TOS voor het auditief werkgeheugen, spraakperceptie en foneemdiscriminatieprestaties. Om dit doel te bereiken deden de kinderen voor en na de interventie een auditieve screeningstest, een spraakwaarnemingstest en een foneemdiscriminatie test. Voor alle drie deze testen toonden kinderen in de ASTM groep een significante vooruitgang met hoge effectgroottes na de interventie ten opzichte van kinderen in de controlegroep. Een interventie gericht op de auditieve perceptie van muziek blijkt dus positieve invloed te hebben op enkele taalvaardigheden van kinderen met TOS.

#### **3.4.2 Interventie met zangcontexten**

Een voorbeeld van een muziekinterventie gericht op de productie van muziek in plaats van de perceptie van muziek is een interventie waarin door middel van zang werd gepoogd de ontwikkeling van de syntaxis en morfologie van kinderen met TOS te stimuleren (Tan & Shoemark, 2015). Twee kinderen van zes jaar met TOS volgden een zestal tweewekelijkse individuele interventiesessies van elk ongeveer dertig minuten. Elke sessie was in de eerste helft gericht op syntaxis en in de tweede helft op morfologie. Tijdens zo'n sessie werd het materiaal door de logopedist wisselend gepresenteerd in een gezongen en een gesproken

context. De structuur van een sessie was als volgt. In eerste instantie introduceerde de logopedist een doelzinsstructuur door een afbeelding te laten zien en de bijbehorende zin te modelleren in de gezongen of gesproken context. Vervolgens zongen of zeiden het kind en de logopedist de doelzin gezamenlijk. In de volgende stap begonnen ze weer gezamenlijk, maar stopte de logopedist halverwege, zodat het kind de zin in zijn of haar eentje voltooide. In de laatste stap was het aan het kind om de zinnen zelfstandig te kunnen zingen of spreken. Het kind kreeg hiertoe veertien afbeeldingen te zien en zong of zei de bijbehorende zinnen zelfstandig. Voor de gezongen contexten waren natuurlijke intonatiepatronen van doelzinnen vertaald naar muzikale prosodie en de melodie werd begeleid door een gitaar. Tan en Shoemark (2015) hebben de effectiviteit van deze interventie onderzocht in een case studie. Ze hebben de reacties van de kinderen tijdens de sessies opgenomen en getranscribeerd. Het percentage accurate initiële reacties op doelstimuli bepaalde of het doel binnen de sessie was bereikt. Het criterium hiervoor was twaalf van de veertien reacties op afbeeldingen correct zelfstandig kunnen uiten. Van de stimuli voor de syntaxis werd gevonden dat de gezongen context effectiever kon zijn dan de gesproken context. De melodische en ritmische elementen van zang kunnen effectief geweest zijn in het verstrekken van informatie over de lengte van de zin en het aantal lettergrepen, waardoor het weglaten van grammaticale functiewoorden, zoals hulpwerkwoorden, verminderd werd in de gezongen context. Wat de morfologie betreft kon het effect van de gezongen versus gesproken context niet worden gemeten, omdat beide kinderen het doel voor de morfologie niet hadden gehaald aan het eind van de interventie. Dit gebrek aan vooruitgang in morfologie wijst op intensiteit van een interventie die benodigd is voor kinderen met TOS.

### **3.4.3 Viollessen**

Wiens en Gordon (2018) beschrijven een interventie waarvan de intensiteit hoger ligt dan die van Tan en Shoemark (2015). De interventie waar het om gaat, is een pilot van een trainingsprogramma genaamd MILEStone (*Music Impacting Language Expertise*). Dit is een programma waarin kinderen met TOS twintig weken lang viollessen aangeboden kregen met als primair doel de ritmeverwerking en het gevoel voor ritmische structuur te vergroten en daarmee taalresultaten te verbeteren. In de lessen werd zowel aandacht gevestigd op algemene muzikale instructies (concepten zoals ritme en toonhoogte) als ook op instructies over de houding (hoe het kind de viool of het lichaam houdt). Een voorbeeld van een onderdeel van muzikale instructie tijdens een les is dat de muzikleraar vier kwartnoten speelt en tegelijkertijd het woord 'alligator' zegt, en daarna aan het kind vraagt hoeveel noten 'alligator' heeft. Iedere

les werd gefilmd vanuit twee hoeken en alle uitingen met muzikale instructies werden genoteerd. Een coderingsschema werd vervolgens bijgehouden om te noteren hoe de lessen verliepen. Een hoge stabiliteit was gevonden in de verhouding muzikale en posturale lesmomenten tussen de deelnemers van het programma. In het coderingsschema werd verder bijgehouden of de reactie van de leerling op instructies actief, passief of non-participatief was. Wiens en Gordon (2018) hebben de effectiviteit van deze interventie op de taalvaardigheden van de deelnemende kinderen niet direct gemeten. Wel hebben ze aangeraden om in het vervolg voor een dergelijke interventie in het coderingsschema de kwantiteit en kwaliteit van de verbalisaties van de leraren op te nemen.

#### **3.4.4 Secundaire effecten van huidige muziekinterventies**

Naast dat muziekinterventies invloed kunnen hebben op de ontwikkeling van bijvoorbeeld de morfologie en syntaxis van taal van kinderen met TOS, kunnen dergelijke interventies ook secundaire effecten van TOS beïnvloeden. Een voorbeeld hiervan is sociale communicatie, wat door de pragmatiek, het onderdeel van de taalkunde waarin de relatie tussen een taaluiting en de situatie waarin het wordt toegepast, wordt bestudeerd. Kinderen met TOS ervaren vaak naast taalproblemen ook moeilijkheden met sociale interactie, emotieregulatie en zelfvertrouwen (Wetherick, 2014). In een studie van Wetherick (2014) werd voor twee jongens van vijf jaar met taalontwikkelingsproblemen het effect onderzocht van muziektherapie. Deze jongens hadden een vertraagde taalontwikkeling en daarnaast problemen met sociale interactie. De zeventien therapie sessies begonnen en eindigden met dezelfde liedjes en daartussen kregen de kinderen onder andere de mogelijkheid om spellen te doen met drummen en muzikaal en verbaal verhalen te vertellen. De sessies werden gefilmd, zodat kon worden teruggekeken hoe de jongens zich gedroegen. Na afloop werd geconcludeerd dat competitief en agressief spelen afnam gedurende de sessies en dat coöperatief spelen en spontane pogingen tot verbale communicatie toenamen. Hieruit is dus gebleken dat muziektherapie kan helpen voor communicatieve interacties bij kinderen met taalproblemen.

Uit de hierboven genoemde interventies voor kinderen met TOS is gebleken dat zowel de perceptie als de productie van muziek positieve effecten kunnen hebben op onder andere geheugen, syntaxis en fonologie, en dat dergelijke interventies ook communicatieve vaardigheden kunnen verbeteren.

## 4. Discussie

In deze studie wordt onderzoek gedaan naar muziektherapie als interventie voor kinderen met TOS. De aanleiding voor deze studie was dat uit onderzoek gebleken is dat er een relatie bestaat tussen taal en muziek, en dat verwacht werd dat muziek invloed kan hebben op de taalontwikkeling van kinderen met TOS. De doelstelling van de huidige studie is dan ook om in kaart te brengen hoe de relatie tussen taal en muziek bij kinderen met TOS eruitziet, welke aspecten van taal en muziek bij hen geassocieerd zijn en welke vormen van muziektherapie al ingezet worden. Dit om uiteindelijk antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag wat het effect van muziektherapie is op de ontwikkeling van taalvaardigheden bij kinderen met TOS.

Door middel van een systematische analyse is een bronnenlijst samengesteld voor deze literatuurreview, waarin Engelse artikelen zijn opgenomen die gaan over kinderen van vier tot en met achttien jaar met de diagnose TOS en waarin de focus ligt op muzikale vaardigheden en taalontwikkeling. In het vorige hoofdstuk zijn de geïnccludeerde artikelen besproken en in het huidige hoofdstuk zullen de resultaten hiervan worden geïnterpreteerd. Daarnaast zullen enkele beperkingen worden genoemd van de review en de besproken studies. Tot slot worden enkele aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek en voor de praktijk van interventies voor kinderen met TOS.

### 4.1 Interpretatie van de resultaten

In de review is gevonden dat er vanuit een neurocognitief oogpunt verschillen zijn in hoe de syntaxis van taal en muziek tot uiting komen, maar dat er wel bewijs is dat er vergelijkbare hersengebieden bij de verwerking van de syntaxis van taal en muziek betrokken zijn. Bij kinderen met TOS lijkt de verwerking van muziek-syntactische informatie anders te verlopen dan bij kinderen zonder TOS, wat de verwachting schept dat kinderen met TOS naast verstoorde taalvaardigheden ook verstoorde muzikale vaardigheden hebben. Uit enkele experimentele studies is gebleken dat dit daadwerkelijk voor diverse muzikale vaardigheden geldt. Wat muzikale perceptie betreft, hebben studies wisselende uitkomsten getoond. De vaardigheid van woordherkenning is niet makkelijker of moeilijker in een muzikale, gezongen context vergeleken met een gesproken context, maar het associëren van taalstructuur aan de prosodie van een geneuriede tekst is wel moeilijk voor kinderen met TOS. Wat betreft muzikale (re)productie hebben de geanalyseerde studies onder andere getoond dat het reproduceren van een toonhoogte verstoord is bij kinderen met TOS. Daarnaast lijkt ritmische timing verstoord te zijn bij kinderen met TOS, wat is gebleken uit diverse timingtaken. Over het algemeen kan

dus worden gesteld dat kinderen met TOS enkele verstoorde muzikale vaardigheden hebben, voornamelijk wat muziekproductie betreft.

Vervolgens zijn er enkele specifieke associaties gevonden tussen bepaalde domeinen van taal en muziek bij kinderen met TOS. Zo zijn er aanwijzingen dat bij kinderen met TOS het taalbegrip correleert met de perceptie van ritme en melodie, twee basiselementen van muziek. Specifiek voor melodie is een beperkte associatie gevonden tussen zinsbegrip en de identificatie van melodieën. Wat muzikaal ritme betreft, is er een overlap in hersennetwerken voor grammaticale en ritmische vaardigheden, wat overeenkomt met de eerder genoemde overlap in hersengebieden die betrokken zijn bij de verwerking van taal en muziek. Voor de link tussen grammatica en ritme is ontdekt dat er beter wordt geoordeeld over grammaticaliteit na het horen van regelmatige muzieksequenties. Dit effect is wisselend specifiek bevonden voor kinderen met TOS of voor alle kinderen. Een mogelijke verklaring voor een verschil in bevindingen is dat de ene studie stilte als 'baseline' conditie gebruikte en de andere omgevingsgeluiden. Een andere gevonden link tussen onderdelen van taal en muziek is die van het kortetermijngeheugen bij kinderen met TOS en hun muzikale verbeelding. Ten slotte is er ook een associatie ontdekt tussen de syntaxis van taal en die van muziek. Deze associatie is specifiek dan grammatica in het algemeen, omdat syntaxis enkel de structuur van zinsdelen en zinnen omvat en niet de algehele structuur van taal. Kinderen met TOS die moeite hebben met de structuur van zinnen lijken ook moeite te hebben met atypische structuren in muzikale akkoordsequenties. Samengevat lijken er dus meerdere associaties te zijn tussen elementen van taal en muziek, waarvan de meest specifieke die tussen grammatica en ritme, en syntaxis van taal en syntaxis van muziek, zijn.

Er bestaat al een aantal muziektherapeutische interventies voor kinderen met TOS dat op diverse taalvaardigheden focust, zoals auditief werkgeheugen, spraakperceptie, foneemdiscriminatie, syntaxis, morfologie en pragmatiek. De doelstelling van dergelijke interventies is om kinderen op een 'eenvoudige', speelse en interactieve manier verder te helpen in hun taalontwikkeling. De interventies zijn alle opgezet vanuit de rationale dat er een nauwe verbinding bestaat tussen taal en muziek. Vanuit de overtuiging dat een focus op muzikale vaardigheden de taalvaardigheden van kinderen met TOS vooruit kan helpen, zijn de laatste jaren dus al enkele vormen van muziektherapie ingezet. Een aantal effectstudies wijst uit dat bepaalde muziektherapeutische interventies positief effect kunnen hebben op bepaalde taalvaardigheden. Zo kan een auditieve stimulatietraining een positieve invloed hebben op het auditief werkgeheugen, spraakperceptie en foneemdiscriminatie bij kinderen met TOS. Ook

lijkt zingen te helpen bij syntactische taalvaardigheden, en kan ook de sociale communicatie verbeterd worden met behulp van muziektherapie.

Nu een beeld gevormd is van bepaalde relaties tussen taal en muziek en enkele interventiestudies hebben uitgewezen dat muziek stimulerend kan zijn voor de taalontwikkeling van kinderen met TOS, kan een antwoord worden geformuleerd op de hoofdvraag van deze studie, namelijk: *Wat is het effect van muziektherapie op de ontwikkeling van taalvaardigheden van kinderen met een taalontwikkelingsstoornis?* Er is bewijs geleverd dat het inzetten van muziek voor de ontwikkeling van taalvaardigheden bij kinderen met TOS ten positieve kan werken. Er kan dus worden geconcludeerd dat kinderen met TOS er voor verschillende taalvaardigheden op vooruit kunnen gaan als ze in therapie inzetten op muzikale vaardigheden. Deze bevindingen komen overeen met de gestelde hypothese dat muziektherapie een positief effect heeft op de taalontwikkeling van kinderen met TOS.

## **4.2 Beperkingen**

### **4.2.1 Beperkingen van de literatuurreview**

Om het positieve effect van muziektherapie op de taalontwikkeling van kinderen met TOS te kunnen onderbouwen, is het van belang om te controleren of de procedures van de huidige studie voldoende betrouwbaar en valide zijn geweest.

Een aspect dat het lastig maakt om conclusies te trekken over de gehele leeftijdsgroep van kinderen met TOS waar onderzoek naar is gedaan, is dat er grote leeftijdsverschillen zijn tussen groepen participanten in sommige studies. De leeftijdsrange van kinderen en adolescenten van vier tot achttien jaar was gekozen voor deze studie, omdat TOS vaak begint bij kinderen en voortduurt tijdens de adolescentie. Echter, deze leeftijdsrange maakt het ingewikkeld om algemene conclusies te trekken over muziektherapie bij kinderen met TOS, omdat kinderen zich tijdens het opgroeien sowieso ontwikkelen op diverse gebieden. Resultaten van een studie met participanten van vier jaar zouden daardoor sterk kunnen verschillen wanneer de participanten in diezelfde studie vijftien jaar waren geweest. Daarnaast is het lastig om studies over specifieke associaties tussen taal en muziek naast elkaar te leggen wanneer de gemiddelde leeftijd van de onderzoekspopulatie van de ene studie zo verschilt van die van een andere studie. De studie van Sallat en Jentschke (2015) naar een link tussen taal en melodie en ritme had bijvoorbeeld participanten van vier en vijf jaar, terwijl de studie van Heaton et al. (2018) naar een link tussen taal en muzikale verbeelding participanten had van twaalf tot vijftien jaar.



Daarnaast is de hoeveelheid studies over specifieke associaties tussen taal en muziek (besproken in 3.3) relatief laag. Per onderdeel van muziek is er slechts één studie gevonden en besproken over een eventuele relatie met (een onderdeel van) taal. Een uitzondering hierop is dat er over de invloed van ritme op grammatica drie studies besproken zijn. Het beperkte aantal studies voor veel onderdelen van taal en muziek maakt dat er geen stevige evidentie is voor bepaalde relaties. Hierdoor is het twijfelachtig of de onderbouwing van de getrokken conclusies over bepaalde associaties tussen taal en muziek stevig genoeg is. Daarnaast zijn niet alle gevonden verbanden even specifiek. De studie van Mari et al. (2016) is bijvoorbeeld gericht op de relatie tussen zinsbegrip en de identificatie van melodieën, maar het valt te betwijfelen of de uitkomst van die studie daadwerkelijk een verband laat zien tussen zinsbegrip en melodie, of dat het breder aantoont dat kinderen met TOS die moeite hebben met zinsbegrip ook moeite hebben met het herkennen van liedjes. Ook de studie van Heaton et al. (2018) geeft niet direct een heel specifiek verband aan tussen taal en muziek, omdat een beperkt auditief kortetermijngeheugen ook breder geïnterpreteerd kan worden als een beperkt geheugen, wat geen specifiek verband zou hebben met muziek.

#### **4.2.2 Beperkingen van de besproken studies**

Naast dat er enkele zaken aan te merken zijn op de opzet en de conclusie van de literatuurreview, zijn er ook enkele beperkingen aan te wijzen van de methodes en resultaten van de specifieke studies die in de geanalyseerde artikelen worden omschreven.

Allereerst valt van enkele studies de robuustheid in termen van power te betwisten. Een uitkomst met weinig participanten is minder betrouwbaar en daarmee minder generaliserend. Bij sommige studies in deze review lag de groepsgrootte van de participanten laag. Bij Tan en Shoemark (2015) en Wetherick (2014) lag de groepsgrootte zelfs zo laag dat er slechts twee kinderen deelnamen aan de studie en wiens ontwikkeling geanalyseerd werden tijdens interventiesessies. Het is niet met zekerheid te stellen dat de interventies die deze twee studies bespreken voor andere kinderen met dezelfde leeftijd dezelfde effecten zouden tonen.

Daarnaast valt de validiteit van de methodes van sommige studies te betwijfelen. Zo is het bij de besproken studies over ritmische timing waarbij kinderen mee moesten tikken met een metronoom (Corriveau & Goswami, 2009; Vuolo et al., 2017) onduidelijk wat er precies verstoord lijkt te zijn bij de deelnemende kinderen. Dat de kinderen met TOS minder precies waren in hun timing dan de kinderen zonder TOS zou te maken kunnen hebben met de waarneming van het metrum, de interne representatie ervan of de motorische realisatie van de

kinderen wanneer ze meetikken. Of deze studie daadwerkelijk bewijst dat kinderen met TOS een verstoorde ritmische timing hebben, is dus maar de vraag. Zelaznik en Goffman (2010) gebruikten daarnaast een andere methode om de ritmische timing van kinderen met TOS te onderzoeken. In hun studie was geen significant verschil gevonden in ritmische timing tussen kinderen met en zonder TOS. Echter, hun meetinstrument waarbij kinderen cirkels moesten tekenen op het ritme van een metronoom is een merkwaardige taak in de context van muziek. Hierin speelt motoriek namelijk een belangrijke rol. Een verschillend meetinstrument ten opzichte van de studies met het tikken of klappen op het tempo van een metronoom zou het verschil in de resultaten wel kunnen verklaren. Een andere studie waarvan de methodologie en daarmee de resultaten valt te betwisten, is die van Wetherick (2014) over pragmatiek. Het is mogelijk dat de muziektherapie een positieve invloed heeft gehad op de communicatie en sociale vaardigheden van de twee deelnemende kinderen. Echter zou het ook een rol kunnen spelen dat kinderen elkaar en de therapeut steeds beter leerden kennen gedurende de therapiesessies, waardoor onbegrip en agressie afnamen. Dit is in de studie van Wetherick (2014) niet benoemd, terwijl het wel een belangrijke factor kan zijn geweest.

Op de beschreven interventiestudies valt ten slotte aan te merken dat het testen van de effectiviteit van de interventies enkel gericht is op de taalvaardigheden in testjes kort na afloop van de interventies (Roden et al., 2019; Tan & Shoemark, 2015). Er wordt verder niet onderzocht of een eventueel effect van de interventies achteraf ook doorwerkt in alledaagse situaties, terwijl dat uiteindelijk is waar interventies op gericht zouden moeten zijn.

### **4.3 Aanbevelingen en advies**

Op basis van de zojuist genoemde beperkingen van de review en van de geanalyseerde studies, moet worden gesteld dat de getrokken conclusies onder 4.1 toch minder betrouwbaar en valide zijn. Er is wel bewijs geleverd voor een positief effect van muziektherapie op de taalontwikkeling van kinderen met TOS, maar er is vervolgonderzoek nodig voor enkele aspecten die nog onderbelicht zijn in de literatuur hierover.

Voor vervolgonderzoek is het allereerst aan te bevelen om specifieker in te zoomen op morfologie. Het grootste probleem bij kinderen met TOS zit in de morfosyntaxis. Hier is echter nog weinig onderzoek naar gedaan in combinatie met muziektherapie. Wel zijn er enkele studies gedaan die aandacht besteden aan het effect van muziek op grammatica. Echter is grammatica het gehele systeem van taalregels, en niet specifiek gericht op woordniveau. Het

uitvoeren van studies naar de relatie tussen onderdelen van muziek en morfologie, zou verder inzicht kunnen geven waarop gefocust kan worden in muziektherapie.

Verder is vervolgonderzoek nodig voor de lange termijneffecten van muziektherapie. De genoemde studies over effecten van muziek op taal als ook de interventiestudies wijzen op korte termijneffecten. Wat tot nog toe niet is gemeten, is in hoeverre dergelijke effecten ook zichtbaar zijn op langere termijn. Het kan daarom relevant zijn om in het vervolg kinderen met TOS voor een langere periode te volgen terwijl ze een muziekinterventie volgen.

In deze studie zijn enkele interventies van muziektherapie uiteengezet. Opvallend hierin is dat er enkele associaties tussen taal en muziek zijn gevonden die nog niet in interventies worden ingezet. Zo is een verband gevonden tussen de syntaxis van muziek en van taal. In muziektherapie is hier nog geen focus op geweest. Ook is er een verband vastgesteld tussen ritme en grammatica. Ritme wordt in de interventie met vioollessen (Wiens & Gordon, 2018) wel ingezet, maar dat is geen effectstudie, dus het is onduidelijk of in die interventie de link wordt gelegd met grammatica. Een advies voor de praktijk van interventies met een focus op muziek is om ritme in te zetten voor het vormen van grammaticale zinnen. Zo kan binnen muziektherapie worden getraind op het spreken in een bepaald regelmatig ritme. Dit kan voor kinderen met TOS helpen in het grammaticaal compleet maken van zinnen.

## 5. Conclusie

Al met al is uit deze systematische literatuurreview gebleken dat kinderen met TOS naast verstoorde taalvaardigheden ook verstoorde muzikale vaardigheden hebben, en dat er enkele onderdelen van muziek zijn die een positief effect kunnen hebben op de ontwikkeling van de taalvaardigheden van kinderen met TOS. Daarnaast is door middel van enkele interventiestudies bewezen dat een focus op muziek binnen taaltherapie behulpzaam kan zijn voor kinderen met TOS. Er zijn echter niet veel studies naar specifieke associaties tussen taal en muziek en niet alle studies bieden generaliseerbare resultaten, waardoor er wetenschappelijk gezien nog geen volledige zekerheid is over de betrouwbaarheid van deze samenhangen. Desondanks is er een basis gevonden in overeenkomsten tussen taal en muziek, onder andere wat betreft ritmische en syntactische regelmatigheden. Zo kunnen ritmische regelmatigheden een positief effect hebben op grammatica en muzikasyntactische regelmatigheden op de syntaxis van taal. Dit wijst erop dat hierop inspelende interventies van grote waarde kunnen zijn. De muziekinterventies die reeds ingezet worden, laten ook zien dat muziektherapie zulke effecten kan hebben. Het is echter aan te bevelen om verder vervolgonderzoek te doen, om de kracht van muziekinterventies, ook voor op de langere termijn, nog te vergroten. Dit kan onder andere door te onderzoeken of er muzikale vaardigheden zijn die de morfosyntaxis van kinderen met TOS kunnen stimuleren, en door de gevonden verbanden tussen ritme en grammatica en tussen de syntaxis van taal en van muziek mee te nemen in de praktijk van muziektherapie. Vooralsnog biedt deze literatuurreview voor logopedisten, ambulante begeleiders en onderzoekers een uitgebreide analyse over de relaties tussen taal en muziek, met aanwijzingen dat muziektherapie een positief effect kan hebben op de taalontwikkeling van kinderen met TOS.

## Bibliografie

- Andreou, G., & LEMONI, G. (2020). Narrative skills of monolingual and bilingual pre-school and primary school children with Developmental Language Disorder (DLD): A systematic review. *Open Journal of Modern Linguistics*, 10(5), Article 5. <https://doi.org/10.4236/ojml.2020.105026>
- Balthazar, C. H., Ebbels, S., & ZWITSERLOOD, R. (2020). Explicit grammatical intervention for Developmental Language Disorder: Three approaches. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 51(2), 226-246. [https://doi.org/10.1044/2019\\_LSHSS-19-00046](https://doi.org/10.1044/2019_LSHSS-19-00046)
- Bedoin, N., BRISSEAU, L., MOLINIER, P., ROCH, D., & TILLMANN, B. (2016). Temporally regular musical primes facilitate subsequent syntax processing in children with Specific Language Impairment. *Frontiers in Neuroscience*, 10, 245. <https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00245>
- Bishop, D. V. M., & LEONARD, L. B. (2000). *Speech and Language Impairments in children: causes, characteristics, intervention and outcome*. Taylor & Francis Group. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uunl/detail.action?docID=1679625>
- Bishop, D. V. M., SNOWLING, M. J., THOMPSON, P. A., GREENHALGH, T., & Consortium, and the C.-2. (2017). Phase 2 of CATALISE: A multinational and multidisciplinary Delphi consensus study of problems with language development: Terminology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(10), 1068-1080. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12721>
- Bruinsma, G., WIJNEN, F., & GERRITS, E. (2020). Focused stimulation intervention in 4- and 5-year-old children with Developmental Language Disorder: Exploring implementation in clinical practice. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 51, 247-269. [https://doi.org/10.1044/2020\\_LSHSS-19-00069](https://doi.org/10.1044/2020_LSHSS-19-00069)
- CACCIA, M., & LORUSSO, M. L. (2021). The processing of rhythmic structures in music and prosody by children with developmental dyslexia and developmental language disorder. *Developmental Science*, 24(1), e12981. <https://doi.org/10.1111/desc.12981>
- Chen, J., Scheller, M., Wu, C., Hu, B., Peng, R., Liu, C., Liu, S., Zhu, L., & Chen, J. (2022). The relationship between early musical training and executive functions: Validation of effects of the sensitive period. *Psychology of Music*, 50(1), 86-99. <https://doi.org/10.1177/0305735620978690>

- Chhabra, R. (2023, juli 29). *Onderzoek naar de rol van muziektherapie in geestelijke gezondheid en samenleving*. Yoair Blog. <https://www.yoair.com/nl/blog/the-role-of-music-therapy-in-mental-health/>
- Clément, S., Planchou, C., Béland, R., Motte, J., & Samson, S. (2015). Singing abilities in children with Specific Language Impairment (SLI). *Frontiers in Psychology*, 6, 420. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00420>
- Corriveau, K. H., & Goswami, U. (2009). Rhythmic motor entrainment in children with speech and language impairments: Tapping to the beat. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 45(1), 119-130. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2007.09.008>
- Corriveau, K. H., Goswami, U., & Thomson, J. M. (2010). Auditory processing and early literacy skills in a preschool and kindergarten population. *Journal of Learning Disabilities*, 43(4), 369-382. <https://doi.org/10.1177/0022219410369071>
- Cumming, R., Wilson, A., Leong, V., Colling, L. J., & Goswami, U. (2015). Awareness of rhythm patterns in speech and music in children with Specific Language Impairments. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 672. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00672>
- Ebbels, S. (2014). Effectiveness of intervention for grammar in school-aged children with primary language impairments: A review of the evidence. *Child Language Teaching and Therapy*, 30(1), 7-40. <https://doi.org/10.1177/0265659013512321>
- Gordon, R. L., Jacobs, M. S., Schuele, C. M., & McAuley, J. D. (2015). Perspectives on the rhythm-grammar link and its implications for typical and atypical language development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337, 16-25. <https://doi.org/10.1111/nyas.12683>
- Guasti, M. T. (2002). *Language acquisition: The growth of grammar* (pp. xiv, 474). The MIT Press.
- Heaton, P., Tsang, W. F., Jakubowski, K., Mullensiefen, D., & Allen, R. (2018). Discriminating autism and language impairment and specific language impairment through acuity of musical imagery. *Research in Developmental Disabilities*, 80, 52-63. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.06.001>
- Jentschke, S., Koelsch, S., & Friederici, A. D. (2005). Investigating the relationship of music and language in children: Influences of musical training and language impairment. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 231-242. <https://doi.org/10.1196/annals.1360.016>

- Jentschke, S., Koelsch, S., Sallat, S., & Friederici, A. D. (2008). Children with specific language impairment also show impairment of music-syntactic processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *20*(11), 1940-1951. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20135>
- Johnson, K., & Heiderscheid, A. (2018). A survey of music therapy methods on adolescent inpatient mental health units. *Journal of Music Therapy*, *55*(4), 463-488. <https://doi.org/10.1093/jmt/thy015>
- Kalashnikova, M., Goswami, U., & Burnham, D. (2019). Sensitivity to amplitude envelope rise time in infancy and vocabulary development at 3 years: A significant relationship. *Developmental Science*, *22*(6), e12836. <https://doi.org/10.1111/desc.12836>
- Kraus, N., & Slater, J. (2015). Chapter 12 - Music and language: Relations and disconnections. In M. J. Aminoff, F. Boller, & D. F. Swaab (Red.), *Handbook of Clinical Neurology*, *129*, 207-222. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62630-1.00012-3>
- Kunert, R., Willems, R. M., Casasanto, D., Patel, A. D., & Hagoort, P. (2015). Music and language syntax interact in Broca's area: An fMRI Study. *PLOS ONE*, *10*(11), e0141069. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141069>
- Ladányi, E., Lukács, Á., & Gervain, J. (2021). Does rhythmic priming improve grammatical processing in Hungarian-speaking children with and without developmental language disorder? *Developmental Science*, *24*(6), e13112. <https://doi.org/10.1111/desc.13112>
- Ladányi, E., Novakovic, M., Boorum, O. A., Aaron, A. S., Scartozzi, A. C., Gustavson, D. E., Nitin, R., Bamikole, P. O., Vaughan, C., Fromboluti, E. K., Schuele, C. M., Camarata, S. M., McAuley, J. D., & Gordon, R. L. (2023). Using motor tempi to understand rhythm and grammatical skills in Developmental Language Disorder and Typical Language Development. *Neurobiology of Language (Cambridge, Mass.)*, *4*(1), 1-28. [https://doi.org/10.1162/nol\\_a\\_00082](https://doi.org/10.1162/nol_a_00082)
- Ladányi, E., Persici, V., Fiveash, A., Tillmann, B., & Gordon, R. L. (2020). Is atypical rhythm a risk factor for developmental speech and language disorders? *Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science*, *11*(5), e1528. <https://doi.org/10.1002/wcs.1528>
- Leonard, L. B. (1997). *Children with Specific Language Impairment*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/1810.001.0001>
- Mari, G., Scorpecci, A., Reali, L., & D'Alatri, L. (2016). Music identification skills of children with specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, *51*(2), 203-211. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12200>

- Patel, A., Gibson, E., Ratner, J., Besson, M., & Holcomb, P. (1998). Processing syntactic relations in language and music: An event-related potential study. *Journal of cognitive neuroscience*, *10*, 717-733. <https://doi.org/10.1162/089892998563121>
- Peretz, I., & Vuvan, D. T. (2017). Prevalence of congenital amusia. *European Journal of Human Genetics*, *25*(5), Article 5. <https://doi.org/10.1038/ejhg.2017.15>
- Pino, M. C., Giancola, M., & D'Amico, S. (2023). The association between music and language in children: A state-of-the-art review. *Children (Basel, Switzerland)*, *10*(5), 801. <https://doi.org/10.3390/children10050801>
- Planchou, C., Clément, S., Béland, R., Cason, N., Motte, J., & Samson, S. (2015). Word detection in sung and spoken sentences in children with Typical Language Development or with Specific Language Impairment. *Advances in Cognitive Psychology*, *11*(4), 118-135. <https://doi.org/10.5709/acp-0177-8>
- Politimou, N., Dalla Bella, S., Farrugia, N., & Franco, F. (2019). Born to speak and sing: Musical predictors of language development in pre-schoolers. *Frontiers in Psychology*, *10*, 948. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00948>
- Przybylski, L., Bedoin, N., Krifi-Papoz, S., Herbillon, V., Roch, D., Léculier, L., Kotz, S. A., & Tillmann, B. (2013). Rhythmic auditory stimulation influences syntactic processing in children with developmental language disorders. *Neuropsychology*, *27*(1), 121-131. <https://doi.org/10.1037/a0031277>
- Roden, I., Früchtenicht, K., Kreutz, G., Linderkamp, F., & Grube, D. (2019). Auditory stimulation training with technically manipulated musical material in preschool children with Specific Language Impairments: An explorative study. *Frontiers in Psychology*, *10*, 2026. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02026>
- Ruben, R. J. (1999). A time frame of critical/sensitive periods of language development. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, *51*(3), 85-89. <https://doi.org/10.1007/BF02996542>
- Sallat, S., & Jentschke, S. (2015). Music perception influences language acquisition: Melodic and rhythmic-melodic perception in children with Specific Language Impairment. *Behavioural Neurology*, *2015*, 606470. <https://doi.org/10.1155/2015/606470>
- Schwartz, R. G. (Red.). (2008). *Handbook of Child Language Disorders: 2nd Edition*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203837764>
- Tan, E., & Shoemark, H. (2015). Case Study: The feasibility of using song to cue expressive language in children with Specific Language Impairment. *Music Therapy Perspectives*, *35*, 63. <https://doi.org/10.1093/mtp/miv039>



- Tierney, A., & Kraus, N. (2015). Neural entrainment to the rhythmic structure of music. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(2), 400-408. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_00704](https://doi.org/10.1162/jocn_a_00704)
- Tomblin, J. B., Records, N. L., Buckwalter, P., Zhang, X., Smith, E., & O'Brien, M. (1997). Prevalence of Specific Language Impairment in kindergarten children. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, 40(6), 1245-1260.
- Vuolo, J., Goffman, L., & Zelaznik, H. N. (2017). Deficits in coordinative bimanual timing precision in children with Specific Language Impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 60(2), 393-405. [https://doi.org/10.1044/2016\\_JSLHR-L-15-0100](https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0100)
- Wetherick, D. (2014). Music therapy and children with a language impairment: Some examples of musical communication in action. *Psychology of Music*, 42(6), 864-868. <https://doi.org/10.1177/0305735614547716>
- Wiens, N., & Gordon, R. L. (2018). The case for treatment fidelity in active music interventions: Why and how. *Annals of the New York Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1111/nyas.13639>
- Zelaznik, H. N., & Goffman, L. (2010). Generalized motor abilities and timing behavior in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 53(2), 383-393. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/08-0204\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/08-0204))
- Zwitserslood, R., Wijnen, F., van Weerdenburg, M., & Verhoeven, L. (2015). 'MetaTaal': Enhancing complex syntax in children with specific language impairment—a metalinguistic and multimodal approach. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 50(3), 273-297. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12131>