



# Klemtoonperceptie van kinderen met dyslexie

---

Mirjam Bahlmann - 3575306

BA-eindwerkstuk Taalwetenschap - 200200756

Begeleider: Prof. dr. Frank Wijnen

## Abstract

---

In dit onderzoek is onderzoek gedaan naar spraakperceptie, en specifiek klemtoonperceptie, van kinderen met dyslexie. Veel onderzoek is er al gedaan naar de toonhoogteperceptie van kinderen met dyslexie, dit omdat toonhoogte een onderdeel is van klemtoon. Dyslectici blijken een andere klankperceptie te hebben en het vermoeden bestaat dat zij ook een andere klemtoonperceptie hebben ten opzichte van niet-dyslectici. Klemtoon wordt in het Nederlands bepaald door toonhoogte en de duur van een syllabe. In eerdere onderzoeken werden geen gebruik gemaakt van natuurlijke taal. In dit eindwerkstuk werd onderzocht of er een verschil is tussen de toonhoogteperceptie van kinderen met dyslexie en kinderen zonder dyslexie om vast te stellen of dyslectici een andere spraakperceptie hebben ten opzichte van niet dyslectici. Dit is gedaan door kinderen van 13 jaar oud een *same-different* experiment te laten uitvoeren. In dit experiment werd gebruik gemaakt van pseudoworden van twee syllaben die gemanipuleerd werden door het aantal Herz van de eerste syllabe te verhogen, zodat er uiteindelijk elf condities ontstonden van 20 Hz – 120 Hz. Er bleek geen significant verschil in toonhoogteperceptie te zijn tussen de twee groepen en er kan niet geconcludeerd worden dat dyslectici een slechtere klemtoonperceptie hebben dan niet-dyslectici.

In this thesis I have researched speech perception of children with dyslexia, specifically focusing on their stress perception. Since pitch is a vital part of stress, many studies have researched pitch perception of children with dyslexia. These studies have shown that children with dyslexia perceive pitch differently. They are also believed to perceive stress differently from non-dyslexics. Syllable stress in Dutch is determined by its pitch and duration. As opposed to previous studies, in my thesis I have used natural language to research whether there is a difference in the perception of pitch between dyslexics and non-dyslexics and whether a difference in speech perception between the two groups exists. A same-different task was developed which was carried out by thirteen-year-old children. In this experiment two syllable nonwords were used which were manipulated by increasing the amount of Herz of the first syllable of these words. This resulted in eleven conditions ranging from 20 Hz to 120 Hz. No significant results in pitch perception have been found and therefore I cannot conclude that there is a difference in pitch perception between dyslexics and the non-dyslexics.

**Keywords:** pitch perception, tone perception, local pitch, dyslexia, just noticeable difference (JND)

# Inhoud

---

<b>1. Introductie</b>	2
1.1 Dyslexie en de perceptie van spraak	2
1.2 Klemtoonperceptie	4
1.3 Klemtoonperceptie en dyslexie	5
1.4 Klemtoon en muziek	8
<b>2. Methode</b>	12
2.1 Participanten	12
2.2 Materialen	13
2.2.1 Ontwerp	13
2.2.2 Verantwoording stapgrootte	14
2.2.3 Verantwoording van gebruikte pseudowoorden	15
2.2.4 Complete stimuli	15
2.2.5 Additionele testmaterialen	17
2.3 Procedure	18
<b>3. Resultaten</b>	20
3.1 Beschrijvende analyses	20
3.2 Analyse van het experiment	22
<b>4. Discussie</b>	25
<b>5. Referenties</b>	30
<b>6. Bijlage</b>	34
6.1 Bijlage 1 – <i>pseudowoorden met Hz-waarden</i>	34
6.2 Bijlage 2 – <i>scores gebruikt in analyse</i>	35
6.3 Bijlage 3 - <i>normscores</i>	36

# 1. Introductie

---

## 1.1 Dyslexie en de perceptie van spraak

Dyslexie is een ontwikkelingsstoornis in de hersenen die tot uiting komt door een verminderd leesvermogen (Ziegler & Goswami, 2005). Mensen met dyslexie hebben problemen met het decoderen van geschreven taal, woordherkenning en spelling. Dyslectici hebben echter een normale intelligentie (Lyon, Shaywitz & Shaywitz, 2003). Dyslectici lijken een probleem te hebben met fonologische verwerking en zij hebben andere fonologische representaties. Er wordt gedacht dat dyslectici minder goed zijn in het maken van onderscheid tussen klanken en zij zouden een fonologisch tekort (Wagner & Torgesen, 1987) hebben, waardoor er een verminderd fonologisch bewustzijn is, woorden langzamer opgehaald worden uit het geheugen en er een verminderd werkgeheugen is voor woorden. Dit leidt tot spellend lezen en kinderen met dyslexie bereiken veel minder snel een globaal leesstadium dan kinderen zonder dyslexie.

Baby's zijn goed in het horen van verschillen tussen allofonen (verschillende klankvormen van eenzelfde foneem zoals het verschil tussen een p en een p<sup>h</sup>), maar na voldoende blootstelling aan de moedertaal verliezen de vaardigheid om de grenzen tussen klanken te identificeren die voor de moedertaal niet belangrijk zijn (Werker & Tees, 1984). Serniclaes, Heghe, Mousty, Carré en Sprenger-Charolles, (2004) beweren dat dyslectici een atypisch taalverwervingsproces volgen. Eerdere hypothesen over slechte categorische perceptie van allofonen gaan uit van het idee dat de fonologische categorieën niet goed verworven zijn. Een andere assumptie is dat dyslectici minder scherpe grenzen hebben voor de categorieën van klanken, waarbij representaties nog steeds akoestische of allofonische elementen bevatten die voor de moedertaal niet relevant meer zijn. Dit houdt in dat dyslectici klanken die in de moedertaal binnen dezelfde categorie vallen, kunnen ervaren als

verschillende klanken. Hierdoor ontstaan er andere categorieën. Kenmerken als wel of geen aspiratie, die voor bijvoorbeeld het Nederlands niet relevant zijn, worden door baby's opgevangen en een geaspireerde /p/ valt hierdoor in een andere categorie dan een niet geaspireerde /p/. Deze klanken worden uiteindelijk door kinderen zonder dyslexie ervaren als allofonen van hetzelfde foneem, maar kinderen met verhoogd risico op dyslexie zouden deze allofonen kunnen ervaren als aparte fonemen en zodoende niet de juiste categorieën maken.

Serniclaes et al. (2004) testten deze hypothese bij kinderen met een gemiddelde leeftijd van 9 jaar. De groep proefpersonen bestond uit achttien dyslectische kinderen, een controlegroep van 23 kinderen met een normaal leesniveau en een groep van twaalf volwassen die geen verleden met dyslexie hadden. De test bestond uit een paarsgewijze taak waarbij de proefpersoon met knoppen op een toetsenbord moest besluiten of de twee fragmenten met elkaar overeenkwamen of verschillend waren. De fragmenten bestonden uit gemanipuleerde sinusgolfspraakcontinua. In elk continuüm was sprake van verschuiving van een allofoon van hetzelfde foneem zoals in (/ba-pa/). Er bestonden vier condities voor de continua en de test was opgedeeld in vier blokken met tussen de paren een pauze van 100ms en tussen elk trial een pauze van 500ms.

De resultaten waren in overeenstemming met andere onderzoeken die lieten zien dat dyslectische kinderen een probleem hebben met het categoriseren van klanken. Dyslectische kinderen blijken meer moeite te hebben met het aangeven van de grens van een foneem. Deze studie laat dus zien dat er een tekort is in de categorische perceptie en zij zijn minder goed in het onderscheiden van spraakklanken. De oorzaak hiervan zou kunnen zijn dat dyslectici een betere discriminatie hebben van allofonische verschillen tussen klanken. Mensen met dyslexie zouden dus een betere perceptie van klanken kunnen hebben omdat zij de juiste grenzen niet stellen voor klanken. Dit idee is echter nog erg speculatief. Het zou daarom

interessant zijn om te kijken naar de perceptie van klemtoon en om te toetsen of deze hypothese toegepast kan worden op klemtoonperceptie.

## 1.2 Klemtoonperceptie

Foxton et al. (2003) onderzochten het verschil tussen globale en lokale klemtoon. Het verschil tussen globale en lokale klemtoon is dat globale klemtoon de klemtoon van het gehele woord is zoals: BA-ba, waarbij de BA- klemtoon draagt en de -ba onbeklemtoond is. Lokale klemtoon bestaat uit kleine variaties binnen een klemtoon. Zo kan bij lokale klemtoon de BA in BA-ba verschillen wat betreft toonhoogte of duur, waardoor een syllabe minder of meer beklemtoond wordt.

Globaal is bijvoorbeeld: ba-ba-BA-ba en deze klemtoon kan verschuiven tot ba-BA-ba-ba. Bij lokale klemtoon treedt er geen verschil op in de plaats van de klemtoon maar wel in de intensiteit. Het patroon blijft dus ba-ba-BA-ba, maar de BA kan de ene keer meer beklemtoond zijn dan de andere keer.

Foxton et al. (2003) ontwikkelden een test waarbij dertig studenten moesten discrimineren of twee toonparen verschillend waren qua globale klemtoon. Elk item bestond uit vijf pure tonen. De globale klemtoon werd gemanipuleerd door de hoogste noot naar een andere positie te verplaatsen. Dezelfde test werd gedaan om lokale klemtoon te testen, maar in dit geval werd de toonhoogte van een van de tonen twee noten verlaagd of verhoogd, maar de positie bleef hetzelfde. Er werd een correlatie gevonden tussen leesniveau en perceptie van klemtoon. Om specifiek te zijn: het onderscheiden van globale klemtoon bleek te correleren met het leesniveau, terwijl de lokale klemtoon geen invloed bleek te hebben. De conclusie van dit onderzoek was dan ook dat dyslectici mogelijk een probleem hebben met globale klemtoonperceptie aangezien globale klemtoonperceptie sterk correleert met het leesniveau, terwijl lokale klemtoonperceptie dat niet doet.

### 1.3 Klemtoonperceptie en dyslexie

De aanname uit de vorige paragraaf is verwonderlijk want globale klemtoonperceptie heeft veel overeenkomsten met muziek en melodie en bevindt zich voornamelijk in de rechterhersenhelft. De lokale klemtoonperceptie bevindt zich in de linkerhersenhelft waar ook het algemene taalgedeelte zich bevindt (Justus & List, 2005). Aangezien dyslectici problemen hebben met lezen, wordt de aanname gedaan dat er een probleem is met de linkerhersenhelft. Het resultaat van Foxton et al. (2003) verwonderde Ziegler, Pech-Georgel, George en Foxton (2012). Lezen is een taak die vooral in de linkerhersenhelft plaats vindt. Uit onderzoek van Foxton et al. (2003) blijkt juist dat er problemen zijn met de globale klemtoonperceptie, die zich in de rechterhersenhelft bevindt. Er zouden juist geen problemen zijn met de lokale klemtoonperceptie, welke zich in de linkerhersenhelft bevindt. Lezen en lokale klemtoonperceptie bevinden zich beiden in de linkerhersenhelft en aangezien er een leesprobleem is, zou de verwachting zijn dat er juist een probleem is met lokale klemtoonperceptie en niet met globale klemtoonperceptie.

Ziegler et al. (2012) voerden twee experimenten uit die klemtoonperceptie van 8-11 jaar oude kinderen met dyslexie moesten testen. Het eerste experiment testte globale en lokale klemtoonperceptie. Deze test bestond uit 40 toonparen die bestonden uit vier tonen. Deze toonparen werden gemanipuleerd in de globale of de lokale klemtoon door de klemtoon van de tweede of de derde toon te verschuiven of door de toonhoogte van de klemtoon met twee noten op een octaafschal te verhogen. De paren werden willekeurig aangeboden per proefpersoon. Aan 15 proefpersonen met een gemiddelde leeftijd van 10.2 jaar werd gevraagd zo snel mogelijk te beslissen of de paren verschillend of hetzelfde waren.

Het tweede experiment van Ziegler et al. (2012) was ten eerste bedoeld om de resultaten van het eerste experiment te bevestigen. Daarnaast was het ook bedoeld om uit te

vinden of dyslectici minder goed zijn in het horen van vallende of stijgende tonen. Het eerste experiment belastte het werkgeheugen van de proefpersoon aanzienlijk en wetende dat dyslectici minder goed zijn in werkgeheugentaken, was het noodzakelijk een tweede experiment te doen dat het werkgeheugen minder belastte. Het tweede experiment bestond uit 30 items met 15 dalende tonen en 15 stijgende tonen. De proefpersoon werd gevraagd aan te geven of er sprake was van een dalende of een stijgende toon. Voordeel met het eerste experiment is dat de proefpersoon alleen maar naar een fragment hoeft te luisteren en niet een vorig fragment hoeft vast te houden in het werkgeheugen. Bij beide experimenten werd er een leestest afgenomen waarin de proefpersoon gewone woorden en pseudowoorden moest lezen. Daarnaast werd er een *rapid automatized naming task* afgenomen waarin de proefpersoon zoveel mogelijk objecten moest benoemen en om het fonologisch bewustzijn te testen deed de proefpersoon een rijmtaak waarbij de proefpersoon drie woorden hoorde waarvan er een niet rymde met de andere twee. De proefpersoon moest dan aangeven welk woord niet klopte.

De resultaten van het eerste experiment lieten iets anders zien dan het experiment van Foxton et al. (2003). Dyslectici scoorden in de globale klemtoontaak namelijk beter dan in de lokale klemtoontaak. In de lokale taak bestond er zelfs een significant verschil tussen de controlegroep en de groep dyslectische kinderen. De resultaten van het tweede experiment laten opnieuw een significant verschil zien tussen dyslectici en de controlegroep bij de lokale klemtoontaak en niet bij de globale taak. Dyslectische kinderen scoorden significant slechter in taak waarin zij aan moeten geven of de klemtoon stijgt of valt. Er bestond ook een hoge correlatie tussen de scores op lokale klemtoonperceptie en de scores op het lezen van woorden en pseudowoorden, de rijmtaak en de *rapid automatized naming task*. Tussen de globale klemtoondiscriminatie en het lezen van woorden en pseudowoorden bestond ook een

correlatie. Er werd echter geen correlatie gevonden tussen de globale klemtoonperceptie en de scores op de rijmtaak en *rapid automatized naming task*.

Deze resultaten laten zien dat dyslectische kinderen beter zijn in het herkennen van globale klemtoonpatronen dan in het herkennen van lokale klemtoonverschillen. Het feit dat er een dergelijk verschil bestaat met het onderzoek van Foxton et al. (2003) is waarschijnlijk te wijten aan de groep proefpersonen. Foxton et al. (2003) testten universitaire studenten die goed konden lezen en goed zijn in het koppelen van klanken aan letters. Ziegler et al. (2012) testten kinderen die nog niet zo goed waren in lezen en bij wie het koppelen van klanken aan letters nog niet heel vloeiend ging. Het feit dat Foxton et al. (2003) een verschil vonden op globaal niveau, kan te wijten zijn aan een minder hoog globaal leesniveau bij dyslectici ten opzichte van niet-dyslectici. Ziegler et al. (2012) vonden een lokaal verschil tussen dyslectici en niet-dyslectici. Dit kan te verklaren zijn door het feit dat niet-dyslectici sneller zijn in het maken van grafeem-foneemcombinaties ten opzichte van dyslectici. Wellicht is het ook zo dat zij sneller het vermogen verwerven om lokale klemtoonverschillen te onderscheiden. Het zou zo kunnen zijn dat dyslectici langzamer zijn in deze verwerving, maar uiteindelijk wel op hetzelfde niveau terecht komen, waardoor het lokale klemtooneffect in de loop van de tijd verdwijnt en daarom niet meer waargenomen wordt bij studenten.

Globale klemtoon werd eerder al onderzocht door Leong, Hämäläinen, Soltész en Goswami (2011) door middel van een productietaak. Zij beschrijven in hun artikel een dissertatie van Kitzen (2001). Zij ontwierp een taak waarbij proefpersonen de klemtoonstructuur van woorden weer moesten geven door voor elke syllabe de te gebruiken. De beklemtoonde syllabe in het originele woord werd gemarkeerd doordat proefpersonen een beklemtoonde DEE moesten gebruiken voor die syllabe. Kitzen gebruikte in haar onderzoek filmtitels als 'Mary Poppins' en 'Pinocchio', die respectievelijk een sterk-zwak-sterk-zwak en een zwak-sterk-zwak-zwak patroon volgen. Mary Poppins werd dan DEEdeeDEEdee en



Pinocchio werd deeDEEdeede. Uit dit onderzoek bleek dat dyslectici slechter waren in het reproduceren van het goede klemtoonpatroon. Dit is deels te verklaren door het feit dat Kitzen geschreven stimuli gebruikte. Daarom besloten Goswami, Gerson en Astruc (2010) dit onderzoek te herhalen met plaatjes van bekende mensen en gebruikten een groep van 56 kinderen tussen de acht en twaalf jaar. Bij een plaatje van David Beckham moesten de kinderen bijvoorbeeld DEEdeeDEEdee produceren. In dit experiment presteerden dyslectische kinderen significant slechter dan hun leeftijdsgenoten. Nadeel van deze productietaak is wel dat we niet weten of de dyslectici slechter zijn door een probleem dat speelt op perceptieniveau of doordat de taak vrij abstract is. De resultaten blijven desalniettemin tegenstrijdig. Goswami et al. (2010) en vonden dat dyslectici een probleem hebben met globale klemtoon en Foxton et al. (2003) vonden een correlatie tussen globale klemtoon en leesniveau, terwijl het experiment van Ziegler et al. (2012) geen significant verschil laat zien tussen dyslectici en de controlegroep bij de globale klemtoontaak, terwijl het leesniveau van de dyslectici lager was dan van de controlegroep.

#### **1.4 Klemtoon en muziek**

Uit het experiment van Foxton et al. (2003) bleek dat dyslectici problemen zouden hebben op het gebied van klemtoon in de rechterhersenhelft, terwijl er niets aan de hand zou zijn met de linkerhersenhelft. Uit onderzoek van Morais, Cluytens en Alegria (1984) blijkt echter dat problemen van dyslectici zich vooral uiten bij taken die fonemisch bewustzijn testen. Morais et al. (1984) deden een experiment met 17 dyslectische kinderen tussen de zes en negen jaar oud. In het eerste onderdeel werd het fonemisch bewustzijn getest. De proefpersoon kreeg hierbij een pseudowoord te horen dat na deletie van het eerste foneem een bestaand woord werd. De onderzoeker sprak het woord uit waarna de proefpersoon het woord uit moest spreken, maar dan zonder het eerste foneem. Het tweede onderdeel bestond uit een muzikale

taak waarbij de proefpersoon de laatste drie noten van een uiting met vier noten, door de onderzoeker gespeeld op een xylofoon, moest reproduceren. Uit dit onderzoek bleek dat dyslectische kinderen op het muziekonderdeel hetzelfde scoorden als de controlegroep. Op de foneemdeletietaak scoorden de dyslectische proefpersonen echter significant slechter dan de controlegroep. De conclusie is dat dyslectici een tekort hebben op het gebied van fonemisch bewustzijn, maar niet op het gebied van muzikale perceptie. Fonemisch bewustzijn bevindt zich voornamelijk in de linkerhersenhalft. Zij vonden geen verschil tussen dyslectici en de controlegroep bij muzikaal bewustzijn, dat zich in de rechterhersenhalft bevindt. De resultaten van Foxton et al. (2003) en Marais et al. (1984) spreken elkaar nogal tegen.

In een longitudinaal onderzoek van Sprenger-Charolles, Colé, Lacert en Serniclaes (2000) werd fonemisch bewustzijn en muzikaal bewustzijn onderzocht. Fonemisch bewustzijn is het vermogen om woorden op te delen in klanken en klanken om te zetten in woorden. Dit werd onderzocht met een foneemdeletietaak van pseudowoorden. Onder muzikaal bewustzijn vallen zaken als toonhoogte, ritme en frequentie. Muzikaal bewustzijn werd getest met melodieparen, waarbij de paren bestonden uit twee keer een combinatie van drie noten. De proefpersoon had de taak te bepalen of de paren hetzelfde of verschillend waren. Er werd geen significant verschil gevonden tussen dyslectici en de controlegroep bij de muziektak. Dyslectische proefpersonen scoorden echter wel significant lager op de foneemdeletietaak dan de controlegroep. Dit resultaat is in overeenstemming met de resultaten van Morais et al. (1984).

In de experimenten van Foxton et al. (2003) en Ziegler et al. (2012) werd gebruik gemaakt van tonen en niet van natuurlijke taal. Door alleen tonen te gebruiken, wordt muzikaal bewustzijn getest en kan geen brug geslagen worden naar toonhoogteperceptie in natuurlijke taal.

De resultaten van het onderzoek van Foxton et al. (2003) laten zien dat er een correlatie is tussen leesniveau en globale klemtoonperceptie en dit impliceert dat mensen met een lager leesniveau, zoals dyslectici, een slechtere globale klemtoonperceptie hebben en dus slechter muzikaal bewustzijn. Dit is in tegenspraak met eerdere bevindingen van Morais et al. (1984), Sprenger-Charolles et al. (2000) en Ziegler et al. (2012).

Huss, Verney, Fosker, Mead en Goswami (2011) hebben de hypothese dat onvolledige ontwikkeling in het verwerken van auditieve informatie, zoals toonhoogteperceptie en duur van een klank of syllabe, een negatief effect kan hebben op de perceptie van metrische structuren in muziek en op het fonologisch bewustzijn. Onder metrum verstaan we ritme van muziek en taal. Begrip van metrische structuren helpt in de taalverwerving bij het segmenteren van spraak in betekenisvolle elementen. Wat betreft termen is metrum in muziek het equivalent van klemtoon in natuurlijke taal. Daarnaast zorgen ritme en toonhoogte voor de perceptie van prosodie in taal (Marie et al., 2009). Er lijkt een verband te bestaan tussen gevoeligheid voor metrische structuren en leesniveau. Problemen met het verwerken van metrische structuren worden geassocieerd met auditieve problemen die te maken hebben met de identificatie van toonhoogteverschillen en wat vervolgens leidt tot een andere spraakperceptie. Dyslectici zouden dus een verminderde perceptie van metrische structuren kunnen hebben, waardoor zij een andere spraakperceptie hebben dan niet-dyslectici.

Het onderzoek van Huss et al. (2011) laat zien dat er een duidelijk verband bestaat tussen spraakperceptie en muzikale verwerking. De verwerking van spraak vindt voornamelijk plaats in de linkerhersenhalft, terwijl de verwerking van muziek voornamelijk plaats vindt in de rechterhersenhalft. De resultaten blijven tegenstrijdig. Dit onderzoek laat zien dat er een verband bestaat tussen muzikaal bewustzijn en leesniveau en dit blijkt ook uit onderzoek van Foxton et al. (2003). Daarnaast blijkt er een verband te bestaan tussen

verwerking in de linker- en rechterhersenhalft. De resultaten van Morais et al. (1984) en Sprenger-Charolles et al. (2000) laten echter zien dat dyslectici niet significant slechter scoren dan de controlegroep op een muziektaak, terwijl zij wel significant slechter scoren op een foneemdeletiettaak en op leestaken en dit suggereert dat er geen verband bestaat tussen muzikale verwerking en spraakperceptie en het naar behoren functioneren van de rechterhersenhalft wat betreft muzikale verwerking, niet verantwoordelijk kan zijn voor het minder goed functioneren van spraakperceptie in de linkerhersenhalft.

De experimenten die tot nu toe gedaan zijn hebben alleen naar tonen gekeken en niet naar linguïstische toonhoogteverschillen. In dit experiment wordt gebruik gemaakt van pseudowoorden die voldoen aan alle regels van het Nederlands en niet synthetisch zijn. Er worden pseudowoorden gebruikt omdat het gebruik van betekenisvolle woorden afleidend kan zijn. Op deze manier wordt de aandacht van de proefpersoon geleid naar de klankvorm en klemtoon van het woord en niet naar de betekenis. Door middel van deze woorden gaan we kijken naar het bewustzijn van toonhoogte van dyslectici en de controlegroep in een verbale context.

We weten al redelijk hoe toonhoogteverschillen waargenomen worden in muziek, maar over toonhoogteperceptie in natuurlijke taal weten we nog vrij weinig. Uit het eerdergenoemde onderzoek van Goswami et al. (2010) met de *dee-dee-task* bleek dat dyslectische kinderen slechter waren in het reproduceren van de juiste klemtoonpatronen. Dit houdt in dat er hoe dan ook een probleem is met globale klemtoon aangezien dyslectici niet in staat blijken te zijn het juiste patroon te reproduceren. Wanneer de globale klemtoon van plaats verandert, vindt er ook een verandering plaats in de lokale klemtoon, want een eerder beklemtoonde syllabe, wordt nu onbeklemtoond en dit leidt tot een verandering in duur en intensiteit van de syllabe. We weten dat er een probleem speelt op globaal niveau, maar dit zou veroorzaakt kunnen worden door een probleem dat zich op lokaal niveau bevindt. Eerder

zagen we ook al dat de dyslectische kinderen die getest werden door Ziegler et al. (2012) op lokaal niveau slechter presteerden dan niet-dyslectische kinderen.

Dit is ook de reden dat groep proefpersonen bestaat uit kinderen. Daarnaast wordt er in dit experiment gebruik gemaakt van natuurlijke taal in plaats van tonen. De hoofdvraag van dit onderzoek luidt als volgt: *Bestaat er verschil tussen de toonhoogteperceptie in spraak van kinderen met dyslexie en niet-dyslectici?* Gezien de resultaten op gebied van onderzoek met melodie en toonhoogte, zouden we eenzelfde resultaat als Ziegler et al. (2012) kunnen vinden waarbij dyslectische kinderen slechter presteren dan niet-dyslectische kinderen op het gebied van lokale klemtoon. Op deze manier komen we meer te weten over de lokale klemtoonperceptie van dyslectische kinderen in spraak.

## 2. Methode

---

### 2.1 Participanten

Er werden 29 leerlingen getest van een middelbare school. Alle leerlingen volgden onderwijs op mavo-niveau en zaten in klas 1. De leerlingen waren verspreid over twee klassen. Tijdens het invullen van de vragenlijst bleek dat er drie leerlingen waren met ADHD, vier met ADD en een leerling die sliste en stotterde. Daarnaast was er een tweetalige leerling en een leerling van wie de twee hersenhelften niet goed samenwerkten. De data van deze tien leerlingen werden niet meegenomen in de resultaten van het onderzoek.

Hierna bleef er een groep over van negentien participanten bestaande uit 5 jongens met een gemiddelde leeftijd van 13 jaar en 2 maanden - standaarddeviatie = 7.8 maanden - en 14 meisjes met een gemiddelde leeftijd van 13 jaar en 5 maanden ( $SD = 7.8$ ). De dyslexiegroep bestaat uit 10 leerlingen met dyslexie (4 jongens, 6 meisjes) en een controlegroep met 1 jongen en 8 meisjes.

Alle proefpersonen zijn eentalig opgevoed en hebben Nederlands als moedertaal. Daarnaast hebben zij allemaal een normaal gehoor en geen oogproblemen. Voor deelname aan het onderzoek is door de school toestemming gevraagd aan de ouders en ouders kregen de mogelijkheid de resultaten van hun kind op te vragen.

## 2.2 Materialen

### 2.2.1 Ontwerp

De testvorm die gebruikt wordt is een *two alternative forced choice* ontwerp, waarbij een proefpersoon moet beslissen of hij verschil hoort tussen twee aangeboden woorden, waarbij de goede en foute antwoorden geregistreerd worden.

In het experiment werden 130 woordparen gebruikt waarin de woorden wel of niet identiek waren (20 woordparen die hetzelfde zijn, 110 woordparen die verschillen in toonhoogte). De segmentele (fonemische) vorm van de twee woorden in ieder woordpaar kwam altijd overeen, maar de klemtoon van de woorden werd gemanipuleerd. De woorden in de 0-conditie hebben een piekwaarde van de grondtoon die tussen de 344 en 426 Hz ligt. De piekwaarde van de grondtoon van het gemanipuleerde woord ligt tussen de 20-120 Hz hoger dan het woord in de 0-conditie en wordt met stappen van 10 Hz aangepast, waarbij de eerste stap begint bij 20 Hz en zo oploopt met stappen van 10 naar 30, 40, 50 Hz tot aan 120 Hz. Op deze manier wordt het mogelijk om te zien of de groep dyslectici en de controlegroep wellicht een ander omslagpunt hebben wat betreft klemtoonperceptie. Bij kunstmatige spraakklanken wordt het mogelijk om toonhoogteverschillen waar te nemen vanaf 0.3 à 2.5 procent (Rietveld & Van Heuven, 2001). Aangezien er in dit experiment sprake is van natuurlijke taal zullen de meeste proefpersonen een verschil tot 2.5 procent niet waarnemen, omdat er in natuurlijke taal meer ruis is dan wanneer men tonen aanbiedt.

### 2.2.2 Verantwoording stapgrootte

In een experiment van 't Hart (1981) werden woorden met vier syllaben dusdanig gemanipuleerd dat de klemtoon 1 tot 6 semitonen hoger of lager kwam te liggen dan het origineel. Aan proefpersonen werd gevraagd aan te geven welk van de twee aangeboden stimuli een grotere toonhoogteverschuiving had. Uit dit experiment bleek dat het minimale waarneembare verschil ook wel *just noticeable difference* genoemd (JND) voor stijgende klemtoon ongeveer 1.6 semitonen is. Wanneer dit omgerekend wordt naar Hertz, zien we dat bij een grondtoon van 344 Hz er pas verschil waargenomen kan worden vanaf 377 Hz. Het experiment van 't Hart (1981) start met een stijging van 1 semitoon wat omgerekend bij een grondtoon van 344 Hz ongeveer 364 Hz is. Dit verschil is niet waarneembaar, daarom loopt de toonhoogte in dit onderzoek pas vanaf 20 Hz op. 't Hart (1981) verhoogt de toonhoogte met 1 semitoon. Omgerekend houdt dit in dat de stapgrootte ongeveer 20 Hz is en deze stapgrootte neemt toe naarmate de frequentie van de aangeboden stimuli hoger wordt. In dit onderzoek is een stapgrootte van 20 Hz wellicht te veel aangezien er hier sprake is van woorden met slechts twee syllaben, terwijl 't Hart (1981) gebruik maakt van woorden met vier syllaben. Daarom is ervoor gekozen om de toonhoogte te verhogen met stappen van 10 Hz naar uiteindelijk 120 Hz. Proefpersonen zouden in staat moeten zijn om het verschil van 120 Hz waar te nemen.

In sinewaves zien we dat JND bij een grondtoon van onder 500 Hz ongeveer 3 Hz is en boven een grondtoon van 1000 Hz is JND zo'n 0.6%, ongeveer 6 Hz (Kollmeier, Brand & Meyer, 2008). Hieruit blijkt dat hoe hoger de grondtoon is, hoe groter het aantal Herz verschil moet zijn om een waarneembaar verschil te horen.

Zo vonden Isačenko en Schädlich (1970) in synthetische spraaksignalen bij 150 Hz een JND van ongeveer 5% en Rossi en Chafcouloff (1972) vanaf 195 Hz een JND van 4%. Het feit dat de JND van de hogere grondtoon toch lager is, kan diverse oorzaken hebben.

Deze getallen zorgden echter wel voor de verwachting dat er een omslagpunt te zien zou kunnen zijn bij een verschil van ongeveer 40 Hz.

### **2.2.3 Verantwoording van gebruikte pseudowoorden**

Deze toonhoogten worden toegepast op verschillende pseudowoorden, zodat elke conditie meerdere keren aan bod komt. In totaal zijn er tien pseudowoorden en deze pseudowoorden worden voor elke conditie gemanipuleerd. De pseudowoorden zijn afkomstig uit Kerkhoff, De Bree, De Klerk en Wijnen (2013, gebaseerd op Gómez, 2002). De tien pseudowoorden zijn ingesproken door een vrouwelijke spreker van het Nederlands. De pseudowoorden zijn mogelijke woorden van het Nederlands en bestaan uit twee syllaben met de klemtoon altijd op de eerste syllabe, dit om het werkgeheugen te ontlasten. De tien pseudowoorden verschillen zoveel mogelijk van elkaar wat betreft klankvorm, want wellicht is het verschil in toonhoogte van een /a/ beter te horen dan het verschil tussen een /e/ (bijlage 1). De twee woorden worden na elkaar aangeboden met tussen het eind van het eerste woord en het begin van het tweede woord steeds een pauze van 500ms. zoals ook in het onderzoek van Huss et al. (2011). De proefpersoon beslist, nadat hij het woordpaar gehoord heeft, of de woorden binnen dit paar van elkaar verschillen of hetzelfde zijn. De proefpersoon kan pas verder met het experiment, nadat hij heeft aangegeven of hij wel of geen verschil gehoord heeft.

### **2.2.4 Complete stimuli**

Uiteindelijk zijn er 110 woordparen die van elkaar verschillen en de conditie waarin de woorden gelijk zijn wordt twee keer getest. Dit leidt tot een totaal van 130 woordparen waarvan 110 verschillende en 20 gelijke woordparen. De woordparen die hetzelfde zijn, bestaan uit de originele woorden en zijn dus niet gemanipuleerd. Het eerste woord dat aangeboden wordt is altijd het originele woord. Het tweede woord is hetzelfde of de



toonhoogte ligt 20-120 Hz hoger dan het origineel. Dit houdt in dat het tweede woord nooit lager kan zijn wat betreft toonhoogte, maar altijd hetzelfde is of hoger.

Het eerste woord is altijd de 0-conditie. Deze conditie kan als ene ‘anker’ gaan functioneren. Vanuit de literatuur bestaat het idee dat dyslectici mogelijk nadeel ondervinden van een zogenaamd anker ten opzichte van de controlegroep (Ahissar, Lubin, Putter–Katz & Banai, 2006). Mensen zouden bij aanbieding van een ‘anker’ sneller worden in de verwerking. Dyslectici zouden echter niet sneller worden wat betreft de verwerking en daarom dus benadeeld worden. Wijnen, Kappers, Vlutters en Winkel (2012) vinden echter dat er geen solide empirische basis is voor deze bewering aangezien uit hun onderzoek bleek dat dyslectici niet anders scoorden dan de controlegroep bij de aanwezigheid of afwezigheid van een anker. Dit maakt dat het geoorloofd is om als eerste woord altijd de 0-conditie te laten horen en beide groepen zouden geen nadelen ondervinden van het feit dat deze 0-conditie als anker kan gaan fungeren.

De woordparen worden bij iedere proefpersoon in een willekeurige volgorde aangeboden. Het aantal verschillende en overeenkomende woordparen is expres niet gelijk aangezien een proefpersoon van deze leeftijd mogelijk een voorkeur heeft voor het spreiden van antwoorden. Als hij te vaak aan moet geven dat hij geen verschil hoort, zal de proefpersoon mogelijk aan gaan geven dat hij wel verschil hoort, wanneer dit helemaal niet aan de orde is, maar alleen om zo wenselijk mogelijk te antwoorden. De proefpersoon krijgt geen informatie over de juistheid van het antwoord. Het experiment is gemaakt in het computerprogramma ZEP (Veenker, 2013).

### 2.2.5 Additionele testmaterialen

De proefpersoon had de beschikking over een koptelefoon en een laptop (beiden van UIL-OTS) in een stille ruimte. Het geluidsniveau van de koptelefoon was gefixeerd op een vaste waarde zodat iedere proefpersoon aanbod kreeg. Daarnaast was de laptop voorzien van een button box die bedoeld was voor het klemtoonexperiment.

De onderzoeker beschikte over de *digit span task (forward en backward)* (onderdeel uit WISC-III-NL; Kort et al., 2005). Deze test is bedoeld om het kortetermijngeheugen en werkgeheugen van de proefpersoon te meten. De proefpersoon moet hierbij getallenreeksen nazeggen. In de terugwaartse versie moet de proefpersoon de getallenreeksen van achter naar voren opzeggen. Daarnaast beschikte de onderzoeker over de Eén-Minuu-Test (Brus & Voeten, 1972), waarin een proefpersoon in één minuut tijd zoveel mogelijk woorden correct moet voorlezen. Ook werd de Bourdon-Vos test (Vos, 1998) afgenomen. Hierin krijgt de proefpersoon een blad met figuren die bestaan uit drie, vier en vijf stipjes. De proefpersoon wordt gevraagd om zo snel en secuur mogelijk de rijen met figuren af te gaan en een streepje te zetten door de figuren die bestaan uit vier stipjes. De onderzoeker registreerde de regeltijden en berekende achteraf het aantal vergeten figuurtjes, de correcties en de fouten. Deze test is bedoeld om het aandachtsniveau van de proefpersoon vast te stellen. Tevens beschikte de onderzoeker over de non-woordrepetitietoets (De Jong & Van der Leij, 1999), waarin proefpersonen 50 woorden moeten herhalen die via een geluidsfragment aangeboden worden. De woorden worden door een vrouwelijke spreker van het Nederlands twee keer voorgezegd en vervolgens moet de proefpersoon dit woord zo goed mogelijk herhalen. De eerste twee woorden worden gezien als training en de rest van de woorden wordt meegeteld in de score. De woorden bestaan uit 2 tot 5 syllaben en alle syllaben zijn mogelijke syllaben in het Nederlands.

Er was de beschikking over de verbale competentietest (onderdeel van WISC-III-NL; Kort et al., 2005). Bij deze test wordt de proefpersoon gevraagd woorden zo goed mogelijk te omschrijven om de woordenschat vast te stellen. De laatste test was de Klepel (Van den Bos, Spelberg, Scheepstra & De Vries, 1994). De proefpersoon leest in twee minuten tijd zoveel mogelijk pseudowoorden voor.

Tenslotte was er een vragenlijst. Deze vragen bestonden voornamelijk uit algemene gegevens, maar ook gegevens als handvoorkeur, het spreken van eventuele andere talen en vragen over of de proefpersoon zelf dyslexie, ADD of ADHD heeft of familieleden heeft met dyslexie, ADD of ADHD. Daarnaast waren er vragen over muzikale achtergrond, aangezien een muzikale achtergrond kan leiden tot een beter bewustzijn van toonhoogte.

EMT, Bourdon-Vos, non-woordrepetitietoets, verbale competentie en Klepel werden door middel van videobeelden geregistreerd. Deze videobeelden zorgden ervoor dat de testen achteraf secuur gescoord werden.

### 2.3 Procedure

De proefpersoon zat in een stille ruimte met een computer en een koptelefoon. Om vast te stellen of een proefpersoon voldeed aan de dyslexiecriteria werd een aantal testen afgenomen. Als eerste nam de onderzoeker de *digit span task (forward en backward)* (onderdeel van WISC-III-NL; Kort et al., 2005) af.

Hierop volgde het klemtoonexperiment, dat kort ingeleid werd met een voorbeeld, een stuk tekst dat voorgelezen werd en daarna een oefenfase van vier items (twee hetzelfde, twee verschillend). Na deze oefenfase mocht de proefpersoon nog vragen stellen. Hierna werd het experiment gestart en gaf de proefpersoon met behulp van een button box zo goed en snel mogelijk aan of de woordparen hetzelfde klonken of van elkaar verschilden.

Na het klemtoonexperiment volgde de Eén-Minuut-Test (Brus & Voeten, 1972). De proefpersoon kreeg als instructie zoveel mogelijk woorden binnen een minuut hardop voor te lezen.

Daarna werd de Bourdon-Vos test (Vos, 1998) afgenomen. Deze test is bedoeld om de aandacht van de proefpersoon te meten. De onderzoeker liet eerst het blad met alle figuurtjes zien en wees aan in welke vormen de stippenpatronen allemaal voor kunnen komen. De taak van de participant was om door alle figuurtjes die uit vier stipjes bestaan een streepje te zetten met een rode pen. Na deze instructie deed de onderzoeker een rij voor, waarna de proefpersoon zelf ook een rij mocht oefenen. Hierop volgde de eigenlijke test waarbij de proefpersoon geïnstrueerd werd zo snel en zo nauwkeurig mogelijk te werk te gaan. De onderzoeker noteerde ondertussen de regeltijden.

Aangezien de Bourdon-Vos test veel concentratie vergde, volgde hierop een taak waarbij de proefpersoon mocht spreken, namelijk de non-woordrepetitietask (De Jong & Van der Leij, 1999).

Na deze test volgde de verbale competentietest (onderdeel van WISC-III-NL; Kort et al., 2005) waarbij de proefpersoon woorden zo goed mogelijk moet omschrijven.

Als laatste werd de Klepel test (Van den Bos, Spelberg, Scheepstra & De Vries, 1994) afgenomen. Deze test bestaat uit pseudowoorden en uit ervaring is gebleken dat deze test voor dyslectici vervelend kan zijn. Daarom is besloten deze test als laatste af te nemen.

Aan het einde beantwoordde de proefpersoon de vragen van een vragenlijst. De onderzoeker was gedurende het hele experiment aanwezig om eventuele vragen te beantwoorden. Het afnemen van alle testen nam ongeveer een uur per proefpersoon in beslag.

### 3. Resultaten

---

Alle data-analyses die zijn uitgevoerd in dit onderzoek, werden gedaan aan de hand van IBM SPSS Statistics 20. Voor alle analyses wordt gebruik gemaakt van het significantieniveau  $\alpha = .05$ . Het eerste gedeelte van de resultaten bestaat uit beschrijvende vergelijkingen tussen de controlegroep en de dyslexiegroep. In het tweede gedeelte wordt specifiek gekeken naar de data van het experiment. Alle scores van de additionele testen zijn te vinden in bijlage 2.

#### 3.1 Beschrijvende analyses

De scores van de digit span, EMT, Bourdon-Vos, verbale competentie en Klepel werden omgerekend naar normscores (bijlage 3). Aan de hand van de scores van EMT en Klepel werd gekeken of een proefpersoon dyslexie had. Bij normscores van 7 of lager op zowel EMT als Klepel werd een proefpersoon in de dyslexiegroep geplaatst. In veel gevallen dienden deze scores als controle, aangezien proefpersonen zelf al aangaven dyslexie te hebben. In drie gevallen bleek de proefpersoon niet eerder getest te zijn op dyslexie en werden dusdanig lage scores behaald op EMT en Klepel dat deze proefpersoon in de dyslexiegroep geplaatst is. Om verschillen tussen de controlegroep en de dyslexiegroep te toetsen, werd een ANOVA gedaan. Voor deze analyse werden de ruwe scores gebruikt. Eerst werd er gecontroleerd of er sprake was van een normale verdeling door middel van de Shapiro-Wilk test. Resultaten waren als volgt: EMT,  $p = .867$ , NWR,  $p = .577$  en Klepel,  $p = .766$ . Deze waarden zijn niet significant en daarom mag aangenomen worden dat er sprake is van een normale verdeling. De gemiddelde scores op EMT, Klepel en NWR van de kinderen met dyslexie waren lager dan die van de kinderen zonder dyslexie. Separate univariate ANOVA's met ruwe scores als afhankelijke variabele en groep (wel dysl/geen dysl) lieten

zien dat de verschillen significant waren (EMT:  $F(1, 17) = 12.980, p < .000$ ; Klepel:  $F(1,17) = 20.257, p < .000$ ; NWR:  $F(1, 17) = 4,782, p = .043$ ).

Hierna werd er gekeken naar de variantie tussen de controlegroep en de dyslexiegroep op de digit span, Bourdon-Vos en verbale competentie. Voor digit span forward en backward werden en voor de verbale competentie test werden de ruwe scores gebruikt. Scores van Bourdon-Vos werden omgerekend naar normscores aangezien het onderdeel nauwkeurigheid bestaat uit verschillende onderdelen. Uit een Shapiro-Wilk test bleek dat de scores op de digit span forward en backward normaal verdeeld waren: Digit span forward,  $p = .112$ , digit span backward,  $p = .056$ . Na een independent t-test voor digit span forward bleek er geen significant verschil tussen de twee groepen te zijn,  $t(17) = -.194, p = .849, r = .047$ . Ook het resultaat op de digit span backward bleek niet significant ( $t(17) = 1.662, p = .115, r = .298$ ). De effectgrootte heeft een lage waarde en er is geen duidelijk verschil tussen de groepen wat betreft werkgeheugen. De Bourdon-Vos test werd verdeeld in twee delen namelijk snelheid en nauwkeurigheid. Deze variabelen bleken niet normaal verdeeld te zijn: Shapiro-Wilk Bourdon-Vos-snelheid,  $p < .000$  en Bourdon-Vos-nauwkeurigheid,  $p = .023$ . Daarom werd er een Mann-Whitney U-Test gedaan. De resultaten bleken niet significant te zijn. Bourdon-Vos-snelheid,  $U = 56.000, p = .400, r = -0.058$  en Bourdon-Vos-nauwkeurigheid,  $U = 55.000, p = .447, r = -.031$  Deze beide waarden zijn niet significant en dit betekent dat er geen significant verschil is op de Bourdon-Vos test tussen de dyslexiegroep en de controlegroep. De verbale competentietest bleek normaal verdeeld te zijn, Shapiro-Wilk:  $p = .381$  en voor deze test werd er een independent t-test uitgevoerd,  $t(17) = .370, p = .718, r = 0.146$ . Dit resultaat houdt in dat de scores op de verbale competentietest niet significant verschilden tussen beide groepen.

Sekse, leeftijd, handvoorkeur en het spelen van een muziekinstrument werden ook geanalyseerd. De waarde voor handvoorkeur werd vastgesteld door het antwoord op de

vraag: ‘Met welke hand schrijf je?’ Vervolgens werden er kruisellen gemaakt en werd een *Pearson Chi-Square* ( $\chi^2$ )-test uitgevoerd.

Voor sekse bleek  $\chi^2(1, 19) = 2.039, p = .153$  en dit is geen significant verschil. Leeftijd,  $\chi^2(11, 19) = 12,315, p = .340$  en ook leeftijd is niet significant. Een  $\chi^2$ -test voor handvoorkeur leverde  $\chi^2(1, 19) = .532, p = .466$  op, dit was eveneens geen significant resultaat. Als laatste werd er een  $\chi^2$ -test gedaan voor het spelen van een muziekinstrument:  $\chi^2(1, 19) = .038, p = .845$ . Er was geen significant verschil tussen de groepen wat betreft het aantal mensen dat wel of geen muziek instrument bespeelde.

### 3.2 Analyse van het experiment

De scores van het klemtoonexperiment werden omgezet in  $d'$ -waarden. Voor elke proefpersoon werd berekend hoeveel *false alarms* hij had in de conditie waarin beide woorden hetzelfde waren. Vervolgens werd het aantal goede antwoorden (*hits*) per conditie geteld. De hits van de *different*-conditie en de correcte antwoorden in de *same*-conditie werden bij elkaar opgeteld. Vervolgens werd per conditie het aantal hits gedeeld door het aantal hits plus het aantal correcte antwoorden en per conditie werd het aantal *false alarms* gedeeld door het aantal hits plus het aantal correcte antwoorden (Keating, 2004). Hieruit kwamen p-waarden, die vervolgens omgezet zijn naar z-scores. Vervolgens werden deze z-scores ingevuld in de volgende formule:  $z-H(\text{hits}) - z-FA(\text{false alarms})$ . Dit leverde vervolgens  $d'$ -waarden per conditie op. Wanneer er sprake was van een FA-score of een H-score van 0, dan werd deze waarde omgezet naar 0,01 en vervolgens werden vanuit deze waarde de p-waarde en z-score berekend.

Per proefpersoon waren er 11 condities waarin de woorden verschillend van elkaar waren. Dit leverde vervolgens ook 11 verschillende  $d'$ -waarden op. Per conditie werd vervolgens een ANOVA uitgevoerd met groep (wel/geen dyslexie) als onafhankelijke

variabele en  $d'$ -waarden als afhankelijke variabele. Voor de elf condities is nagaan of ze normaal verdeeld zijn met de Shapiro-Wilk test. Aangezien elke conditie bestaat uit twee groepen (dyslexie-geen dyslexie) is er sprake van 22 condities. Voor 18 van de 22 condities was de Shapiro-Wilk,  $p > .05$ . Dit wil zeggen dat de 0-hypothese niet verworpen kan worden en dat we mogen aannemen dat deze condities normaal verdeeld zijn. In vier condities was Shapiro-Wilk,  $p < .05$  en voor deze vier condities kunnen we dus niet aannemen dat er sprake is van een normale verdeling. De significante Shapiro-Wilk  $p$ -waarde voor vier condities wordt veroorzaakt door een uitbijter. Er is echter geen reden te bedenken om deze uitbijter te verwijderen uit de resultaten. Doordat  $p > .05$  mogen we aannemen dat er sprake is van een normale verdeling en is het geoorloofd een ANOVA uit te voeren.

Variabele	df-totaal	F	$\eta$	p
20Hz	18	3,346	.16	.085
30Hz	18	10,713	.39	.004
40Hz	18	5,967	.26	.026
50Hz	18	5,878	.36	.027
60Hz	18	4,515	.21	.049
70Hz	18	4,938	.23	.040
80Hz	18	3,865	.19	.066
90Hz	18	5,859	.26	.027
100Hz	18	2,816	.14	.112
110Hz	18	4,814	.22	.042
120Hz	18	4,137	.20	.058

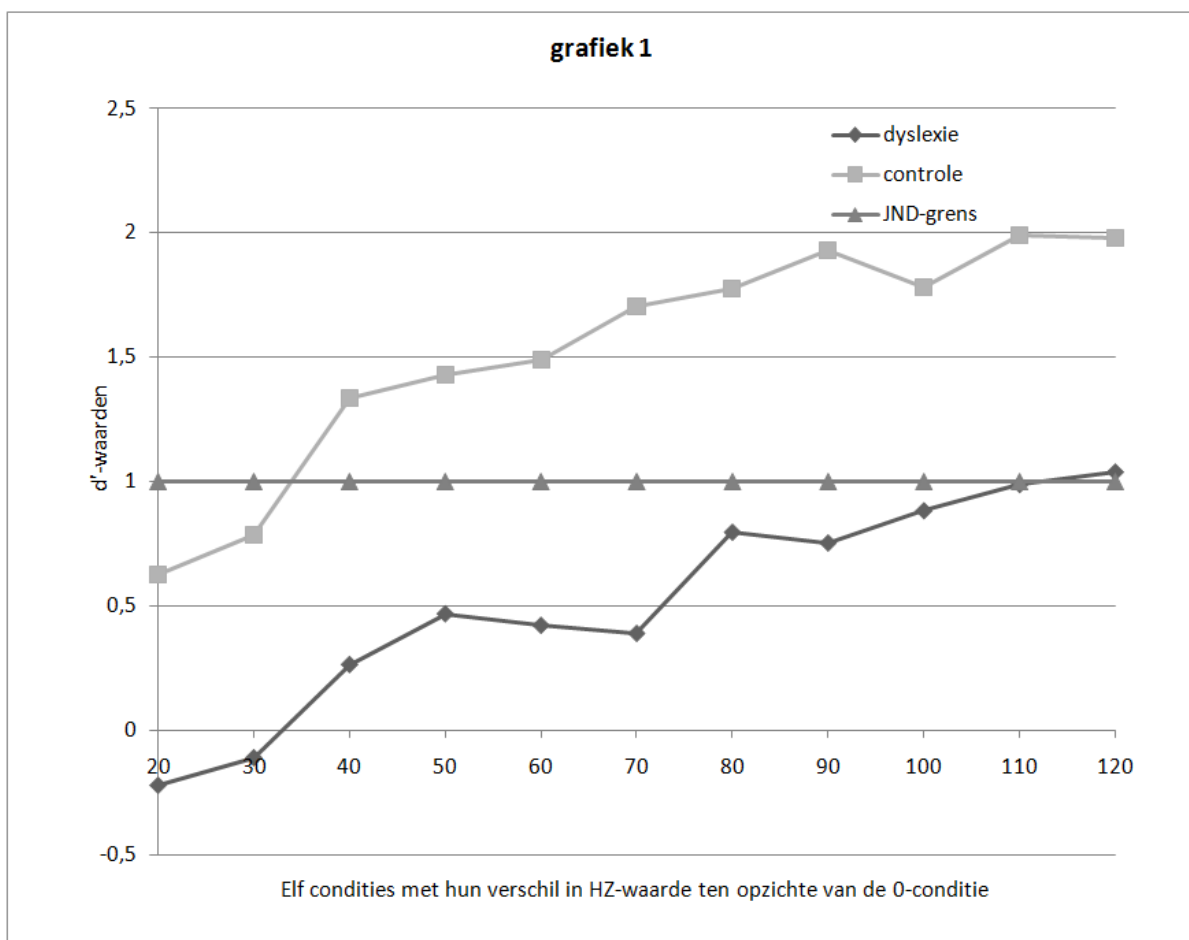
Tabel 1. Uitkomsten van ANOVA's van 11 condities.

Voor verschillende condities blijkt er een significant verschil te bestaan tussen de dyslexiegroep en de controlegroep. De effectgrootte  $\eta$  is gemiddeld .24, dit is een gemiddelde waarde.



Hierna is een *multivariate analysis of variance* (MANOVA) uitgevoerd om een uitspraak te kunnen doen over de scores van alle elf condities. Op deze manier type I fout kleiner. De afhankelijke variabelen waren de  $d'$ -waarden van de elf condities. Dyslexie fungeerde als *fixed factor*. Ook voor deze test geldt dat de verdeling bij benadering normaal was. De resultaten lieten zien dat er geen significant effect was tussen de twee groepen wanneer alle condities bij elkaar genomen werden,  $F(11, 7) = 2.820$ ,  $p = .090$ ,  $\eta^2 = .816$ .

Als laatste is er gekeken naar de gemiddelde  $d'$ -waarden voor de controlegroep en de dyslexiegroep om te zien of er een verschil bestaat in *just noticeable difference* (JND). De grens voor een JND ligt bij een  $d'$ -waarde van 1, dit is de waarde waarbij verschil waargenomen wordt (Quené, 2007). In onderstaande grafiek is te af te lezen dat JND voor de dyslexiegroep ligt bij ongeveer 110 Hz. JND voor de controlegroep ligt veel lager: tussen de 30 en 40 Hz.



Deze JND-waarden kunnen vervolgens omgerekend worden naar percentages. Dit is gedaan door de totale frequentiewaarden van de tien pseudowoorden van het JND te delen door de totale frequentiewaarden van de 0-conditie. Deze waarde wordt vervolgens vermenigvuldigd met honderd. Dit leidt tot een JND-percentag van de controlegroep dat bij ongeveer 10% verschil ligt wanneer de input gemiddeld 379 Hz is. Voor de dyslexiegroep ligt dit verschil veel hoger, namelijk op een minimaal verschil van ongeveer 30% ten opzicht van de 0-conditie van gemiddeld 379 Hz.

## 4. Discussie

---

In dit onderzoek werd gekeken naar de lokale klemtoonperceptie van kinderen met dyslexie. Dit werd gedaan door een discriminatietask bestaande uit pseudowoorden die qua toonhoogte gemanipuleerd waren. De stimuli werden aangeboden in paren en de taak van de proefpersoon was om te beslissen of de twee woorden hetzelfde waren wat betreft toonhoogte. In eerdere onderzoeken werd geen gebruik gemaakt van natuurlijke taal. Doel van dit onderzoek was ontdekken hoe dyslectici omgaan met toonhoogte in natuurlijke taal. Een tweede doel was zien of de resultaten van dit experiment in navolging waren van hierboven beschreven experimenten.

De resultaten laten zien dat de controlegroep en de dyslexiegroep significant van elkaar verschillen wat betreft de scores op EMT, Klepel en NWR. Dit is volgens de verwachting, aangezien dyslectici minder goed zijn in leestaken en vanuit de literatuur blijkt dat dyslectici een andere klankperceptie (Serniclaes et al., 2004) hebben en daardoor slechter scoren op non-woordrepetitietaken. Er werd geen significant verschil gevonden tussen de beide groepen bij de digit span forward en backward. Resultaten uit het klemtoonexperiment

kunnen daarom niet worden toegeschreven aan verschillen in kortetermijngeheugen werkgeheugencapaciteit. Ook de verbale competentie van beide groepen verschilde niet significant, evenals de scores op de Bourdon-Vos test. Dit houdt in dat verschillen in scores ook niet toegeschreven kunnen worden aan verminderde aandacht of nauwkeurigheid van proefpersonen in beide groepen. Dit kan echter niet met zekerheid vastgesteld worden omdat de betrouwbaarheid van de Bourdon-Vos test ter discussie staat en de normscores erg ruim genomen zijn.

De resultaten van het klemtoonexperiment lieten zien dat er voor verschillende condities een significant verschil bleek te bestaan tussen de twee groepen. Uit de MANOVA bleek echter dat er geen significant was tussen de controlegroep en de dyslexiegroep voor alle condities bij elkaar. We kunnen dus niet concluderen dat dyslectici, in tegenstelling tot klankperceptie, een significant slechtere klemtoonperceptie hebben dan niet-dyslectici.

Wanneer we het experiment zien als muzikaal experiment, dan zijn de resultaten in overeenstemming met de bevindingen van Morais et al. (1984) en van Sprenger-Charolles et al. (2000). Zij vonden dat dyslectici niet slechter presteerden op muzikale taken waarbij zij noten van een xylofoon moesten herproduceren of een beslissing moesten maken over of een melodiepaar verschillend of hetzelfde was. De resultaten zijn niet in overeenstemming met de bevindingen van Ziegler et al. (2012) die vonden dat dyslectici significant slechter presteerden op een lokale klemtoontaak met tonen dan de controlegroep.

Als laatste is er een berekening gemaakt van de gemiddelde scores op de klemtoontaak van de twee groepen en hieruit bleek dat de controlegroep gemiddeld bij een verschil van ongeveer 40 Hz verschil hoort tussen de aangeboden woorden. Dit is in overeenstemming met de eerder genoemde verwachting. In synthetische signalen werd er een JND gemeten van ongeveer 4% (Rossi & Chafcouloff, 1972). Dit percentage moet voor

gesproken taal veel hoger liggen door alle ruis eromheen. Het gevonden verschil van 10% is daarom een reële waarde voor JND in natuurlijke taal.

JND voor dyslectici ligt in dit experiment echter rond de 110 Hz. Dit komt overeen met een percentage van 30%. Dit is een aanzienlijk verschil met de controlegroep. Uit eerder onderzoek bleek al dat dyslectici slechter zijn dan niet-dyslectici in het aangeven of er sprake is van een stijgende of een dalende toon (Ziegler et al., 2012). Nu blijkt dat dyslectici verschillen van minder dan 30% niet goed waarnemen en daarom waarschijnlijk niet aan konden geven of een toon dalend of stijgend was.

Het feit dat de resultaten van dit experiment niet significant waren, zou te wijten kunnen zijn de opzet van het experiment. Het experiment was niet gepseudorandomiseerd. Dit houdt in dat het in sommige gevallen voorkwam dat een proefpersoon twee keer het woord 'klepin' na elkaar hoorde. Een proefpersoon kan hier voordeel van hebben en door eerder aanbod horen dat er wel of geen verschil is tussen de woorden. Ook kan een proefpersoon hier nadelen van ondervinden omdat hij kan denken dat hij eerder een fout gemaakt heeft bij het beoordelen van de stimuli.

Ook de fase waarin de proefpersoon kon oefenen had beter gekund door in te stellen dat een proefpersoon 100% moet scoren voordat hij verder mag met het experiment. Deze mogelijkheid was er echter niet en wanneer een proefpersoon niet 100% scoorde, werd alleen benadrukt dat het ging om grote en om kleine verschillen tussen de woorden. Het is echter niet verwonderlijk dat veel proefpersonen geen 100% scoorden, want een van de items in de oefenfase was een item met een verschil van 100 Hz. Uit de resultaten blijkt dat dyslectici niet altijd het verschil hoorden tussen de 0-conditie en de 100-conditie.

Een derde verbeterpunt zou de stapgrootte kunnen zijn. In dit experiment is gekozen voor een lineaire stapgrootte die steeds toeneemt met stapjes van 10 Hz. Het zou echter beter geweest zijn om gebruikte maken van een logaritmische schaal omdat er dan een parallel

ontstaat met muzieknoten en dit zorgt voor een betere vergelijking tussen experimenten die gedaan zijn met tonen en experimenten die gebruik maken van natuurlijke taal.

Een ander punt is de tijd die het experiment in beslag nam. Het experiment duurde zeker tien minuten per proefpersoon en proefpersonen raakten halverwege al verveeld en zijn misschien minder goed gaan luisteren of zijn sneller gaan antwoorden om maar door te kunnen naar het volgende item. Het inlassen van een pauze zou een oplossing kunnen zijn.

Daarnaast is er een mogelijkheid dat proefpersonen leren tijdens het experiment waardoor de resultaten in het begin minder goed zijn dan halverwege. Wanneer toevallig veel woorden van een conditie in het begin aangeboden worden, zou het zo kunnen zijn dat een proefpersoon hier nog niet het verschil hoort tussen de items, terwijl hij dat later wellicht wel hoort. Het zou dus goed zijn om van alle condities minimaal een trial aan bod te laten komen aan het begin van het experiment. Ook biedt dat de mogelijkheid om de eerste trials weg te gooien en niet mee te nemen in de resultaten.

Het ene pseudowoord gedroeg zich netter dan het andere. Een pseudowoord waarin meer fouten gemaakt leken te worden, was 'sulep' /sylep/. Dit woord is wat betreft frequentie niet hoger of lager dan de andere pseudoworden, dus aan de frequentie kan het niet liggen. Een verklaring zou kunnen zijn dat de /y/ minder vaak gebruikt wordt in het Nederlands dan de overige klinkers uit de pseudoworden en proefpersonen door de lagere distributie van deze klank, minder goed zijn in het horen van verschil in toonhoogte.

Er wordt beweerd dat niet-dyslectische proefpersonen meer baat hebben bij een gefixeerde 0-conditie dan dyslectici, ook wel de *anchoring* hypothese genoemd (Ahissar et al., 2006). Uit een experiment van Wijnen et al. (2012) bleek echter geen significant verschil te bestaan tussen niet-dyslectici en dyslectici. Mensen met dyslexie bleken evenveel baat te hebben bij een gefixeerde 0-conditie als niet-dyslectici. Maar om zeker te zijn zou dit het nuttig kunnen zijn om twee groepen toe te voegen aan dit experiment. Een groep waarin de 0-

conditie altijd als eerste aangeboden wordt en een groep waarin de 0-conditie zowel de eerste in het item kan zijn, als het tweede woord. Hiermee zou dan gelijk bewijs geleverd kunnen worden voor de *anchoring* hypothese (Ahissar et al., 2006).

Het gebrek aan significantie zou ook verklaard kunnen worden door de kleine steekproef die genomen is. Door allerlei factoren die invloed zouden kunnen hebben op de resultaten werd ongeveer een derde van de geteste proefpersonen uit de resultaten verwijderd. Dit leidde tot erg kleine groepen. Wanneer dit experiment herhaald wordt met een grotere groep proefpersonen, krijgen uitbijters minder invloed op de resultaten en wordt het gemakkelijker om verdeling te krijgen met een normale distributie, wat in dit experiment in veel gevallen niet zo was.

Samenvattend blijkt dat er geen significant verschil bestaat in lokale klemtoonperceptie tussen proefpersonen met dyslexie en proefpersonen zonder dyslexie. Een aantal condities bleek echter wel significant en door het experiment aan te passen zouden de overige condities mogelijk ook tot een significant resultaat kunnen leiden. Uit dit experiment bleek verder dat de controlegroep een JND heeft van ongeveer 10%, wat volgens de verwachting is. Dyslectici blijken een JND te hebben van rond de 30% bij een gemiddelde input van 379 Hz. Verder onderzoek zou nog gedaan kunnen worden naar JND door een kleinere stapgrootte te nemen en op die manier zou een precieze waarde vast gesteld kunnen worden. Ook zou een idee kunnen zijn om bij dezelfde groep proefpersonen zowel een klemtoonexperiment met natuurlijke taal af te nemen als een experiment waarin toonhoogteverschillen getest worden met alleen tonen. Dit biedt de mogelijkheid om parallellen en verschillen te ontdekken tussen tonen en natuurlijke taal waarbij de groep proefpersonen gelijk blijft.

## 5. Referenties

---

- Ahissar, M. (2007). Dyslexia and the anchoring-deficit hypothesis. *Trends in Cognitive Sciences, 11*, 457–465.
- Ahissar, M., Lubin, Y., Putter-Katz, H., & Banai, K. (2006). Dyslexia and the failure to form a perceptual anchor. *Nature Neuroscience, 9*, 1558–1564.
- Brus, B. Th., & Voeten, M. J. M. (1972). Een-Minuut Test. Vorm A en B. Nijmegen: Berkhout Testmateriaal.
- Foxton, J. M., Talcott, J. B., Witton, C., Brace, H., McIntyre, F., & Griffiths, T. D. (2003). Reading skills are related to global, but not local, acoustic pattern perception. *Nature Neuroscience, 6*(4), 343–344.
- Gómez, R. L. (2002). Variability and detection of invariant structure. *Psychological Science, 13*(5), 431-436.
- Goswami, U., Gerson, D., & Astruc, L. (2010). Amplitude envelope perception, phonology and prosodic sensitivity in children with developmental dyslexia. *Reading & Writing, 23*(8), 995-1019.
- Huss, M., Verney, J. P., Fosker, T., Mead, N., & Goswami, U. (2011). Music, rhythm, rise time perception and developmental dyslexia: Perception of musical meter predicts reading and phonology. *Cortex, 47*, 674-689.
- Isačenko, A.V., & Schädlich, H. J. (1970). A model of standard German intonation. Den Haag: Mouton,
- Jong, P. F. de, & Leij, A. van der (1999). Specific contributions of phonological abilities to early reading acquisition: Results from a Dutch latent variable longitudinal study. *Journal of Educational Psychology, 91*, 450-476.
- Justus, T., & List, A. (2005). Auditory attention to frequency and time: An analogy to

visual local-global stimuli. *Cognition*, 98, 31–51.

Keating, P. (2004). *D-prime (signal detection) analysis*. Retrieved from:

<http://www.linguistics.ucla.edu/faciliti/facilities/statistics/dprime.htm>

Kerkhoff, A., De Bree, E., De Klerck, M., & Wijnen, F. (2013). Non-adjacent dependency learning in infants at familial risk of dyslexia. *Journal of Child Language*, 40(1), 11-28.

Kollmeier B., Brand, T., & Meyer, B. (2008). Perception of Speech and Sound. In J. Benesty, M.M. Shondhi & Y. Huang (Red). *Springer Handbook of Speech Processing* (p. 65). Berlijn: Springer

Kort, W., Schittekatte, M., Bosmans, M., Compaan, E. I., Dekker, P. H., Vermeir, G., & Verhaeghe, P. (2005). *WISC-III-NL. Handleiding, Nederlandse bewerking*. London: The Psychological Corporation.

Leong, V., Hämäläinen, J., Soltész, F., & Goswami, U. (2011). Rise time perception and detection of syllable stress in adults with developmental dyslexia. *Journal of Memory and Language*, 64, 59-73.

Lyon, G. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53, 1-15.

Marie, C., Magne, C., & Besson, M. (2009). Musicians and the metric structure of words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(2), 294-305.

Morais, J., Cluytens, M., & Alegria, J. (1984). Segmentation abilities of dyslexics and normal readers. *Perceptual and Motor Skills*, 58, 221–222.

Quené, H. (2007). On the just noticeable difference for tempo in speech. *Journal of Phonetics*, 35, 353-362

Rietveld, A. C. M., & Heuven, van, V. J. (2001). *Algemene Fonetiek*. Bussum: Coutinho

Rossi, M., & Chafcouloff, M. (1972). "Recherche sur de le seuil différentiel de fréquence



- fondamentale dans la parole. *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix, 1*, 179-185.
- Serniclaes, W., Heghe, van, S., Mousty, P., Carré, R. & Sprenger-Charolles, L. (2004). Allophonic mode of speech perception in dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology, 87*(4), 336-261.
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Lacert, P., & Serniclaes, W. (2000). On subtypes of developmental dyslexia: Evidence from processing time and accuracy scores. *Canadian Journal of Experimental Psychology (Special Issue on Early Literacy and Early Numeracy), 54*, 87–103.
- 't Hart, J. (1981). Differential sensitivity to pitch distance, particularly in speech. *The Journal of the Acoustical Society of America, 69*(3), 811-822.
- Van den Bos, K. P., Spelberg, H. C. L., Scheepstra, A. J. M., & de Vries, J. R. (1994). De KLEPEL. Een test voorde leesvaardigheid van pseudo-woorden (de KLEPEL: a test for the ability to read pseudo-words). Nijmegen: Berkhout Testmateriaal.
- Veenker, T.J.G. (2013). The Zep Experiment Control Application (Version 1.6.0) [Computer software]. Utrecht Institute of Linguistics OTS, Utrecht University. Available from <http://www.hum.uu.nl/uilots/lab/zep/>
- Vos, P. G. (1998). Bourdon-Vos test. Lisse: Swets & Zeitlinger
- Wagner, R. K., & Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin, 101*, 192–212.
- Wechsler, D. (2005). Wechsler Intelligence Scale for Children-III-NL. *Woordkennis en cijferreeksen*. Nederlandse bewerking. Amsterdam: Pearson assessment and information.
- Werker, J. F., & Tees, R. C. (1984). Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior and Development, 7*, 49–63.
- Wijnen, F., Klapper, A. M. L., Vlutters, L. D., & Winkel, S. (2012). Auditory Frequency

Discrimination in Adults With Dyslexia: A Test of the Anchoring Hypothesis

*Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55, 1387–1394

Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: A psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin*, 131, 3–29.

Ziegler, J. C., Pech-Georgel, C., George, F. & Foxton, J. M. (2012). Global and local pitch perception in children with developmental dyslexia. *Brain & Language*, 120, 265–270.

## 6. Bijlage

---

### 6.1 Bijlage 1 – pseudowoorden met Hz-waarden

woorden		Aantal Hz											
		0	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
<b>Densim</b>	<b>dənsim</b>	426	446	457	467	477	487	497	506	517	527	536	547
<b>fidang</b>	<b>fidəŋ</b>	406	426	436	446	456	466	476	486	496	506	516	526
<b>hifam</b>	<b>hifəm</b>	365	385	394	405	414	425	434	445	454	465	474	485
<b>loga</b>	<b>Lo:ya:</b>	353	372	382	392	402	412	422	432	442	452	462	472
<b>naspu</b>	<b>naspu</b>	385	405	415	425	435	445	455	465	475	485	495	505
<b>noeba</b>	<b>Nuba:</b>	344	364	374	384	394	404	414	424	434	444	454	464
<b>rogges</b>	<b>rɔyəs</b>	384	404	414	424	434	444	454	464	474	484	494	504
<b>klepin</b>	<b>klepm</b>	379	399	409	419	429	439	449	459	469	479	489	499
<b>sulep</b>	<b>syləp</b>	372	392	401	412	421	432	441	452	461	472	481	492
<b>wadim</b>	<b>Wa:dim</b>	379	399	410	419	429	438	449	458	469	478	489	498

## 6.2 Bijlage 2 – scores gebruikt in analyse

ppn	Digit span forward	Digit span backward	Klepel	Verbale Comp.	NWR	Bourdon Snelheid	Bourdon Nauwk.	EMT
1	11	6	44	38	28	0	-1	54
2	8	4	75	39	31	-1	-1	76
3	9	6	51	43	28	0	0	61
4	11	7	64	42	41	-1	1	83
5	7	4	100	40	29	-1	0	97
6	6	5	56	47	30	-1	-1	85
7	7	5	65	35	31	0	0	67
8	9	7	79	39	28	0	0	96
9	13	3	48	37	31	-1	-1	65
10	8	4	42	52	31	0	-1	72
11	8	4	92	42	34	-1	-1	81
12	9	6	82	53	35	-2	-2	81
13	7	6	58	40	38	0	0	71
14	9	7	63	46	36	0	-2	75
15	10	6	53	43	36	-1	-1	68
16	6	3	45	42	29	-1	0	65
17	6	5	57	43	27	0	0	71
18	6	4	41	45	24	0	1	64
19	8	4	24	45	32	-2	0	43

## 6.3 Bijlage 3 - normscores

proefpersoon	Digit span	Klepel	Verbale Competentie	EMT	Dyslexie Ja =1, Nee= 0
1	13	5	8	3	1
2	8	9	7	8	0
3	11	6	9	5	1
4	14	8	10	10	0
5	7	13	8	13	0
6	6	6	10	10	0
7	8	8	7	6	1
8	12	10	7	13	0
9	12	5	8	6	1
10	8	4	12	8	1
11	8	12	9	9	0
12	11	10	13	9	0
13	9	7	8	7	0
14	12	7	10	8	0
15	12	6	10	7	1
16	4	5	9	6	1
17	7	7	9	7	1
18	5	4	9	6	1
19	8	1	9	1	1