

Faculteit Letteren en Wijsbegeerte
Bachelorscriptie Taal- en Letterkunde
Bachelor Nederlands-Engels

Het fonologisch deficiet als oorzaak van dyslexie: een overzicht

Karen Gijsbrechts

Promotor: prof. dr. Dominiek Sandra

Assessor: Lien Van Abbenyen

Universiteit Antwerpen
Academiejaar 2013-2014

Authenticiteitsverklaring

Ondergetekende, Karen Gijsbrechts, student Taal- & Letterkunde Nederlands – Engels verklaart dat deze scriptie volledig oorspronkelijk is en uitsluitend door haarzelf geschreven is. Bij alle informatie en ideeën ontleend aan andere bronnen, heeft ondergetekende expliciet en in detail verwezen naar de vindplaatsen. Ondergetekende is zich ervan bewust dat deze scriptie gecontroleerd zal worden op de eventuele aanwezigheid van plagiaat.

Plaats + datum

Handtekening

VOORWOORD

Dyslexie is een fascinerend onderwerp dat zich niet laat vatten in enkele pagina's. Soms leek het alsof elk wetenschappelijk artikel meer vragen met zich meebracht dan antwoorden. Daarom wil ik enkele mensen bedanken zonder wie deze scriptie niet tot stand zou zijn gekomen.

Allereerst veel dank aan professor Sandra, die me op weg heeft geholpen. Daarnaast bedank ik ook Ihor Biloushchenko voor de verbetering van het tweede hoofdstuk en wil ik ook mijn dank betuigen aan familie en vrienden voor de steun die zij boden tijdens het afgelopen jaar.

Ik hoop dat ik met deze scriptie aan de lezer ook maar een fractie van de fascinatie kan overbrengen die ik ervaren heb tijdens het schrijven.

Antwerpen, 2014

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	1
2.	DYSLEXIE	2
2.1	Definitie.....	2
2.2	Oorzaken	4
2.2.1	Cognitieve oorzaken.....	4
2.2.2	Biologische oorzaken	8
3.	FONOLOGISCH BEWUSTZIJN.....	11
3.1	Leren lezen	11
3.2	Orthografisch bewustzijn	12
3.3	Fonologisch bewustzijn.....	14
4.	FONOLOGISCH DEFICIËTTHEORIE.....	16
4.1	Wat is het fonologisch deficiet?	16
4.2	Oorzaak van het fonologisch deficiet.....	18
4.3	Bewijs voor een fonologisch deficiet	20
4.2	Bedenkingen bij het fonologisch deficiet	23
5.	PREVENTIE & REMEDIËRING.....	26
6.	CONCLUSIE	28
7.	BIBLIOGRAFIE.....	30

1. INLEIDING

We lezen elke dag. Al is het de achterkant van een doos ontbijtgranen of de nummerplaat van een passerende auto, elke dag verwerken we een overdonderende lading informatie en staan we daar nauwelijks bij stil. Voor sommigen is deze verwerking echter niet vanzelfsprekend. Mensen met dyslexie hebben moeilijkheden met het identificeren van woorden, waardoor het lezen en schrijven vaak een worsteling wordt. Omdat dyslexie zo'n bekende stoornis is, zou men kunnen denken dat de oorzaak van de leesproblemen inmiddels ook achterhaald is. Dit is niet het geval. De zoektocht naar de oorzaak van dyslexie niet zo simpel als het lijkt. Afhankelijk van het onderzoeksperspectief kan de oorzaak biologisch of cognitief blijken, met verscheidene theorieën onder elke noemer. Bovendien is dyslexie een stoornis die voorkomt in verschillende vormen. Anders gezegd: er is geen één dyslexie. Dat heeft tot gevolg dat geen enkele theorie dyslexie in al zijn facetten kan verklaren, maar tot nu toe is er consensus dat de fonologisch deficiëtheorie hier het meest in slaagt. Maar wat houdt het fonologisch deficiet in? Welke implicaties heeft zulk deficiet met betrekking tot fonologische vaardigheden en op welke manier zorgt dat ervoor dat mensen met dyslexie problemen ervaren met lezen? Deze scriptie biedt een antwoord op deze vragen en vormt tevens een overzicht van de belangrijkste doorbraken in dyslexieonderzoek.

In het hoofdstuk 'Dyslexie' wordt een basis gegeven voor de rest van de scriptie. We beginnen met een korte beschrijving van de stoornis dyslexie in het algemeen. Hierbij leg ik uit waarom het definiëren van dyslexie zo'n moeilijke onderneming is en overloop ik bekende theorieën over mogelijke oorzaken. In deze context wordt het begrip van de fonologisch deficiëtheorie een eerste keer geïntroduceerd.

Het derde hoofdstuk 'Het fonologisch bewustzijn' gaat over leren lezen en de grote rol die het fonologisch bewustzijn daarin toegewezen krijgt. Dit hoofdstuk is onmisbaar omdat het proces van leren lezen centraal staat in het onderzoek naar dyslexie. Het fonologisch bewustzijn vormt bovendien een belangrijk begrip in de fonologisch deficiëtheorie.

De fonologisch deficiëtheorie zelf komt uiteindelijk aan bod in hoofdstuk vier. Dit hoofdstuk begint met een korte uiteenzetting van het fonologisch deficiet, om vervolgens de oorzaak van het deficiet te bespreken, gevolgd door een blik op het onderzoek naar en het bewijs voor een fonologisch deficiet. Natuurlijk kunnen er ook bij de fonologisch deficiëtheorie enkele bedenkingen worden geformuleerd. Deze bedenkingen sluiten het hoofdstuk af.

Ten slotte volgt in 'Preventie en remediëring' een korte bespreking van de resultaten die geboekt zijn in de behandeling van dyslexie.

2. DYSLEXIE

Om de fonologisch deficiëtheorie zo volledig mogelijk toe te lichten, moet het begrip dyslexie eerst gesitueerd worden. Dit onderdeel biedt zicht op een bredere context waarin de fonologische deficiëtheorie is ontstaan.

Allereerst komt de problematiek rond een eenduidige definitie van dyslexie aan bod. Het zoeken naar een definitie loopt stroef onder meer omdat de pogingen tot een verklaring of beschrijving vaak stuiten op onenigheid omtrent wat we nu net onder dyslexie kunnen verstaan.

Daarnaast besteed ik tijd aan de gangbare oorzaken van dyslexie en geef ik een overzicht opgedeeld in cognitieve en biologische oorzaken. Meteen wordt duidelijk dat er bij het verschijnsel dyslexie nog vele vraagtekens geplaatst kunnen worden.

2.1 Definitie

Hoewel het reeds decennialang een ingeburgerd begrip is, weigert dyslexie zich ondubbelzinnig te definiëren. Een wetenschappelijke consensus omtrent een definitie is dus lang uitgebleven ondanks een toenemende aandacht voor het fenomeen dyslexie en zijn oorzaken.

Men is het erover eens dat dyslexie een leerstoornis is die het lezen en schrijven belemmert (Ghesquière, 2011: 2). De omschrijving van dyslexie wordt vooral bemoeilijkt omdat er tot op heden geen duidelijk oorzaak benoemd kan worden. Die onduidelijkheid leidt tot de heersende verdeeldheid wat betreft de relevante criteria die aangewend moeten worden om tot een definitie te komen. Hieronder zien we waarom deze criteria zo belangrijk zijn.

Een belangrijke definitie werd beschreven door Orton Dyslexia Society, die stelde dat dyslexie een specifiek taalgebonden leerstoornis is die wordt gekenmerkt door problemen met lezen en spellen en bovendien onverwacht is als men kijkt naar leeftijd en intelligentie (Ruijsenaars & Kleijnen, 1995: 14). Hiermee wordt bedoeld dat de problemen die kenmerkend zijn voor dyslexie ook kunnen voorkomen bij zeer jonge kinderen en mensen met een lager IQ, maar in dat geval niet kunnen omschreven worden als symptomen van dyslexie. Deze omschrijving maakt van dyslexie dus een leerstoornis die enkel voorkomt bij normaal- en hoogbegaafden. Zwakke lees- en schrijfvaardigheden bij minder intelligente kinderen werden verondersteld veroorzaakt te worden door een lager IQ en uitsluitend vanaf een IQ van meer dan 90 werden dergelijke moeilijkheden dyslexie genoemd (Van den Bos in Ruijsenaars & Kleijnen, 1995: 24; Thomson, 1984: 10). Die relatie tussen intelligentie en lees- en schrijfmoeilijkheden wordt het discrepantie criterium genoemd, naar de discrepantie tussen het IQ en het leesniveau (Ruijsenaars & Kleijnen, 1995: 14).

Tegenwoordig heeft het discrepantie criterium aan geloofwaardigheid ingeboet omdat de correlatie tussen IQ en het leesniveau zwakker is dan eerst gedacht: bepaalde onderdelen van een IQ-test zijn problematisch voor iemand met dyslexie, wat voor ondermaatse resultaten kan zorgen. Bovendien is

het onverstandig te geloven dat mensen met een lager IQ niet kunnen lijden aan dyslexie (Ghesquire, 2011: 3; Thomson, 1984: 11) .

In de plaats van discrepantie criterium zijn twee andere criteria ontstaan: het achterstandscriterium en het resistentie criterium (Ghesquière, 2011: 3). Ten eerste moeten dyslectici volgens het achterstandscriterium een significante achterstand vertonen op vlak van lees- en schrijfvaardigheden tegenover de norm. Dyslectici moeten met andere woorden significant slechter scoren dan de normale waarden. Ten tweede stelt het resistentie criterium dat deze achterstand didactisch resistent moet zijn, oftewel bestand tegen adequate pogingen tot remediëring (Ghesquière, 2011: 3). Ghesquière (2011) geeft hierbij als voorbeeld de definitie van Stichting Dyslexie Nederland:

“Dyslexie is een stoornis die gekenmerkt wordt door een hardnekkig probleem met het aanleren en het accuraat en/of vlot toepassen van het lezen en/of spellen op woordniveau.”

Tegen het resistentie criterium zijn enkele bezwaren in te brengen. Ten eerste impliceert dit criterium dat dyslexie een onveranderlijke stoornis is. Een geval waarbij een dyslectisch kind bijvoorbeeld zijn achterstand wegwerkt na therapie zou per definitie geen dyslectisch kind zijn.

Daarnaast is het problematisch om te oordelen wat adequate remediëring is. Dyslexie is een bijzonder ingewikkelde leerstoornis waarbij verschillende onderwijsmethodes voor- en tegenstanders hebben. Hoe kan men immers een onderwijsmethode objectief afwegen tegen een andere? Tenslotte kan deze resistentie veroorzaakt worden door eerder psychologisch-emotionele redenen, denken we aan jongvolwassenen die bijvoorbeeld vaak kunnen worstelen met een gebrek aan motivatie op academisch vlak (Van den Broeck, 2002: 7).

Een derde criterium, het exclusiviteitscriterium, onderscheidt kinderen die te kampen hebben met moeilijke emotionele, economische of sociale omstandigheden en daarnaast niet goed scoren op leesvaardigheden van kinderen met zwakke leesvaardigheden die daarentegen opgroeien in een normale context. Die laatsten zouden wel lijden aan de specifieke leerstoornis dyslexie (Vellutino, 1980: 7; Thomson, 1984: 10). Hierbij kunnen we dezelfde vraag stellen: is het onmogelijk dat kinderen met een ongunstige socioculturele achtergrond aan dyslexie kunnen lijden? Integendeel, het is zeer aannemelijk dat dezelfde cognitieve of biologische factoren aan de basis kunnen liggen van hun leesstoornis als bij een prototype dyslecticus. Door toepassing van het exclusiviteitscriterium kan men echter secundaire oorzaken uitsluiten en wordt het gebruik van deze maatstaf gerechtvaardigd (Vellutino, 1980: 8).

Van den Broeck (2002) reikt volgende definitie aan:

“Ontwikkelingsdyslexie is een ernstig probleem in het leren vlot lezen van woorden, relatief t.o.v. een relevante normgroep, en niet toe te schrijven aan een duidelijk, aanwijsbare endogene of exogene

oorzaak (bijv. manifeste neurologische schade, ernstige sensorische, mentale of motorische belemmeringen, of extreme onderwijstekorten).”

Hij schrapt de achterstands- en resistentiecriteria en behoudt het exclusiviteitscriterium. Opmerkelijk is ook dat Van den Broeck de component van het schrijven weglaat. Hij pleit daarmee voor een afzonderlijke definitie van de stoornis dysorthografie, waarbij het enkel gaat om een spellingsprobleem (Van den Broeck, 2002: 8).

2.2 Oorzaken

Er zijn verschillende theorieën over de oorzaak van dyslexie. Onderzoek heeft uitgewezen welke processen waarschijnlijk een rol spelen bij lees- en spellingproblemen, maar men is er nog niet in geslaagd om een theorie te ontwikkelen waar geen kritiek op geformuleerd kan worden. Door talrijke methodologische problemen waar men mee af te rekenen krijgt is het vinden van de oorzaak ook niet bepaald makkelijk te noemen.

Doorgaans worden theorieën ingedeeld in cognitieve of biologische oorzaken, categorieën die op hun beurt opgedeeld kunnen worden in kleinere groepen. Hieronder wordt er een onderscheid gemaakt tussen perceptuele en linguïstische oorzaken in de cognitieve sectie; en genetische en neurologische oorzaken in de biologische branche.

Het aantal theorieën aangaande dyslexie en oorzaken is enorm. Onderstaande moet dan ook gezien worden als een wel heel korte samenvatting van de hoogtepunten in meer dan een eeuw speculatie en onderzoek.

2.2.1 *Cognitieve oorzaken*

De term ‘cognitief’ verwijst naar mentale processen, mechanismen in onze hersenen die niet zichtbaar zijn voor de buitenwereld en vaak niet waarneembaar voor onszelf. Het spreekt voor zich dat onderzoek naar dergelijke zaken uiterst ingewikkeld is. Wetenschappers hebben de plicht om bij experimenten elke dubbelzinnige factor te controleren om tot een verantwoorde resultaat te komen. Dit maakt van de cognitieve hypothesen abstracte en vaak contra-intuïtieve theorieën. Hoewel zeer complex, is dit de branche met het meeste potentieel. De fonologisch deficiëtheorie is al jaren de meest waarschijnlijke theorie op vlak van cognitieve oorzaken voor dyslexie en zal in hoofdstuk 4 grondig worden behandeld.

Allereerst komen de perceptuele theorieën aan bod, aangezien dit het begin is van de zoektocht naar de oorzaak, gevolgd door de linguïstische theorieën, die uitgaan van een zuiver taalkundige oorzaak.

Perceptuele deficiëtheorieën

Volgende theorieën zoeken de oorzaak van dyslexie bij zintuiglijke gebreken, al dan niet in combinatie met andere oorzaken. Het eerste voorbeeld is de visuele deficiëtheorie.

Al in 1925 vermeldde Orton de mogelijkheid van een visueel probleem bij kinderen dat zou kunnen leiden tot hun zwakke leesvaardigheid (Eden, 1996: 108). Orton (1925) merkte op dat kinderen letters en woorden vaak omgekeerd lezen zoals bijvoorbeeld een 'b' in plaats van een 'd' of *saw* in plaats van *was*. Volgens hem werden representaties van woorden en letters opgeslagen in beide hersenhelften zodat ze elkaar spiegelde. Nemen we bijvoorbeeld de letter 'd': 'd' zou correct worden opgeslagen in de linkerhersenhelft en gespiegeld in de rechterhelft. Bij normale lezers domineert de linkerhelft op gebied van taal en is er dus geen verwarring tussen de correcte weergave van 'd' of de gespiegelde variant 'b', maar bij zwakke lezers wordt de ontwikkeling van deze dominantie verstoord en domineert geen van beide hersenhelften over de andere (Thomson, 1984: 67). Dit houdt in dat de spiegelbeelden van de andere hersenhelft als dusdanig niet onderdrukt worden en verward worden met de juiste visuele representatie van de desbetreffende letter (Vellutino, 1980: 39). Hij noemde deze stoornis *strephosymbolia*, 'het verdraaien van symbolen' (Bradley & Bryant, 1990: 23). Orton (1925) is een pionier op vlak van etiologie van dyslexie en heeft een grote invloed gehad op de theorieën die volgden, maar toch kunnen we enkele bemerkingsaanbrengen. Het grootste gebrek aan Ortons theorie (1925) is ongetwijfeld dat het omkeren van letters en woorden, die hij typerend achtte voor kinderen met *strephosymbolia*, bij elke beginnende lezer voorkomt (Bradley & Bryant, 1990: 24). Ortons hypothese rond spiegelbeeldverwarring (1925) kan dus onmogelijk oorzaak zijn van de leesachterstand die bij bepaalde kinderen voorkomt.

Een tweede theorie met betrekking tot een visuele afwijking is de algemeen visuele deficiëtheorie.

Wanneer we vlot willen lezen is het van groot belang dat we niet elk woord letter per letter analyseren, bovendien klinkt niet elk woord zoals de aparte klanken waarmee ze zijn opgebouwd (Bradley & Bryant, 1985: 25). Vlotte lezers zouden woorden of woorddelen dus als één geheel lezen en dit heeft volgens de algemeen visuele deficiëtheorie te maken met de vorm van de woorden, die men in een oogopslag zou herkennen (Bradley & Bryant, 1985: 26). Kinderen met dyslexie, zo werd geredeneerd, hebben moeilijkheden met vlot lezen omdat ze deze woordbeelden niet optimaal kunnen identificeren en onthouden (Bradley & Bryant, 1985: 25). Hoewel deze stelling logisch lijkt te zijn, werd deze onder andere tegengesproken door experimenten van Vellutino e.a. (1979): zwakke en normale lezers schreven in zo'n experiment Hebreeuwse letters over, een voor hen onbekend alfabet (Bradley & Bryant, 1985: 24). Na vergelijking van de resultaten kon geconcludeerd worden dat de zwakke lezers niet meer fouten maakten dan de normgroep (Vellutino, 1979: 135).

Behalve een visueel defect werden nog andere zintuiglijke tekorten aangeduid als mogelijke oorzaak voor dyslexie. Zo werd volgens de *rapid auditory processing theory* gesuggereerd dat dyslectici leden aan een afwijking in de verwerking van auditieve temporele informatie (Ghesquière, 2001: 8). Er zou volgens die theorie iets misgaan met de perceptie van klanken, in het bijzonder korte en snelle

geluiden zoals bij spraakklanken het geval is, wat op zijn beurt zorgt voor een gebrekkige ontwikkeling van het fonologisch bewustzijn. Hierbij fungeert een fonologisch deficiet als een bijkomend defect en wordt het auditieve tekort gezien als de primaire, onderliggende oorzaak van lees- en spellingsproblemen (Ramus e.a., 2003: 842).

Ook bij deze theorie kunnen kanttekeningen worden gemaakt na verder onderzoek. Een deel van de onderzochte dyslectici hadden geen moeite met het verwerken van korte, snel veranderende geluiden, maar worstelden in feite eerder met de trage klanken. Bovendien is het niet zeker of een auditief defect een fonologisch defect in de hand kan werken (Ramus e.a., 2003: 844).

Ten slotte is de algemene magnocellulaire theorie het vermelden waard. De magnocellulaire theorie verenigt verschillende zintuiglijke tekorten in de vorm van een deficiet in het magnocellulair systeem (Ramus e.a., 2003: 843). Bij het verwerken van externe prikkels gebruikt men aparte zenuwsystemen naar gelang de prikkel visueel, auditief of tastbaar is en deze systemen zijn opgedeeld in neuronen met verschillende functies naar gelang de aard van de prikkel. Zo zijn er neuronen die zich bezig houden met het verwerken van temporele informatie, namelijk de magnocellulaire neuronen. (Stein, 2001: 26) De algemene magnocellulaire theorie stelt dat er een deficiet te vinden is in de verwerking door deze subsystemen, resulterend in een gebrekkige perceptie van visuele, auditieve en tactiele stimuli (Ramus e.a., 2003: 843).

Voorstanders van de voorgaande visuele en auditieve deficiettheorieën zijn het met elkaar eens dat de oorzaak van dyslexie eerder ligt in een algemeen zintuiglijk deficiet dan dat de oorzaak gezocht moet worden bij een afzonderlijk zintuig. Desalniettemin kan de algemene magnocellulaire theorie ook rekenen op kritiek aangezien het nog niet ontegensprekelijk bewezen is dat zintuiglijke gebreken een kenmerk van dyslexie is. Bij een groot deel van dyslectici komen sensorische defecten immers niet voor (Ramus e.a., 2003: 843-844).

Linguïstische deficiettheorieën

Perceptuele theorieën blijken niet voldoende om dyslexie als geheel te verklaren en wetenschappers lijken het veelal eens te zijn over de hoge waarschijnlijkheid dat een specifiek linguïstisch probleem aan de basis ligt. De voor velen meest plausibele theorie is ongetwijfeld de fonologisch deficiettheorie. Omdat de fonologisch deficiettheorie in hoofdstuk 4 uitgebreid aan bod komt, volgt hier slechts een summiere omschrijving.

Wanneer een kind leert lezen en schrijven is het van uiterst belang dat het een besef heeft van de fonologische structuur van woorden. Het kind moet weten dat woorden opgedeeld kunnen worden in fonemen, en dat deze fonemen een betekenisonderscheidende functie bezitten. Deze haast intuïtieve notie van fonemen noemt men het fonologisch bewustzijn (Bradley & Bryant, 1985: 42).

Bij een fonologisch deficiet gaat men ervan uit dat bepaalde uitingen van dyslexie wijzen op een spraakklankverwerkingsprobleem of een fonologisch deficiet. Het gaat hierbij onder andere over een

ongevoeligheid voor rijm en een problematische woordsegmentatie. Kortom: het betreft moeilijkheden bij foneemmanipulatie (Blomert, 2005: 20; Ghesquière, 2011: 6).

Een andere theorie omvat een deficiet in het verbale geheugen. Bij experimenten die het verbale geheugen testten werden dyslectici en de controlegroep, non-dyslectici, gevraagd om een lijst woorden te onthouden. Wanneer gevraagd werd om de lijst zo volledig mogelijk te herhalen, bleek dat de controlegroep consequent in staat was meer woorden te onthouden dan de dyslectische proefpersonen (Snowling, 1992: 19-20). Deze merkwaardige conclusie kan verklaard worden door de manier waarop dyslectici verbale informatie coderen. Het is aan te nemen dat dyslectici geen gebruik maken van een fonologische codering, maar in de plaats daarvan onbewust opteren voor een semantische codering waarbij ze betekenisgerelateerde informatie onthouden. Onderzoek door Byrne en Shea (1979) waarbij proefpersonen luisterden naar een aantal woorden en daarna de opdracht kregen deze aan te duiden op een lijst, heeft aangetoond dat normale lezers vaker woorden verwarren die klanksgewijs op elkaar lijken (*fair* en *chair*) en dat dyslectici vaker de woorden verwisselen die qua betekenis met elkaar geassocieerd kunnen worden (*table* en *chair*). Hieruit blijkt dat de normale lezers de fonologische informatie gebruikten om de woorden in het geheugen op te slaan, terwijl dyslectici eerder semantische informatie gebruikten (Snowling, 1992: 21). Deze afwijkende codering kan problematisch worden aangezien het lezen en schrijven steunt op een fonologische geheugencodes (Snowling, 1992: 26). Echter, het feit dat dyslectische kinderen minder woorden onthielden is op zich niet genoeg om de theorie hard te maken. Het is logisch dat kinderen zonder leesstoornis meer lezen dan hun dyslectische collega's en hun geheugen op die manier bijna onafgebroken trainen. Zo zou het verschil in het verbale geheugen eerder een gevolg zijn van dyslexie, in plaats van de oorzaak (Bradley & Bryant, 1985: 34).

Een derde theorie gaat over woordproductie, meer bepaald *rapid automatized naming*, oftewel serieel benoemen. *RAN* verwijst naar het vermogen van een proefpersoon om snel opeenvolgende objecten, letters of cijfers te benoemen. De snelheid waarop het subject de elementen kan benoemen is mogelijk een indicator voor leessnelheid en fonologische gevoeligheid. Een significant groot deel van dyslectici is trager in serieel benoemen dan de normale lezers (Blomert, 2005: 43).

Rond een specifiek benoemingsprobleem blijft nog veel onduidelijk. Het is bijvoorbeeld twijfelachtig of het testen van *RAN* een adequate manier is om fonologische problemen te onderzoeken. Bij serieel benoemen zijn er immers verschillende mentale processen bijna simultaan actief, processen die niet gecontroleerd kunnen worden bij onderzoeken van *RAN*, wat tot foute conclusies kan leiden (Blomert, 2005: 44).

Deze afwijkingen met betrekking tot het fonologisch bewustzijn en serieel benoemen verenigt men onder de dubbeltekorttheorie, in het leven geroepen door Wolf en Bowers (1999). Een tragere *RAN*-snelheid wordt dan niet beschouwd als een indicatie van een zwak fonologisch bewustzijn, maar als een gevolg van een autonoom serieel benoemingsprobleem dat los staat van fonologische problemen. Een dyslectisch kind heeft in dat geval te maken met twee afzonderlijke defecten: een fonologisch én

een benoemingsprobleem. Omdat het gaat om een dubbele stoornis, zal het kind ernstigere lees- en schrijfproblemen ervaren (Ghesquière, 2011: 7).

Cognitieve theorieën omtrent een oorzaak voor dyslexie krijgen tot op heden het meeste navolging, waarbij de fonologisch deficiëtheorie met stip op één staat. Hoewel ook de fonologisch deficiëtheorie niet zonder gebreken is, krijgen overige theorieën meer kritiek te verduren en zijn ze hier ook minder tegen bestand. Vooral binnen deze tak van de etiologie krijgt men af te rekenen met methodologische problemen die onderzoeksresultaten danig in de war kunnen sturen: resultaten gebaseerd op een onwetenschappelijk experiment kunnen leiden tot wel heel foute conclusies die toch zeer aannemelijk klinken. Het is een gevaar dat voortdurend nauwlettend in het oog moet worden gehouden.

2.2.2 Biologische oorzaken

In tegenstelling tot cognitieve oorzaken, zijn biologische oorzaken vaak, lang niet altijd, waarneembaar door het toepassen van moderne technieken.

Het domein van de genetica kan een grote hulp betekenen om het fenomeen dyslexie beter te begrijpen en door middel van *neuroimaging* technieken kunnen de verschillen tussen een dyslectisch en een non-dyslectisch brein worden vastgesteld. Het vinden van een ‘dyslexie-gen’ of een duidelijk aanwijsbare hersenafwijking die dyslexie teweegbrengt zou een doorbraak betekenen en zou kunnen leiden tot een oplossing. Hoewel het nog niet zo ver is, maken beide domeinen veel vooruitgang.

Genetisch onderzoek

Sinds het begin van de vorige eeuw is de erfelijke factor van dyslexie onderzocht door middel van het bestuderen van families waarin de stoornis meermaals voorkwam. Een invloedrijke studie is die van Hallgren (1950), waaruit onder andere bleek dat dyslexie een autosomaal dominante stoornis zou kunnen zijn (Pennington & Olson, 2007: 454). Met andere woorden, het dominante gen verantwoordelijk voor de overerving zou zich op een autosomaal chromosoom bevinden, zijnde de overige 22 paar chromosomen die geen geslachtschromosomen zijn. Al is die theorie inmiddels achterhaald, Hallgrens onderzoek toonde een familiaal verband aan en opende evenwel de deur naar verdere studie. Het is later herhaaldelijk aangetoond dat kinderen acht keer meer kans hebben om zelf dyslexie te ontwikkelen in een familie waar leesstoornissen voorkomen. Ook is inmiddels bewezen dat ouders van dyslectische kinderen in 25 tot 60% van de gevallen zelf dyslectisch zijn (Vellutino e.a., 2004: 21). Dit wil echter niet zeggen dat iedereen met een aanleg voor dyslexie ook effectief dyslexie zal ontwikkelen. Het is het risico op dyslexie dat groter wordt (Vellutino e.a., 2004 : 22).

Door een familiaal verband vast te leggen is nog niet zeker of het risico op dyslexie erfelijk is. Zo kan het veelvuldig opduiken van lees- en spelproblemen in eenzelfde familie ook te wijten zijn aan het milieu waarin de familie verkeert of bijvoorbeeld het onderwijs dat ze genieten (Steyaert, zoals

gecteerd in Ruijsenaars, 1993: 161). Wat enige uitsluiting kan geven over de absolute rol van genetica in de overerving van dyslexie is het vergelijken van eeneiige tweelingen (die honderd procent van hun genetisch materiaal delen) met twee-eiige tweelingen (waarbij gemiddeld slechts de helft overeenkomt). Als er meer eeneiige tweelingen zijn die allebei dyslexie hebben dan twee-eiige, duidt dit op een erfelijk patroon. Hun omgeving is immers dezelfde, dyslexie zou dus louter voortkomen uit een geërfd gen (Blomert, 2005: 57).

Onderzoeksresultaten maken duidelijk dat er een grotere concordantie lijkt te bestaan bij een eeneiige tweeling: wanneer één kind dat deel uitmaakt van een tweeling dyslexie heeft, is de kans aanzienlijk groter dat de andere helft het ook heeft bij een eeneiige dan bij een twee-eiige tweeling (Steyaert, zoals geciteerd in Ruijsenaars, 1993: 163; Blomert, 2005: 58). Toch moet ook bij zulke bevindingen de relatie met de omgeving ingecalculeerd worden. Mensen met dyslexie zullen minder snel een boek met plezier lezen of zich begeven naar een bibliotheek. Het verschil tussen vlotte lezers en lezers die een aangeboren aanleg voor dyslexie hebben, wordt zo gestaag groter terwijl de genetische achterstand mogelijk maar middelmatig was (Pennington & Olson, 2007: 464).

Een nieuwe evolutie in het onderzoek naar een genetische oorzaak van dyslexie is de moleculaire genetica. Door DNA op moleculair niveau te bestuderen tracht men de locatie van de 'dyslexie-gen' te bepalen. Dit zijn waarschijnlijk meerdere genen, in tegenstelling tot wat Hallgren (1950) beweerde (Steyaert, zoals geciteerd in Ruijsenaars & Hamers, 1993: 160). Hoewel het gen zelf tot op heden nog niet ontdekt is, kunnen er op dit moment zes chromosomen geïdentificeerd worden waarop de genen zich mogelijk bevinden. Het gaat om de chromosomen 1, 2, 3, 6, 15 en 18. Van deze zes chromosomen, lijken chromosomen 15 en 18 het meeste invloed te hebben op de ontwikkeling van dyslexie (De Vlioger e.a., 2003: 36). Deze genen zijn geen ziektegenen; ze zijn op zich niet voldoende om tot dyslexie te leiden maar kunnen wel een (aanleg tot) zwakke leesvaardigheid veroorzaken (Pennington & Olson, 2007: 467).

We besluiten dat er een duidelijke erfelijkheidscomponent aanwezig is bij de ontwikkeling van dyslexie. Kinderen met dyslectische ouders hebben meer kans om zelf aan de stoornis te lijden. Dit betekent echter niet dat dyslexie *an sich* erfelijk is: enkel het risico op dyslexie wordt groter. Bovendien is de rol van de omgeving niet te verwaarlozen in deze ontwikkeling.

Neurologische oorzaken

Het zoeken naar de oorzaak van dyslexie is niet bepaald gemakkelijk te noemen. Wetenschappers stuiten steeds op de complexiteit van de menselijke geest in al zijn facetten wanneer getracht wordt te achterhalen wat er nu net fout gaat bij dyslectische kinderen. Speculeren over een cognitief defect is één ding, om in de geest zelf te kijken is iets anders. Dat laatste is echter tot op zekere hoogte mogelijk geworden door de moderne technologie waar we inmiddels over beschikken.

Hersenonderzoeken door middel van *neuroimaging* bieden zicht op een mogelijk hersendefect bij dyslectici. Deze onderzoeken vinden plaats terwijl de proefpersonen een bepaalde taak uitoefenen

zoals lezen of schrijven, wat ervoor zorgt dat de gebieden in de hersenen die op dat moment geactiveerd worden, oplichten. Zulke inzichten kunnen niet bereikt worden met bijvoorbeeld het testen van vaardigheden alleen (Blomert, 2005: 61).

Een experiment van Paulesu e.a. (2001) gebruikte dit soort functioneel hersenonderzoek om aan te tonen dat dyslexie naar alle waarschijnlijkheid een universele basis heeft (Blomert, 2005: 61). Zo bleek dat wanneer Engelse, Italiaanse en Franse dyslectici vergeleken werden met non-dyslectici van voornoemde landen, er bij alle dyslectici een gelijksoortige vermindering van hersenactiviteit voorkwam tijdens het expliciet en impliciet lezen (Blomert, 2005: 61; Paulesu e.a., 2001: 2166-2167). Deze observatie vormt echter geen sluitende causale hypothese aangezien het niet duidelijk is of de verminderde activiteit een oorzaak dan wel een gevolg is van dyslexie (Price & McCroy, 2007: 494).

Naast functioneel hersenonderzoek wordt er ook aan structureel hersenonderzoek gedaan, waarbij men zich concentreert op de structurele verschillen tussen het brein van een dyslecticus en een non-dyslecticus. Postmortem onderzoek heeft uitgewezen dat er bij dyslectici vaak een symmetrie valt op te merken tussen de linkse en rechtse planum temporale (Wennekes, zoals geciteerd in Ruijsenaars & Kleijnen, 1995: 52-53). Deze symmetrie is abnormaal omdat de linker planum temporale net groter zou moeten zijn dan de rechter, gelet op het feit dat de linkertemporaalkwab zich specialiseert in taal (Blomert, 2005: 62). Ook werden er meer focale corticale afwijkingen vastgesteld bij dyslectici, vooral in de linkerhersenhalft (Vellutino, 2004: 19).

Het is duidelijk dat zelfs met het bestuderen van hersenactiviteit of hersenstructuur geen onomstotelijke oorzaak van dyslexie kan worden vastgelegd. Wel kunnen we verschillen opmerken tussen de hersenen van een dyslecticus en een normale lezer, maar deze afwijkingen kunnen evenwel consequenties zijn van het lijden aan dyslexie.

3. FONOLOGISCH BEWUSTZIJN

Uit het vorige hoofdstuk is gebleken dat de fonologisch deficiëtheorie een van de meest aannemelijke theorieën is. Vooraleer we overgaan tot het beschrijven van de fonologisch deficiëtheorie, moet het proces ‘leren lezen’ worden uitgelegd. Hieronder bespreek ik eerst kort wat er gebeurt wanneer men leert lezen volgens de theorie van Ehri (2005). Daarna komen zowel het orthografisch bewustzijn als het fonologisch bewustzijn aan bod, waarbij ik me concentreer op de laatste.

3.1 Leren lezen

Het is makkelijk om te vergeten hoe complex het leesproces in elkaar zit omdat het voor de meesten van ons zo moeiteloos gaat. Een vlotte lezer zal letters en woorden bijna plotsklaps herkennen en zal het onmogelijk vinden om dit niet te doen. Probeer bijvoorbeeld maar eens een woord niet te lezen.

Een voorwaarde om te leren lezen is een inzicht in wat men het alfabetisch principe noemt. In essentie houdt een alfabetisch schrift in dat grafemen, oftewel letters, bepaalde fonemen, klanken, representeren. Het zich bewust worden van deze relatie is een van de fundamenteën van het leren lezen. Als men leest zet men dus geschreven grafemen om naar de desbetreffende klanken. Dit heet alfabetisch coderen (Snowling, 2001: 11).

Er zijn twee problemen met het alfabetisch principe die voor het kind mogelijke struikelblokken kunnen vormen. Ten eerste is het moeilijk om individuele fonemen te isoleren omdat de fonemen in gesproken taal geen discrete eenheden zijn. Woorden worden zodanig snel uitgesproken dat aangrenzende klanken samensmelten of tegelijkertijd worden gearticuleerd. Dit heet coarticulatie. Het woord ‘kat’ mag dan bijvoorbeeld wel bestaan uit drie fonemen, we horen één geluid zonder onderbrekingen. Ten tweede is de relatie tussen grafemen en fonemen niet zo simpel als die op het eerste zicht kan lijken. Voor elk grafeem bestaan er meerdere fonemen en vice versa. Dat wil zeggen dat het grafeem <d>, twee fonemen heeft: /d/ en /t/. De <d> in ‘paard’ wordt anders uitgesproken dan in ‘paarden’, maar het blijft dezelfde letter op papier. Vooral in het Engels kan dit fenomeen soms voor bijzonder ingewikkeld grafeemfonem-associaties zorgen, denk maar aan de woorden *yacht* of *choir* (Torgesen & Mathes, 1998: 2-3).

Natuurlijk is niemand van ons geboren met de gave om te lezen. Volgens Ehri (2005) doorloopt een kind vier stadia wanneer het leert lezen. De *pre-alphabetical*, *partial alphabetical*, *full alphabetical* en *consolidated alphabetical phase* zijn fasen waarin kinderen het geschreven woord telkens op een andere manier ontcijferen.

In de *pre-alphabetical phase* zal het kind geen aparte letters lezen, maar herkent het het woord aan opvallende visuele kenmerken. Ehri (2005) geeft het voorbeeld van het Engelse woord ‘dog’: een kind kan dit woord herkennen aan het staartje van de ‘g’ en deze associëren met het staartje van een hond. Het herkennen van woorden op deze manier kan echter niet lezen genoemd worden. Tijdens de volgende fase, de *partial alphabetical phase*, zal het kind de relatie tussen grafeem en fonem

ontdekken. Met andere woorden, het kind zal een letter op zich kunnen herkennen en weten welke klank of naam ermee verbonden is. In deze fase is het belangrijk op te merken dat de notie van dit alfabetisch principe nog niet helemaal volgroeid is. Nog niet elke letter zal worden geassocieerd met de juiste klank en niet alle klanken in een woord zullen afzonderlijk worden bekeken. Tijdens het lezen zal het kind vooral letten op de eerste en de laatste letter, in plaats van elke letter afzonderlijk te bestuderen. Hierdoor is er kans op verwarring met een ander woord dat begint en eindigt met dezelfde letter. *Spoon* zal bijvoorbeeld foutief herkend kunnen worden als *skin*, omdat beiden beginnen met 's' en eindigen met 'n' (Savage, Stuart, & Hill, 2001 in: Ehri, 2005: 173). Bij oudere kinderen met een leesstoornis kan het zijn dat zij zich in de *partial alphabetic phase* bevinden.

De volgende fase is de *full alphabetical phase*. Het kind zal nu de grafemen in een woord grotendeels correct kunnen verbinden met de bijbehorende fonemen. In plaats van zich vooral te concentreren op de eerste en laatste letter van een woord, kan het woord nu worden opgesplitst in aparte grafemen of fonemen. De spelling en uitspraak van woorden die het kind herhaaldelijk leest, worden opgeslagen in het geheugen. Dit heeft tot gevolg dat kinderen sneller en accurater woorden kunnen lezen. Tenslotte volgt de *consolidated alphabetical phase*, waarin het kind steeds sneller woorden kan herkennen. Dit vooral door het feit dat het kind grotere grafeem-eenheden herkent en onthoudt, in plaats van afzonderlijke grafemen. Het zal veelvoorkomende letterpatronen, en zelfs volledige kleine woorden opslaan in het geheugen. Wanneer het dan een woord zoals *interesting* leest, kan het kind in de *consolidated alphabetical phase* het woord lezen door het in lettergrepen op te delen. Een kind in de *full alphabetical phase* zal het woord opdelen in grafemen en er zo langer over doen om het woord te herkennen (Ehri, 2005: 173-176).

Deze theorie van Ehri (2005) is uiteraard niet de enige theorie over de ontwikkeling van leesvaardigheid; er zijn er veel meer. Meesten zijn echter vergelijkbaar. Het is in ieder geval duidelijk dat de relatie tussen foneem en grafeem hier centraal staat.

3.2 Orthografisch bewustzijn

Het woord 'orthografie' verwijst naar het tekensysteem dat wordt gebruikt om taal visueel uit te beelden. Een orthografie bestaat niet enkel uit letters, maar ook uit cijfers, leestekens en een handvol andere symbolen zoals bijvoorbeeld het hekje of het apenstaartje (Wagner, Piasta & Torgesen, 2006: 1114). Er zijn wereldwijd verschillende zeer uiteenlopende soorten orthografieën die elk anders zijn opgebouwd.

Het Nederlands is een alfabetische orthografie: de symbolen die wij gebruiken als letters representeren fonemen en hun allofonen. Fonemen hebben diverse uitvoeringen, afhankelijk van hun plaats in het woord en de naburige klanken. De 't' in 'pot' zal, wanneer deze geïsoleerd wordt, anders klinken dan in 'tof'. Toch worden alle verschillende versies van een foneem, de allofonen, gebundeld onder één

grafeem (Wagner, Piasta & Torgesen, 2006: 1114). Een ander voorbeeld van een alfabetische orthografie is het Engels.

Daarnaast bestaan er logografische tekensystemen waarbij een grafeem een volledig concept representeert, zoals bijvoorbeeld de karakters in het Chinees, en ten slotte syllabische tekensystemen waarbij elk teken een lettergreep symboliseert, zoals in het Japans (Wagner, Piasta & Torgesen, 2006: 1114; Bryant & Bradley, 1985: 41). Deze orthografieën laten we verder buiten beschouwing; we concentreren ons voornamelijk op het alfabet.

Om te kunnen lezen moeten we dus beseffen dat bij een alfabetisch schrift de symbolen op de pagina's, in welk lettertype dan ook, letters representeren en dat die letters samen woorden vormen. Deze kennis maakt deel uit van het orthografisch bewustzijn. Dat wil niet zeggen dat dergelijke grafeemkennis genoeg is. Het orthografisch bewustzijn houdt onder andere ook een inzicht in de spellingsregels en een kennis van de betekenis van affixen (Scarborough & Brady, 2002: 322). Zo moet het kind weten hoe woorden zijn opgebouwd en welke morfemen mogelijk zijn. Vellutino en Fletcher (2011) geven het voorbeeld van het morfeem 'sud' dat, hoewel het geen bestaand morfeem is, welgevormd is volgens de regels van het Engels ('legaal'). Een morfeem zoals 'xyl' is een combinatie van letters die niet mogelijk is ('illegaal') (Vellutino & Fletcher, 2007: 364). Eveneens is het essentieel om een orthografisch lexicon aan te leggen: een verzameling abstracte orthografische representaties in het langetermijngeheugen waaruit de lezer bij het zien van een woord op papier de corresponderende mentale representatie kan ophalen. Door geschreven woorden af te toetsen tegen overeenkomstige representaties gaat het herkennen van woorden veel sneller en gebeurt het lezen automatisch. Het ontstaan van het orthografisch lexicon heeft twee fases. Ten eerste moet de lezer de grafemen kunnen associëren met de juiste fonemen. Dit gebeurt door geschreven woorden fonologisch te decoderen. Het woord wordt opgedeeld in letters en omdat het kind kennis heeft genomen van het alfabetisch principe, zoekt het voor elke letter het correcte foneem. Ten tweede worden de gevonden fonemen gekoppeld aan de grafemen op papier. Deze koppelingen worden opgeslagen in het orthografisch lexicon (Share & Jorm, 1983; Share, 1995, 2008 vermeld in: Van den Broeck & Geudens, 2012: 416).

Ten slotte, een vernoemenswaardige factor die belemmerend kan werken in verband met leesvaardigheden is de zogenaamde transparantie van orthografieën. Hierboven is al vermeld dat de relatie tussen foneem en grafeem soms erg ingewikkeld kan zijn. Eén grafeem kan meerdere fonemen uitbeelden (<d> kan zowel /t/ als /d/ zijn, vergelijk 'paard' met 'paarden') en één foneem kan meerdere grafemen hebben (/k/ kan geschreven worden als <k> en als <c>, vergelijk 'kaart' met 'coördinatie'). Een taal die veel van deze dubbelzinnige relaties tussen foneem en grafeem bevat wordt een *deep orthography* of een niet-transparante orthografie genoemd. Het Engels, met zijn vaak archaïsche spelling en vele uitzonderingen, is bij uitstek een niet-transparante orthografie. Daartegenover staan talen zoals het Duits, het Italiaans of het Nederlands. Deze talen hebben een één-op-één relatie tussen grafeem en foneem en worden *shallow orthographies* of transparante

orthografieën genoemd (Scarborough & Brady, 2002: 321-322; Wagner, Piasta & Torgesen, 2006: 1114).

Het is meermaals aangetoond dat de impact van dyslexie aanzienlijk sterker en meer uitgesproken is bij niet-transparante dan bij transparante orthografieën (Paulesu, 2001: 2165; Vellutino e.a., 2004: 17). Deze resultaten zijn niet verwonderlijk aangezien uitzonderingen op de grafeem-foneem relatie een bewustzijn van de orthografie kunnen ondergraven.

3.3 Fonologisch bewustzijn

Gesproken taal is opgebouwd uit aparte klanken en uit combinaties van deze klanken (Vellutino, Fletcher, Snowling & Scanlon, 2004: 5). Zo bestaat het woord 'kat' uit drie fonemen: 'k', 'a' en 't'. Als men de fonemen in de omgekeerde volgorde zet verandert 'kat' in 'tak', een woord met een geheel andere betekenis. Dat we weten dat het woord 'kat' kan opgesplitst worden in aparte klanken en dat we deze klanken kunnen manipuleren hebben we te danken aan een fonologisch bewustzijn. Het fonologisch bewustzijn is met andere woorden een besef van de interne structuur van gesproken woorden. Dit besef is cruciaal bij het lezen.

Het fonologisch bewustzijn is moeilijk te definiëren. Er blijft er veel controverse rond de werking en de evolutie omdat wat het fonologisch bewustzijn doet vaag en ongrijpbaar blijft omdat het zich vaak onbewust en onzichtbaar afspeelt (Blomert, 2005: 19). De omschrijving is vooral gebaseerd op het veelvoud van testen waarmee het fonologisch bewustzijn onderzocht kan worden (Castles & Coltheart, 2004: 78).

Ten eerste zijn er de testen die te maken hebben met het isoleren en manipuleren van fonemen. Ze bestaan onder de vorm van kleine taken die aan de proefpersoon wordt voorgelegd. De eerste test die zo ontstaan is, is de foneemdeletietaak. Hierbij werd een proefpersoon gevraagd om een bepaald foneem uit een woord weg te laten en daarna het overgebleven resultaat te geven ("Verwijder de 'n' uit 'klein'. Wat blijft er over?"). Een variatie op deze taak is herkennen welke foneem er is weggelaten ("Vergelijk 'stoep' met 'soep'. Welke klank zit niet in 'soep'?"). Andere testen in verband met fonemen zijn foneem isolatie ("Wat is de eerste klank in 'kaart'?"), foneem segmentatie ("Uit welke klanken bestaat het woord 'fles'?"), fonemen tellen ("Hoeveel klanken zitten er in 'meer'?"), foneem *blending* ("Welk woord krijg je als je 'b', 'a' en 'd' samenvoegt?"), foneem *reversal* ("Wat krijg je als je 'melk' omdraait?") en tenslotte *word-to-word matching* ("Beginnen de woorden 'stoel' en 'school' op dezelfde manier?"). Ten tweede zijn er ook taken die het manipuleren van grotere linguïstische eenheden onderzoeken, zoals het woord opdelen in syllaben ("Deel 'luchtballon' op in lettergrepen."). Verder is rijm een concept dat veel wordt behandeld als het gaat over fonologisch bewustzijn. Zo kan een proefpersoon getest worden op het detecteren van rijm ("Rijmt 'mus' met 'kus'?") en op de productie van rijm ("Wat rijmt er met 'banaan'?"). Eveneens wordt de *oddity* taak gebruikt; een 'wat past er niet in het rijtje?'-taak waarbij de proefpersoon wordt verwacht het niet-rijmende woord uit een

reeks rijmende woorden te herkennen (“bord – schort – pot”). (Bentin, 1992: 194; Castles & Coltheart, 2004: 78-79)

Kinderen kunnen op jonge leeftijd zonder veel moeite rijmende woorden herkennen en zelf al korte rijmpjes maken (bijvoorbeeld: kat – mat), vooraleer ze dit bewust zijn aangeleerd. Dit wijst op een spontaan verworven notie dat deze woorden op een verschillende manier beginnen, maar met dezelfde foneemcluster eindigen. Anders gezegd: kinderen weten dat de onset (de letters voorafgaand aan de klinker) en de rime (de klinker en de overige medeklinkers) anders zijn. Behalve een gevoeligheid voor rijm, kunnen deze kinderen woorden vaak ook opsplitsen in syllaben of in de onset en rime. Deze *onset-rime awareness* maakt deel uit van het fonologisch bewustzijn en komt dus spontaan tot stand (Bentin, 1992: 197). Hierbij kunnen echter enkele opmerkingen worden gemaakt.

Uit een onderzoek van Geudens & Sandra (2003) bleek dat kinderen woorden niet noodzakelijk opdelen in onset en rime, en dus geen bewijs gaven van een *onset-rime awareness*. Zowel kinderen die nog niet leerden lezen als eerstejaars werden gevraagd pseudowoorden (bijvoorbeeld ‘foot’) te segmenteren in afzonderlijke fonemen. Wanneer kinderen er niet in slaagden om de drie fonemen (/f/, /o/ en /t/) te isoleren, deelden ze het woord op in twee delen: de consonant-vocaal enerzijds en de resterende consonant anderzijds (/fo/ en /t/). Dit strookt niet met het eerdere idee van de *onset-rime awareness* aangezien kinderen dan een grens tussen onset en rime (/f/ en /ot/) zouden verkiezen (Geudens & Sandra, 2003: 171). Volgens deze studie is er dus geen bewijs voor een onset-rime structuur in het fonologisch bewustzijn bij kinderen.

Een tweede vorm van fonologisch bewustzijn, *phonemic awareness* of fonemisch bewustzijn, maakt het bewust isoleren en manipuleren van fonemen mogelijk. Dit bewustzijn wordt gestimuleerd door het leren lezen en de verwerving van leeservaring. De expliciete leesinstructie die kinderen in een schoolomgeving opdoen bekrachtigt het alfabetisch principe. De fonemen die de leerlingen in woorden kunnen herkennen krijgen nu een duidelijke plaats in het alfabet en zo wordt de foneem-grafeemrelatie in geschreven taal concreet gemaakt. Bovendien worden de gecoarticuleerde fonemen nu toegeschreven aan duidelijk discrete eenheden, namelijk letters. Dat er een nauwe relatie bestaat tussen fonemisch bewustzijn en leren lezen wordt ondersteund door meeste studies. Bijvoorbeeld Liberman e.a. (1974) toonde aan dat 70% van de kinderen in het eerste leerjaar, het jaar dat ze leren lezen, erin slaagden een woord correct op te delen in fonemen, terwijl geen van de geteste kleuters dit konden (Bentin, 1992: 200). Het moet gezegd worden dat er ook kanttekeningen kunnen worden gemaakt bij deze conclusie. Zo blijkt dat kinderen ook getraind kunnen worden in een fonemisch bewustzijn alvorens te leren lezen. Een specifieke training rond het opdelen van woorden in fonemen, bijvoorbeeld door klankspelletjes, kan ervoor zorgen dat deze kinderen goed scoren op segmentatie- en andere fonologische tests, ook al hebben ze geen kennis gemaakt met het alfabet (Bentin, 1992: 202).

Hoe het fonologisch bewustzijn een rol speelt in de fonologisch deficiet theorie wordt in het volgende hoofdstuk verder besproken.

4. FONOLOGISCH DEFICIETTHEORIE

De fonologisch deficiettheorie is sinds de jaren '80 alleen maar gestegen in populariteit. Het merendeel van wetenschappers die onderzoek doen naar dyslexie zijn het er nu over eens dat de symptomen van dyslexie te wijten zijn aan een fonologisch probleem. Dit fonologisch deficiet zou te maken hebben met de mentale representaties van klanken (Scarborough & Brady, 2002: 329; Ramus e.a., 2003: 842; Van der Leij, 2003: 112-113).

We beginnen bij het fonologisch deficiet. Ik bespreek wat het deficiet inhoudt en op welke manieren deze tot uiting kan komen. Daarna komen de oorzaken van dit deficiet aan bod, gevolgd door een korte samenvatting van het belangrijkste onderzoek naar fonologisch coderen bij dyslectici. Ten slotte wil ik enkele bedenkingen bij de fonologisch deficiettheorie aanreiken.

4.1 Wat is het fonologisch deficiet?

Volgens de fonologisch deficiettheorie kunnen we de oorzaak van dyslexie vinden bij een fonologisch probleem. Meer bepaald ondervinden dyslectici moeilijkheden bij het fonologisch decoderen van woorden. Zoals we hierboven hebben behandeld, houdt het decoderen in dat de woorden op papier omgezet moeten worden naar klanken en is deze decodering essentieel bij het lezen. Dit heeft tot gevolg dat het effect van een fonologisch deficiet verstrekkende implicaties met zich mee brengt. Het belangrijkste gevolg komt neer op een onvermogen om het alfabetisch principe eigen te maken, wat op zijn beurt de notie van grafeem-foneemrelaties ernstig ondermijnt. Zoals we hierboven hebben gezien is dit nefast voor het leren lezen.

Volgens Wagner & Torgesen (1987) uit het fonologisch deficiet zich in drie gerelateerde facetten: een zwak fonologisch bewustzijn, een gebrekkig verbaal werkgeheugen en een vertraagde *lexical retrieval* (Ramus & Szenkovits, 2008: 131, Caylak, 2010: 2). Deze dimensies hebben allen te maken met de fonologische verwerking van taal.

De eerste dimensie, het fonologisch bewustzijn, omvat het besef van de werking van fonemen en wordt getest door onder andere foneemdeletietaken (zie 3.3).

De tweede dimensie betreft het verbaal werkgeheugen, of kortetermijngeheugen. Het kortetermijngeheugen slaat tijdelijk informatie op waarna de informatie eventueel kan worden bewaard in het langetermijngeheugen (Van der Leij, 2003: 49). De informatie die iemand tot zich neemt wordt opgeslagen in de vorm van fonemen, ook wanneer het niet gaat om talige informatie. Velen zullen een foto onthouden door een mentale beschrijving van de gebeurtenis die wordt afgebeeld of een geometrische vorm door deze te benoemen (Scarborough & Brady, 2002: 319). Het verbaal kortetermijngeheugen wordt getest door *memory span* testen, meestal in de vorm van repetitietaken. De proefpersoon wordt in zulke testen gevraagd om een gesproken stimuli te herhalen nadat hij deze gehoord heeft. De stimuli zijn doorgaans korte cijferreeksen of woordreeksen. Repetitietaken zijn niet zonder nadeel aangezien voor het herhalen van cijfer- of woordreeksen al een reeds bestaande kennis

nodig is van cijfers en woorden. Behalve het werkgeheugen wordt dus ook langetermijngeheugen getest, wat onbetrouwbare resultaten kan opleveren. Om dit risico te vermijden worden non-woorden gebruikt. Non-woorden zijn ‘legale’ foneemclusters die niets betekenen. Het voordeel bij het gebruiken van non-woorden is dat er geen voorbestaande kennis nodig is, omdat de woorden niet bestaan. De proefpersoon wordt niet gehinderd door een mogelijke zwakke beheersing van de taal en de ‘werkclading’ komt volledig op het kortetermijngeheugen terecht, zodat deze neutraal getest kan worden (Van der Leij, 2003: 114).

De derde en laatste dimensie heeft te maken met *lexical retrieval*. De term *lexical retrieval* verwijst naar het ophalen van lexicale informatie uit het langetermijngeheugen. In plaats van de kwaliteit van de fonologische informatie, gaat het hier vooral om de toegankelijkheid. De vraag die hier wordt gesteld is dus of het mogelijk is voor de proefpersoon om snel en accuraat informatie op te roepen. Deze competentie wordt getest door zogenaamde *naming tests*, waarvan er twee soorten bestaan: *confrontational naming* en *rapid serial naming*. De test draait bij beiden om het benoemen van visuele stimuli. Bij *confrontational naming* wordt de proefpersoon bijvoorbeeld één voor één afbeeldingen van voorwerpen voorgelegd die hij correct moet benoemen. Bij *rapid serial naming* is het de bedoeling dat de proefpersoon een breed scala aan stimuli wordt getoond die hij moet benoemen, waarbij de nadruk ligt op snelheid. Behalve afbeeldingen van voorwerpen kunnen de stimuli hierbij bestaan uit cijferreeksen, letterreeksen of kleuren. Een bekende *rapid serial naming test* is de *rapid automatical naming test*, ook wel eens kortweg *RAN* genoemd (Scarborough & Brady, 2002: 319-320). *RAN* test in het bijzonder de automaticiteit van de *lexical retrieval*; een zwakke score zou wijzen op een “gebrek aan automaticiteit” bij het ophalen van fonologische informatie (Denckla & Cutting, 1999: 30).

Tekorten in deze drie dimensies zouden dus veroorzaakt worden door een onderliggend fonologisch deficiet. Er zijn echter enkele bedenkingen. Ten eerste wijst een slechte score op een taak die het fonemisch bewustzijn test niet per se op dyslexie. Ook kinderen met andere leesproblemen ondervinden moeilijkheden met het fonemisch bewustzijn. Bovendien speelt de kwaliteit van de leesinstructie een niet te onderschatten rol in latere leesvaardigheid. Ten tweede wordt *RAN* niet altijd tot het domein van fonologisch coderen gerekend. Volgens sommigen duidt *RAN* op een aparte vaardigheid die afzonderlijk werkt, naast het fonemisch bewustzijn en verbaal geheugen. Daarnaast zijn er dyslectici die geen fonologische problemen vertonen, maar wel zwak scoren op *RAN*-testen, wat er inderdaad op lijkt te wijzen dat *RAN* als een afzonderlijke component moet gezien worden. Deze visie ondersteunt de *double-deficit hypothesis* die we verder buiten beschouwing laten (Denckla & Cutting, 1999: 33).

Afgezien van bovenstaande bedenkingen, is het waarschijnlijk dat het fonologisch deficiet te maken heeft met zwakke fonologische representaties. Fonologisch bewustzijn, verbaal werkgeheugen en *lexical retrieval* zijn allen componenten bij het fonologisch coderen; bij elk van deze vaardigheden worden fonologische representaties benut. Daarom is het aannemelijk dat de mentale representatie van

de fonologische informatie die wordt opgeslagen door iemand met dyslexie van een ondermaatse kwaliteit is en hierdoor het verwerken, opslaan of oproepen van deze fonologische informatie danig bemoeilijkt (Ramus & Szenkovits, 2008: 131). Ondermaatse fonologische representaties hebben bovendien andere verreikende gevolgen. Kinderen die zwak presteren in het fonologisch coderen ondervinden moeilijkheden bij het verwerven van een fonemisch en orthografisch bewustzijn en dus bij het ontdekken van het alfabetisch principe. Vaak zorgen een gebrekkig verbaal geheugen en *lexical retrieval* ervoor dat kinderen met dyslexie maar moeizaam grafeemfoneem-associaties aanmaken en dus minder efficiënt woorden herkennen (Scarborough & Brady, 2002: 329; Vellutino & Fletcher, 2007: 367).

Zoals hierboven gezegd zijn wetenschappers eensgezind wat de fonologische aard van dyslexie betreft. Toch is er discussie omtrent een fonologisch deficiet. Deze discussie draait echter niet rond het bestaan van een fonologisch deficiet, maar eerder wordt betwist of de zwakke representatie van fonologische informatie de enige boosdoener is. Alternatieve theorieën nemen het fonologisch deficiet op in een breder kader van bijvoorbeeld perceptuele of motorische oorzaken waarbij het fonologisch deficiet slechts een aspect is van het onderliggende probleem (Ramus e.a., 2003: 842). Een andere hypothese die weliswaar aansluit bij de fonologisch deficiettheorie maar deze niet helemaal volgt, is de *phonological access hypothesis*. Deze theorie stelt dat de fonologische representaties bij iemand met dyslexie correct zijn, maar dat het defect schuilt in de toegang tot deze representaties. De *phonological access hypothesis* wordt onder 4.4 verder toegelicht.

We kunnen besluiten dat de fonologisch deficiettheorie de oorzaak van dyslexie vindt in een gebrek in fonologische vaardigheden bij dyslectici. Dit fonologisch deficiet heeft verregaande gevolgen, onder andere in drie dimensies: het fonemisch bewustzijn, het verbaal werkgeheugen en de *lexical retrieval*.

4.2 Oorzaak van het fonologisch deficiet

De meest gevestigde hypothese over de oorzaak van het fonologische deficiet vindt een probleem in de fonologische code bij dyslectici. De fonologische code bestaat uit abstracte, fonologische representaties van woorden in het langetermijngeheugen die het mogelijk maken om gesproken woorden te herkennen en woorden te produceren. Het is mogelijk dat deze representaties zwakker zijn bij dyslectici: vager, minder gedetailleerd (Ramus & Szenkovits, 2008: 131; Scarborough & Brady, 2002: 306).

In hun onderzoek naar fonologische representaties bij mensen met dyslexie noemen Elbro & Jensen (2005) enkele factoren die wijzen op een causale relatie tussen fonologische representaties en een fonologisch deficiet. Zo kan bijvoorbeeld de kwaliteit van fonologische representaties bij kinderen niet alleen fonologische vaardigheid en leesvaardigheid voorspellen, maar ook het resultaat van training in het fonologisch bewustzijn bij kinderen van dyslectische ouders (Elbro & Jensen, 2005: 376). Met andere woorden, gebrekkige fonologische representaties kunnen de ontwikkeling van het fonologisch

bewustzijn verstoren en verklaren op die manier de problemen die dyslectici van jongs af aan lijken te hebben met het coderen van fonologische informatie (Van der Leij, 2003: 112).

Vooraleer we kunnen weten waarom fonologische representaties bij dyslectici zwakker zijn dan bij vlotte lezers is het verstandig om te overlopen hoe deze representaties tot stand komen. We weten dat fonologische informatie evolueert naar mate het kind meer woorden heeft gehoord en de woordenschat groeit. Wanneer het kind nog niet over een diepgaande woordenschat beschikt, bestaan de fonologische representaties uit zeer ruime, algemene informatie. Het volstaat op dat moment immers om het verschil te kennen tussen enkele veelvoorkomende woorden (bijvoorbeeld 'papa' en 'auto'). Later, wanneer de woordenschat begint uit te breiden, wordt het belangrijker om meer gedetailleerde informatie op te slaan. De fonologische representaties worden nauwkeuriger om te kunnen differentiëren tussen een groter aantal woorden: algemene informatie op het niveau van het woord verandert langzaam in informatie op het niveau van fonemen. Het betekent dus dat de bestaande fonologische representaties gesegmenteerd worden in kleinere delen. Deze verandering gebeurt woord per woord en is afhankelijk van factoren zoals ondermeer de grootte van de woordenschat, de gebruiksfrequentie van de woorden en de mate waarin de woorden op elkaar lijken.

Er zijn aanwijzingen dat ook de orthografie een rol speelt in de ontwikkeling van fonologische representaties op foneemniveau. Kinderen zijn vooral gebaat bij het leren van een transparante, alfabetische orthografie, aangezien de grafeem-foneemrelaties consequent zijn en het fonemisch segmenteren van woorden zo makkelijker wordt.

Een eerste mogelijke oorzaak voor gebrekkige fonologische representaties is dus dat deze natuurlijke ontwikkeling bij dyslectici gedeeltelijk ontbreekt. Het is mogelijk dat evolutie van fonologische representaties niet ten volle doorzet en dat de fonologische informatie niet genoeg gesegmenteerd is om nauwkeurig te zijn. Met name dyslectici die een niet-transparante orthografie aanleren gaan een tragere ontwikkeling van fonologische presentaties door (Goswami, 2000: 133-143).

Ten tweede kan het zijn dat een algemener probleem met fonologische codering is waardoor de vorming van fonologische representaties misloopt. Het is meermaals aangetoond dat dyslectici moeilijkheden hebben bij het aanleren van nieuw lexicaal materiaal. Zo bevonden Snowling e.a. (1986) dat dyslectici er minder goed in slaagden om onbekende woorden te herhalen. Wanneer ze gevraagd werden om bekende woorden te herhalen behaalden de dyslectische proefpersonen even goede resultaten als de controlegroep. Dit falen om nieuwe woorden te herhalen kan inderdaad duiden op een zwak vermogen om fonologisch-lexicaal materiaal aan te leren, waardoor de specificering van bestaande fonologische representaties ook in het gedrang komt (Elbro & Jensen, 2005: 377).

Een andere verklaring duidt op een mogelijk perceptueel probleem bij dyslectici. Om correcte fonologische informatie op te slaan is het noodzakelijk dat men minieme details in spraak kan horen en erkennen. Indien dit niet het geval is, kan het zijn dat de fonologische representaties foutief geabstraheerd worden. Het is vooral belangrijk dat het onderscheid tussen verschillende fonemen wordt waargenomen. Als dyslectici een specifiek auditief deficiet vertonen waardoor ze deze

verschillen niet horen, kan het zijn dat het opslaan van fonologische representaties niet correct gebeurt (Manis e.a., 1997: 231). Wanneer getest gaven sommige dyslectici daadwerkelijk blijk van een afwijkende perceptie van spraak. Dit werd onderzocht door een categoriale perceptie test waarbij de proefpersonen in een computergegeneerde stem herhaaldelijk het woord *bath* hoorden. De *voice onset time* van /b/ werd gestaag langer tot de *VOT* van /p/ was bereikt en men dus *path* hoorde. De proefpersonen met dyslexie demonstreerden een lagere gevoeligheid voor het categoriale verschil tussen /b/ en /p/. Hoewel dit een perceptueel probleem lijkt te bevestigen, moeten er enkele kanttekeningen gemaakt worden. Hoewel er een verschil kon worden vastgesteld tussen de groep dyslectici en de controlegroep die geselecteerd was op basis van leeftijd, was er geen significant verschil met de tweede controlegroep, die samengesteld was vanwege de overeenkomstige leesvaardigheid. Bovendien vertoonde een groot deel van de dyslectische proefpersonen wel een normale perceptie (Manis e.a., 1997: 220-225).

Alles lijkt erop te wijzen dat de oorzaak van het fonologische deficiet nog niet eenduidig kan worden vastgesteld. De hypothese die op dit moment het meeste navolging krijgt houdt in dat de fonologische representaties bij dyslectici vager en niet genoeg gedetailleerd zijn.

4.3 Bewijs voor een fonologisch deficiet

Op dit moment kent de fonologisch deficiet theorie de meeste navolging, maar is dit terecht? Welke bewijzen worden aangehaald om het fonologisch deficiet te onderschrijven?

Onderzoek naar dyslexie vindt zijn oorsprong in het begin van de 20^e eeuw en is sindsdien alleen maar geëvolueerd. Vellutino (1980) haalde in 1979 aan dat dyslectici gemeenschappelijke problemen vertoonden en dat de bron van deze problemen gezocht moet worden in het domein van verbale codering. Dit brak met de daarvoor nog steeds heersende visie dat dyslexie omschreven kon worden als visuele stoornis. Hoewel Vellutino (1980) niet de enige was die dit idee naar voren bracht, wordt zijn werk "Dyslexia: Theory and Research" wel gezien als baanbrekend voor de fonologisch deficiet theorie. Enkele experimenten die door hem en zijn collega's werden uitgevoerd leveren bewijs dat dyslectici moeilijkheden ondervinden bij *verbal learning*, maar niet bij algemene taken die het geheugen op de proef stellen en dit zou bevestigen dat dyslectici lijden aan een specifiek taalgebonden stoornis (Vellutino, 1980: 238). *Verbal learning* wordt getest door associatietaken, waarin verbale en non-verbale stimuli met elkaar worden geassocieerd en deze koppelingen onthouden moeten worden door de proefpersoon. In een experiment van Vellutino, Harding, Phillips en Steger (1975) worden de stimuli gerepresenteerd door abstracte symbolen voor de visuele stimuli en non-woorden voor de verbale stimuli. Een eerste groep proefpersonen werd gevraagd visueel-visueel associaties te onthouden (abstracte symbolen gekoppeld aan abstracte symbolen). Een tweede groep moest visueel-verbaal associaties onthouden (abstracte symbolen gekoppeld aan non-woorden). De twee groepen proefpersonen bestonden uit schoolkinderen uit het 4^e, 5^e en 6^e leerjaar. De dyslectische kinderen

presteerden even goed als de anderen op de visueel-visueel koppelingen, maar zwakker wanneer het aankwam op de visueel-verbaal koppelingen (Vellutino, 1980: 240-242). Bryant & Bradley (1985) brengen hier tegen in dat de causale relatie tussen een defect in *verbal learning* en een leesstoornis waar Vellutino, Harding, Philips & Steger (1975) van overtuigd zijn, ook omgekeerd kan werken. Het is mogelijk dat de moeilijkheden met *verbal learning* veroorzaakt worden door de leesstoornis, maar het kan ook dat de leesstoornis de oorzaak is van die moeilijkheden (Bryant & Bradley, 1985: 38). Hoewel er toen wel een verbaal verwerkingsdeficiet vermoed werd, ontbrak duidelijk bewijsmateriaal. Een overvloed aan onderzoek naar fonologische codering volgde echter snel.

Het onderzoek dat in volgende paragrafen wordt besproken is geordend naar de drie dimensies waarin het fonologisch deficiet zich kan uiten: fonologisch bewustzijn, verbaal werkgeheugen en *lexical retrieval* (zie 4.1).

Al sinds de jaren '60 werd duidelijk dat het fonologisch bewustzijn in zekere mate beïnvloedbaar is door lezen en leren lezen. Dit mede door de foneemdeletietaak van Bruce (1964). In zijn experiment werden kinderen van vijf tot negen jaar gevraagd bepaalde fonemen uit woorden weg te laten. Uit de resultaten bleek dat slechts oudere kinderen, de acht- en negenjarigen, erin slaagden het foneem te isoleren en het overgebleven woord correct te produceren, wat erop wijst dat dit fonemisch bewustzijn tot stand komt na het leren lezen. Bryant & Bradley (1985) bemerken hierbij wel dat het weglaten van fonemen voor jonge kinderen een niet te onderschatten uitdaging vormt. Het is best mogelijk dat de jongsten niet volledig begrepen wat van hen verwacht werd (Bryant & Bradley, 1985: 43- 44). Een vermeldenswaardig onderzoek naar de fonologische vaardigheden bij kinderen met dyslexie is van Snowling (1981). Zij liet dyslectische kinderen en kinderen met normale leesvaardigheden non-woorden voorlezen zoals 'blem' of 'bigbert'. Dit is een uitstekende manier om de fonologische vaardigheden te testen omdat kinderen zo gedwongen worden om de woorden foneem per foneem te ontcijferen om ze te lezen. Uit het experiment bleek dat vrijwel geen kinderen problemen ervoeren bij het lezen van non-woorden met één lettergreep, ook de dyslectici niet. Er was wel een merkbaar verschil bij het lezen van non-woorden met twee lettergrepen. Bij deze complexe non-woorden hadden de dyslectische kinderen moeite met zowel het lezen als het articuleren van het woord (Thomson, 1984: 107). Dezelfde test werd gebruikt door Vellutino, Scanlon & Spearing (1995), die ongeveer dezelfde uitkomst behaalden. In hun experiment werden zwakke en normale lezers in het tweede en zesde leerjaar getest. De resultaten van de zwakke lezers in het zesde leerjaar waren vergelijkbaar met die van de tweedejaars in de normgroep. Daarnaast deden Ramus e.a. (2003) in een grootschalig experiment gelijkaardig onderzoek naar het fonologisch bewustzijn bij volwassenen met dyslexie. In zijn experiment kregen de proefpersonen twee willekeurige woorden te horen waarna ze de eerste fonemen van elk woord met elkaar dienden te wisselen (*basket* en *lemon* werd *lasket* en *bemon*), oefeningen die ook wel *Spoonerisms* worden genoemd (Ramus e.a., 2003: 845-846). Dyslectici presteerden trager en minder accuraat (Ramus e.a., 2003: 852).

De tweede dimensie, het verbaal werkgeheugen, werd eveneens in het experiment van Ramus e.a. (2003) onderzocht. Zoals we eerder hebben gezien is het aangeraden dit aspect van het kortetermijngeheugen te testen door middel van non-woord repetitie taken. Ramus e.a. (2003) gebruikten non-woorden uit een lijst die voor dit doel werd samengesteld door Gathercole en Baddeley (1996). De proefpersoon kreeg veertig non-woorden te horen en moest elk item onmiddellijk herhalen (Ramus e.a., 2003: 846). De dyslectici bleken zwakker te zijn dan de controlegroep (Ramus e.a., 2003: 852). Een studie van Messbauer en de Jong (2003) bevestigt deze resultaten. Hierbij werd een non-woord repetitietaken opgesteld met Nederlandse vertalingen van Gathercole en Baddeley's woordenlijst. Dyslectici scoorden lager dan de controlegroep, maar het moet gezegd worden dat het verschil met kinderen op hetzelfde leesniveau niet groot genoeg was om significant te zijn (Messbauer & de Jong, 2003: 85-86).

Ten slotte een overzicht van onderzoek naar de derde dimensie: *lexical retrieval*. Vellutino, Scanlon en Spearing (1995) gebruikten de *RAN*-test bij kinderen uit het tweede en zesde leerjaar. Tijdens deze test werden de proefpersonen visuele stimuli getoond waarbij het de bedoeling was om deze zo snel mogelijk te benoemen. Er werd gebruik gemaakt van drie soorten stimuli: kleuren, afbeeldingen van alledaagse voorwerpen en letters. De letters werden op drie manieren getoond: een reeks rijmende letters (*e, b, c, t, v*), een reeks niet-rijmende letters (*a, q, p, r, l*) en een reeks van rijmende en niet-rijmende letters door elkaar (*e, b, c, r, l*). Op voorhand werd nagegaan of de proefpersonen alle stimuli apart konden bij naam kon noemen. Nadien werden er van elke soort vijftig stimuli getoond die het kind zo snel mogelijk moest benoemen. De zwakke lezers waren zowel in het tweede als het zesde leerjaar trager dan de vlotte lezers. Het verschil tussen zwakke en vlotte lezers was wel aanzienlijk kleiner bij de zesdejaars, wat er mogelijk op wijst dat benoemingsproblemen bij dyslectici afnemen met de leeftijd. Over het algemeen werden kleuren en objecten trager benoemd dan de letterreeksen, terwijl niet-rijmende letters het snelst werden benoemd, gevolgd door de combinatie van rijmende en niet-rijmende letters (Vellutino, Scanlon & Spearing, 1995: 87-88).

Een ander voorbeeld van onderzoek die de zwakke *RAN*-vaardigheden bij dyslectici bevestigt is de studie van Ramus e.a. (2003). De gebruikte stimuli bestonden uit afbeeldingen van voorwerpen en cijfers. Opnieuw haalden de volwassenen met dyslexie lagere scores dan de controlegroep; in dit geval betekent dat dat ze de stimuli trager benoemden. Bij controle of de lagere snelheid bij het benoemen niet te wijten was aan een algemeen trage reactiesnelheid, werd vastgesteld dat deze wel degelijk veroorzaakt werd door zwakke fonologische vaardigheden (Ramus e.a., 2003: 854).

Natuurlijk is het zo dat niet elk onderzoek hier behandeld kan worden; bovenstaande studies zijn maar een tipje van de sluier, maar over het algemeen worden de resultaten die zij behalen bevestigd. Keer op keer wordt beaamd dat mensen met dyslexie op basis van fonologische vaardigheden lagere scores behalen dan vlotte lezers. Op basis van deze resultaten kunnen we besluiten dat alle problemen waar dyslectici mee worstelen in de fonologische component van het leesproces gesitueerd kunnen worden en wordt de fonologisch deficiet theorie op het eerste gezicht bewezen.

4.2 Bedenkingen bij het fonologisch deficiet

Geen enkele theorie ontbreekt het aan kritiek. Hoewel de fonologisch deficiet theorie een overvloed aan ondersteunend bewijsmateriaal kent en haast als taalkundig heilig huisje wordt beschouwd, is ook deze theorie niet zonder kritiek. Behalve bedenkingen die hun oorsprong vinden in tegenstrijdige etiologische theorieën, zoals algemeen perceptuele deficiettheorieën, zijn er ook andere kanttekeningen bij de fonologische deficiet theorie te maken. Hieronder enkele hoogtepunten.

Ten eerste mogen we niet vergeten dat, dyslexie allesbehalve een homogene stoornis is. Hiermee bedoel ik dat dyslexie een stoornis is waarbij uitingen vaak onregelmatig zijn en waarneembaar zijn in niet één, maar verschillende domeinen: niet iedereen die aan dyslexie lijdt, heeft dezelfde symptomen. Tussen de 30 tot 50% van dyslectici geven bijvoorbeeld blijk van zwakke sensorische en motorische vaardigheden. Meesten van hen ervaren moeilijkheden met kleine motorische taakjes (zoals kralen rijgen), coördinatie en gevoel voor evenwicht (Ramus, 2003: 215; Fawcett & Nicolson, 1999: 69). Dit zijn aspecten die een fonologisch deficiet niet kan verklaren. Daarnaast komen fonologische problemen niet bij elke dyslectische lezer voor. Zoals Castles en Friedmann (2014) aangeven in hun review van de fonologisch deficiet theorie, maken sommige studies ook gewag van dyslectici zonder fonologische problemen. Ze geven het voorbeeld van het onderzoek van White e.a. (2006) waarin slechts 12 van de 23 kinderen resultaten behaalden die onder de opgestelde controle-minima lagen (Castles & Friedmann, 2014: 275-276). Desalniettemin presteerden de dyslectici over het algemeen wel zwakker dan de controlegroep (White e.a., 2006: 244). Verder lijkt er ook een continuüm te bestaan waarbij fonologische problemen bij dyslectici variëren zwaar tot gering. Zo is meermaals aangetoond dat er een correlatie schijnt te zijn tussen fonologische problemen en intelligentie: dyslectici met een hoger IQ ervaren meer problemen met fonologische vaardigheden dan dyslectici met een lager IQ (Johnston & Morrison, 2007: 77).

Deze factoren zouden de fonologisch deficiet theorie onderuit kunnen halen aangezien in deze gevallen de fonologisch deficiet theorie ontoereikend lijkt te zijn. Om te verklaren hoe fonologische problemen een rol spelen bij meeste dyslectici en er toch veel verschillen onderling zijn, kunnen we ons richten tot het *phonological core-variable differences model* van Stanovich. In dit model suggereert Stanovich dat een fonologisch deficiet de kern is van dyslexie, maar dat dyslexie gepaard kan gaan met stoornissen die niet gerelateerd zijn aan leesvaardigheden (Vellutino & Fletcher, 2007: 372). Dit zou verduidelijken hoe het mogelijk is dat zoveel dyslectici diverse symptomen aan de dag leggen.

Ten tweede zijn er enkele methodologische struikelblokken. Om te bewijzen dat dyslectici te kampen hebben met een fonologisch deficiet is een waaier aan uiteenlopende testen nodig. Die testen hebben een eigen doel en werkwijze, en stellen diverse mentale componenten op de proef. Een associatietask heeft bijvoorbeeld heel andere bedoelingen dan een *RAN*-test. De mentale processen die daarbij aan te pas komen zijn vaak ondoorzichtig en kunnen op veel manieren invloed hebben op de resultaten. Sommige fonologische taken hebben een weerslag op elementen die niet getest worden. Zo kunnen

taken die het fonologisch bewustzijn testen beïnvloed worden door het IQ en is er een duidelijke correlatie tussen benoemingstaken en woordenschat (Snowling, 1998: 8). In deze gevallen zijn IQ en woordenschat storende factoren waar rekening mee gehouden moet worden bij het bestuderen van de resultaten. Andere complexe taken die gebruikt worden om het fonologisch bewustzijn te testen zoals *Spoonerisms* (het omwisselen van de eerste klanken van twee woorden), doen beroep op bijkomende vaardigheden waaronder aandacht, woordenschat en geheugen (Castles & Friedmann, 2014: 277). Het is daarnaast mogelijk dat het expliciet vragen om een fonologische bewerking een ander resultaat geeft dan wanneer diezelfde oefening onbewust opgelost wordt. Het vragen om een actie kan immers bepaalde denkprocessen in gang zetten die anders niet worden gebruikt, net omdat de proefpersoon op de actie wordt gewezen. Blomert (2005) geeft daarbij het voorbeeld van een foneemdeletietaak (“Laat de eerste klank van ‘kat’ weg.”). Hij stelt dat er op dat moment andere hersengebieden geactiveerd kunnen worden dan wanneer de proefpersoon naar het woord ‘kat’ luistert zonder tussenkomst.

Ook beweert hij dat het testen van dyslectici op basis van visuele stimuli onbetrouwbaar is. Het is niet te ontkennen dat dyslectici het moeilijk hebben met het verwerken van visuele stimuli zoals woorden, dus kunnen deze best niet gebruikt worden bij het onderzoeken van de stoornis zelf. Blomert (2005) pleit ervoor om visuele stimuli te schrappen en opteert in de plaats daarvan voor auditieve stimuli. Enkel met de verwerking van gesproken taal kan er volgens hem een fonologisch deficiet worden aangetoond dat niet merkbaar is bij het spreken, maar wel bij het lezen (Blomert, 2005: 22).

Dat brengt ons naadloos bij een volgende punt van kritiek. Hoe kan het dat een fonologisch deficiet zich wel laat merken bij het lezen, maar bijvoorbeeld niet bij het spreken? Als een fonologisch deficiet aan de grondslag van dyslexie ligt, betekent dat dat dyslectici onder andere moeilijkheden hebben met het verwerken van klanken. Het zou niet ondenkbaar zijn dat mensen met dyslexie dan ook hinder ondervinden bij het spreken en het begrijpen van spraak. Toch is dit niet of amper het geval. Dit zou erop kunnen wijzen dat het fonologisch deficiet in zekere mate zo subtiel is dat enkel het leesproces erdoor wordt aangetast en deze subtiliteit is nog niet voldoende onderzocht om er absolute uitspraken over te doen (Van den Broeck & Geudens, 2012: 445).

We hebben hierboven gezien dat dyslectici problemen hebben met het verwerken, het opslaan en het oproepen van fonologische informatie omdat de fonologische representaties waarmee deze acties gebeuren kwalitatief ondermaats zijn. Recente onderzoeken stellen echter een alternatief voor: er niets mis met de kwaliteit van de fonologische representaties, in de plaats daarvan houdt het defect zich op in de toegang tot deze representaties. Deze visie wordt vertegenwoordigd door de *phonological access hypothesis*. De *phonological access hypothesis* vormt geen echte kritiek op de fonologisch deficiet theorie aangezien er niet wordt getwijfeld over een fonologisch probleem, maar stelt de aard van het fonologisch deficiet ter discussie. Elk aspect van het fonologisch verwerkingsproces, (fonologisch bewustzijn, verbaal kortetermijngeheugen en *lexical retrieval*) heeft toegang tot de fonologische representaties nodig om hun taak te vervullen. Wanneer deze toegang verstoord wordt, kan het fonologisch proces niet correct verlopen en leidt dit tot de reeds bekende problemen. Er zijn enkele

relatief recente studies die bewijs vinden voor deze hypothese. Ramus en Szenkovits (2008) onderzochten de kwaliteit van fonologische representaties bij Franse universiteitsstudenten en kwamen tot de conclusie dat deze intact zouden zijn, ondanks fonologische problemen. Zij gaan uit van de *phonological access hypothesis* als oorzaak van het fonologisch deficiet en suggereren dat gebrekkige fonologische representaties slechts voorkomen bij een minderheid van dyslectici (Ramus & Szenkovits, 2008: 138). Deze bevindingen werden bevestigd in een studie door Boets e.a. (2013) waarbij gebruik werd gemaakt van hersenscans. Dyslectische en normale proefpersonen kregen verschillende versies van vier klanken te horen en moesten een discriminatietask uitvoeren terwijl ze onderworpen werden aan een fMRI scan. Interpretatie van deze hersenscans bracht aan het licht dat de fonologische representaties van de dyslectici en controlegroep van gelijkwaardige kwaliteit waren. Daarnaast werd onderzocht hoe efficiënt, of hoe gebrekkig, de toegang tot deze fonologische representaties was. Belangrijk is de verbinding van het gebied van Broca, in de voorhoofdkwab, met de primaire en secundaire auditieve cortex, in de temporale kwabben. Het gebied van Broca houdt zich immers bezig met de fonologische verwerking maar bevat zelf geen fonologische representaties, en daarom moet het communiceren met de auditieve cortex. Hier zou de verbinding bij dyslectici zwakker zijn dan bij de controlegroep. Uit bijkomend onderzoek bleek dat deze zwakkere verbinding mogelijk veroorzaakt wordt door een defect in een belangrijke zenuwbundel die de temporale kwab met de voorhoofdkwab verbindt. Bij dyslectici was de witte materie waaruit de bundel bestaat namelijk aanzienlijk minder dan bij de controlegroep (Boets e.a., 2013: 3-4).

Zowel Ramus en Szenkovits (2008) als Boets e.a. (2013) voegen echter wel toe dat het mogelijk is dat de fonologische representaties bij dyslectische kinderen wél van ondermaatse kwaliteit zijn geweest, maar dat deze zich hebben hersteld bij het ouder worden.

We kunnen concluderen dat de fonologisch deficiëtheorie niet zonder fouten is. Hoewel al veel onderzoek over deze theorie is verschenen, kunnen we toch enkele kanttekeningen maken. Deze bedenkingen hebben te maken met de heterogeniteit van dyslectici, methodologische problemen en de aard van het fonologisch deficiet. Een fonologisch deficiet blijft echter de meest aannemelijke theorie voor de stoornis dyslexie, ondanks het feit dat verder onderzoek nodig is om bepaalde aspecten te verduidelijken.

5. PREVENTIE & REMEDIËRING

Het staat vast dat meeste mensen met dyslexie een relatief normaal leven kunnen lijden. Onderwijsinstellingen nemen doorgaans maatregelen om dyslectische studenten te ondersteunen en ook op het werk hoeft dyslexie geen storende factor te zijn. Toch is het zoeken naar een oplossing belangrijk. Verschillende studies bevestigen dat dyslectici gebaat kunnen zijn bij een fonologische training, hoewel verder onderzoek nodig is. Ook preventie van dyslexie is van groot belang. Zowel voorschoolse training als de methode waarmee kinderen leren lezen zou een invloed kunnen hebben op latere leesmoelijkheden.

Er woedt al jarenlang een hevige discussie met betrekking tot de beste methode om te leren lezen. Aan de ene kant de *phonics*-methode, waarbij kinderen leren lezen door aparte letters te associëren met de juiste klanken. Aan de andere kant *whole-word instruction*, een methode waarbij een honderdtal hele woorden worden aangeleerd met de bedoeling dat kinderen door leeservaring woorden bijleren. *Whole-word instruction* lijkt over het algemeen vervangen te worden door de *whole-language* methode. In die laatste leren kinderen wel fonemische vaardigheden maar ze doen dat tijdens het lezen, op het moment dat een bepaalde grafeem-foneem associatie nodig is. Aan het lezen gaat dus geen aparte *phonics* instructie vooraf (Ehri, 2002: 124; Rayner e.a., 2002: 85-86).

Phonics komt volgens verschillende studies als beste vorm van leesinstructie uit de bus. Kinderen die leren lezen met de *phonics* methode lezen efficiënter en scoren beter op begrijpend lezen dan kinderen die leren lezen op de *whole-word* of *whole-language* manier (Rayner e.a., 2002: 91). Ehri (2002) merkt op dat *phonics* vooral in het eerste leerjaar effectief is. Kinderen in de kleuterklas of het eerste leerjaar die een risico liepen op een leesstoornis haalden meer voordeel uit *phonics* dan oudere zwakke lezers. Het effect van deze leesmethode is dus het grootst wanneer deze vroeg wordt toegepast. Daarom is het belangrijk om *phonics* als methode te gebruiken wanneer het kind leert lezen en niet later, hoewel ook positieve effecten werden aangetoond bij kinderen waarbij de diagnose dyslexie al gesteld is (Ehri, 2002: 148-149).

Het is dus cruciaal om een goede start te nemen wanneer het om leren lezen gaat, maar ook als deze fase voorbij is kunnen bepaalde trainingen hulp bieden. Van trainingen die zich richten op fonologische vaardigheden zijn er verschillende soorten, waaronder *PHAB* en *WIST*. *PHAB* staat voor *Phonological Analysis and Blending* en leert dyslectici om eerst de letters hardop te lezen en dan de klanken tot een woord te maken, naar een instructiemodel van Engelmann (1980). Er werden ook tekens gebruikt om bepaalde lettereigenschappen te verduidelijken, zoals een streepje boven lange klinkers. Het tweede programma, *WIST*, staat voor *Word Identification Strategy Training* en is gebaseerd op een programma van Gaskins e.a. (1988). In *WIST* leren dyslectische kinderen woorden herkennen door bestaande kennis over gekende woorden te gebruiken. Zo wordt bijvoorbeeld aangeleerd hoe onbekende woorden gelezen kunnen worden door ze te vergelijken met bekende woorden of ze op te delen in fragmenten die herkend kunnen worden. Deze twee trainingen werden

vergeleken door Lovett en collega's in een experiment waarbij kinderen met ernstige leesstoornissen aan deze trainingen deelnamen. Bij beide methoden werden er positieve resultaten geboekt (Lovett & Steinbach, 1997; Lovett e.a., 2000 vermeld in: Ehri, 2002: 147-148).

Ook neurologisch onderzoek wijst uit dat fonologische trainingen bijdragen tot een betere leesvaardigheid bij dyslectici. In een studie van Richards e.a. (2000) werd bestudeerd of fonologische verwerking verbeterd kon worden met training. Dit kon worden getest door het meten van melkzuur (*lactate*) in de hersenen terwijl de proefpersoon een aantal fonologische taken oplost. De hoeveelheden melkzuur geven immers aan hoe intens het oplossen van de taken wordt ervaren (van Elzakker, 2008). Tijdens de behandeling werden jongens met dyslexie gedurende één jaar onderworpen aan vijftien sessies waarin hun fonologische vaardigheden werden getraind door middel van spelletjes en oefeningen met complexe, wetenschappelijke termen. Vóór de training gaven de jongens blijk van een hogere hoeveelheid melkzuur tijdens het oplossen van een fonologische taak. Na de behandeling daalden deze waarden tot deze vergelijkbaar waren met de controlegroep. Ook werd duidelijk dat het fonologisch bewustzijn van de dyslectische proefpersonen verbeterd was en ze aanzienlijk beter presteerden op de fonologische taken (Richards e.a., 2000: 922).

Een tweede neurologische studie die zich concentreert op de behandeling van fonologische dyslexie is die van Penolazzi e.a. (2010). Italiaanse dyslectische kinderen kregen een behandeling in de vorm van oefensessies met een softwareprogramma genaamd *WinABC*. Deze sessies duurde tien minuten en moesten vijf keer in de week voltooid worden in een periode van zes maanden. Hierbij werd, zoals bij voorgaande studies, geconcentreerd op het verbeteren van fonologische vaardigheden. De training was succesvol met onder andere als resultaat een toegenomen leessnelheid en een daling in aantal fouten bij fonologische tests. Ook stelden Penolazzi e.a. (2010) met EEG-scans vast dat er in de hersenen een herorganisatie had plaatsgevonden in linker posterieure gebieden, wat erop duidt dat het effect van de training daadwerkelijk een verbetering betekent en de kinderen niet simpelweg een tactiek gebruiken waardoor fonologische problemen worden verdoezeld (Penolazzi e.a., 2010: 181-182).

Bovenstaande bevindingen maken duidelijk dat, hoewel dyslexie geen stoornis is die makkelijk verholpen kan worden, de uitingen van een fonologisch deficiet kunnen verbeteren. Door behandeling kunnen fonologische vaardigheden op relatief korte termijn getraind worden, wat een positief effect op leesvaardigheid met zich mee brengt. Er is nog geen gestandaardiseerde behandeling die unaniem de voorkeur geniet, maar het is wel aannemelijk dat trainingen die zich op het verbeteren van fonologische vaardigheden richten, ook een sterker effect hebben op het fonologisch deficiet.

6. CONCLUSIE

Dyslexie blijft een stoornis waarvan we lang nog niet alles hebben ontdekt. We hebben in deze scriptie gezien dat het definiëren van dyslexie een delicate zaak is en dat er al jarenlang gezocht wordt naar een oorzaak. Uit die zoektocht kwamen veel plausibele theorieën voort, waaronder de algemeen visuele deficiëtheorie, de magnocellulaire theorie en de dubbel tekorttheorie. Verder werd ook besproken welke resultaten werden geboekt op vlak van genetisch en neurologisch onderzoek.

De theorie die tot nu toe de meeste aanhangers vergaard heeft is de fonologisch deficiëtheorie. Het fonologisch deficiet uit zich voornamelijk op drie dimensies: het fonologisch bewustzijn, het verbaal kortetermijngeheugen en het ophalen van lexicale informatie uit het langetermijngeheugen. Gebreken in deze drie gebieden zijn hinderlijk omdat ze het moeilijk maken om een fonologisch bewustzijn te ontwikkelen, wat er op zijn beurt voor kan zorgen dat het alfabetisch principe niet correct wordt verworven. Zoals besproken in het hoofdstuk over leren lezen zijn zowel het fonologisch bewustzijn als het alfabetische principe onontbeerlijk om te lezen.

Als mogelijke oorzaak van het fonologisch deficiet wordt de kwaliteit van fonologische representaties in dyslectici genoemd. Deze representaties zouden ondermaats zijn en op die manier zorgen voor de fonologische problemen waar dyslectici blijk van geven. Er zijn verschillende hypothesen die deze mindere kwaliteit proberen te verklaren. Onder andere is het mogelijk dat de representaties niet voldoende geëvolueerd zijn en daarom vaag en ruim zijn gebleven. Ook kan het zijn dat dyslectici af te rekenen hebben met een auditief defect waardoor de kleine verschillen tussen fonemen niet worden opgemerkt en de fonologische representaties gebaseerd worden op onnauwkeurige informatie. Recente studies van Ramus en Szenkovits (2008) en Boets e.a. (2013) bepleiten echter de *phonological access hypothesis*. Zij menen dat het euvel niet gevonden kan worden in de kwaliteit maar in de toegang tot de fonologische representaties. De representaties zelf zouden maar bij een minderheid van dyslectici kwalitatief gebrekkig zijn.

Waarom er een wetenschappelijke consensus heerst met betrekking tot de fonologisch deficiëtheorie blijkt uit de resultaten van menig onderzoek. Meeste studies bevestigen het bestaan van problemen bij fonologisch coderen in mensen met dyslexie. Dyslectici presteerden bijvoorbeeld in nagenoeg elke onderzoek minder goed op fonologische, repetitie- en benoemingstaken dan de controlegroep. Toch kunnen er enkele kanttekeningen gemaakt worden.

Om te beginnen schiet de fonologisch deficiëtheorie tekort wanneer blijkt dat dyslectici behalve fonologische problemen ook motorische gebreken vertonen. Daarnaast kan de ernst van de fonologische problemen sterk variëren en ontbreken deze problemen bij sommige dyslectici zelfs volledig. Bovendien zijn de testen die gebruikt worden om fonologische vaardigheden te testen mogelijk niet helemaal betrouwbaar. Het kan bijvoorbeeld dat taken die het fonologisch bewustzijn testen ook andere vaardigheden in werking doen treden, wat zal zorgen voor een ‘onzuiver’ resultaat. Zulke methodologische problemen zorgen ervoor dat het bewijs voor een fonologisch deficiet inboet

aan betrouwbaarheid. Een ander heikel punt wordt aangehaald door Van den Broeck en Geudens (2012). Zij stellen in vraag hoe het kan dat het fonologisch deficiet zich wel laat merken bij het lezen, maar niet bij het spreken. Fonologische vaardigheden spelen immers niet alleen een rol bij het lezen of schrijven, maar ook in productie van spraak. Toch lijken dyslectische kinderen amper moeilijkheden te vertonen bij het spreken die geassocieerd kunnen worden met dyslexie.

Ten slotte eindigen we met een beperkte bespreking van preventie en remediëring van fonologische problemen bij dyslexie. Wanneer kinderen leren lezen is het aangewezen om de *phonics* methode te hanteren, waarbij de associatie tussen foneem en grafeem expliciet wordt aangeleerd. Deze manier van lesgeven is daarenboven ook zeer geschikt voor kinderen met een verhoogd risico op een leesstoornis en kan de ernst van een leesstoornis beperken. Bij oudere kinderen met dyslexie kan het oefenen van fonologische vaardigheden soelaas bieden. Door het trainen van het fonologisch bewustzijn kunnen kinderen relatief snel verbeteren op vlak van leesvaardigheid en fonologische taken. Deze trainingen kunnen plaatsvinden in een groep met een tutor of simpelweg thuis, voor de computer met gespecialiseerde software. Hersenscans wijzen uit dat deze verbeteringen kunnen worden aangetoond als zijnde veranderingen in het dyslectische brein. Dit betekent dat dyslectici niet louter strategieën aanleren die compenseren voor de fonologische problemen, maar effectief het fonologisch deficiet aanpakken.

Er is bijzonder veel geschreven over dyslexie en de fonologisch deficiettheorie en daarom kan het lijken alsof deze tak van de psycholinguïstiek al ‘verzadigd’ is. Toch is er niet alleen ruimte voor verder onderzoek, voortzetting van de zoektocht is ook broodnodig.

De evolutie in neurologische onderzoekstechnieken zorgt voor nieuwe perspectieven in het onderzoek naar het fonologisch deficiet. Omdat deze technieken relatief nieuw zijn, rest er nog veel ontdekt te worden en kunnen hersenscans mogelijk een inzicht verschaffen in de anders ondoorgrondelijke werking van het menselijke brein. In combinatie met deze technieken is het mogelijk om een antwoord te formuleren voor de bedenkingen die hierboven zijn beschreven. Vooral met betrekking tot de vragen over de aard van het fonologisch deficiet kan neurologisch onderzoek een uitkomst bieden. Daarom stel ik voor dat verder onderzoek zich buigt over de kern van het fonologisch deficiet met het oog op nieuwe hypothesen zoals de *phonological access theory* en daarbij gebruik maakt van neurologisch onderzoek.

7. BIBLIOGRAFIE

- Bentin, S., 'Phonological awareness, Reading and Reading Acquisition: A Survey and Appraisal of Current Knowledge', In: Frost, R. & Katz, L. (red.), *Advances in Psychology 94. Orthography, Phonology, Morphology and Meaning*. Amsterdam, 1992.
- Blomert, L., *Dyslexie in Nederland*. Amsterdam, 2005.
- Bryant, P.E. & Bradley, L., *Children's Reading Problems*. Oxford, 1985.
- Castles, A. & Coltheart, M., 'Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read?', *Cognition* 91 (2004) 1, 77–111.
- Castles, A. & Friedmann, N., 'Developmental Dyslexia and the Phonological Deficit Hypothesis', *Mind & Language* 29 (2014) 3, 270–285.
- Denckla, M. B. & Cutting, L. E., 'History and significance of rapid automatized naming', *Annals of Dyslexia* 49 (1999) 1, 29 – 42.
- De Vlieger, H. e.a., 'De genetica van dyslexie: een overzichtartikel', *TOKK* 28 (2003), 31-38.
- Eden, F. G. e.a., 'The Visual Deficit Theory of Developmental Dyslexia', *Neuroimage* 4 (1996) 2, 108-117.
- Ehri, L.C., 'Learning to Read Words: Theory, Findings, and Issues', *Scientific Studies Of Reading* 9 (2005) 2, 167-188.
- Elbro, C. & Jensen, M. N., 'Quality of phonological representations, verbal learning, and phoneme awareness in dyslexic and normal readers', *Scandinavian Journal of Psychology* 46 (2005) 4, 375–384.
- Fawcett, A. J. & Nicolson, R. I., 'Performance of Dyslexic Children on Cerebellar and Cognitive Tests', *Journal of Motor Behavior* 31 (1999) 1, 68-78.
- Geudens, A., 'Phonological awareness and learning to read a first language: controversie and new perspectives.' University of Antwerp, Center for Psycholinguistics and Lessius Hogeschool, K.U. Leuven.
- Geudens, A. & Sandra, D., 'Beyond implicit phonological knowledge: No support for an onset–rime structure in children's explicit phonological awareness', *Journal of Memory and Language* 49 (2003) 2, 157–182.
- Ghesquière, P. e.a., *Dyslexie: Een beknopt wetenschappelijk overzicht*. Leuven, 2011.
- Goswami, U., 'Phonological representations, reading development and dyslexia: Towards a cross-linguistic theoretical framework', *Dyslexia* 6 (2000) 2, 133-151.

- Johnston, R. S. & Morrison, M., 'Toward a Resolution of Inconsistencies in the Phonological Deficit Theory of Reading Disorders: Phonological Reading Difficulties Are More Severe in High-IQ Poor Readers', *Journal of Learning Disabilities* 40 (2007) 1, 66-79.
- Manis, F. R., 'Are Speech Perception Deficits Associated with Developmental Dyslexia?' *Journal of Experimental Child Psychology* 66 (1997) 2, 211-235.
- Messbauer, V. C. S. & de Jong, P. F., 'Word, nonword, and visual paired associate learning in Dutch dyslexic children', *Journal of Experimental Child Psychology* 84 (2003) 2, 77-96.
- Paulesu, E. e.a., 'Dyslexia: Cultural Diversity and Biological Unity', *Science* 291 (2001) 2165-2167.
- Penolazzia, B., Spironelli, C., Vio, C. & Angrilli, A., 'Brain plasticity in developmental dyslexia after phonological treatment: A beta EEG band study', *Behavioural Brain Research* 209 (2010) 1, 179-182.
- Price, C. J. & McCrory, E., 'Functional Brain Imaging Studies of Skilled Reading and Developmental Dyslexia' In: Snowling, M. J. & Hulme, C. (red.) *The Science of Reading. A Handbook*. Oxford, 2007.
- Ramus, F., 'Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction?', *Current Opinion in Neurobiology* 13 (2003) 2, 212-218.
- Ramus, F. & Szenkovits, G., 'What Phonological Deficit?' *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 61 (2008) 1, 129-141.
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S. C., Day, B. L., Castellote, J. M., White, S. & Frith, U., 'Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults', *Brain* 126 (2003) 4, 841-865.
- Richards, T. L., Corina, D., Serafini, S., Steury, K., Echelard, D. R., Dager, S. R., Marro, K., Abott, R. D., Marravilla, K. R. & Berninger, V. W., 'Effects of a Phonologically Driven Treatment for Dyslexia on Lactate Levels Measured by Proton MR Spectroscopic Imaging', *American Journal of Neuroradiology* 21 (2000) 5, 916-922.
- Ruijsenaars, A.J.J.M. & Hamers, J.H.M., *Dyslexie. Lees- en spellingproblemen: diagnostiek en interventie*. Leuven/Amersfoort, 1995.
- Scarborough, H. S. & Brady, S. A., 'Toward a Common Terminology for Talking about Speech and Reading: A Glossary of the "Phon" Words and Some Related Terms', *Journal of Literacy Research* 34 (2002) 3, 299-336.
- Snowling, M., *Dyslexia*. Oxford, 1992.
- Snowling, M., 'Developmental Dyslexia', *Current Paediatrics* 11 (2001), 10-13.
- Snowling, M., 'Dyslexia as a Phonological Deficit: Evidence and Implications', *Child Psychology & Psychiatry* 3 (1998) 1, 4-11.
- Snowling, M. & Hulme, H. (red.), *The Science of Reading. A Handbook*. Oxford, 2007.

Stein, J., 'The Magnocellular Theory of Developmental Dyslexia', *Dyslexia* 7 (2001) 1, 12-36.

Steyaert, J., 'Ernstige lees- en spellingproblemen en erfelijkheid', In: Ruijsenaars, A.J.J.M. & Hamers, J.H.M. (red.) *Lees- en spellingproblemen. Praktijk en onderzoek*. Leuven /Amersfoort, 1993.

Thomson, M., *Developmental Dyslexia*. London, 1984.

Torgesen, J. & Mathes, P., 'What Every Teacher Should Know about Phonological Awareness' (1998) Florida Department of Education Division of Public Schools and Community Education, Bureau of Instructional Support and Community Services.

Van den Broeck, W., 'Dyslexie: Naar een wetenschappelijk verantwoorde definitie' In: A.J.J.M. Ruijsenaars & P. Ghesquière (red.) *Dyslexie en dyscalculie: ernstige problemen in het leren lezen en rekenen. Recente ontwikkelingen in onderkenning en aanpak*. Leuven/Leusden, 2002, 13-22.

Van den Broeck, W. & Geudens, A., 'Old and new ways to study characteristics of reading disability: The case of the nonword-reading deficit', *Cognitive Psychology* 65 (2012) 3, 414-456.

Van der Leij, *Leesproblemen en dyslexie*. Rotterdam, 2003.

Van Elzaker, I. 'Denken met melkzuur'. Publicatie in AMC magazine. 2008. [<http://www.kennislink.nl/publicaties/denken-met-melkzuur>]. [Toegang op 10/08/2014]

Vellutino, F. R., *Dyslexia: Theory and Research*. Cambridge, 1980.

Vellutino, F. R. & Fletcher, J. M., 'Developmental Dyslexia' In: Snowling, M. J. & Hulme, C. (red.) *The Science of Reading. A Handbook*. Oxford, 2007.

Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M.J., Scanlon M.D., 'Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades?', *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 45 (2004) 1, 2-40.

Vellutino, F. R., Scanlon, D. M. & Spearing, D., 'Semantic and Phonological Coding in Poor and Normal Readers', *Journal of Experimental Child Psychology* 59 (1995) 1, 76-123.

Wagner, R. K., Piasta, S. B. & Torgesen, J. K., 'Learning to Read', In: Traxler, M. J. & Gernsbacher, M. A. (red.). *Handbook of Psycholinguistics, 2nd Edition*. Amsterdam, 2006.

Wennekes, R.J., 'Neurowetenschappelijk onderzoek en ontwikkelingsdyslexie' in: Ruijsenaars, A.J.J.M. & Hamers, J.H.M. (red.) *Dyslexie. Lees- en spellingproblemen: diagnostiek en interventie*. Leuven/Amersfoort, 1995.

White, S., Milne, E., Rosen, S., Hansen, P., Swettenham, J., Frith, U. & Ramus, F., 'The role of sensorimotor impairments in dyslexia: a multiple case study of dyslexic children', *Developmental Science* 9 (2006) 3, 237-269.