

Oor, mond, oog:

Taalontwikkeling en dyslexie¹

Frank Wijnen

Utrechts Instituut voor Linguïstiek OTS, Universiteit Utrecht

Samenvatting

In dit artikel wordt uiteengezet waarom kinderen met dyslexie niet alleen een probleem hebben bij de verwerving van fonemen (spraakklankcategorieën), maar ook problemen hebben bij de vorming van categorieën op ‘hogere’ niveaus in het taalsysteem: lexicon, morfologie en syntaxis. Er zou dan ook sprake zijn van een meer algemene taalontwikkelingsachterstand bij dyslectische kinderen. Met behulp van een grootschalig longitudinaal onderzoek aan de Universiteit Utrecht wordt dit verder onderzocht.

Inleiding

De meeste mensen staan niet vaak stil bij zulke alledaagse dingen als luisteren, spreken en lezen. Maar voor taalpsychologen vormen deze vaardigheden de kern van hun academisch bestaan. Taalpsychologen willen weten hoe mensen dit soort gedrag kunnen vertonen. Wat zijn de zintuiglijke, motorische en mentale processen die erachter schuilgaan en hoe werken ze samen? Daarbij gaat het uitdrukkelijk ook om de grondslag van die processen in de hersenen. Immers, *The mind is what the brain does*, om mijn beroemde collega Steven Pinker te citeren (Pinker, 1997). En vandaag de dag staat de relatie tussen *mind* en *brain* weer hoog op de agenda in het psychologisch onderzoek, nu we met behulp van geavanceerde technische hulpmiddelen kijkjes kunnen nemen in het werkende brein (zie Wijnen & Verstraten, 2001). Het is tegenwoordig dan ook gebruikelijk om te spreken over *cognitieve neurowetenschap*. Vandaar ook: *neurocognitie van de taal*.

Maar ook al voordat ERP-machines en MRI-scanners gemeengoed werden in de psychologische laboratoria, hielden psychologen zich bezig met de relatie tussen hersenen en psychologische functies. Van oudsher doen ze dat door te kijken naar de effecten van beschadigingen of afwijkingen in de hersenen op het cognitieve functioneren. In die traditie

¹ Dit artikel is een bewerkte versie van de oratie uitgesproken door Frank Wijnen bij de aanvaarding van het ambt van bijzonder hoogleraar op het vakgebied van de Neurocognitie van de Taal, aan de Universiteit Utrecht, op donderdag 2 februari 2006.

wordt in deze bijdrage ingegaan op een stoornis in het (leren) lezen ofwel dyslexie. Ik zal toelichten hoe dyslexie samenhangt met subtiele problemen bij de verwerving van de andere twee taalvaardigheden: luisteren en spreken. De herkenning van spraakklanken staat daarbij centraal. Het vermogen om afzonderlijke spraakklanken te herkennen en in het geheugen vast te houden als eenheden, is wat luisteren, spreken en lezen – oor, mond en oog – met elkaar verbindt.

Klanken in het hoofd

De kern van de taalmachinerie in ons hoofd is het *mentale woordenboek*, een onderdeel van het langetermijngeheugen. We gebruiken dat mentale lexicon zowel bij het produceren van taal, als bij het begrijpen. Bij een gemiddelde taalgebruiker zitten er al gauw 60.000 woorden in, maar het kunnen er makkelijk meer zijn. Net als in een papieren woordenboek vinden we in het mentale lexicon informatie over de *vorm* van woorden, hun *betekenis*, en hun *grammaticale eigenschappen*. De betekenisinformatie is het concept waar een woord mee verbonden is. Wanneer u het woord *koe* hoort, denkt u aan een vierpotig zwart-wit gevlekt, melkproducerend zoogdier. De grammaticale kenmerken die bij het woord *koe* horen vertellen onder meer dat het een zelfstandig naamwoord is dat iets telbaars aanduidt en dat tot de categorie van ‘de’-woorden behoort.

Dan de woordvorm. Er zijn goede redenen om aan te nemen dat woordvormen in het mentale lexicon opgeslagen zijn als verzamelingen van afzonderlijke klanksegmenten, oftewel *fonemen*. Het woord *koe* bijvoorbeeld bestaat uit twee segmenten, de medeklinker /k/ en de klinker /u/. Een willekeurig ander woord, *hotemetoot*, is gevormd uit de fonemen /h/ /o/ /t/ /m/ en de zogenoemde /schwa/. Die fonemen hebben wel iets weg van letters in het alfabet, maar het is belangrijk dat u beseft dat het geen letters zijn! Dat fonemen en letters niet dezelfde dingen zijn, kunt u onder meer afleiden uit het feit dat de /u/ van ‘koe’ één foneem is, maar geschreven wordt met twee letters. En de twee /o/’s in ‘hotemetoot’ vertegenwoordigen een en hetzelfde foneem, maar worden verschillend geschreven.

Fonemen zijn *abstracte* klankelementen. Het foneem is een bouwsteen, een rekeneenheid in het taalsysteem dat mensen in hun hoofd meedragen. Het hoort dus bij de mentale wereld, niet bij de fysieke wereld.

Als ik het woord ‘toren’ uitspreek met de /o/ van ‘oog’ (too:ren), dan klinkt dat misschien een beetje vreemd, maar het resultaat is niet een ander woord. Als ik ‘toren’ uitspreek met de /u/ van ‘uur’, maakt dat – fysisch gesproken – net zoveel (of zo weinig) verschil als het verschil ‘toren’ – ‘too:ren’. Maar u verstaat wel ineens een ander woord,

namelijk ‘turen’! Dat duidt op een essentieel kenmerk van fonemen: ze kunnen een verschil in betekenis aangeven. Nog een voorbeeld: ‘koren’ is een ander woord dan ‘toren’. Dat ligt alleen aan het verschil tussen /k/ en /t/. /k/ en /t/ zijn dus fonemen van het Nederlands. Maar wanneer ik de /t/ van *toren* uitspreek met een beetje extra lucht aan het einde, zoals in [t^horen], dan hoort u gewoon ‘toren’, maar met een beetje vreemd accent. Het contrast tussen [t] en [t^h] kan in het Nederlands geen betekenisverschil aanduiden, en dus beschouwen we [t] en [t^h] niet als verschillende fonemen – het zijn varianten van hetzelfde foneem [t]. We noemen zulke varianten *allofonen*. In een taal als het Thai, aan de andere kant, is het contrast tussen de ‘gewone’ [t] en de klank met extra lucht aan het eind [t^h] *wel* betekenisonderscheidend. De twee varianten van de ‘t’ zijn in het Thai dus wel fonemen. Talen verschillen dus niet alleen in *welke* spraakklanken ze gebruiken, maar ook in welke van die spraakklanken wel of niet betekenisonderscheidend (dus: fonemisch) zijn. Hoe weten we nu dat deze abstracte spraakklanken of fonemen in ons mentale taalsysteem aanwezig zijn? Daarvoor zijn verschillende aanwijzingen te vinden in het gedrag van taalgebruikers. Een voor iedereen herkenbare aanwijzing is te vinden in de spraakproductie, in de vorm van versprekingen. Zulke *slips of the tongue* vertellen zelden of nooit iets over de verdrongen seksuele wensen of anderszins ongepaste gedachten van de spreker. Wel onthullen versprekingen veel over het breinmechaniek dat ons in staat stelt om gedachten in woorden om te zetten.

Een algemene observatie is dat bij zulke versprekingen afzonderlijke spraakklanken op een verkeerde plaats terecht kunnen komen. Dat geeft aan dat woorden in ons brein voor het spreken klaargezet worden als reeksen van klinkers en medeklinkers. En soms – opmerkelijk weinig eigenlijk – verdwaalt daarbij wel eens een klank: en dan niet een allofoon, maar een foneem!

Niet alleen spelen fonemen een rol in het spreken, er zijn ook aanwijzingen dat bij het verstaan van gesproken taal geluidsinformatie door het brein eerst wordt vertaald in een reeks afzonderlijke segmenten. Hoe zit het dan met het lezen? Fonemen en de letters van het alfabet zijn niet dezelfde dingen. Daar moet ik aan toevoegen dat ze wel veel met elkaar te maken hebben. De letters van ons alfabet zijn symbolen die naar fonemen verwijzen. Dat wij – met ons alfabetische schrift – kunnen lezen, komt doordat we geleerd hebben lettertekens – grafemen – te verbinden met klanksegmenten – fonemen. Een geoefende lezer is in staat om razendsnel letters op papier te vertalen naar reeksen fonemen, en deze foneemreeksen geven toegang tot de overige informatie in het mentale lexicon: betekenis en grammaticale kenmerken.

Samenvattend: dat wat mijn mond en ogen en uw oren doen als ik tot u spreek, wordt mogelijk gemaakt door het taalsysteem in ons brein, dat bij ons allemaal nagenoeg dezelfde structuur heeft. Het mentale lexicon neemt daarin een centrale plaats in. De woordvormen in dat lexicon zijn opgebouwd uit abstracte klankeenheden, fonemen, en die leggen een verbinding tussen spraakgeluid, articulatie, en de letters van het alfabet.

Leren luisteren, spreken en lezen

Hoe komen die fonemen in ons hoofd? Het korte antwoord is: ze ontstaan tijdens de taalontwikkeling. U weet allemaal dat een pasgeboren baby niet spreekt. Maar binnen een jaar of vier, vijf hebben kinderen zich een taalsysteem verworven dat globaal gelijkwaardig is aan dat van een volwassene. In de ontwikkeling van dat systeem onderscheiden we een aantal fasen (Van Kampen & Wijnen, 2000) die door alle gezonde kinderen in dezelfde volgorde doorlopen worden, ongeacht hun moedertaal. Ik concentreer me op de periode vóór het moment waarop een kind zijn eerste woord produceert. De basis voor de mentale representatie van fonemen wordt in die vroege periode – het eerste levensjaar – gelegd.

Met behulp van gedragsproeven kunnen we vrij precies bepalen welke spraakklanken baby's kunnen onderscheiden, en welke niet. Een interessante observatie is dat in de eerste zes à zeven maanden alle baby's alle mogelijke verschillen tussen spraakklanken herkennen. Een kind dat in een Nederlandstalige omgeving opgroeit, beschouwt de [b] van 'baard' en de [p] van 'paard' als verschillende klanken, en ook de [k] van 'koren' en de [t] van 'toren'. Diezelfde baby reageert echter net zo sterk op het verschil tussen de [t] van 'toren' en de [t^h] van mijn eerdere voorbeeld [t^horen]. Hetzelfde geldt voor baby's in Engeland, Peru, Thailand, of waar dan ook. Anders gezegd: in de eerste helft van het eerste levensjaar vinden baby's, ongeacht de taal die ze om zich heen horen, alle klankcontrasten even belangrijk (Jusczyk, 1997). Dit verandert na ongeveer acht à tien maanden. Vanaf deze leeftijd blijken kinderen alleen te reageren op verschillen tussen klanken die betekenisonderscheidend zijn in hun moedertaal. De verschillen die niet met een foneemcontrast overeenkomen, gaan ze negeren. Een Nederlandse baby maakt dan dus geen onderscheid meer tussen [t] en [t^h], terwijl hij wel blijft reageren op het verschil tussen [t] en [k]. Maar een kind dat met het Thai opgroeit – waarin [t] en [t^h] verschillende fonemen zijn – blijft deze twee klanken onderscheiden. En een Japanse baby begint rond deze leeftijd *rijst* en *lijst* als hetzelfde woord te beschouwen: de [r] en de [l] zijn in het Japans varianten van hetzelfde foneem, zoals de [t] en de [t^h] in het Nederlands.

Wat er dus rond de leeftijd van acht tot tien maanden gebeurt, is dat kinderen als het ware ‘inzoomen’ op de set van spraakklanken die in hun moedertaal fonemen zijn. Uit de grote verzameling van verschillende spraakklanken die ze vanaf de geboorte kunnen herkennen en van elkaar onderscheiden, selecteren ze alleen de relevante deelverzameling. Dat betekent, nemen we aan, dat kinderen op deze leeftijd interne foneemrepresentaties beginnen te vormen.

Hoe doen ze dat? Een verklaring die de laatste tijd steeds meer ondersteuning krijgt, is dat aan dat selectieproces een vorm van statistische patroonherkenning ten grondslag ligt. Babybreinen zijn erg goed in het registreren van de statistische eigenschappen van de taal die ze om zich heen horen (zie Gerken, 2002), en de daarin genoemde referenties. En de vraag welke spraakklanken in een taal fonemen zijn en welke niet, kan in zekere mate beantwoord worden door het bijhouden van frequenties: tellen dus.

Laten we weer eens kijken naar [t] en de [t^h] (dus met extra lucht aan het eind) in het Nederlands en het Thai. Zowel in het Nederlands als in het Thai komen meer en minder geaspireerde vormen van de /t/ voor. Maar omdat in het Nederlands het contrast geen betekenis-effect heeft, zal de variatie in de realisaties willekeurig zijn, waarbij je kunt verwachten dat er één centrale tendentie is – een soort gemiddelde – die correspondeert met de [t]. In het Thai verwacht je daarentegen dat de telling twee clusters oplevert, met twee centrale tendenties of gemiddeldes, die corresponderen met respectievelijk de geaspireerde en ongeaspireerde [t]’s. Het contrast tussen Nederlands en Thai komt dus neer op een verschil in de verspreiding van datapunten – waarbij de datapunten de realisaties van spraakklanken zijn. Het Nederlands heeft een zogenoemde *unimodale* distributie, maar Thai een *bimodale*.

De herkenning van het distributiepatroon is een belangrijke stap op weg naar het identificeren van de fonemen van de moedertaal, en we weten dat kinderen daartoe in staat zijn (Maye e.a., 2002). Maar het is nog niet voldoende. Wat er in het geval van een *bimodale* distributie namelijk ook nog bepaald moet worden, is of die onafhankelijk is van de positie in een reeks. Opnieuw een voorbeeld. Ook in het Engels vinden we ‘gewone’ [t]’s, en de geaspireerde ‘t’. Net zo min als in het Nederlands is dit contrast in het Engels betekenisonderscheidend. Maar in het Engels komen de twee varianten van de ‘t’ systematisch op verschillende plaatsen in woorden voor. De geaspireerde ‘t’ vind je alleen aan het begin van woorden, de gewone ‘t’ op andere posities. Als je nu alleen maar de verschillende verschijningsvormen van de ‘t’ telt, zonder acht te slaan op de positie, krijg je een bimodale distributie. Je zou dan dus als baby kunnen denken dat je te maken hebt met een taal waarin [t] en [t^h] twee fonemen zijn. Als je echter door hebt dat die bimodale distributie

samenhangt met de positie in het woord, kun je die vooronderstelling verwerpen. Je kunt alleen concluderen dat een bimodale distributie correspondeert met de aanwezigheid van twee fonemen, als die distributie geldt voor verschillende posities in een klankenreeks.

De fonemen in ons hoofd ontstaan dus uit een leerproces dat vroeg in de kindertijd begint, en dat ik ‘patroonherkenning in reeksen’ noem. Interessant is dat deze vorm van leren niet alleen een rol speelt op het spraakklankniveau, maar op *alle* niveau’s van taalstructuur. Kinderen ontdekken door deze vorm van statistische inductie welke syllaben (lettergrepen) in hun moedertaal wel en niet toegestaan zijn. In het vervolg daarop kunnen ze de grenzen tussen woorden afleiden uit de frequentie waarmee reeksen van spraakklanken voorkomen (Zie Jusczyk, 1997; Gomez & Gerken, 2000; Marcus et al., 1999). Wat de grammaticale categorie van een woord is (naamwoord, werkwoord, et cetera), kun je afleiden uit de woorden die ervoor en erna kunnen verschijnen (Maratsos, 1980; Mintz, 2002). Grammaticale afhankelijkheden – bijvoorbeeld tussen de vorm van een werkwoord en het getal en persoon van een onderwerp – kun je ontdekken via de statistische samenhangen tussen woorden die al dan niet direct naast elkaar staan. Ik beweer hier niet dat het ontdekken van sequentiële patronen in gesproken taal een *voldoende* voorwaarde is voor het verwerven van een volwassen taalsysteem. Maar het is wel een noodzakelijke voorwaarde.

Leren lezen en dyslexie

Het leren kennen en herkennen van de fonemen van je moedertaal is een belangrijke stap in de taalontwikkeling, en daarbij een kritieke stap voor de verwerving van de leesvaardigheid. Het leren van associaties tussen letters en fonemen is onmogelijk als de woordvormen in het taalsysteem niet zijn gerepresenteerd als foneemreeksen. Een tweede voorwaarde is dat een kind zich ervan *bewust* wordt dat woorden opgebouwd zijn uit fonemen. Een kind in groep drie van het basisonderwijs moet kunnen *begrijpen* dat het woord *boom* bestaat uit de klanken /b/, /o/ en /m/, *roos* uit /r/, /o/ en /s/ en *vis* uit /v/, /l/ en /s/, en dat er dus een overeenkomst is tussen *boom* en *roos* (beide hebben in het midden een /o/), en een andere overeenkomst tussen *roos* en *vis* (beide hebben aan het eind een /s/). Dit noemen we foneembewustzijn. Het wordt door veel deskundigen als de belangrijkste voorwaarde voor succesvol leren lezen beschouwd.

Ongeveer 10% van alle kinderen heeft enige moeite met leren lezen. Bij iets minder dan de helft van die groep – zo’n 4% van alle schoolgaande kinderen – is er sprake van *een hardnekkig probleem met het aanleren en het accuraat en/of vlot toepassen van het lezen en/of spellen op woordniveau* (Van der Leij e.a., 2004). Kinderen die aan dit criterium

voldoen krijgen de diagnose ‘dyslexie’. Het gaat daarbij om kinderen met een normale intelligentie, en een normale cognitieve, zintuiglijke en neurologische conditie. Dyslexie kan een aanzienlijke belemmering vormen voor de intellectuele en maatschappelijke ontplooiing van een individu. In weerwil van alle succesverhalen over dyslectici die het gemaakt hebben in het zakenleven, de wetenschap of de kunsten, moeten we constateren dat de doorsnee dyslecticicus het in de moderne geletterde samenleving allesbehalve makkelijk heeft.

Dyslexie is erfelijk. Ongeveer 4% van de bevolking is dyslectisch (Blomert, 2005), maar bij kinderen van dyslectische ouders ligt dat percentage rond tussen de 20 en de 47 (zie Theng, 2002, geciteerd in Blomert (2005); Grigorenko, 2001). Het genetisch onderzoek richt zich dezer dagen op de identificatie van genen die voor dyslexie predisponeren. Er zijn inmiddels verscheidene potentiële genen gelokaliseerd. Het beeld is nog onduidelijk, maar een van de hypothesen waarmee we de bevindingen tot nu toe kunnen verklaren, is dat die verschillende genen deel uitmaken van een keten (cascade) die in een bepaalde volgorde elkaars expressie reguleren. Een storing op ieder punt in deze keten kan dan leiden tot dezelfde stoornis (Van der Ven, 2004).

Mensen die nog denken dat dyslexie ‘tussen de oren zit’ kan ik geruststellen: Dat is waar. Er komen bij dyslectici subtiele anatomische afwijkingen voor in de hersenen, zowel macroscopisch als microscopisch. Van de macroscopische verschillen tussen dyslectische en niet-dyslectische breinen, noem ik er hier een. Die heeft betrekking op het *planum temporale*, een deel van de temporaalkwab. Normaal gesproken is het planum temporale in de linkerhersen helft groter dan zijn tegenhanger rechts, en dat is te rijmen met de rol van deze structuur bij de spraakherkenning. Deze asymmetrie wordt niet gevonden bij (een deel van de) dyslectici (Galaburda e.a., 1985). Verder zijn er bij dyslectici microscopische misvormingen geconstateerd in de hersenschors in de linkertemporaalkwab en rondom de groeve van Sylvius, dat wil dus zeggen, gebieden die betrokken zijn bij spraakverwerking. Het gaat om verstoringen van de normale, gelaagde opbouw van de hersenschors. Net als de verminderde symmetrie van het planum temporale worden deze afwijkingen in verband gebracht met een prenatale verstoring van de groei van de hersenen. Dat lijkt goed te sporen met de resultaten van het genetisch onderzoek.

Er zijn ook afwijkingen gevonden in de *thalamus* – een belangrijk schakelstation tussen de zintuigen (oog, oor) en de hersenschors. In de thalamus bestaan twee typen van zenuwcellen: *parvo-* en *magnocellen*. De magnocellen zijn bij dyslectici anders dan bij niet-dyslectici. (Galaburda e.a., 1994). Uit dieronderzoek komen sterke aanwijzingen dat zulke

afwijkingen in de thalamus het gevolg zijn van de microscopische misvormingen in de cortex die ik net genoemd heb.

Theorieën over dyslexie

De neurofysiologische resultaten spelen een belangrijke rol in de moderne theorievorming over dyslexie. De afwijkingen die in de hersenschors aangetoond zijn, komen vooral voor in gebieden die betrokken zijn bij de verwerking van spraak. Het is dus niet zo verbazend dat mensen met dyslexie minder accuraat zijn in de herkenning van spraakklanken dan mensen zonder dyslexie (zie onder andere Maassen e.a., 2001). Dyslectici hebben een zwakke categorische perceptie. Verder zien we bij dyslectici uitval op fonologische verwerkingstaken, zoals het nazeggen van niet-bestaande woorden als *fenimoon* of *rimtarie*. Ook taakjes die een beroep doen op het foneembewustzijn – rijmen bijvoorbeeld – gaan niet goed. Je kunt rustig zeggen dat een probleem bij de waarneming en verwerking van spraakklanken – naast het lees- en schrijfprobleem – een van de meest consistente symptomen is van dyslexie.

Deze constatering vormt de grondslag voor de *fonologische tekort-hypothese van dyslexie*, die tegenwoordig door de meeste onderzoekers aangehangen wordt. De kern van deze hypothese is dat de woordvormen in het mentale taalsysteem bij dyslectici ‘onvoldoende gedetailleerd’ of ‘vaag’ zijn (De Bree, hoofdstuk 1, in voorbereiding). Het gevolg is dat het moeilijk wordt om de koppelingen tussen letters en fonemen te leren. En dan heb je een leesprobleem.

[Hier ongeveer invoegen figuur 1]

Volgens sommige onderzoekers zijn die ‘vage’ woordvormen in het taalsysteem van de dyslecticus het *gevolg* van de afwijkende spraakherkenning die ik net noemde (Modye a., 1997; Joanisse e.a., 2000; Maassen e.a., 2001). Kortom, het leesprobleem vloeit voort uit een aangeboren, subtiele stoornis in de spraakwaarneming. Die afwijkende spraakwaarneming zou (volgens sommigen) weer het gevolg zijn van een algemeen probleem in het gehoor. Het gaat dan om een verminderd vermogen om snelle opeenvolgingen of veranderingen in geluidsprikkels te onderscheiden. Het onderscheiden van spraakklanken namelijk berust op het kunnen discrimineren van kleine en zeer snelle akoestische veranderingen (Tallal, 1980).

De vraag dringt zich dan op waar dat gehoorprobleem vandaan komt. Daarop geeft de Engelse fysioloog John Stein het volgende antwoord (Stein & Walsh, 1997). Het

gehoorprobleem komt door een stoornis in de prikkelgeleiding in bepaalde zenuwcellen – de al genoemde magnocellen. Die verstoorde prikkelgeleiding moet toegeschreven worden aan disfunctionerende membranen van deze zenuwcellen. En dat is dan weer het gevolg van een constitutioneel tekort aan meervoudig onverzadigde vetzuren. De boodschap van Stein is dan ook dat visolie goed is tegen dyslexie!

Zo lijkt er dus een heldere analyse te zijn gemaakt van een leesprobleem naar celmembranen. Dat is mooi. Maar misschien iets *te* mooi. Ik plaats hier enkele kritische kanttekeningen. Op de eerste plaats meen ik dat er voor het visolieverhaal van Stein tot nog toe geen schijn van bewijs bestaat. Een tweede punt: afwijkingen van de magnocellen in de thalamus worden niet in alle dyslectische breinen gevonden. Daarmee correspondeert dat lang niet alle dyslectici uitval vertonen op waarnemingstaken waarvan we weten dat ze door magnocellulaire systemen beregeld worden. Ten derde: pure auditieve waarnemingsproblemen zijn bij minder dan de helft van de dyslectische mensen aantoonbaar. Bovendien wijzen recente resultaten uit de groep van Blomert in Maastricht erop dat de verwerking van spraakklanken bij dyslectici op auditief niveau ongestoord is, maar op fonologisch niveau gestoord.

De Franse onderzoeker Ramus trekt de conclusie dat een stoornis in de waarneming van snelle geluidsveranderingen geen oorzakelijke factor is bij dyslexie. Het gaat alleen om de verwerking en representatie van *spraak*: een *fonologische verwerkingsstoornis* (Ramus, 2004). Die is het gevolg van de subtiele afwijkingen in de hersenschors in de linkerhemisfeer die ik al eerder genoemd heb. Afwijkingen in de auditieve (en visuele) waarneming die bij een deel van de dyslectici gevonden worden, zijn een *bijverschijnsel*, geen oorzaak. Zulke waarnemingsstoornissen hangen samen met de soms optredende afwijkingen in de magnocellen in de thalamus (en elders), en die zijn het *gevolg* van de corticale afwijkingen.

Het voorstel van Ramus is te rijmen met de psychologische en neurofysiologische evidentie. Bovendien lost het een aantal problemen op van de cascadetheorie die ik net schetste. Een belangrijke vraag blijft echter liggen, namelijk deze: wat is de verbinding tussen het fonologische probleem – de verwerking van spraakklanken – en het leesprobleem (zie Blomert, 2005).

In een recente publicatie geven Serniclaes en zijn collega's een interessant antwoord op die vraag (Serniclaes e.a., 2004). We weten dat dyslectici een zwakke categorische perceptie van fonemen hebben. Daar staat tegenover, volgens Serniclaes, dat ze de verschillen tussen *allofonen* (varianten van een en hetzelfde foneem) *beter* kunnen

waarnemen dan niet-dyslectici. Een Nederlandse dyslectische luisteraar detecteert dus het verschil tussen [t] en [t^h] beter dan een niet-dyslectische luisteraar. Het komt er eigenlijk op neer dat dyslectici spraakklanken waarnemen zoals een kind tot acht maanden oud dat doet. De overgang naar *fonemische waarneming* –gewoonlijk tussen de achtste en de tiende maand, vindt kennelijk bij dyslectische kinderen niet, of niet volledig, plaats.

Serniclaes' idee heeft enkele belangrijke pluspunten. Ten eerste raken we af van het vage concept van 'ondergespecificeerde' woordvormen. Daarvoor in de plaats komt het idee dat de woordvormen bij dyslectici opgebouwd zijn uit *allofonen* in plaats van fonemen. Daarmee legt Serniclaes een plausibel verband tussen de spraakwaarneming van dyslectici en wat we weten over de ontwikkeling van de spraakwaarneming bij jonge kinderen. Het belangrijkste pluspunt van deze hypothese is dat hij de relatie tussen de spraakverwerking en het leesprobleem opheldert. Om te leren lezen moet je fonemen kunnen verbinden met letters. Als je geen fonemen *hebt* in je taalsysteem (maar alleen allofonen), wordt het dus erg moeilijk om de connectie te maken tussen de klankvormen van woorden en de geschreven vormen. Er zijn talen waarin iedere letter precies voor een foneem staat – bijvoorbeeld Spaans en Fins. Dat is makkelijk voor een beginnende lezer. Maar als zo'n beginner alleen allofonen heeft in plaats van fonemen, dan is de mooie een-op-een-relatie zoek, en wordt het doorzien van het systeem al een stuk moeilijker.

Er zijn ook talen waarin er een veel-op-veel-relatie is tussen fonemen en letters. Het meest beruchte voorbeeld is het Engels. Naar verluid zou George Bernard Shaw gezegd hebben dat het Engelse woord *fish* [f-i-s-h] gespeld had kunnen worden als *ghoti* [g-h-o-t-i]: de [f] van 'laugh', de [l] van 'women' en de [sh] van 'nation'. Zo'n schriftsysteem is voor iedereen moeilijk om te leren, maar u kunt zich voorstellen dat het een ramp is voor iemand die geen fonematische representaties van woordvormen heeft verworven.

De kern van Serniclaes' voorstel is dus dat dyslectici spraakklanken *allofonisch* waarnemen en categoriseren, in plaats van fonemisch. De vraag die ik dan stel is deze: hoe komt dat? Hoe komt het dat dyslectische kinderen blijven steken in de allofonische spraakwaarneming, terwijl 'normale' kinderen daaruit komen? Mijn antwoord op deze vraag voert terug naar de 'patroonherkenning over reeksen' waar ik hiervoor over schreef. Ik denk dat dit leerproces bij dyslectische kinderen niet goed werkt: het vasthouden en onderscheiden van sequenties is bij dyslectische kinderen zwak. Is er ondersteuning voor dat idee? Volgens mij wel. Om te beginnen heeft Paula Tallal (1980) laten zien dat dyslectici het buitengewoon moeilijk vinden om de volgorde te bepalen van twee korte piepjes met verschillende toonhoogtes. Tallal dacht zelf dat dat kwam doordat dyslectici moeite hebben met het

waarnemen van snelle veranderingen in geluid, maar naar mijn idee is het een gevolg van slechte retentie van volgorde. Een andere aanwijzing vinden we in het onderzoek van Bonte (2005). Dit laat zien dat dyslectische kinderen minder gevoelig zijn voor de overgangswaarschijnlijkheden tussen spraakklanken dan niet-dyslectische kinderen. Ook dit is te rijmen met een probleem in de encoding van volgorde. Ik denk dus dat er een aannemelijk verband is tussen dit leerprobleem en de afwijkingen die gevonden zijn in de linkerhersenhelft. Deze afwijkingen verstoren de microanatomische eigenaardigheden die de linkerhemisfeer bij uitstek geschikt maken voor de verwerking en analyse van prikkelreeksen waarin complexe patronen schuilgaan (zie Locke, 1997).

Patroonherkenning over reeksen speelt niet alleen een rol bij de verwerving van foneemcategorieën, maar ook op hogere niveaus van taalstructuur. Ik spreek dan ook een verwachting uit die we in de meeste ideeën over dyslexie niet tegenkomen: dyslectische kinderen hebben niet alleen problemen bij de verwerving van fonemen (spraakklankcategorieën), maar ook bij de vorming van categorieën op ‘hogere’ niveaus in het taalsysteem: lexicon, morfologie en syntaxis.

Voorlopers van dyslexie in de taalontwikkeling

Onder mijn leiding vindt aan de Universiteit Utrecht onderzoek plaats naar de relatie tussen vroege taalontwikkeling en dyslexie. Het zal u niet verbazen: de kernvraag in dat project is of kinderen die bij het bereiken van de schoolleeftijd dyslectisch blijken te zijn, in hun vroege jeugd een taalontwikkelingsachterstand hebben gehad.

Dit Utrechtse project is longitudinaal en prospectief. ‘Longitudinaal’ houdt in dat de kinderen die meedoen, over een langere periode gevolgd worden (in ons geval anderhalf jaar), zodat je relaties kunt leggen tussen vroege en latere ontwikkelingen. ‘Prospectief’ betekent: werken met kinderen die zo jong zijn dat je nog niet kunt vaststellen of ze dyslectisch zijn. Dat heeft weinig zin met een willekeurige steekproef, omdat je daarin per 100 kinderen hooguit 4 dyslectici zult aantreffen. Vandaar dat wij werken met kinderen die een dyslectische ouder hebben. De schatting is dat 30 tot 50 procent van deze ‘risicokinderen’ dyslectisch zal blijken te zijn. Welke kinderen dat zijn, weten we natuurlijk pas als ze één à twee jaar lees- en schrijfonderwijs hebben gehad.

We vergelijken de risicokinderen uiteraard met kinderen die geen dyslectische ouder hebben, maar ook met kinderen bij wie een Specifieke Taalontwikkelingsstoornis (S-TOS) wordt vermoed. Dat zijn kinderen bij wie op driejarige leeftijd een zeer grote achterstand in

de taalontwikkeling geconstateerd wordt. Er zijn twee redenen voor de inclusie van deze groep. Ten eerste geeft een Specifieke Taalontwikkelingsstoornis een indruk van hoe een algemene taalontwikkelingsachterstand bij Nederlandstalige kinderen zich manifesteert. Een tweede reden is dat er parallellen zijn gevonden tussen S-TOS en dyslexie. Met name vertonen kinderen met S-TOS ook afwijkingen in de herkenning en verwerking van spraakklanken, en velen van hen blijken later in het leven problemen te ondervinden bij het leren lezen en schrijven. Er zijn dan ook onderzoekers die zeggen dat S-TOS en dyslexie eigenlijk varianten zijn van hetzelfde syndroom, zij het in verschillende mate van ernst. Ik ben geneigd me achter die visie te scharen. Ik vooronderstel dat het probleem met het herkennen van patronen in reeksen, dat naar mijn idee een oorzakelijke rol speelt bij dyslexie, ook bij S-TOS aan de orde is, maar dan in een ernstiger vorm.

De proefkinderen in het Utrechtse onderzoek hebben aan allerlei experimenten meegedaan. We hebben onder meer gekeken naar de herkenning van spraakklanken, woordherkenning, spraakklankproductie, kennis van woordklemtoon, en het herkennen van grammaticale patronen, zoals de congruentie tussen onderwerp en persoonsvorm, en de relatie tussen hulpwerkwoord en voltooid deelwoord. Ook hebben we tests met ze gedaan waarop manifeste dyslectici steevast uitvallen, zoals non-woordrepetitie en het detecteren van rijm. De korte samenvatting van onze resultaten is als volgt: kinderen met een specifieke taalontwikkelingsstoornis presteren over de hele linie beduidend slechter dan de controlekinderen. Dat was natuurlijk te verwachten. Interessanter is dat de risicokinderen als groep een prestatieprofiel vertonen dat tussen dat van de kinderen met S-TOS en de controlekinderen in valt. Vrijwel alle testresultaten laten dus een trapsgewijs patroon zien, met de taalgestoorte kinderen op de laagste trede, de controlekinderen op de hoogste, en de risicokinderen ertussenin. Nadere analyse leert dat de groep van risicokinderen vrijwel steeds uiteenvalt in twee subgroepen: een groep die nauwelijks te onderscheiden is van de controles, en een groep die kwantitatief en kwalitatief sterk lijkt op de kinderen met S-TOS.

Dit betekent dat de risicokinderen – als *groep* – niet alleen uitvallen op het gebied van spraakwaarneming en fonologische verwerking, maar ook een achterstand hebben op het gebied van de grammatica en woordvorming. We vinden dus aanwijzingen dat kinderen die dyslectisch zullen worden een mild, maar vrij algemeen taalontwikkelingsprobleem hebben. Daarbij is ook interessant dat de achterstanden in de taalproductie aangekondigd worden door achterstanden in de herkenning van patronen in gesproken taal. We zien dat de herkenning van spraakklanken bij de risicokinderen beduidend zwakker is dan bij de controles. Verder zien we dat de risicokinderen die in de productie het zwakst zijn, ook de slechtste prestaties

in de herkenningstaak hebben. Aan de hand van luisterproeven kunnen we concluderen dat de controlekinderen van 19 maanden oud onderscheid weten te maken tussen correcte Nederlandse zinnen zoals ‘Het meisje heeft gehuild’ en incorrecte zoals ‘Het meisje kan gehuild’. Risicokinderen van dezelfde leeftijd herkennen het verschil niet. Dit is te begrijpen vanuit het idee dat er een probleem is met patroonherkenning in reeksen, en het maakt de achterstand in de taalproductie op latere leeftijd begrijpelijk (Wilsenach, 2005).

Het Utrechtse project is aangekomen op een punt waarop we veel kunnen zeggen over de ontwikkeling op het gebied van spraakherkenning, fonologie, grammatica en woordherkenning bij de risicokinderen als groep. Dat is natuurlijk niet voldoende. We willen de precieze relatie ophelderen tussen leesproblemen en taalontwikkelingsprofielen. Dat kan uiteraard alleen als we weten welke proefkinderen (en dan bedoel ik risicokinderen, de taalgestoorde kinderen *en* de controles) een significant probleem met leren lezen en schrijven gaan ondervinden. De nametingen met betrekking tot de lees- en spelvaardigheid die ons dit moeten vertellen staan voor de deur. Een belangrijke vraag is of we de taalontwikkelingsachterstand uitsluitend aantreffen bij de kinderen die manifest dyslectisch zijn, of (in meer of mindere mate) bij *alle* kinderen in de risicogroep. Het is daarnaast ook denkbaar dat sommige dyslectische kinderen wel, en andere kinderen geen taalontwikkelingsprobleem hebben gehad. Dat zou een resultaat zijn dat moeilijk te rijmen valt met de hypothese die ik in dit betoog geformuleerd heb, maar dat mogelijk noodzaakt tot een subclassificatie van het syndroom ‘dyslexie’. Om na te gaan welke van deze scenario’s zich voordoet, moeten de nametingen gekoppeld worden aan de gegevens die we al hebben, zodat we – op individueel en op groepsniveau – de ontwikkelingspaden kunnen blootleggen.

Literatuur

Blomert, L. (2005). *Dyslexie in Nederland: Theorie, praktijk, beleid*. Amsterdam: Uitgeverij Nieuwezijds.

Bonte, M. (2005). *Between sounds and words. Neurophysiological studies on speech processing in adults, normally reading children, and children with developmental dyslexia*. Academisch proefschrift. Universiteit Maastricht, Maastricht.

Bree, E. de (in voorb.). Academisch proefschrift. Utrecht: Universiteit Utrecht.

- Galaburda, A.M., Menard, M.T. & Rosen, G.D. (1994). Evidence for aberrant auditory anatomy in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 19, 8010-8013.
- Galaburda, A.M., Sherman, G.P., Rosen, G.D., Aboitiz, F. & Geschwind, N. (1985). Developmental dyslexia: Four consecutive cases with cortical anomalies. *Annals of Neurology*, 18, 222-233.
- Gerken, L. (2002). Early sensitivity to linguistic form. *Annual Review of Language Acquisition*, 2, 1-36.
- Gomez, R.L. & Gerken, L. (2000). Infant artificial language learning and language acquisition. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 178-186.
- Grigorenko, E.L. (2001). Developmental dyslexia: An update on genes, brains and environment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42, 91-125.
- Joanisse, M.F., Manis, F.R., Keating, P. & Seidenberg, M.S. (2000). Language deficits in dyslexic children: Speech perception, phonology and morphology. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 30-60.
- Jusczyk, P. (1997). *The discovery of spoken language*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kampen, N.J. van & Wijnen, F. (2000). Grammaticale ontwikkeling. In: S. Gillis & A.M. Schaerlaekens (red.), *Kindertaalverwerving: Een handboek voor het Nederlands* (pp. 225-285). Groningen: Martinus Nijhoff.
- Leij, A. van der, Struiksma, A. J. C., Ruijsenaars, A. J. J. M., Verhoeven, L., Kleijnen, R., Henneman, K., Pasma, J., Ekkebus, M., Bos, K.P. van den & Paternotte, A. (2004). *Diagnose van dyslexie*. Brochure (herziene versie): Stichting Dyslexie Nederland.
- Locke, J.L. (1997). A theory of neurolinguistic development. *Brain and Language*, 58, 265-326.

Maassen, B., Groenen, P. & Crul, T. (2001). Identification and discrimination of voicing and place-of-articulation in developmental dyslexia. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 15, 319-339.

Maratsos, M. & Chalkley, M.A. (1980). The internal language of children's syntax: The ontogenesis and representation of syntactic categories. In: K. Nelson (red.), *Children's language* (dl. 2). New York: Gardner Press.

Marcus, G.F., Vijayan, S., Bandi Rao, S. & Vishton, P.M. (1999). Rule learning by seven-month-old infants. *Science*, 283, 77-80.

Maye, J., Werker, J. & Gerken, L. (2002). Infant sensitivity to distributional information can affect phonetic discrimination. *Cognition*, 82, B101-B111.

Mintz, T. (2002). Category induction from distributional cues in an artificial language. *Memory and Cognition*, 30(5), 678-686.

Mody, M., Studdert-Kennedy, M. & Brady, S. (1997). Speech perception deficits in poor readers: Auditory processing or phonological coding. *Journal of Experimental Child Psychology*, 64, 199-231.

Pinker, S. (1997). *How the mind works*. New York: Norton.

Ramus, F. (2004). Neurobiology of dyslexia: A reinterpretation of the data. *Trends in Neurosciences*, 27(12), 720-726.

Serniclaes, W., Van Heghe, S., Mousty, P., Carré, R. & Sprenger-Charolles, L. (2004). Allophonic mode of speech perception in dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 336-361.

Stein, J. & Walsh, V. (1997). To see but not to read: The magnocellular theory of dyslexia. *Trends in Neurosciences*, 20, 147-152.

Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9, 182-198.

Ven, S. van der (2004). Developmental dyslexia and implicit knowledge of morphosyntactic agreement: A preferential listening study with 19-month old infants (Research Internship Report). Utrecht: Utrecht Institute of Linguistics OTS.

Wijnen, F. & Verstraten, F. (2001). *Het brein te kijk*. Lisse: Swets & Zeitlinger.

Wilsenach, C. (2005). *Syntactic processing in developmental dyslexia and in specific language impairment: A study on the acquisition of the past participle construction in Dutch*. Academisch proefschrift, Universiteit Utrecht.