

Kinderen met leesproblemen. Is er een relatie met het geheugen?

Tekorten in de capaciteit van de centrale verwerking en de fonologische lus versterken elkaar.

Voorwoord

Wie had anderhalf jaar geleden kunnen bedenken dat de stukjes van de puzzel voor mij dit jaar allemaal op hun plaats zouden vallen? Studie ..., stage ..., scriptie ..., en dan nu ...'de Poort', mijn eigen Praktijk voor Orthopedagogisch Onderzoek en Remedial Teaching!

In december 2002 had ik een sollicitatiegesprek met Tom Braams voor een stageplaats in zijn praktijk in Deventer. Mijn bijkomende vraag was of ik misschien naar aanleiding van het onderzoek en de behandeling van kinderen met dyslexie mijn scriptie zou kunnen schrijven. Hij zou hierover contact met Anna Bosman opnemen. Het resultaat was dat we in juni 2003 gedrieën een eerste brainstormsessie hadden. In september besloten we dat ik me met name ging richten op scholen in de buurt van Nijmegen, participierend in het promotieonderzoek van Martine Gijssel. Martine, bedankt voor het 'delen' van 'je' kinderen en het meedenken. Succes verder met je onderzoek.

Gedurende mijn stagejaar wist ik me bij het onderzoek en het verzamelen van de juiste literatuur door Tom op de achtergrond gesteund. Tom, bedankt voor je inspiratie. En ik hoop dat de resultaten voor jou een bevestiging zijn van jouw theorieën en de door jou toegepaste diagnostiek. Ik verheug me op onze toekomstige samenwerking.

Anna, mijn bevlogen scriptiebegeleidster! Ik had me geen betere kunnen wensen! Heel hartelijk bedankt voor de enorme zet die je me begin juni nog gaf om deze taak te volbrengen! De 'line' was zo nu en dan 'hot'. Maar het is gelukt! Het was heerlijk om met jou van gedachten te wisselen. Ik hoop dit in de toekomst nog vaker te kunnen doen.

Dan gaat mijn dank uit naar mijn vader. Helaas zal hij niet meer getuige kunnen zijn van het afstuderen van zijn dochter. Pa, bedankt voor het vertrouwen dat je altijd in me hebt gehad.

Wouter, Maarten en Thomas, met jullie om me heen was het voor mij een heerlijke studietijd. Ik heb veel van en met jullie geleerd. Bedankt voor jullie geduld, want zo nu en dan was het best wel moeilijk om een studerende moeder in huis te hebben.

Tony, dank je voor 'being here'!

Juli, 2004.

Samenvatting

Met het oog op vroegtijdige interventie is het van belang zo bijtijds mogelijk risicokinderen op het gebied van lezen op te sporen. In dit onderzoek wordt de relatie tussen leesproblemen en geheugenproblemen bij kinderen in Nederland uit groep 3 onderzocht. Er werden geheugentests voor het lange en korte duur geheugen afgenomen bij kinderen met en zonder leesproblemen, respectievelijk de 12-woorden test en de digit recall, de backward digit recall en de block recall. De twee groepen werden naar aanleiding van de herfstsignalering samengesteld, waarbij de kinderen met leesproblemen de experimentele groep en die zonder leesproblemen de controlegroep vormde. Een tweede meting vond in het voorjaar plaats, waarbij de experimentele groep werd verdeeld in kinderen die in april nog steeds leesproblemen, DMT kaart 1 en 2 lager dan C-niveau, vertoonde en kinderen die dit niet meer deden. Uit de resultaten kwam naar voren dat de experimentele groep een geringere capaciteit van de centrale verwerkingseenheid van het korte duur geheugen had dan de controlegroep. Bovendien liet deze groep een geringere opbouw en capaciteit van het lange duur geheugen zien. Uit nadere analyses bleek dat de groep kinderen die in april nog uitviel op het lezen, bij beide metingen een geringere capaciteit van de fonologische lus en de centrale verwerking van het korte duur geheugen vertoonde. Er was sprake van een elkaar versterkend effect tussen fonologische lus en centrale verwerking. Ook de capaciteit van het lange duur geheugen was geringer. Erg opvallend was dat de opbouw van het lange duur geheugen een ernstig tekort vertoonde. Geheugentests zouden dus een voorspellende waarde voor het ontstaan van leesproblemen hebben.

Kinderen met leesproblemen komen in het gehele basisonderwijs voor. Het zijn kinderen die in het algemeen vol verwachting in groep 3 begonnen zijn aan het aanvankelijk leesproces, maar al gauw tot de ontdekking kwamen dat zij het helemaal niet leuk vonden om te leren lezen. Dit kwam, omdat het hen gewoonweg niet lukte, zoals het andere kinderen in hun klas wel leek te lukken. Met alle gevolgen van dien. De frustraties kunnen aanleiding zijn voor faalangst, gedrags- en/of stemmingsproblemen (Braams, 2002). Afhankelijk van onder meer de motivatie, het doorzettingsvermogen en de stimulering van leerkracht en ouders van het kind komt het ene kind verder dan het andere kind. De meeste kinderen met leesproblemen hebben echter een moeizame weg te gaan in onderwijsland.

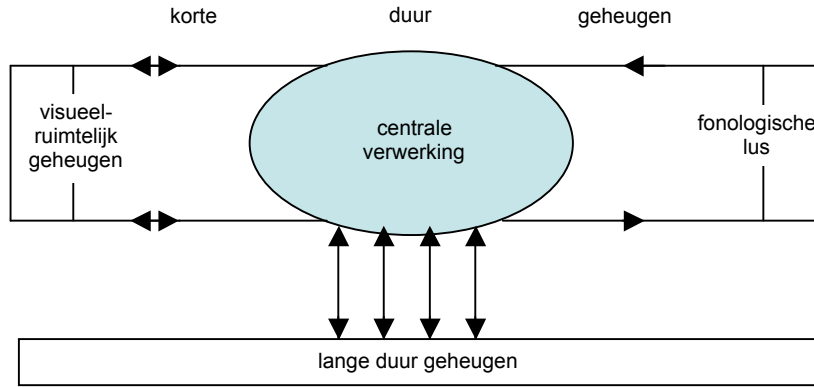
Naar mogelijke oorzaken van leesproblemen is veel onderzoek gedaan, waaruit is gebleken dat problemen met de fonologie een van de belangrijkste vormen is (Braams, 2002; Brady, 1997; de Jong & van der Leij, 1999; Snowling, 1987, 2000; Stone & Brady, 1995). Deze problemen komen voort uit een tekort in de fonologische verwerking, het herkennen van spraakklanken, door de hersenen. Van spraakklanken worden fonologische representaties gemaakt. Bij dyslectici blijken deze representaties slecht gespecificeerd te zijn, waardoor zij meer moeite hebben om klanknuances te onderscheiden. Dit zou invloed hebben op de lexicale toegang tot woorden: de herkenning van het woord in het mentale lexicon wordt bemoeilijkt. Fonologische representaties lijken het fundament te vormen voor verschillende fonologische vaardigheden, zoals auditieve discriminatie, analyse en synthese, die op hun beurt sterk gerelateerd zijn aan het leren lezen. Er zijn echter ook aanwijzingen dat het geheugen een belangrijke rol speelt bij het ontstaan van leesproblemen. De capaciteit van zowel het korte duur geheugen als het lange duur geheugen lijkt namelijk een bepalende factor te zijn voor het ontstaan van leesproblemen (Gathercole, 1999; Gathercole

& Pickering, 2000b). Het onderhavige onderzoek richt zich met name op deze relatie tussen leesproblemen en de capaciteit van het geheugen.

In deze inleiding zal eerst nader aandacht worden besteed aan de werking van het geheugen aan de hand van het geheugenmodel van Baddeley & Hitch (1974). Vervolgens komt de bespreking van een tweetal leesmodellen aan de orde. Hierna wordt de relatie tussen leestheorieën en het geheugen besproken. Tot slot zal het huidige onderzoek worden beschreven.

Het geheugenmodel van Baddeley en Hitch

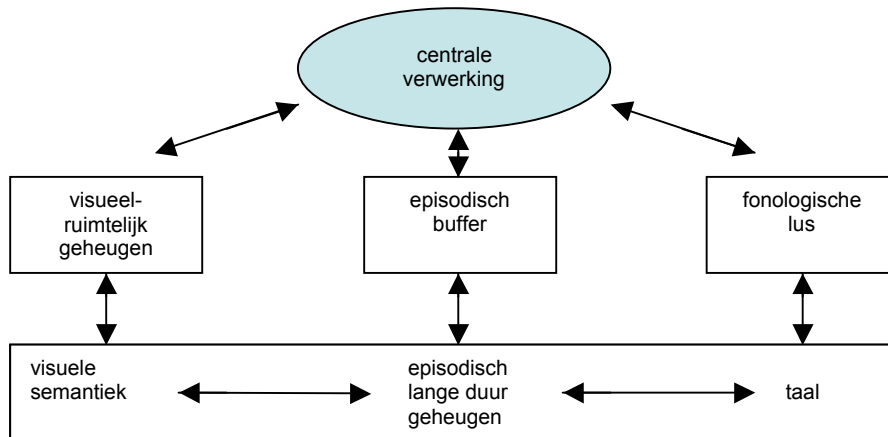
W. James maakte reeds in 1890 gewag van het bestaan van een primair en een secundair geheugen. Het primair geheugen zou kortstondig informatie in het bewustzijn vasthouden, het secundair geheugen werd beschreven als onbewust maar permanent. Deze veronderstelling kan als voorloper op later ontwikkelde modellen worden beschouwd. In de zestiger jaren van de vorige eeuw ging men ervan uit dat het geheugen bestond uit drie compartimenten, namelijk de zintuiglijke registers, de korte termijn opslag en de lange termijn opslag. Hierbij zouden in de korte termijn opslag verschillende controleprocessen werkzaam zijn, zoals het herhalingsproces. Dit model wordt wel het 'modal model' genoemd en werd in 1968 door Atkinson and Shiffrin ontwikkeld. In de loop van de jaren werden vele alternatieven en/of aanvullingen ontwikkeld, maar het 'modal model' is nog steeds van kracht (Healy & McNamara, 1996). In 1974 ontwikkelden Baddeley en Hitch een apart model voor het korte termijn geheugen, dat tot op heden het uitgangspunt vormt voor veel onderzoek en theorievorming. Vertrekpunt hierbij was het 'modal model'. Het lange duur geheugen wordt hierbij gezien als een grote databank waar informatie, zoals wereldkennis, metacognitieve kennis en woordkennis, ligt opgeslagen. Deze informatie kan georganiseerd, gereorganiseerd, geactiveerd en aangevuld worden via het korte duur geheugen, ook wel werkgeheugen genoemd. Het korte duur geheugen speelt een belangrijke rol in cognitieve activiteiten, zoals leren, begrijpen en redeneren. Er vindt een constante uitwisseling plaats tussen lange en korte duur geheugen. Bij het korte duur geheugen maakt men onderscheid tussen drie hoofdonderdelen: de centrale verwerking en twee ondersteunende systemen de fonologische lus en het visueel-ruimtelijk geheugen.



Uit: Baddeley (1997)

Figuur 1. Het geheugenmodel van Baddeley & Hitch (1974).

Daarnaast heeft Baddeley (2000) een derde subsysteem geïdentificeerd, namelijk de episodische buffer. De episodische buffer zou verantwoordelijk zijn voor het integreren van informatie uit verschillende delen van het cognitieve systeem, inclusief het lange en korte duur geheugen. Het bestaat uit een systeem met een beperkte capaciteit, dat voorziet in de tijdelijke opslag van informatie in een meer dimensionale code. Het zou door de centrale verwerkingseenheid worden bestuurd, waarbij episodisch informatie aan elkaar wordt verbonden. De buffer zou buiten het lange duur geheugen werkzaam zijn, maar vormt wel een belangrijke schakel in het lange termijn leren.



Uit: Trends in Cognitive Sciences (2000)

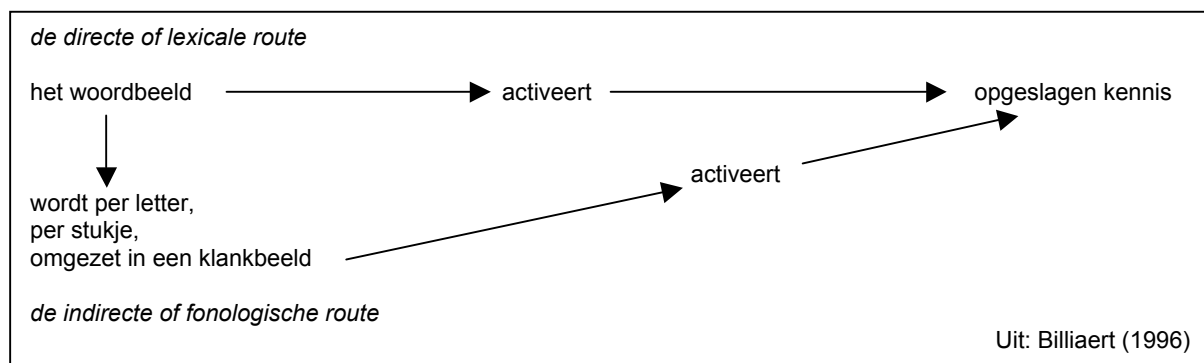
Figuur 2. Het geheugenmodel van Baddeley (2000).

De centrale verwerking is van belang bij het richting geven aan de vloed van informatie door het korte duur geheugensysteem als geheel, de opslag, het integreren en het terughalen van informatie uit het lange duur geheugen, het besturen van activiteiten en het

regelen van meervoudige concurrerende cognitieve activiteiten. De fonologische lus bestaat uit een korte termijn opslag, die verbaal materiaal vasthoudt in de vorm van fonologische karakteristieken. Dit gedeelte van het korte duur geheugen is onderhevig aan snel verval. Verval van representaties in de opslag kan worden gecompenseerd door een serieel subvocaal herhalingsproces, dat articulatorisch van aard is. Uit onderzoek blijkt dat de fonologische lus belangrijk is bij het leren spreken, het leren lezen, het begrijpen van gesproken taal en het verwerven van een woordenschat (Gathercole, 1999; Gathercole, Service, Hitch, Adams & Martin, 1999). Er is betrekkelijk weinig onderzoek verricht naar de taak van het visueel-ruimtelijk geheugen. Het visueel-ruimtelijk geheugen wordt waarschijnlijk gebruikt om voorstellingen voor korte tijd op te slaan. Er lijken een visuele en een ruimtelijke component te zijn, die naast elkaar werkzaam zijn. Een alternatieve interpretatie van onderzoeksresultaten zou zijn, dat de statische of dynamische aard van de informatie die in het visueel-ruimtelijk geheugen wordt vastgehouden, de doorslag zou geven bij de activering van de verschillende subsystemen (Pickering, Gathercole, Hall, & Lloyd, 2001). Dit deel van het korte duurgeheugen lijkt van belang te zijn bij oriëntatie in de ruimte, het onthouden van gezichten en het verwerven van rekenkundige vaardigheden. De precieze werking van dit deel van het geheugen en het belang voor het lezen zijn echter nog niet duidelijk.

Leesmodellen

Een tweetal cognitieve informatieverwerkingsmodellen worden wel gebruikt bij het verklaren van het leesproces. Dit zijn het 'dual-route' model en de connectionistische modellen. Het 'dual-route' model is een informatieverwerkingsmodel en werd in 1978 ontwikkeld door Coltheart. Het heeft als centrale stelling dat er in onze hersenen, in het lange duur geheugen, een mentaal lexicon bestaat. Deze informatie kan worden geactiveerd via de uitspraak, het woordbeeld, de betekenis. Het woordbeeld zou in staat zijn de opgeslagen kennis direct te activeren, de directe of lexicale route. Of het woordbeeld wordt eerst gedecodeerd voordat het de opgeslagen kennis activeert, de indirecte of fonologische route.

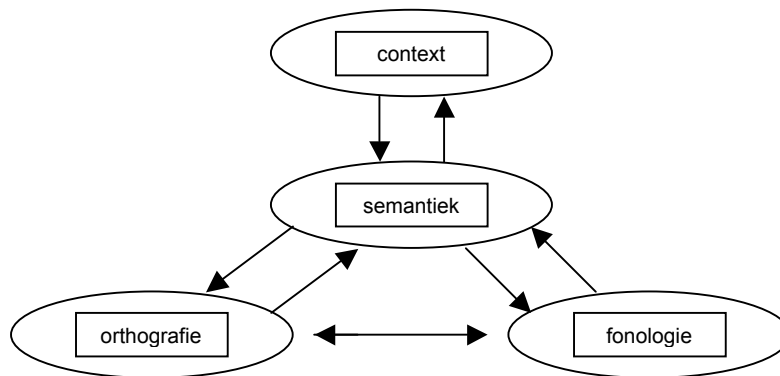


Figuur 3. Lezen volgens het 'dual-route' model.

Leren lezen via de directe route betekent het toevoegen van de orthografie, het woordbeeld, aan ons lexicon. De fonologie, het articulatiepatroon, de semantiek, de syntactische kennis en visuele voorstellingen worden al aanwezig verondersteld. Bij het direct herkennen spelen de woordfrequentie, de zins- en tekstcontext, de taalontwikkeling van het kind en zijn wereldkennis een rol. Via de indirecte route uit zich de ontwikkeling van het lezen in het wegschrijven van steeds grotere eenheden - letter, klankgroep, woorddeel, morfeem, woord - naar het mentale lexicon waar ze dan ter beschikking zijn. Er vindt ontsleuteling, koppeling van de klank aan het teken en synthese plaats. Is het woord eenmaal gesynthetiseerd, dan kan er woordherkenning optreden en kan aan het woord betekenis worden toegevoegd.

Een voorbeeld van een connectionistisch model, ook wel 'parallel distributed processing' model genoemd, is dat van McClelland (1988), dat in 1989 samen met Seidenberg verder werd ontwikkeld. Een ander voorbeeld van een connectionistisch model is het zogenaamde fonologisch coherentiemodel voor lezen en spellen van Bosman en Van Orden (2003). Het eerstgenoemde model bestaat uit een raamwerk, waarbinnen een scala aan cognitieve verschijnselen kunnen worden geïnterpreteerd en verklaard. Hieronder vallen onder andere taalverwerving, spraakproductie, geheugen en lezen. Bij het connectionistische model wordt ons geheugen niet als lexicon beschouwd, maar als een netwerk van knopen. Toegepast op het lezen zullen deze knopen bestaan uit beelddeeltjes en uit klankdeeltjes. De combinatie van zulke knopen vormt een functionele eenheid, bijvoorbeeld een grafeem gekoppeld aan een foneem, letterclusters, kop- of staartstukken, een woorddeel of een woord. Het ontwikkelen van het lezen vindt door covariatie plaats: het samengaan van een fonologisch en een orthografisch subsymbool in een steeds veranderde omstandigheid. Tijdens de leesontwikkeling bouwt de lezer een netwerk op van samengaan knopen, functionele eenheden, die meer en meer versterkt worden. Er treden steeds sterkere associaties op. Het resultaat van een associatie is een cluster van letters. Soms kan de lengte van het cluster de grootte van een heel woord bestrijken. Als dit als één chunk uit het geheugen wordt gehaald, kan dit uitgelegd worden als directe woordherkenning op basis van woordspecifieke kennis. Echter, bij lange woorden die uit meer dan tien letters bestaan is het onwaarschijnlijk dat de woorden als één patroon uit het geheugen wordt gehaald. Wanneer de herkenning van een lang woord accuraat en snel plaatsvindt op basis van de grootst mogelijke clusters, dus de kleinste hoeveelheid chunks, kan gesproken worden van efficiënte woordherkenning. Op dat moment zijn de onderliggende processen van het lezen geautomatiseerd. Er is steeds sprake van fonologisch decoderen: aan het beeld wordt steeds de klank gekoppeld. De associatie tussen steeds grotere eenheden vormt de basis

voor inprenting, automatisering. Dit proces wordt ondersteund door semantische kennis in verband met het beoordelen van de context.



Uit: Snowling (2000)

Figuur 4. Het raamwerk voor het lezen van een woord, Seidenberg & McClelland (1989).

De relatie tussen leestheorieën en het geheugen

De uitvoering van een geautomatiseerd proces verloopt onbewust, onwillekeurig en neemt weinig verwerkingscapaciteit in beslag. Volgens Logan (in Van der Leij, 1998) kan er gesproken worden van automatische verwerking wanneer de verwerking is gebaseerd op het ophalen van vroegere gebeurtenissen uit het lange duur geheugen en niet op een of andere vorm van bewerking. Het automatiseringsproces wordt opgevat als een overgang van een verwerkingswijze die gebaseerd is op algoritmen naar een die gebaseerd is op geheugensporen. Elke keer dat een stimulus wordt waargenomen, wordt deze in het geheugen gerepresenteerd. Hoe vaker een stimulus is waargenomen, hoe meer sporen er zijn naar het lange duur geheugen. Naast de beschikbaarheid neemt de toegankelijkheid toe.

De flexibele capaciteit van het korte duur geheugen om informatie op te slaan en te manipuleren is bijzonder belangrijk voor het effectieve cognitieve functioneren. Eén van de belangrijkste factoren die de capaciteit van het korte duur geheugen beïnvloeden is de leeftijd (Gathercole, 1999). Tussen het vierde tot veertiende levensjaar neemt de capaciteit van het korte duur geheugen met een factor twee tot drie in omvang toe. Om de capaciteit van het korte duur geheugen te meten maakt men gebruik van de 'span-procedure', waarbij de hoeveelheid te herinneren materiaal gedurende opeenvolgende trials wordt verhoogd. De geheugenspanne wordt gedefinieerd als de maximum hoeveelheid informatie die een persoon accuraat kan herinneren. Uit onderzoek van Gathercole (1999) blijkt dat de capaciteit van de fonologische lus en het visueel-ruimtelijk geheugen sterk stijgt tot het achtste jaar, waarna het geleidelijk verder stijgt tot elf à twaalf jaar. De centrale verwerkingseenheid echter blijft een sterke stijging van de ontwikkelingskromme tot

ongeveer zestien jaar te zien geven. Dit zou betekenen dat de centrale verwerkingseenheid zich langer ontwikkelt dan de fonologische lus en het visueel-ruimtelijk geheugen. Volgens Gathercole lijkt de fonologische lus een belangrijke rol te spelen bij het leren van nieuwe woorden, omdat de fonologische geheugenvaardigheden verbonden zijn met zowel de bestaande woordenschat, opgeslagen in het lange duur geheugen, als met het gemak waarmee nieuwe woorden worden verworven. De tijdelijke opslag van fonologisch materiaal zou een beslissende stap zijn bij de constructie van stabiele fonologische representaties, klankpatronen, van nieuwe woorden in het lange duur geheugen. De capaciteit van de centrale verwerking lijkt invloed te hebben op een breed scala van leerdomeinen, waaronder wiskunde, lezen en taal. De veranderingen in de centrale verwerking gedurende de kindertijd kunnen worden toegeschreven aan zowel de stijging van de procesefficiëntie als aan de verhoogde aandachtscapaciteit, het vermogen tot aandacht en taakwisseling, bij oudere kinderen. De algemene leerprestaties op school, schoolsucces, studiesucces en beroepssucces worden geassocieerd met de capaciteit en het functioneren van de centrale verwerkingseenheid van het korte duur geheugen.

Gathercole en Pickering (2000b) hebben het functioneren van het korte duur geheugen onderzocht bij kinderen van zeven jaar, die laag presteerden op het nationaal curriculum in Groot-Brittannië. Hieruit bleek dat er een nauwe relatie was tussen de prestaties en het functioneren van het korte duur geheugen. Kinderen die niet het voor hun leeftijd verwachte niveau behaalden op één of meer gebieden van het curriculum presteerden slecht op tests die het functioneren van het korte duur geheugen meten. Met name de centrale verwerkingseenheid bleek ernstige tekorten te vertonen. Onverwacht waren de lage scores op tests voor het functioneren van het visueel-ruimtelijk geheugen. De taken in verband met de fonologische lus werden niet over de gehele linie slecht gemaakt. In de vroege schooljaren lijken beperkingen van de fonologische lus de leerprestaties nog niet sterk te beïnvloeden.

Onderzoek naar prestaties op tests voor taal, rekenen / wiskunde en natuur- / scheikunde bij kinderen van zeven en veertien jaar (Gathercole, Pickering, Knight & Stegmann, 2004) bracht naar voren dat de bereikte niveaus bij de zevenjarige kinderen op taal en rekenen sterk gecorreleerd waren met de scores van het korte duur geheugen, met name de centrale verwerking. Bij de veertienjarige kinderen bleek er duidelijk verband te zijn tussen de prestaties op wis-, natuur- en scheikunde en de scores op de tests van de centrale verwerking. De centrale verwerking lijkt dus gedurende de gehele ontwikkeling van belang te zijn bij het cognitief functioneren op het gebied van rekenen / wis-, natuur- en scheikunde. Daarnaast bleek bij jongere kinderen de taalverwerving meer in verband te staan met het functioneren van de centrale verwerkingseenheid dan dat van de fonologische lus. Bij de oudere kinderen leek het begrip en de analyse van Engelse literatuur onafhankelijk van de

capaciteit van het korte duur geheugen, maar eerder een reflectie van de intellectuele vaardigheden te zijn.

Er is al eerder onderzoek gedaan naar de mate waarin de verschillen in geheugenspanne bij goede en slechte lezers kunnen worden verklaard door verschillen in zowel een lange duur geheugencomponent als een korte duur geheugencomponent. McDougall en Donohoe (2002) onderzochten de geheugenspanne en de repeteersnelheid voor hoog- en laagfrequente woorden en onzinwoorden. Hieruit bleek dat de geheugenspanne voor hoogfrequente woorden voor alle groepen lezers vergelijkbaar was. Goede lezers hadden echter een betere geheugenspanne voor laagfrequente woorden. Dit was aan de bijdrage van zowel het korte duur als het lange duur geheugen toe te schrijven. Ook de geheugenspanne voor onzinwoorden bleek bij slechte lezers zwakker te zijn. Dit is mogelijk het gevolg van de problemen die slechte lezers ondervinden bij het leren van nieuwe fonologische informatie.

Het onderzoek

Het onderhavige onderzoek houdt zich bezig met de relatie tussen leesproblemen en geheugenproblemen bij kinderen in groep 3 in Nederland. Kinderen in groep 3 bevinden zich midden in het aanvankelijk leesproces. In het begin is alles nieuw en geleidelijk aan begint het lezen zich te automatiseren. Nu is het de vraag welke rol geheugenproblemen spelen bij dit automatiseringsproces. De hypothese is namelijk dat bij kinderen met geheugenproblemen het automatiseringsproces veel moeizamer tot stand komt dan bij kinderen die geen geheugenproblemen hebben. Daarnaast dringt de vraag zich op hoe het binnen de groep kinderen met leesproblemen gesteld is met de capaciteit van het geheugen. Bij de kinderen met leesproblemen én geheugenproblemen kan nagegaan worden welk gedeelte van het geheugen verantwoordelijk zou kunnen zijn voor de ontwikkeling van de leesproblemen. Dit kunnen zijn het lange duur geheugen, de opbouw of de capaciteit, en/of het korte duur geheugen. Bij het korte duur geheugen kan weer onderscheid worden gemaakt tussen de capaciteit van de fonologische lus of de centrale verwerkingseenheid. Ook zou met dit onderzoek eerdere resultaten van onderzoek met betrekking tot de geringe rol die het visueel-ruimtelijk geheugen zou spelen bij het leesproces, kunnen worden bevestigd.

In Nederland is het tegenwoordig bij iets meer dan de helft van de basisscholen gebruikelijk om in oktober kinderen uit groep 3 te onderzoeken op hun leesprestaties. Dit wordt gedaan in verband met vroegtijdige signalering van leesproblemen, zodat er eventueel tijdig interventie kan plaatsvinden. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het Protocol Leesproblemen en Dyslexie (Wentink & Verhoeven, 2001). Bij het huidige onderzoek zijn kinderen die bij deze zogenaamde herfstsignalering uitvielen gedefinieerd als kinderen met

leesproblemen. Deze kinderen kwamen in aanmerking voor een interventie in de vorm van een leestrainingsprogramma. Deze groep kinderen, de zogenaamde experimentele groep, werd in oktober / november tevens getest op het geheugen. Hierbij werden zowel het lange duur geheugen als het korte duur geheugen onderzocht. Daarnaast werd een zogenaamde controlegroep samengesteld, waarbij dezelfde geheugentests werden afgenomen. Deze kinderen vertoonden bij de herfstsignalering op het lezen geen uitval. Bij beide groepen kinderen werden in mei / juni dezelfde geheugentests nogmaals afgenomen. Hierbij werd de experimentele groep verdeeld in kinderen die in april nog steeds leesproblemen hadden en kinderen die geen uitval op lezen meer vertoonden. Dit werd vastgesteld aan de hand van de scores op kaart 1 en 2 van de Drie Minuten Test (DMT). Op deze wijze kon de ontwikkeling van het geheugen, zowel bij kinderen met leesproblemen als bij kinderen zonder leesproblemen, over een periode van een half jaar in kaart worden gebracht.

In het hier beschreven onderzoek naar de relatie tussen de leesproblemen en het geheugen bij kinderen van groep 3 is voor het onderzoek naar de opbouw en de capaciteit van het lange duur geheugen gebruik gemaakt van de 12-woorden test. Deze test is een afgeleide van de 15-woorden test, oorspronkelijk ontwikkeld door Kalverboer en Deelman van de afdeling neuropsychologie in Groningen in 1964. De 15-woorden test bestaat uit zes woordparen en drie op zichzelf staande woorden. Voor de 12-woorden test zijn deze laatste weggelaten, zodat alleen de zes woordparen zijn overgebleven. Daarmee is deze test geschikt gemaakt voor groep 3 tot en met groep 6 van de basisschool. De betrouwbaarheid en de begripsvaliditeit van de 15-woorden test zijn goed. Dit onderzoek kan een bijdrage leveren aan de normering voor de 12-woorden test.

Voor het onderzoek naar het korte duur geheugen is gebruik gemaakt van de Working Memory Test Battery for Children (WMTB-C), ontwikkeld door Pickering en Gathercole (2001). Deze testbatterij is gebaseerd op het werkgeheugen model van Baddeley en Hitch (1974). De batterij is getest bij 87 kinderen van zes en zeven jaar. De subtests bleken voor de centrale verwerkingseenheid en de fonologische lus een hoge begripsvaliditeit te bezitten; dit gold niet voor de metingen van het visueel-ruimtelijk geheugen. De scores op de centrale verwerking vertoonden een vrijwel perfecte correlatie met prestaties op woordenschat, geletterdheid en rekenkundige tests, terwijl de scores op de fonologische lus specifiek verband hielden met woordkennis. De interne en externe validiteit van de testbatterij bevestigt de geschiktheid voor het gebruik bij het analyseren van de functie van het korte duur geheugen (Gathercole & Pickering, 2000a).

Methodie

Deelnemers

De deelnemers aan het onderzoek waren leerlingen uit groep 3 van het regulier basisonderwijs van achttien basisscholen rondom Nijmegen. De deelnemende scholen participeerden in een onderzoek naar vroegtijdige interventie bij het signaleren van leesproblemen tijdens het aanvankelijk leesproces, het hierna te noemen interventieonderzoek. Het geheugenonderzoek, onderwerp van deze scriptie, werd uitgevoerd bij twee groepen kinderen. De zogenaamde experimentele groep bestond uit kinderen die bij de herfstsignalering op het lezen waren uitgevallen en in het kader van het interventieonderzoek een leestraining hebben gekregen. Daarnaast is een controlegroep samengesteld, bestaande uit kinderen die bij de herfstsignalering geen leesproblemen vertoonden: uit iedere groep 3 werd willekeurig een zelfde aantal kinderen gekozen als het aantal dat leesproblemen vertoonde. Het geheugenonderzoek bestond uit twee metingen. De eerste meting vond in oktober / november 2003 plaats. De tweede meting in mei / juni 2004. Bij de eerste meting waren 100 kinderen betrokken, 54 kinderen in de experimentele groep en 46 kinderen in de controlegroep. De experimentele groep bestond uit 33 jongens en 21 meisjes, de controlegroep uit 21 jongens en 25 meisjes. Bij de tweede meting van het korte duur geheugen waren 142 kinderen betrokken, 76 kinderen in de experimentele groep en 66 kinderen in de controlegroep. Nu bestond de experimentele groep uit 43 jongens en 33 meisjes, de controlegroep uit respectievelijk 32 en 34. De tweede meting van het lange duur geheugen heeft bij 140 kinderen plaatsgevonden. Er zaten 43 jongens en 29 meisjes in de experimentele groep, en 33 jongens en 35 meisjes in de controlegroep.¹ De gemiddelde leeftijd per 1 november 2003 was 6.6 jaar ($SD = .40$). De range lag tussen de 5.7 en 7.6 jaar. Tevens werden de volgende gegevens verzameld: de voor- en achternaam, de geboortedatum en het geslacht.

Materiaal

Voor het onderzoek naar het lange duur geheugen is gebruik gemaakt van de 12-woorden test. Deze is afgeleid van de 15-woorden test van Kalverboer en Deelman (1964): door het weglaten van drie op zichzelf staande woorden, zijn er zes woordparen overgebleven.

¹ De omvang van de groepen varieerde, omdat niet alle kinderen steeds konden worden getest.

12-woorden test. Het doel van de test is tweeledig, namelijk om te onderzoeken op welke wijze de geheugenopbouw bij het kind verloopt en hoe groot de capaciteit van het lange duur geheugen van het kind is. De test bestaat uit 12 woorden, die door de testleider worden voorgelezen met een snelheid van 1 woord per seconde. Het kind noemt hierna de woorden die het zich kan herinneren. Dit is de eerste trial. Hierna worden de woorden nog vier keer aangeboden, waarna het kind steeds alle woorden noemt die het zich kan herinneren. Trial 1 t/m 5 vertegenwoordigen op deze wijze de geheugenopbouw. Na een half uur wordt het kind gevraagd welke woorden het zich nog kan herinneren. Deze trial 6 brengt de capaciteit van het lange duur geheugen tot uiting. De volgende instructie werd bij de eerste aanbieding gegeven: "Ik ga je een hele rij met woorden oplezen. Let goed op, want zodra ik klaar ben, moet jij alle woorden die je nog weet weer opnoemen. Dat hoeft niet in dezelfde volgorde als ik dat deed: de volgorde is niet belangrijk. Het enige wat belangrijk is, is dat jij zo veel mogelijk woorden opnoemt. Ik kan je helemaal niet meer helpen als jij begint met het opnoemen van de woorden die je nog weet. Ik kan zelfs niet zeggen of je een woord al hebt gezegd of nog niet. Je moet het helemaal zelf doen. Hier zijn de woorden: ..." Na de eerste keer: "Ik ga die zelfde rij met woorden nog een aantal keren opnoemen. Daarna moet jij weer zeggen welke woorden je nog weet. De woorden die je net hebt opgenoemd doen gewoon weer mee. Je moet dus alle woorden weer zeggen die je weet." Iedere volgende keer: "Hier komen de woorden weer." [Evt. "Ik ben benieuwd of je je record kunt verbeteren ..."]. Na een half uur: "Daarstraks heb ik een paar keer een rij woorden opgelezen, die jij toen moest nazeggen. Nu ben ik benieuwd welke woorden jij daar nu nog van weet. Ga je gang." Alle responsen van het kind werden op een scoreformulier genoteerd.

Voor het onderzoek naar het korte duur geheugen is gebruik gemaakt van de digit recall, de backward digit recall en de block recall van de Working Memory Test Battery for Children, de WMTB-C (Pickering & Gathercole, 2001). Hierbij gelden de volgende regels: de terugkeer-, de 'move-on'- en de afbreekregel. De terugkeerregel: er kan op het hoogste moeilijkheidsniveau dat het kind bij de oefenitems heeft behaald, worden ingestapt. Als het kind dit blok echter niet haalt, moet het blok ervoor ook worden afgenomen. Bij twijfel over het startniveau moet bij het eerste blok worden begonnen. De 'move-on'-regel: het kind moet vier items in een blok goed hebben om naar het volgende blok over te kunnen gaan. Als de eerste vier items in een blok goed zijn, worden het vijfde en zesde item niet afgenomen, maar wel als goed gescoord. Als een kind een item van de eerste vier items fout beantwoordt, wordt het vijfde item aangeboden. Als dit vijfde item goed wordt beantwoord, wordt het zesde item niet aangeboden, maar wel als goed gescoord. Als het vijfde item fout wordt beantwoord, wordt het zesde item aangeboden. Als dit zesde item goed wordt beantwoord, wordt naar het volgende blok overgegaan. Als het zesde item fout wordt beantwoord, wordt gestopt met de afname, omdat er dan niet vier items in het blok

voldoende zijn gescoord. De afbreekregel: er wordt gestopt met de afname als het kind drie of meer items in een blok onvoldoende scoort. Door onjuiste interpretatie van deze laatste regel is bij het testen een steeds terugkerende fout geslopen. Het is namelijk de bedoeling dat, ook al zijn er drie items fout beantwoord, het blok wordt afgemaakt en dat de hierna volgende juist beantwoorde items als goed worden gescoord. Echter, bij de testafname is, zodra het kind drie items fout had beantwoord, steeds met testen gestopt. Dit is consistent gebeurd.

Digit recall. Het doel van de digit recall is om de capaciteit van de fonologische lus van het korte duur geheugen te bepalen. De test bestaat uit blok 1 t/m 9, ieder van zes items, waarbij ieder blok uit het respectievelijke aantal cijfers bestaat. Hierdoor zijn de blokken opbouwend in moeilijkheidsgraad. Het aantal cijfers wordt de geheugenspanne genoemd. De test wordt voorafgegaan door twee oefenitems, bestaande uit respectievelijk twee en drie cijfers. Er wordt met de test ingestapt bij het blok bestaande uit het aantal cijfers, dat goed wordt gescoord. De volgende instructie wordt gegeven: "Ik ga een aantal cijfers opnoemen en die moet jij in dezelfde volgorde nazeggen. Dus als ik zeg: 1 – 5, dan zeg jij ook ... En als ik zeg: 7 – 4 – 8, dan zeg jij ook ... Oké, daar gaan we." Er werd één cijfer per seconde aangeboden. Op het scoreformulier werd de respons van het kind genoteerd met de daarbij behorende score, een 1 voor goed en een 0 voor fout. De terugkeer-, de 'move-on'- en de afbreekregel werden gehanteerd.

Block recall. Het doel van de block recall is om de capaciteit van het visueel-ruimtelijk geheugen te bepalen. Bij de test wordt gebruik gemaakt van negen blokjes die op een ondergrond vaststaan. De blokjes worden in een bepaalde volgorde aangewezen, waarna het kind deze in dezelfde volgorde moet aanwijzen. Op de blokjes staan aan de kant van de proefleider de cijfers 1 tot en met 9. De test bestaat uit negen blokken, ieder van zes items, opbouwend in moeilijkheidsgraad, van één cijfer tot en met negen cijfers. Het aantal cijfers wordt de geheugenspanne genoemd. De test wordt voorafgegaan door twee oefenitems, bestaande uit respectievelijk twee en drie cijfers. Er wordt ingestapt bij het blok, de geheugenspanne, die bij de oefenitems door het kind wordt beheerst. De volgende instructie werd gegeven: "Ik ga in een bepaalde volgorde die blokjes aanwijzen. Het is de bedoeling dat jij dat precies zo nadoet. Dus als ik aanwijs: 3 – 4, dan doe jij ... En als ik aanwijs: 5 – 2 – 8, dan doe jij ... Oké, daar gaan we." Er werd één blokje per seconde aangetikt. Op het scoreformulier werd de respons van het kind genoteerd met de daarbij behorende score, een 1 voor goed en een 0 voor fout. De terugkeer-, de 'move-on'- en de afbreekregel werd gehanteerd.

Backward digit recall. Het doel van de backward digit recall is om de capaciteit van de centrale verwerking van het korte duur geheugen te bepalen. De test bestaat uit zes blokken, ieder van zes items, opbouwend in moeilijkheidsgraad. Het eerste blok bevat items

bestaande uit twee cijfers, het tweede blok bevat items bestaande uit drie cijfers, enzovoorts, tot en met het zesde blok dat items bevat bestaande uit zeven cijfers. Het aantal cijfers wordt de geheugenspanne genoemd. De test wordt voorafgegaan door vier oefenitems, bestaande uit twee items van twee cijfers en twee items van drie cijfers. Bij de officiële test wordt ingestapt bij het blok bestaande uit de geheugenspanne, die het kind bij de oefenitems beheerst. In het onderzoek zijn alle kinderen ingestapt bij blok 1, een geheugenspanne van twee cijfers. Hierdoor kreeg het kind de mogelijkheid succeservaring op te doen. De volgende instructie werd gegeven: "Nu ga ik weer een aantal cijfers opnoemen, maar we doen het nu anders. Jij moet de cijfers nu achterstevoren nazeggen. Dus als ik zeg: 2 – 3, dan zeg jij ... Of: 5 – 4, dan zeg jij ... En als ik zeg: 3 – 4 – 5, dan zeg jij ... Of: 5 – 2 – 4, dan zeg jij ... Oké, daar gaan we." Er werd één cijfer per seconde aangeboden. Op het scoreformulier werd de respons van het kind genoteerd met de daarbij behorende score, een 1 voor goed en een 0 voor fout. De terugkeer-, de 'move-on'- en de afbreekregel werd gehanteerd.

Procedure

De tests zijn in een bepaalde, vooraf vastgestelde volgorde afgenomen. Er werd begonnen met de eerste vijf trials van de 12-woorden test, waarna de digit recall, de block recall en de backward digit recall direct volgden. Om de zesde trial van de 12-woorden test te kunnen afnemen werd het volgende schema gehanteerd: bij het eerste kind werden de eerste vijf trials en de tests voor het korte duur geheugen afgenomen, waarna het kind weer terugging naar de klas; dit zelfde werd bij het tweede kind gedaan; hierna werd bij het eerste kind de zesde trial van de 12-woorden test afgenomen; dan volgde het derde kind met de eerste vijf trials van de 12-woorden test en de tests voor het korte duur geheugen; dan werd bij het tweede kind de zesde trial van de 12-woorden test afgenomen; enz. Door het volgen van deze procedure kon geen rekening worden gehouden met de restrictie van de 12-woorden test, namelijk dat er tussen de eerste vijf trials en de zesde trial geen andere geheugentests mogen worden afgenomen.

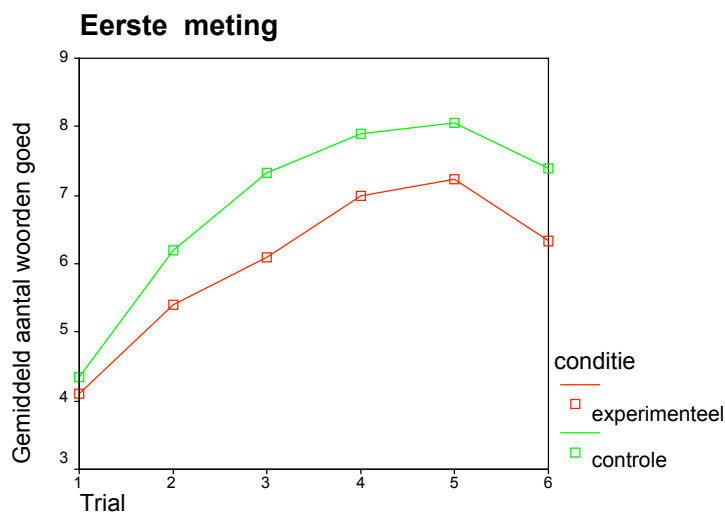
Resultaten

De bespreking van de resultaten valt uiteen in twee delen. Eerst zullen de resultaten van de analyse van de relatie tussen leesproblemen en geheugenproblemen worden gepresenteerd. Hierbij zijn de kinderen die bij de herfstsignalering wel en geen leesproblemen hadden, respectievelijk de experimentele en controlegroep, betrokken. Vervolgens zullen de resultaten van de analyse van het verschil in geheugenprestaties bij de

kinderen uit de experimentele groep die in april nog wel leesproblemen hadden, de kinderen uit de experimentele groep die in april geen leesproblemen meer vertoonden en de kinderen uit de controlegroep, worden besproken. Bij beide onderwerpen wordt onderscheid gemaakt tussen het lange duur geheugen en het korte duur geheugen.

De relatie tussen leesproblemen en geheugenproblemen.

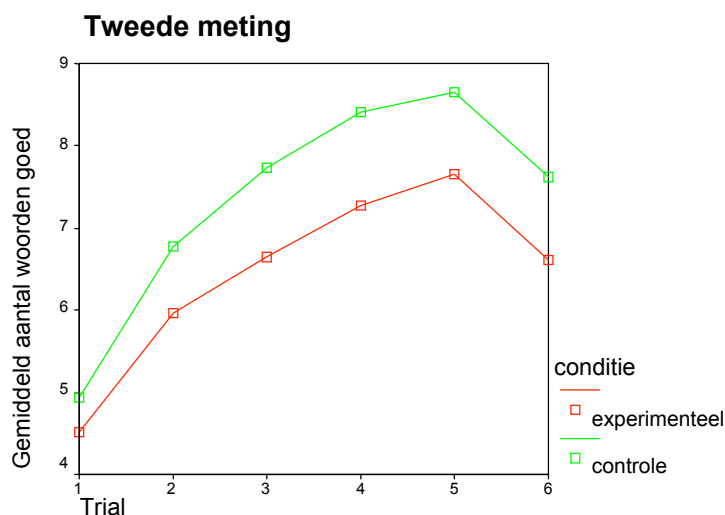
Het lange duur geheugen. Bij de eerste meting van het lange duur geheugen waren er in de experimentele groep $N = 53$ kinderen betrokken; de controlegroep bestond uit $N = 47$. Er werd een 2 (conditie: experimenteel vs. controle) bij 6 (trial: 1 vs. 2. vs. 3. vs. 4. vs. 5. vs. 6) ANOVA op de trials van de 12-woorden test uitgevoerd. Het hoofdeffect van conditie was significant, $F(1, 98) = 10.53, p < .002$. De controlegroep ($M = 6.9, SD = .19$) had een gemiddeld hogere score op de 12-woorden test dan de experimentele groep ($M = 6.0, SD = .18$). Het hoofdeffect van trial was significant, $F(5, 94) = 62.39, p < .0001$. Er was dus een duidelijk verschil in gemiddelde scoring op de verschillende trials, resp. $M(1) = 4.2, SD = .14$; $M(2) = 5.8, SD = .16$; $M(3) = 6.7, SD = .18$; $M(4) = 7.5, SD = .20$; $M(5) = 7.6; SD = .20$; $M(6) = 6.9; SD = .19$. Het effect was zowel lineair, $F(1, 98) = 213.41, p < .0001$, als kwadratisch, $F(1, 98) = 121.74, p < .0001$, significant. Er was dus sprake van een duidelijke opbouw. Het interactie-effect tussen trial en conditie was niet significant, $F(5, 94) = 1.47, p = .21$. Dit betekent dat de variantie volledig kan worden toegeschreven aan de hoofdeffecten van conditie en trial. Zie Grafiek 1 voor een schematische weergave.



Grafiek 1. De opbouw, trial 1 tot en met 5, en de capaciteit, trial 6, van het lange duur geheugen, gemeten in okt. / nov. '03.

Bij de tweede meting van het lange duur geheugen bestond de experimentele groep uit $N = 63$ en de controlegroep uit $N = 62$ kinderen. Er werd weer een 2 (conditie: experimenteel vs. controle) bij 6 (trial: 1 vs. 2. vs. 3. vs. 4. vs. 5. vs. 6) ANOVA op de trials

van de 12-woorden test uitgevoerd. Het hoofdeffect van conditie was significant, $F(1, 123) = 17.04$, $p < .0001$. De controlegroep ($M = 7.4$, $SD = .16$) had een gemiddeld hogere score op de 12-woorden test dan de experimentele groep ($M = 6.4$, $SD = .16$). Het hoofdeffect van trial was significant, $F(5, 119) = 90.61$, $p < .0001$. Er was dus weer sprake van een duidelijk verschil in gemiddelde scoring op de verschillende trials, resp. $M(1) = 4.7$, $SD = .12$; $M(2) = 6.4$, $SD = .15$; $M(3) = 7.2$, $SD = .16$; $M(4) = 7.9$, $SD = .17$; $M(5) = 8.2$; $SD = .15$; $M(6) = 7.1$; $SD = .17$. Het effect was opnieuw zowel lineair, $F(1, 123) = 207.97$, $p < .0001$, als kwadratisch, $F(1, 123) = 226.45$, $p < .0001$, significant. Er was dus weer sprake van een duidelijke opbouw. Het interactie-effect tussen trial en conditie was niet significant, $F(5, 119) = .91$, $p = .48$. Dit betekent dat de variantie weer volledig kan worden toegeschreven aan de hoofdeffecten van conditie en trial. Zie voor een schematische weergave Grafiek 2.



Grafiek 2. De opbouw, trial 1 tot en met 5, en de capaciteit, trial 6, van het lange duur geheugen, gemeten in mei / juni '04.

Voor de analyse van de vergelijking tussen geheugenopbouw eerste en tweede meting werd er een 2 (groep: experimenteel vs. controle) X 2 (meting: eerste vs. tweede) X 5 (trial: 1 vs. 2 vs. 3 vs. 4 vs. 5) ANOVA op de score van de leerlingen op de 12-woorden test uitgevoerd. Het hoofdeffect van groep was significant, $F(1, 86) = 13.62$, $p < .0004$. De controle groep bleek bij de respectievelijke metingen, $M(1) = 33.8$, $SD = 4.84$ en $M(2) = 36.5$, $SD = 4.99$, meer woorden te hebben onthouden dan de experimentele groep, $M(1) = 29.8$, $SD = 7.50$ en $M(2) = 32.1$, $SD = 6.82$. Het hoofdeffect van meting was eveneens significant, $F(1, 86) = 16.69$, $p < .0001$. In de tweede meting ($M = 34.3$, $SD = 6.36$) werden gemiddeld meer woorden onthouden dan in de eerste meting ($M = 31.7$, $SD = 6.66$). De factor groep interacteerde niet met een van de andere variabelen, waardoor de effecten die

gevonden werden niet differentieerden tussen de groepen. Alle effecten gelden daarmee dus voor zowel de experimentele als de controle groep.

Het hoofdeffect van trial bleek ook significant, $F(4, 344) = 176.49, p < .0001$. Omdat het interactie-effect tussen trial en conditie ook significant was ($F(4, 344) = 3.27, p < .01$), is er voor gekozen om afzonderlijke analyses uit te voeren voor het trialeffect in de eerste en tweede meting en zijn de scores van elke trial op de eerste meting vergeleken met de scores van diezelfde trial op de tweede meting.

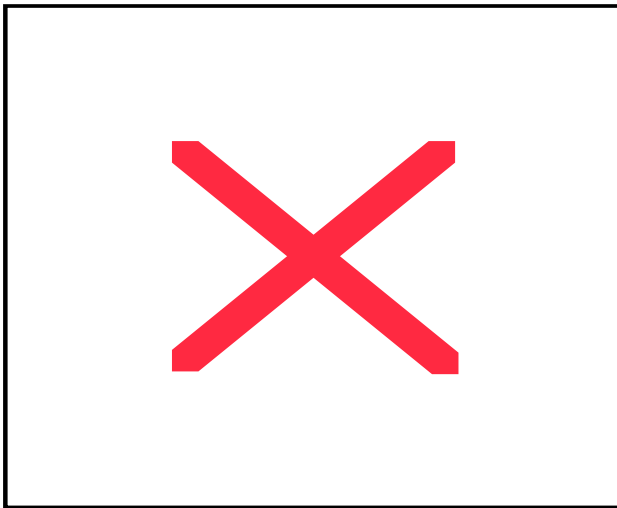
Uit de ANOVA's op de eerste en op de tweede meting bleek het hoofdeffect van trial in beide metingen significant, $F(4, 348) = 1001.29, p < .0001$, respectievelijk $F(4, 348) = 85.50, p < .0001$. Post-hoc analyses lieten zien dat in beide metingen de verschillen tussen de eerste en de tweede, de tweede en de derde, en de derde en de vierde trial significant van elkaar verschilden (Scheffé's, alle p 's $< .001$). De verschillen tussen de vierde en de vijfde trial waren echter niet significant. Dit betekent dat na de vierde trial er geen extra toename van het aantal te onthouden woorden zichtbaar werd. Het interactie-effect tussen conditie en trial kan dus niet verklaard worden uit een verschillende opbouw van het geheugen in de eerste en tweede meting. Om de oorzaak van de interactie nader te onderzoeken werd vervolgens de score van de eerste trial in de eerste meting vergeleken met de score van de eerste trial op de tweede meting, en van de tweede trial in de eerste meting met die van de tweede trial in de tweede meting, etc.

De resultaten voor de eerste, tweede en derde trial bleken significant, $F(1, 87) = 18.33, p < .0001$, $F(1, 87) = 10.26, p < .002$, respectievelijk, $F(1, 87) = 6.63, p < .01$. In alle gevallen waren de scores in de tweede meting significant hoger dan in de eerste meting. In de vierde en vijfde trial daarentegen waren de scores op de eerste en tweede meting statistisch gelijk aan elkaar, $F(1, 87) = 2.24, p = .14$ respectievelijk, $F(1, 87) = 2.07, p = .15$. Dit betekent dat er geen statistisch significante verbetering werd behaald op de vierde en de vijfde trial bij de tweede meting ten opzichte van de eerste meting. Er zou sprake kunnen zijn van een plafondeffect voor deze twee trials.

Het korte duur geheugen. Met betrekking tot het korte duur geheugen wordt onderscheid gemaakt tussen de fonologische lus, gemeten met de digit recall, de centrale verwerking, gemeten met de backward digit recall, en het visueel-ruimtelijk geheugen, gemeten met de block recall.

Met behulp van een ANOVA werden de verschillen tussen de gemiddelde scores van de experimentele groep en de controlegroep in kaart gebracht. Dit is zowel bij de eerste meting, $N(\text{exp.}) = 53$ en $N(\text{contr.}) = 46$, als bij de tweede meting, $N(\text{exp.}) = 76$ en $N(\text{contr.}) = 66$, uitgevoerd.

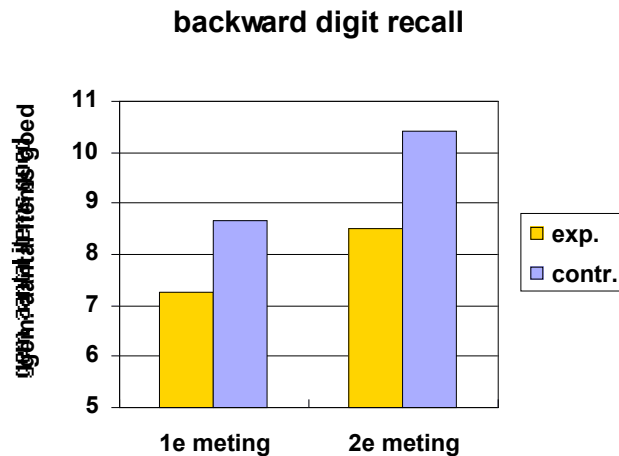
Uit de variantieanalyse bleek dat de gemiddelde scores op de digit recall van de beide groepen bij de eerste meting niet significant van elkaar afweken, $F(1, 97) = .21, p = .65$. De gemiddelde score van de controlegroep ($M = 22.5, SD = 3.73$) was niet statistisch significant hoger dan die van de experimentele groep ($M = 22.2, SD = 3.53$). Bij de tweede meting bleek het verschil wel significant te zijn, $F(1, 140) = 6.14, p < .014$. De gemiddelde score van de controlegroep ($M = 25.2, SD = 3.71$) was significant hoger dan die van de experimentele groep ($M = 23.7, SD = 3.49$). Dit betekent dat bij de tweede meting de capaciteit van de fonologische lus van het korte duur geheugen bij de kinderen uit de experimentele groep, de kinderen met leesproblemen, duidelijk minder was dan die bij de kinderen die geen leesproblemen vertoonden. Zie het staafdiagram, weergegeven in Grafiek 3.



Grafiek 3. Vergelijking van de gemiddelde scores op de digit recall van de experimentele groep ten opzichte van de controlegroep bij de eerste en de tweede meting.

Tevens laat het staafdiagram duidelijk zien dat beide groepen bij de tweede meting significant beter scoorden dan bij de eerste meting.

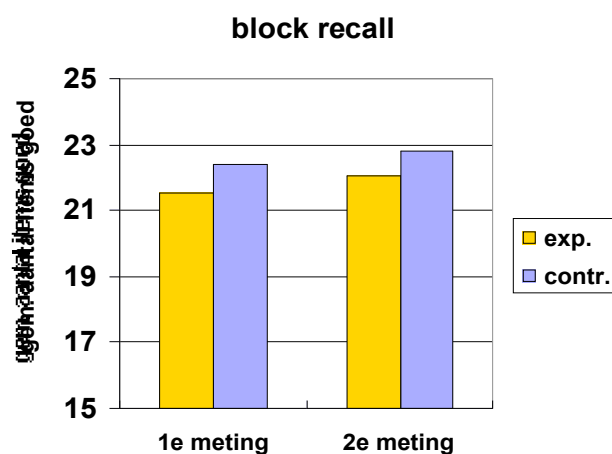
De variantieanalyse met betrekking tot de backward digit recall laat bij zowel de eerste als de tweede meting een significant verschil zien tussen beide groepen, $F(1, 97) = 13.18, p < .0001$ en $F(1, 140) = 20.18, p < .0001$ respectievelijk. Bij de eerste meting scoorde de controlegroep ($M = 8.7, SD = 2.13$) gemiddeld hoger dan de experimentele groep ($M = 7.3, SD = 1.79$). Dit was ook bij de tweede meting het geval, controlegroep ($M = 10.4, SD = 2.62$) versus experimentele groep ($M = 8.5, SD = 2.45$). Zie het staafdiagram, weergegeven in Grafiek 4.



Grafiek 4. Vergelijking van de gemiddelde scores op de backward digit recall van de experimentele groep ten opzichte van de controlegroep bij de eerste en de tweede meting.

Ook nu is het verschil tussen de twee metingen duidelijk zichtbaar. Dit betekent dat beide groepen bij de tweede meting beter scoorden dan bij de eerste meting. Het belangrijkste resultaat is echter dat de capaciteit van de centrale verwerking van het korte duur geheugen van de kinderen uit de experimentele groep, de kinderen met leesproblemen, significant minder is dan die van de kinderen zonder leesproblemen, de controlegroep.

Uit de variantieanalyse met betrekking tot de block recall bleek dat er bij beide metingen geen significante verschillen tussen de gemiddelde scores te zien waren, $F(1, 97) = 1.06, p = .31$ en $F(1, 140) = 1.44, p = .23$ respectievelijk. Bij de eerste meting scoorde de controlegroep ($M = 22.4, SD = 3.91$) niet significant hoger dan de experimentele groep ($M = 21.6, SD = 4.00$). Dit was ook bij de tweede meting het geval, controlegroep ($M = 22.8, SD = 3.12$) versus experimentele groep ($M = 22.1, SD = 4.05$). Zie het staafdiagram, Grafiek 5.



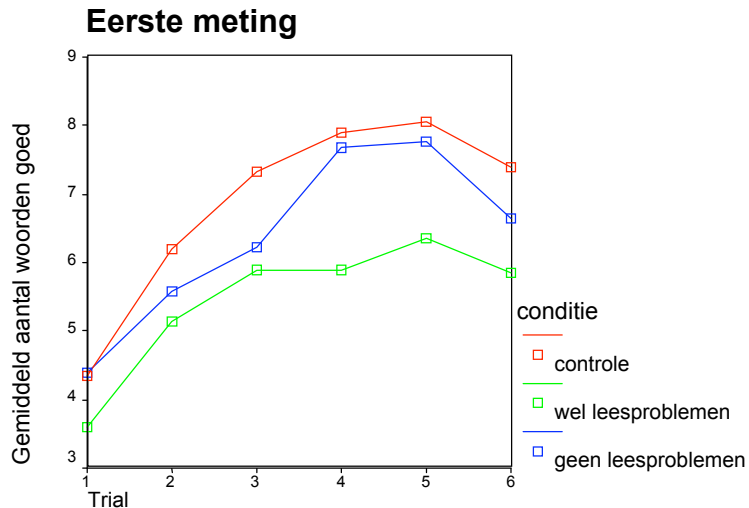
Grafiek 5. Vergelijking van de gemiddelde scores op de block recall van de experimentele groep ten opzichte van de controlegroep bij de eerste en de tweede meting.

Grafiek 5 laat ook zien dat er geen verschil is tussen de eerste en de tweede meting. Hiermee lijkt bevestigd te zijn, dat het visueel-ruimtelijk geheugen waarschijnlijk geen relatie met het lezen heeft.

Geheugenprestaties van de kinderen met leesproblemen

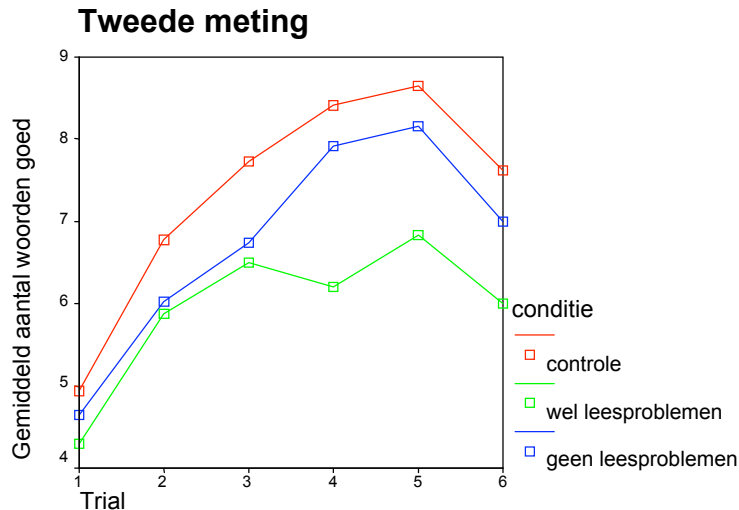
Binnen de groep kinderen met leesproblemen blijkt er een grote variatie aan geheugenprestaties te zijn. Bij de eerste meting werd bij deze experimentele groep gekeken naar het lange duur geheugen en het korte duur geheugen. De experimentele groep heeft gedurende een half jaar een leestrainingsprogramma gevolgd. Bij de meting van de leesprestaties in april '04 werd met behulp van de Drie Minuten Test (DMT) bepaald of het kind nog leesproblemen vertoonde. Hierbij werd de hierna volgende normering gehanteerd. Was de score op DMT-1 (groep 3, leeskaart 1) < 25 en op DMT-2 (groep 3, leeskaart 2) < 14 dan werd de leesprestatie als problematisch gedefinieerd. Hierdoor ontstond binnen de experimentele groep een tweedeling: kinderen met leesproblemen en kinderen zonder leesproblemen, van nu af aan te noemen respectievelijk 'exp.wel' en 'exp.geen'. Deze beide groepen werden weer vergeleken met de kinderen uit de controlegroep, de kinderen die bij de herfstsignalering geen leesproblemen vertoonden.

Het lange duur geheugen. Bij de eerste meting van het lange duur geheugen waren er in de experimentele groep $N = 53$ kinderen betrokken; hiervan bleken er in april nog $N = 20$ wel leesproblemen te hebben en $N = 33$ geen leesproblemen; de controlegroep bestond uit $N = 47$. Er werd een 3 (leesproblemen: 'exp.wel' vs. 'exp.geen' vs. controle) bij 6 (trial: 1 vs. 2. vs. 3. vs. 4. vs. 5. vs. 6) ANOVA op de trials van de 12-woorden test uitgevoerd. Het hoofdeffect van conditie was significant, $F(2, 97) = 8.93, p < .0001$. De controlegroep ($M = 6.9, SD = .19$) en de 'exp.geen'-groep ($M = 6.4, SD = .22$) hadden een gemiddeld hogere score op de 12-woorden test dan de 'exp.wel'-groep ($M = 5.5, SD = .28$). Het hoofdeffect van trial was significant, $F(5, 93) = 50.22, p < .0001$. Er was dus een duidelijk verschil in gemiddelde scoring op de verschillende trials, resp. $M(1) = 4.1, SD = .15$; $M(2) = 5.6, SD = .17$; $M(3) = 6.5, SD = .19$; $M(4) = 7.2, SD = .20$; $M(5) = 7.4, SD = .21$; $M(6) = 6.6, SD = .20$. Het effect was zowel lineair, $F(1, 97) = 171.62, p < .0001$, als kwadratisch, $F(1, 97) = 96.31, p < .0001$, significant. Er was dus sprake van een duidelijke opbouw. Het interactie-effect tussen trial en conditie was niet significant, $F(10, 188) = 1.86, p > .05$. Dit betekent dat de variantie kan worden toegeschreven aan de hoofdeffecten van conditie en trial. Zie Grafiek 6 voor een schematische weergave.



Grafiek 6. De opbouw en de capaciteit van het lange duur geheugen gemeten in okt. / nov. '03.

Bij de tweede meting van het lange duur geheugen bestond de experimentele groep uit $N = 63$; hiervan bleken er in april nog $N = 24$ wel leesproblemen te hebben en $N = 39$ geen leesproblemen; de controlegroep bestond uit $N = 62$ kinderen. Er werd weer een 3 (conditie: 'exp.wel' vs. 'exp.geen' vs. controle) bij 6 (trial: 1 vs. 2 vs. 3 vs. 4 vs. 5 vs. 6) ANOVA op de trials van de 12-woorden test uitgevoerd. Het hoofdeffect van conditie was significant, $F(2, 122) = 12.16, p < .0001$. De controlegroep ($M = 7.4, SD = .16$) en de 'exp.geen'-groep ($M = 6.8, SD = .19$) hadden een gemiddeld hogere score op de 12-woorden test dan de 'exp.wel'-groep ($M = 6.0, SD = .25$). Het hoofdeffect van trial was significant, $F(5, 118) = 72.05, p < .0001$. Er was dus weer sprake van een duidelijk verschil in gemiddelde scoring op de verschillende trials. Het effect was opnieuw zowel lineair, $F(1, 123) = 207.97, p < .0001$, als kwadratisch, $F(1, 123) = 226.45, p < .0001$, significant. Er was dus weer sprake van een duidelijke opbouw. Het interactie-effect tussen trial en conditie was niet significant, $F(10, 238) = 1.88, p > .05$. Dit betekent dat de variantie weer kan worden toegeschreven aan de hoofdeffecten van conditie en trial. Zie voor een schematische weergave Grafiek 7.



Grafiek 7. De opbouw en de capaciteit van het lange duur geheugen gemeten in mei / juni '04.

Voor de analyse van de vergelijking tussen de capaciteit van het lange duur geheugen bij de drie verschillende groepen tijdens de twee metingen werd er een 3 (conditie: 'exp.wel' vs. 'exp.geen' vs. controle) X 2 (trial 6: meting 1 vs. meting 2) ANOVA op de scores van de laatste trial van de 12-woorden test uitgevoerd. Het hoofdeffect van groep was significant, $F(2, 84) = 9.34, p < .0002$. Uit de Scheffé tests blijkt dat het effect van groep voor 'exp.wel'-groep versus controlegroep, $p < .0003$, en versus 'exp.geen'-groep, $p = .05$, wel significant was. Terwijl dit effect van groep voor 'exp.geen'-groep versus controlegroep, $p = .14$, niet significant was. De kinderen uit de 'exp.wel'-groep, $M(1) = 5.6, SD = 1.71$ en $M(2) = 6.0, SD = 2.22$, bleken bij de respectievelijke metingen significant minder woorden te herinneren op de 6^{de} trial dan de kinderen uit de 'exp.geen'-groep, $M(1) = 6.8, SD = 1.62$ en $M(2) = 7.0, SD = 1.96$, en de kinderen uit de controlegroep, $M(1) = 7.4, SD = 1.77$ en $M(2) = 7.7, SD = 1.65$. Tevens bleek dat de laatste twee groepen onderling geen significant verschil lieten zien. Het hoofdeffect van meting bleek niet significant te zijn, $F(1, 84) = 1.54, p = .22$. Er bleek geen interactie-effect te zijn voor groep en meting, $F(2, 84) = .028, p = .97$.

Voor de analyse van de geheugenopbouw, trial 1 tot en met 5, bij de drie verschillende groepen tijdens de twee metingen werd er een 3 (conditie: 'exp.wel' vs. 'exp.geen' vs. controle) X 2 (meting: 1^e vs. 2^e) X 5 (trial: 1 vs. 2 vs. 3 vs. 4 vs. 5) ANOVA op de scores van de leerlingen op de 12-woorden test uitgevoerd. Het hoofdeffect van groep was significant, $F(2, 85) = 11.65, p < .0001$. De controlegroep bleek bij de respectievelijke metingen, $M(1) = 33.8, SD = 4.84$ en $M(2) = 36.5, SD = 4.99$, meer woorden te hebben onthouden dan de 'exp.geen'-groep, $M(1) = 31.6, SD = 6.71$ en $M(2) = 33.5, SD = 6.75$, en de 'exp.wel'-groep, $M(1) = 26.9, SD = 7.97$ en $M(2) = 29.7, SD = 6.39$. Het hoofdeffect van meting was eveneens significant, $F(1, 85) = 15.71, p < .0002$. In de tweede meting ($M =$

31.7, $SD = 6.66$) werden gemiddeld meer woorden onthouden dan in de eerste meting ($M = 34.3$, $SD = 6.36$). De factor groep interacteerde niet met één van de andere variabelen, waardoor de effecten die gevonden werden niet differentieerden tussen de groepen. Alle effecten golden daarmee dus voor zowel de controlegroep als de twee experimentele groepen.

Het hoofdeffect van trial bleek ook significant, $F(4, 340) = 139.10$, $p < .0001$. Omdat er sprake was van een significante interactie tussen trial en groep, $F(8, 340) = 5.46$, $p < .0001$, zijn er voor elke groep afzonderlijke analyses uitgevoerd met als model 2 (meting: 1^e vs. 2^e) X 5 (trial: 1 vs. 2 vs. 3 vs. 4 vs. 5) ANOVA. Voor de experimentele groep met leesproblemen, de 'exp.wel'-groep, bleken de hoofdeffecten van meting en trial significant te zijn, respectievelijk $F(1, 15) = 5.12$, $p < .04$ en $F(4, 60) = 18.79$, $p < .0001$. Post-hoc analyses lieten zien dat in beide metingen de verschillen tussen de eerste en de tweede trial significant waren (Scheffé's $p < .001$). De verschillen tussen de tweede en de derde trial, de derde en de vierde trial, en de vierde en vijfde trial waren echter niet significant. Dit betekent dat bij de kinderen uit de experimentele groep met leesproblemen in april er na de tweede trial geen extra toename van het aantal te onthouden woorden zichtbaar werd. Voor de experimentele groep zonder leesproblemen in april, 'exp.geen'-groep, bleek er geen significant verschil te zijn tussen de eerste en de tweede meting. Wel bleek het hoofdeffect van trial significant te zijn, $F(4, 112) = 63.08$, $p < .0001$. Post-hoc analyses wezen uit dat in beide metingen de verschillen tussen de eerste en de tweede trial, de tweede en de derde trial, en de derde en de vierde trial significant waren (Scheffé's $p < .0260$). Slechts het verschil tussen de vierde en de vijfde trial was niet significant. Dit betekent dat er een opbouw plaatsvond tot en met de vierde trial. Voor de controlegroep bleek het hoofdeffect van meting significant, $F(1, 42) = 10.16$, $p < .0027$. Ook het hoofdeffect trial was significant, $F(4, 168) = 116.15$, $p < .0001$. Post-hoc analyses lieten zien dat in beide metingen de verschillen tussen de eerste en tweede trial, en de tweede en derde trial significant waren (Scheffé's $p < .0001$). De verschillen tussen de derde en vierde trial en de vierde en vijfde trial waren niet significant. Dit betekent dat er na de vierde trial geen extra toename van het aantal te onthouden woorden zichtbaar werd. Er zou sprake kunnen zijn van een plafondeffect.

Het korte duur geheugen. Ook nu werd weer onderscheid gemaakt tussen de fonologische lus, de centrale verwerking en het visueel-ruimtelijk geheugen. Met behulp van een ANOVA werden de verschillen tussen de gemiddelde scores van de twee experimentele groepen, 'exp.wel'- en 'exp.geen'-groep, en de controlegroep in kaart gebracht. Uit de variantieanalyse bleek bij de eerste meting het verschil tussen de gemiddelden van de verschillende groepen op de digit recall en de backward digit recall significant te zijn,

respectievelijk $F(2, 96) = 3.24, p < .04$ en $F(2, 96) = 6.53, p < .002$. Bij de tweede meting bleek dit ook het geval te zijn, respectievelijk $F(2, 139) = 7.35, p < .001$ en $F(2, 139) = 10.76, p < .0001$. Bij beide metingen vertoonde de block recall geen significante verschillen tussen de groepen.

Post-hoc analyses lieten zien dat bij de eerste meting op de digit recall een significant verschil in gemiddelde scores duidelijk werd tussen de twee experimentele groepen, 'exp.wel'- en 'exp.geen'-groep, Bonferroni's $p < .04$. De 'exp.wel'-groep had een gemiddelde score van $M = 20.7, SD = 3.00$ en de 'exp.geen'-groep van $M = 23.2, SD = 3.54$. De kinderen uit de experimentele groep gedefinieerd met leesproblemen in april hadden dus een significant lagere score op de digit recall, die de capaciteit van de fonologische lus weergeeft, dan de kinderen uit de experimentele groep die in april geen leesproblemen meer vertoonden. Op de backward digit recall bleken er significante verschillen te bestaan tussen de gemiddelde scores van de 'exp.wel'-groep en de controlegroep, Bonferroni's $p < .02$, en tussen die van de 'exp.geen'-groep en de controlegroep, Bonferroni's $p < .007$. De 'exp.wel'-groep had een gemiddelde score van $M = 7.2, SD = 1.79$, de 'exp.geen'-groep $M = 7.3, SD = 1.81$ en de controlegroep $M = 8.7, SD = 2.13$. Dit betekent dat alle kinderen uit de oorspronkelijk geselecteerde experimentele groep significant lager scoorden op de backward digit recall, die de capaciteit van de centrale verwerkingseenheid weergeeft, dan de kinderen uit de controlegroep. Er waren geen significante verschillen tussen de drie groepen op de block recall.

Bij de tweede meting bleken er op de digit recall significante verschillen te bestaan tussen de gemiddelde scores van de 'exp.wel'-groep en de controlegroep, Bonferroni's $p < .001$, en tussen die van de 'exp.wel'-groep en de 'exp.geen'-groep, Bonferroni's $p < .01$. De gemiddelde score van de 'exp.wel'-groep was $M = 22.3, SD = 2.87$, van de 'exp.geen'-groep $M = 24.7, SD = 3.60$ en die van de controlegroep $M = 25.2, SD = 3.71$. Er was geen significant verschil tussen de 'exp.geen'-groep en de controlegroep. Hieruit kan men afleiden dat de kinderen uit de experimentele groep met leesproblemen in april significant lager scoorden op de digit recall, de weerspiegeling van de fonologische lus, dan de kinderen uit de experimentele groep die geen leesproblemen vertoonden in april en de kinderen uit de controlegroep. Op de backward digit recall bleken er significante verschillen te zien tussen zowel de 'exp.wel'-groep en de controlegroep als de 'exp.geen'-groep en de controlegroep, respectievelijk Bonferroni's $p < .0001$ en $p < .004$. De gemiddelde scores waren voor de 'exp.wel'-groep $M = 8.1, SD = 2.52$, de 'exp.geen'-groep $M = 8.8, SD = 2.38$ en de controlegroep $M = 10.4, SD = 2.62$. Alle kinderen uit de oorspronkelijke experimentele groep, of ze in april wel of geen leesproblemen vertoonden, scoorden significant lager op de backward digit recall, die capaciteit van de centrale verwerking van het korte duur geheugen

weerspiegelt, dan de kinderen uit de controlegroep. Ook nu waren er geen significante verschillen te zien tussen de drie verschillende groepen op de block recall.

Discussie

Uit de resultaten is gebleken dat er in Nederland bij kinderen in groep 3 een duidelijke relatie bestaat tussen het voorkomen van leesproblemen en de capaciteit van het geheugen. Er werden eerst globale analyses uitgevoerd om de verschillen tussen kinderen met en zonder leesproblemen in kaart te brengen. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen het lange duur geheugen en het korte duur geheugen. Uit de metingen van het lange duur geheugen werd duidelijk dat kinderen met leesproblemen gemiddeld significant minder woorden konden onthouden dan kinderen zonder leesproblemen. Ook is gekeken naar de opbouw van het lange duur geheugen. Bij beide groepen kinderen was een duidelijke opbouw van het geheugen te zien, die bij de vijfde trial iets verflauwde; dit bleek bij beide metingen het geval te zijn. Bij nadere analyse van de twee metingen ten opzichte van elkaar bleken de gemiddelde scores op de eerste, tweede en derde trial bij de tweede meting significant hoger te zijn dan bij de eerste meting. Dit gold echter niet voor de vierde en de vijfde meting: deze waren statistisch aan elkaar gelijk. Dit zou kunnen betekenen dat er bij de opbouw van het lange duur geheugen een maximum wordt bereikt, een zogenaamd plafondeffect.

Bij de metingen van het korte duur geheugen werd onderscheid gemaakt tussen de fonologische lus, de centrale verwerking en het visueel-ruimtelijk geheugen. Uit de resultaten van de metingen met betrekking tot de fonologische lus bleek dat de gemiddelde scores van de kinderen met en zonder leesproblemen bij de eerste meting geen statistisch significant verschil vertoonden. Bij de tweede meting echter bleken de kinderen met leesproblemen gemiddeld significant lager te scoren dan de kinderen zonder leesproblemen. De capaciteit van de centrale verwerking bleek bij beide metingen bij de kinderen zonder leesproblemen groter te zijn dan bij de kinderen met leesproblemen. De metingen met betrekking tot het visueel-ruimtelijk geheugen bleken geen verschillen naar voren te brengen tussen de kinderen met en zonder leesproblemen.

Naast de globale analyses is nader bekeken hoe de kinderen met leesproblemen zich wat betreft het lezen en het geheugen ontwikkelden. Na een half jaar werd nagegaan of deze kinderen nog steeds leesproblemen vertoonden en hoe het lezen zich verhield tot de capaciteit van het geheugen. Ongeveer 38% van de kinderen die bij de herfstsignalering leesproblemen vertoonden bleek deze in april nog te hebben. De andere kinderen van deze groep vielen bij de aprilmeting op het lezen niet meer uit. Om te achterhalen welke rol het geheugen speelt bij dit fenomeen werden voor de nu drie ontstane groepen nadere analyses

uitgevoerd voor zowel het lange als het korte duur geheugen. Bij de metingen op het lange duur geheugen bleken de kinderen die in april nog leesproblemen vertoonden, gemiddeld significant minder woorden te herinneren dan de kinderen die in april geen leesproblemen meer vertoonden en de kinderen die in de herfst geen leesproblemen vertoonden, de controlegroep. Bij alle drie groepen was er sprake van een significante verbetering bij de tweede meting ten opzichte van de eerste meting. De opbouw vertoonde echter bij de drie groepen een verschillend verloop, waarbij die van de kinderen met leesproblemen in april zich differentieerde. Hierin was namelijk na de tweede trial geen significante verbetering meer te zien. Bij de twee andere groepen was dit wel het geval en deze verschilden hierin onderling nagenoeg niet.

Bij het korte duur geheugen werd bij beide metingen bij de fonologische lus en de centrale verwerking een significant verschil tussen de drie groepen geconstateerd. Het bleek dat bij de beide metingen de kinderen met leesproblemen in april een geringere capaciteit van de fonologische lus hadden, dan de kinderen die in april geen leesproblemen meer hadden, maar in de herfst wel leesproblemen vertoonden. Bij de tweede meting bleek dit tevens te gelden voor de kinderen met leesproblemen in april ten opzichte van de kinderen van de controlegroep. De capaciteit van de centrale verwerking bleek bij beide metingen bij zowel de kinderen die in april nog leesproblemen hadden als de kinderen die deze niet meer vertoonden, geringer dan de capaciteit bij de controlegroep. Uit deze bevindingen zou men kunnen concluderen dat de aanvankelijke leesproblemen bij de herfstsignalering opgemerkt, met name door de geringere capaciteit van de centrale verwerkingseenheid werden veroorzaakt. De fonologische lus leek hierbij nog van ondergeschikt belang te zijn. Deze blijkt echter wel debet te zijn aan de hardnekkigheid van de leesproblemen. Bij beide metingen werden er geen verschillen in het visueel-ruimtelijk geheugen geconstateerd. Hieruit zou men kunnen concluderen dat de capaciteit van het visueel-ruimtelijk geheugen geen aandeel heeft in het voorkomen van leesproblemen.

Kinderen met leesproblemen blijken een geringere capaciteit van het lange duur geheugen te hebben dan kinderen zonder leesproblemen. Omdat de opbouw van de geheugensporen bij deze kinderen duidelijk minder effectief is, kan men concluderen dat de fase die komt voor de uiteindelijke opslag in het lange duur geheugen de cruciale factor is. Wellicht is de totale capaciteit van het lange duur geheugen niet gering, maar kan deze niet volledig worden benut omdat de informatie niet op een effectieve en efficiënte manier wordt aangeleverd. Dit sluit aan bij het geheugenmodel van Baddeley en Hitch (1974), waarbij de centrale verwerkingseenheid toch als bottleneck in het gehele proces van het verwerken en opslaan van informatie wordt gezien. Baddeley (2000) ging zelfs nog een stapje verder door het in het leven roepen van de episodische buffer. Deze zou de schakel vormen tussen de centrale verwerkingseenheid en het lange duur geheugen, waarin de informatie uit beide

systemen zou worden geïntegreerd. Het is niet helemaal duidelijk, waarom Baddeley vermoedt dat er ook directe verbindingen bestaan tussen de beide ondersteunende korte duur geheugen systemen, het visueel-ruimtelijk geheugen en de fonologisch lus, en het episodisch lange duur geheugen. Men gaat er in het algemeen toch vanuit dat de uitwisseling tussen de twee hoofdsystemen via de centrale verwerking plaatsvindt.

Het korte duur geheugen van kinderen met leesproblemen vertoont duidelijke tekorten in de fonologische lus en de centrale verwerking. Aan het begin van het leesproces lijkt de capaciteit van de centrale verwerking bepalend te zijn voor het wel of niet voorkomen van leesproblemen. Geleidelijk aan blijkt echter de capaciteit van de fonologische lus, die van meet af aan op de achtergrond meespeelde, de bepalende factor te worden. Men zou hier kunnen spreken van een elkaar versterkend effect. De geringe capaciteit van het ene systeem zorgt er voor dat de ontwikkeling van het andere systeem wordt tegengehouden. Dit sluit aan bij de conclusie die Gathercole en Pickering (2000b) trokken naar aanleiding van hun onderzoek onder zevenjarige kinderen in Engeland. De capaciteit van de centrale verwerking had invloed op het gehele leren, ook op het leren lezen. De uitslagen van de metingen op de fonologische loop waren minder consistent. In later onderzoek (Gathercole et al., 2004) bleek bij jonge kinderen beide systemen gecorreleerd te zijn aan het leren lezen. Op veertienjarige leeftijd bleek de analyse en het begrip van Engelse literatuur echter onafhankelijk van de capaciteit van het korte duur geheugen te functioneren. Swanson en Sachse-Lee (2001) kwamen tot een soortgelijke conclusie naar aanleiding van een onderzoek naar het korte duur geheugen bij kinderen met leesproblemen, namelijk dat een niet-specifiek systeem, onafhankelijk van de leesproblemen opererend, bijdraagt aan een slecht functionerend korte duur geheugen.

Uit dit onderzoek blijkt dat de capaciteit van het visueel-ruimtelijk geheugen geen directe relatie heeft met het leren lezen. Er werden geen significante verschillen tussen de drie groepen kinderen, met en zonder leesproblemen, gevonden met betrekking tot dit gedeelte van het korte duur geheugen. En, hoewel ook dit subsysteem wordt gevoed door de centrale verwerkingseenheid, lijkt het meer onafhankelijk hiervan te functioneren dan de fonologische lus dit doet.

Bij de herfstsignalering in groep 3 bleek een groep kinderen uit te vallen op het lezen. Deze kinderen bleken allen een tekort in de capaciteit van de centrale verwerking van het korte duur geheugen te hebben. Een deel van deze groep bleek ook een tekort in de capaciteit van de fonologische lus, die uiteindelijk bijdroeg aan de hardnekkigheid van de leesproblemen, te hebben. Met behulp van een longitudinaal onderzoek zou men de ontwikkeling van deze kinderen in het algemeen, maar vooral op het gebied van lezen, verder kunnen volgen. Daarbij zou het ook interessant zijn om na te gaan hoe het andere deel van deze groep, de groep dus die wel een tekort in de capaciteit van de centrale

verwerking maar geen tekort in de capaciteit van de fonologische lus vertoont, zich gedurende de basisschool zal ontwikkelen.

De bevindingen uit dit onderzoek leveren ondersteuning aan de suggestie van Gathercole en Pickering (2000b) om tests voor het korte duur geheugen als screeningsinstrument bij kinderen aan het begin van groep 3 te gebruiken. Hierdoor zou vroege interventie mogelijk worden. Er zou nog nader onderzoek kunnen worden gedaan om na te gaan of tests die de capaciteit van de centrale verwerking en de fonologische lus meten, inderdaad een voorspellende waarde hebben in verband met het ontstaan van leerproblemen in het algemeen en leesproblemen in het bijzonder.

Gezien de duidelijke verschillen die zichtbaar waren in de opbouw van het lange duur geheugen bij kinderen met en zonder leesproblemen, zou in overweging kunnen worden genomen ook de 12-woorden test als screeningsinstrument te gaan toepassen. Ook hier zou longitudinaal onderzoek gewenst zijn om te achterhalen of ook deze geheugentest een voorspellende waarde heeft met betrekking tot het ontstaan van leerproblemen in het algemeen en leesproblemen in het bijzonder.

Referenties

- Baddeley, A. (1997). *Human Memory. Theory and Practice* (Revised edition). Hove and New York: Psychology Press.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-422.
- Billiaert, E. (1996). *Behandeling van leesproblemen. Technieken om leeszwakke kinderen te begeleiden*. Alphen aan den Rijn: Samson H. D. Tjeenk Willink.
- Bosman, A. M. T., & Orden, G. C. van (2003). Het fonologisch coherentiemodel voor lezen en spellen. *Pedagogische Studiën*, 80, 391-406.
- Braams, T. (2002). *Dyslexie. Een complex taalprobleem* (2nd ed.). Amsterdam: Boom.
- Brady, S. A. (1997). Ability to encode phonological representations: an underlying difficulty of poor readers. In B. A. Blachman (Ed.), *Foundations of reading acquisition and dyslexia: implications for early intervention* (pp.21-47). Mahwah, N. J.: Erlbaum.
- Gathercole, S. E. (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends of Cognitive Sciences*, 3, 410-419.
- Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000a). Assessment of working memory in six- en seven-year-old children. *Journal of Educational Psychology*, 92, 377-390.

- Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000b). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 177-194.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology*, 18, 1-16.
- Gathercole, S. E., Service, E., Hitch, G. J., Adams, A.-M., & Martin, A. J. (1999), Phonological short-term memory and vocabulary development: further evidence on the nature of the relationship. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 65-77.
- Healy, A. F., & McNamara, D. S. (1996). Verbal learning and memory: does the modal model still work? *Annual review of psychology*, 47, 143-172.
- Jong, P. F. de, & Leij, A. van der (1999). Specific contributions of Phonological abilities to early reading acquisitions: results of a Dutch latent variable longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 91, 450-476.
- Leij, A. van der (1998). *Leesproblemen. Beschrijving, verklaring en aanpak*. Rotterdam: Lemniscaat.
- McDougall, S. J. P., & Donohoe, R. (2002). Reading ability and memory span: long-term memory contributions to span for good and poor readers. *Reading and Writing*, 15, 359-387.
- Pickering, S. J., & Gathercole, S. E. (2001). *The Working Memory Test Battery for Children. The WMTB-C*. Londen: The Psychological Corporation.
- Pickering, S. J., Gathercole, S. E., Hall, M., & Lloyd, S. A. (2001). Development of memory for pattern and path: further evidence for the fractionation of visuo-spatial memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54A (2), 397-420.
- Ruijsenaars, A. J. J. M. (2001). *Leerproblemen en leerstoornissen. Remedial teaching en behandeling. Hulpschema's voor opleiding en praktijk*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Snowling, M. J. (1987). *Dyslexia: a cognitive developmental perspective*. Oxford: Basil Blackwell.
- Stone, B. H., & Brady, S. A. (1995). Evidence for phonological processing deficits in less-skilled readers. *Annals of Dyslexia*, 45, 51-78.
- Snowling, M. J. (2000). *Dyslexia* (2nd ed.). Oxford: Blackwell Publishing.
- Struiksma, A. J. C., Leij, A. van der, & Vieijra, J. P. M. (1997). *Diagnostiek van technisch lezen en aanvankelijk spellen* (6th ed.). Amsterdam: VU.
- Swanson, H. L., & Sachse-Lee, C. (2001). A subgroup analysis of working memory in children with reading disabilities: domain-general or domain-specific deficiency? *Journal of Learning Disabilities*, 34, 249-263.

Wentink, H., & Verhoeven, L. (2001). *Protocol leesproblemen en dyslexie*. Nijmegen: Expertisecentrum Nederlands.