

Werkgeheugen en dyslexie

**Het werkgeheugen van Nederlandse dyslectische kinderen
en de relatie met leesniveau, lange duurgeheugen en
intelligentie**

**Scriptie van S.J.M. Velner
Radboud Universiteit Nijmegen, 2006
Begeleidster: mw. Dr. A.M.T. Bosman**

Voorwoord

Drie jaar geleden besloot ik, om na een jaar gewerkt te hebben en de opleiding Lerarenopleiding Geschiedenis tweede graad afgerond te hebben, verder te studeren. Ik had het gevoel dat ik als lerares Geschiedenis op het voortgezet onderwijs te weinig tijd had om voldoende aandacht aan leerlingen met problemen te kunnen besteden. En juist het begeleiden van leerlingen met problemen gaf me veel voldoening. Ik besloot na wikken en wegen om Pedagogische Wetenschappen en Onderwijskunde te gaan studeren aan de Radboud Universiteit te Nijmegen. Ik sta nog steeds helemaal achter dat besluit.

Gedurende de studie kwam ik erachter, dat ik vooral de verscheidene leerproblemen van kinderen erg boeiend vond. Het afgelopen jaar mocht ik stage lopen bij een in dyslexie en dyscalculie gespecialiseerde praktijk, Braams & Partners te Deventer. De voorwaarde voor mijn stage was, dat ik mijn scriptie binnen de praktijk van drs. Tom Braams zou doen. Hij stelde voor om de structuur van het werkgeheugen (gemeten met de gehele Working Memory Test Battery for Children van Pickering en Gathercole uit 2001) van Nederlandse dyslectische kinderen te onderzoeken. Tom Braams had de WMTB-C al vertaald in het Nederlands met de bedoeling om die testen een keer af te nemen bij de dyslectische kinderen, die in zijn praktijk voor lees- en spellingproblemen in behandeling zijn.

Het duurde even voor ik duidelijk voor ogen had, wat nu precies de bedoeling van mijn onderzoek was. Ik heb vijf subtesten van de WMTB-C afgenomen bij 47 kinderen met dyslexie. De afname duurde zo'n 45 minuten. Tijdens de afname van de subtesten heb ik interessante en leuke gesprekken met ouders en kinderen gehad. Na de afname van de onderzoeken kon ik echt aan de slag met mijn scriptie en de data analyseren. Ik merkte, dat ik steeds enthousiaster over mijn scriptie werd.

Graag wil ik via deze weg mijn collega's bij Braams & Partners bedanken voor hun hulp. Vele collega's hebben kinderen en ouders enthousiast gemaakt om aan mijn onderzoek mee te willen werken. Ook wil ik dr. Anna Bosman bedanken voor haar inspirerende begeleiding. Ik heb erg veel van Anna geleerd: zowel op het gebied van onderzoek doen, analyseren van gegevens en schrijven van een scriptie als op het gebied van psyche en gezondheid. Verder wil ik Tom bedanken voor het vertalen van de Working Memory Test Battery for Children en de mogelijkheid die hij mij gaf om deze test bij kinderen die in zijn praktijk in behandeling zijn, af te nemen.

Deventer, Juli 2006.

Werkgeheugen en dyslexie

Het werkgeheugen van Nederlandse dyslectische kinderen en de relatie met leesniveau en lange duurgeheugen

Samenvatting

Het doel van dit onderzoek was om het werkgeheugen van Nederlandse dyslectische kinderen, de relatie tussen het werkgeheugen en het leesniveau, de relatie tussen het werkgeheugen en het lange duurgeheugen en de relatie tussen het werkgeheugen en de intelligentie van deze kinderen te onderzoeken (N=47). De onderzochte kinderen zijn in behandeling voor lees- en spellingproblemen bij een praktijk gespecialiseerd in dyslexie en dyscalculie. Bij deze kinderen zijn werkgeheugentesten, een lange duurgeheugentest, leestesten en een aantal onderdelen van intelligentietesten afgenomen. De vraag hierbij was of de in het Engelse onderzoek gevonden driedeling van het werkgeheugen in fonologische lus, centraal verwerkingssysteem en het visueel-ruimtelijk schetsboek ook bij Nederlandse dyslectische kinderen gevonden wordt. Dit onderzoek laat zien dat dit niet het geval is. Uit de resultaten komt tevens naar voren dat het werkgeheugen weinig voorspellende waarde voor zowel het leesniveau bezit als voor het lange duurgeheugen en de intelligentie van Nederlandse dyslectische kinderen. Ook liet dit onderzoek zien dat Nederlandse dyslectische kinderen hoger scoren op subtesten van de WMTB-C die het centrale verwerkingssysteem meten dan op de subtesten die de fonologische lus en het visueel-ruimtelijk schetsboek meten. Concluderend kan gesteld worden dat het werkgeheugen van de groep Nederlandse dyslectische kinderen weinig variantie van het leesniveau, het lange duurgeheugen en de intelligentie van deze kinderen verklaart.

Inleiding

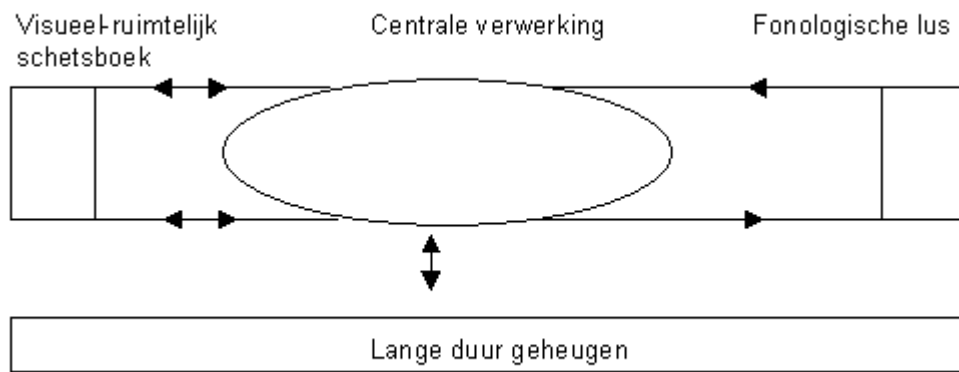
Dyslexie komt relatief vaak voor. Men heeft internationaal vastgesteld dat vijf tot tien procent van de populatie dyslexie heeft (Braams, 1996). Dyslexie veronderstelt dat er bij het lezen en spellen sprake is van een hardnekkig probleem in de automatisering op woordniveau, wat gevolgen heeft voor het lezen van een tekst. Bij dyslectische kinderen gaan lees- en spellingproblemen vaak samen, waarbij de spellingproblemen vaak groter zijn dan de leesproblemen. De definitie van Dyslexie volgens de stichting Dyslexie Nederland is:

dyslexie is een stoornis die gekenmerkt wordt door een hardnekkig probleem met het aanleren en het accuraat en/of vlot toepassen van het lezen en/of spellen op woordniveau (protocol leesproblemen en dyslexie, Wentink en Verhoeven, 2004). Volgens Wentink en Verhoeven (2004) zijn de verbindingen tussen letters en klanken bij dyslectische kinderen zwak en te weinig gespecificeerd, waardoor er onvolledige klankcodes van woorden in het geheugen worden opgeslagen, ook wel tekorten in de verwerking van de fonologie genoemd. Volgens Wagner en Torgesen (in de Jong en van der Leij, 1999) bestaan vaardigheden van de fonologie uit een fonologisch bewustzijn, fonologisch decoderen in het werkgeheugen en het ophalen van fonologische codes uit het lange duurgeheugen. De functie van het fonologisch decoderen, ook wel verbaal werkgeheugen genoemd, is om fonologische informatie (op spraak gebaseerde informatie) efficiënt in het werkgeheugen op te slaan tijdens verwerkingsprocessen. De Jong en van der Leij (1999) leidden uit hun data af dat fonologisch bewustzijn en woordvinding de leesprestaties beïnvloedden. Dyslexie kan verscheidene oorzaken hebben, maar het tekort in de fonologische verwerking is de grootste disfunctie bij kinderen met dyslexie. Een ander vaak voorkomend probleem bij dyslectische kinderen is een vertraagde informatieverwerking. Het terugvinden van fonologische codes in het lange duurgeheugen ook wel ‘rapid naming’ genoemd, wordt onderzocht met de ‘rapid automatized naming’ test van Denckla en Rudel uit 1976. De test van Denckla en Rudel bestaat uit een aantal benoemtaken, die bij kinderen worden afgenomen. De benoemtaken bestaan uit letters, cijfers, plaatjes en kleuren. Een kind moet bij de afname van deze taken zo vlug en goed mogelijk de juiste letters, cijfers, plaatjes en kleuren benoemen die het kind in een aantal rijen op een blad ziet staan.

De term werkgeheugen refereert aan het systeem of systemen betrokken bij de tijdelijke opslag van informatie van cognitieve vaardigheden zoals redeneren, leren en begrip (Baddeley, 1996). Het werkgeheugen speelt een grote rol bij het leren lezen. In het werkgeheugen vinden leesprocessen plaats die van groot belang zijn, zoals het decoderen van woorden bij het lezen en het herkennen van woorden terwijl je onthoudt wat je al gelezen hebt (Braams, 1996). Volgens Baddeley en Hitch (1974) bestaat het werkgeheugen niet uit één ongedeeld systeem, maar uit een driedelig systeem. Aan de basis van het model ligt het centrale verwerkingssysteem. Het centrale verwerkingssysteem is een aandachtcontroleur en wordt geholpen door twee hulpsystemen. Die twee hulpsystemen kunnen actief een bepaald soort informatie vasthouden. Het centrale verwerkingssysteem is verantwoordelijk voor een reeks regulerende functies inclusief aandacht, de controle van actie en probleem oplossen (Baddeley, 1996). Het centrale verwerkingssysteem dient als verbinding (raakvlak) tussen de

twee hulpsystemen en het lange duurgeheugen. Het haalt onder andere kennis uit het lange duurgeheugen op. Het centrale verwerkingssysteem van het werkgeheugen coördineert informatie van een aantal verschillende bronnen. Het heeft een grote invloed op de ontwikkeling van complexe vaardigheden, omdat dit systeem een mentale werkplaats is voor de opslag en integratie van informatie van complexe en veeleisende activiteiten, zoals activiteiten die veel in klaslokalen voorkomen: luisteren naar de docent, decoderen van een onbekend woord terwijl de betekenis van de vorige gedecodeerde tekst onthouden moet worden, schrijven, terwijl het volgende gedeelte van de tekst geformuleerd moet worden etc. (Pickering en Gathercole, 2001). Een kind moet voortdurend nieuwe informatie verwerken en deze informatie integreren met al opgeslagen kennis dat eerder geleerd of net tegengekomen is. Zoals eerder genoemd, heeft het centrale verwerkingssysteem twee hulpsystemen.

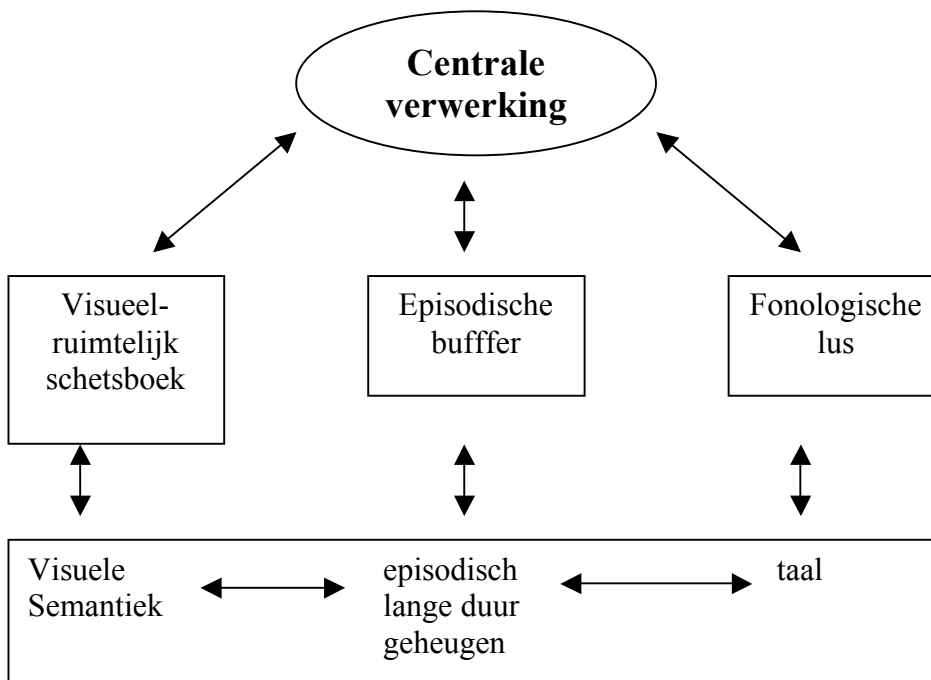
Het eerste hulpsysteem van het centrale verwerkingssysteem is de fonologische lus. Het is een systeem dat informatie, die op spraak gebaseerd is, kan opslaan en manipuleren, terwijl het tweede hulpsysteem, het visueel-ruimtelijk schetsboek, verondersteld wordt informatie zoals objecten en locaties vast te houden en te manipuleren (zie Figuur 1). Volgens Baddeley en Hitch (1996) heeft het eerste hulpsysteem (de fonologische lus) dat in de temporele kwabben van de linkerhemisfeer van de hersenen ligt, twee componenten: een verbale opslag en een articulatoir herhalingsproces. De opslag wordt verondersteld spraakgebaseerde informatie vast te houden in sporen dat in een periode van twee seconden vervaagt. De sporen kunnen in stand gehouden worden door subvocale articulatoire herhalingen. Deze herhaling wordt ook wel subvocalisatie of inner speech genoemd (een soort 'stemmetje' in je hoofd). Deze subvocalisatie is van groot belang bij het onthouden van dingen. Volgens Pickering en Gathercole (2001) speelt de fonologische lus een voorname rol in de verwerving van taal en voornamelijk met het leren van klankpatronen van nieuwe woorden in zowel moedertaal als vreemde talen.



Figuur 1. Het werkgeheugenmodel van Baddeley en Hitch (1974)

Het werkgeheugenmodel van Baddeley en Hitch, weergegeven in Figuur 1, is het uitgebreidst en meest invloedrijke verslag van het korte duurgeheugen (Gathercole & Pickering, 2000). Het tweede hulpsysteem, het visueel-ruimtelijk schetsboek, ligt in de rechterhemisfeer en slaat materiaal op in termen van zijn visuele of ruimtelijke aard (non-verbale informatie). Het is een relatief complex systeem dat delen van de visuele systemen insluit en actief benut, die geïdentificeerd zijn als verantwoordelijk voor gecodeerde informatie over respectievelijk wat en waar. Er is nog vrij weinig bekend over de gevolgen van een slecht visueel-ruimtelijk schetsboek bij kinderen. Volgens Baddeley (2000) is er nog een derde hulpsysteem van het centrale verwerkingssysteem (zie Figuur 2): de episodische buffer (Pickering & Gathercole, 2004). De episodische buffer is een onderdeel van het centrale verwerkingssysteem en is beperkt in capaciteit. Het is een multidimensioneel representatiesysteem dat tijdelijke representaties kan integreren uit andere cognitieve systemen inclusief componenten van het werkgeheugen. Het is een belangrijke schakel tussen het werkgeheugen en het lange duurgeheugen (Baddeley, 2000). Deze buffer is van groot belang voor het leren lezen, omdat letterkennis, dat in het lange duurgeheugen opgeslagen wordt, belangrijk is voor het leren lezen. Letterkennis is de kennis van de relatie tussen een klank en een letter of teken. Op een gegeven moment worden ook de grafemen en de daarbij horende klanken in het lange duurgeheugen opgeslagen. Deze opgeslagen informatie in het lange duurgeheugen is van belang voor een verdere ontwikkeling in lezen. Een kind zal steeds sneller lezen, omdat het niet meer hoeft na te denken welke klank(en) bij een bepaalde letter of teken en grafeem hoort. Die informatie ligt in het lange duurgeheugen opgeslagen en moet er op het juiste moment uitgehaald worden. De twee andere hoofdcomponenten van het werkgeheugen zijn

hulpsystemen gespecialiseerd in de manipulatie en het vasthouden van materiaal in *bepaalde* informatiegebieden.



Figuur 2. Aangepast werkgeheugenmodel van Baddeley (2000)

Lange duurgeheugen

Naast een werkgeheugen beschikken mensen ook over een lange duurgeheugen (Baddeley, 1997). In het lange duurgeheugen wordt informatie langere tijd opgeslagen. Volgens Braams (1996) is het lange duurgeheugen de grote opslagplaats van alle kennis die een mens bezit. Hier is de kennis van taal opgeslagen en alle ervaringen en kennis van de wereld die je hebt. Ook het lange duurgeheugen bestaat volgens Baddeley (1997) uit twee delen: het verbale lange duurgeheugen en het non-verbale lange duurgeheugen. In 2000 voegde Baddeley daar nog een episodisch lange duurgeheugen aan toe. In het verbale lange duurgeheugen wordt verbale informatie opgeslagen en in het non-verbale lange duurgeheugen non-verbale informatie zoals afbeeldingen.

Geheugenprestaties van dyslectische kinderen

Bij lees- en spellingproblemen spelen het centrale verwerkingssysteem en de fonologische lus van het werkgeheugen een duidelijke rol (Braams, 1996). Pickering en Gathercole (2001) geven aan, dat studies van de laatste twintig jaar duidelijk laten zien, dat kinderen met specifieke leesproblemen of dyslexie tekorten laten zien in de functionering van

het werkgeheugen. Ook Howes, Bigler, Burlingame en Lawson (2003) geven aan, dat kinderen met leesproblemen slechter presteren dan leeftijdgenoten, maar beter dan leesniveaugenoten op alle geheugentaken. Verder geeft de Jong (1998) aan, dat kinderen met leesproblemen slechter presteren op alle metingen van werkgeheugencapaciteit. De Jong geeft ook aan, dat kinderen met leesproblemen een algemeen capaciteitsgebrek lijken te bezitten voor concurrerende handelingen en opslag van verbale informatie. Er is volgens hem bewijs dat kinderen met leesproblemen een beperking hebben in de opslagcapaciteit voor verbale informatie. De verbale geheugenspanne van woorden of cijfers van kinderen met leesproblemen is vaak lager dan de spanne van leeftijdgenoten zonder leesproblemen.

Wat is nu precies werkgeheugencapaciteit? Wat de Jong (1998) werkgeheugencapaciteit noemt, kan gedefinieerd worden als individuele verschillen in de capaciteit van het centrale verwerkingssysteem van het werkgeheugen (Baddeley & Hitch, 1974). Werkgeheugencapaciteit kan verdeeld worden in een handelingscomponent en een opslagcomponent. Volgens de Jong verschillen goede en slechte lezers niet in werkgeheugentaken die de handelingscomponent behelst maar wel wat de opslagcapaciteit behelst. De handelingscomponent komt overeen met wat Baddeley en Hitch (1996) het articulatoir herhalingsproces noemen. De Jong heeft in zijn onderzoek testen (geheugen spantaken, zoals de word span en digit span, werkgeheugencapaciteitstesten en informatieverwerkingstesten) afgenomen bij een groep kinderen met leesproblemen, een controlegroep met leesniveaugenoten en een controlegroep met leeftijdgenoten. Uit zijn onderzoek bleek dat kinderen met leesproblemen slechter presteerden dan hun niet-dyslectische leeftijdgenoten op complexe spantesten die gerelateerd waren aan het taaldomein en op complexe spantaken die gerelateerd waren aan het numerieke domein. Kinderen met leesproblemen hebben een algemeen handelingstekort. Hun tekorten in werkgeheugencapaciteit geeft een gebrek aan capaciteit voor het simultaan handelen en het opslaan van informatie weer. Alle kinderen met leesproblemen hebben tekorten die meerdere domeinen omvatten. Niettemin kunnen tekorten in verbale werkgeheugencapaciteit beschouwd worden als algemener dan tekorten in verbale geheugenspanne of fonologische codering. Zowel specifieke als algemene processen, vooral werkgeheugencapaciteit, zorgen voor verschillen tussen kinderen met leesproblemen en hun niet-dyslectische leeftijdgenoten.

Kortom, kinderen met leesproblemen hebben een tekort in de centrale verwerking van het werkgeheugen (tekort in werkgeheugencapaciteit), wat van een algemene verbale aard is. Het tekort is niet beperkt tot taken gerelateerd aan het taaldomein, maar manifesteert zich ook op taken gerelateerd aan het numerieke domein. De resultaten uit het onderzoek van de Jong

(1998) sluiten het beste aan bij de algemene capaciteitshypothese. Deze hypothese beweert dat tekorten in de capaciteit van het werkgeheugen een algemene moeilijkheid reflecteren van concurrerende processen en opslag van informatie bij kinderen met leesproblemen.

Een steeds terugkerend probleem was dat er niet een uitgebreide gestandaardiseerde testbatterij voor het werkgeheugen was. Dat maakte het moeilijk om gedetailleerd naar de zwakke en sterke kanten van het werkgeheugen van dyslectische kinderen te kijken, alhoewel het werk van de Jong (1998) er al op wees dat dyslectische kinderen grotere tekorten in de centrale verwerking van het werkgeheugen hebben dan tekorten in de fonologische lus. Pickering en Gathercole (2001) lieten in hun onderzoek zien, dat dyslectische kinderen significant slechter presteren dan niet-dyslectische kinderen van dezelfde leeftijd op een reeks van werkgeheugentesten: Word List Matching, Matrices Static en Backward Digit Recall. Interessant is dat dyslectische kinderen hetzelfde scoren als niet-dyslectische kinderen van dezelfde leeftijd op visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken. Dat suggereert (tenminste in dit onderzoek) dat de visueel-ruimtelijke werkgeheugenvaardigheden van dyslectische kinderen grotendeels intact zijn in tegenstelling tot slecht functionerende fonologische lus- en centrale verwerkingsvaardigheden. Dyslectische kinderen kunnen dus uitvallen op vaardigheden die te maken hebben met de fonologische lus, maar vooral op vaardigheden die te maken hebben met de centrale verwerking van het werkgeheugen.

Het onderzoek

Pickering en Gathercole hebben in 2001 een testbatterij (Working Memory Test Battery for Children), kortweg WMTB-C, ontwikkeld om het werkgeheugen van kinderen te kunnen meten. Deze testbatterij bestaat uit negen subtesten en meet de vaardigheden van het centrale verwerkingssysteem en zijn twee hulpsystemen: fonologische lus en visueel-ruimtelijk schetsboek van het werkgeheugen. Dit model is opgesteld aan de hand van onderzoek bij 96 Engelstalige kinderen met en zonder dyslexie. In dit onderzoek worden acht subtesten van de WMTB-C afgenomen bij Nederlandse dyslectische kinderen om een aantal vragen te beantwoorden. Baddeley en Hitch (1974) beweren dat het werkgeheugen uit drie delen bestaat: het centrale verwerkingssysteem en twee hulpsystemen: de fonologische lus en het visueel-ruimtelijk schetsboek. De eerste vraag die in dit onderzoek gesteld wordt, is: in hoeverre zien we deze driedeling van het werkgeheugen bij Nederlandse dyslectische kinderen terug door afname van de WMTB-C? De driedeling van het werkgeheugen is te zien bij Engelstalige dyslectische en niet-dyslectische kinderen door afname van de WMTB-C, maar is dat ook het geval bij Nederlandse dyslectische kinderen? Volgens Pickering en

Gathercole (2001) zullen dyslectische kinderen uitvallen op vaardigheden die te maken hebben met de fonologische lus, maar voornamelijk op vaardigheden die te maken hebben met de centrale verwerking van het werkgeheugen. Dyslectische kinderen zullen volgens hen hetzelfde scoren op vaardigheden van het visueel-ruimtelijk schetsboek als niet-dyslectische kinderen. De vraag rijst, in hoeverre de beweringen van Pickering en Gathercole (2001) overeenkomen met de resultaten van de afgenomen subtesten van de WMTB-C bij de in dit onderzoek onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen. Verder wordt in dit onderzoek de mate waarin het werkgeheugen de variantie in leesniveau van Nederlandse dyslectische kinderen voorspelt onderzocht, omdat uit onderzoek van de Jong (1998) blijkt, dat kinderen met leesproblemen een tekort in de centrale verwerking van het werkgeheugen (tekort in werkgeheugencapaciteit) bezitten, wat van een algemene verbale aard is. Zien we dat ook terug bij de in dit onderzoek onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen? Het lange duurgeheugen is van belang voor leren lezen. De mogelijkheid bestaat dat het werkgeheugen en lange duurgeheugen een zekere samenhang bezitten. De vraag die in dit onderzoek gesteld wordt is in hoeverre de werkgeheugentesten van de WMTB-C voorspellers voor de variantie in het lange duurgeheugen (gemeten met de 12- of 15-woordentest) bij de onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen zijn. Tevens rijst de vraag: in hoeverre is er een samenhang zichtbaar tussen de acht werkgeheugentesten en intelligentie (gemeten met Rakit Woordenschat, WISC III Begrijpen en Overeenkomsten, SSON Figuur samenstellen en RAVEN CPM en RAVEN SPM), omdat een onderdeel van de WISC III (Cijferreeksen) een werkgeheugentest is? Als laatste wordt in dit onderzoek de mate onderzocht, waarin het werkgeheugen een voorspeller voor de variantie in intelligentie is.

Methodie

Onderzoeksgroep

Aan het onderzoek deden 47 Nederlandse kinderen met dyslexie mee. De kinderen zijn afkomstig uit de groepen 3 tot en met 7 (3 uit groep 3, 14 uit groep 4, 15 uit groep 5, 8 uit groep 6 en 6 uit groep 7) van verschillende reguliere basisscholen en één kind uit de eerste klas van het voortgezet onderwijs. De diagnose dyslexie is gesteld door een orthopedagoog of psycholoog. Deze kinderen zijn een wisselende tijd in behandeling bij een instelling voor hun lees- en spellingproblemen. Dit onderzoek is uitgevoerd bij een particuliere instelling, een in dyslexie en dyscalculie gespecialiseerde praktijk. De onderzoeksgroep is gekozen op basis

van de scores van een lange duurgeheugen test (de 12- of 15-woordentest) en de werkgeheugensubtesten Digit recall, Backward digit recall en Block recall van de WMTB-C. Deze testen zijn allen tijdens de diagnostiek afgenomen. Aan de hand van de scores op deze testen zijn 47 kinderen geselecteerd met verschillende geheugentype problemen en ingedeeld in vier geheugencategorieën (zie Tabel 1).

Tabel 1

De in dit onderzoek onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen (N=47) verdeeld over vier geheugencategorieën

Geheugencategorie		Aantal kinderen
Werkgeheugen	Lange duurgeheugen	
+	+	16
+	-	5
-	+	16
-	-	10

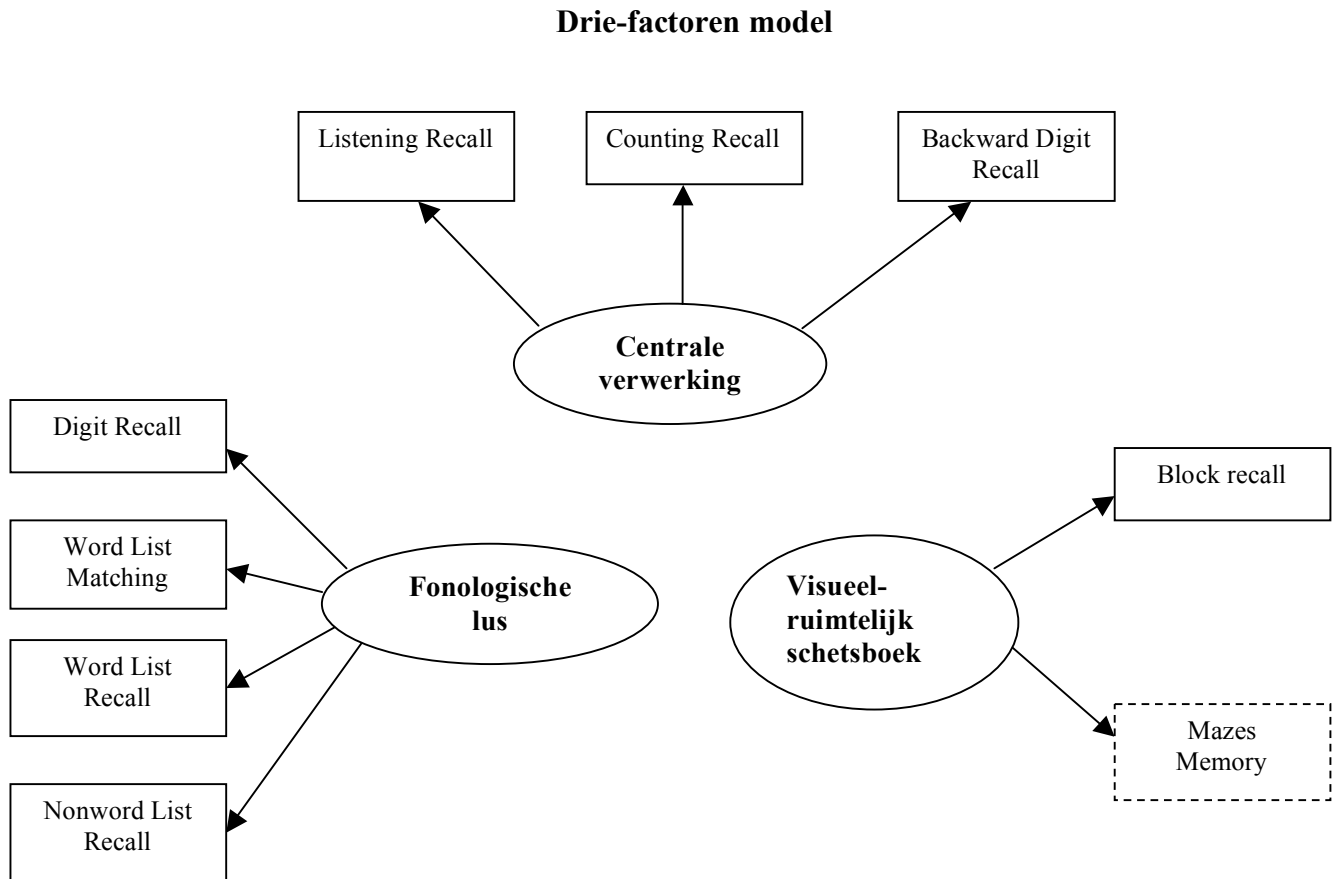
+ = voldoende score op test - = onvoldoende score op test, criterium: $c \leq 3.5$

Materiaal

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van de WMTB-C van Pickering en Gathercole (2001) om het werkgeheugen te meten en de scores op de 12- of 15-woordentest van Kalverboer en Deelman (1964) om het lange duurgeheugen te meten. Verder zijn de Eén Minuut Test (EMT, Brus & Voeten, 1980) en de Klepel (Van den Bos, Lutje Spelberg, Scheepstra & De Vries, 1994) afgenomen om het leesniveau van de Nederlandse dyslectische kinderen, die in dit onderzoek onderzocht zijn, te meten.

De WMTB-C is geschikt voor kinderen in de leeftijd van 4;7 jaar tot en met 15;9 jaar. De WMTB-C bestaat uit negen subtests, die de drie belangrijkste componenten (fonologische lus, centrale verwerkingssysteem en visueel-ruimtelijk schetsboek) van de verwerkingscapaciteit van het korte duur geheugen meten volgens het geheugenmodel van Baddeley en Hitch uit 1974 (Gathercole & Pickering, 2000). De subtesten Digit recall, Wordlist matching, Wordlist recall en Nonwordlist recall meten de fonologische lus van het werkgeheugen, de subtesten Listening recall, Counting recall en Backward digit recall meten de centrale verwerking van het werkgeheugen en de subtesten Block recall en Mazes memory meten het visueel-ruimtelijk schetsboek. De verdeling van de negen subtesten over de drie te meten delen van het werkgeheugen laat Figuur 3 zien. De WMTB-C is uit Groot-Brittannië afkomstig en is vertaald door Tom Braams (2002). De test heeft nog geen Nederlandse

normen. De subtest Mazes Memory is niet afgenomen, omdat de afname van deze test voor dit onderzoek te omslachtig is. Nu zullen de afzonderlijke subtesten nader besproken worden. De subtesten die de fonologische lus van het werkgeheugen meten zullen nu als eerste besproken worden. In Figuur 3 staat het drie-factoren model van Gathercole en Pickering (2000).



Figuur 3. WMTB-C Subtesten en wat zij meten

Digit recall. Deze test bestaat uit negen respectievelijk zes blokken met per blok zes items. Het eerste blok van de Digit recall bestaat uit items van één cijfer, het negende blok uit items van negen cijfers. Elk blok is opklimmend in moeilijkheidsgraad. Het hoogste aantal cijfers dat een kind kan onthouden wordt de geheugenspan genoemd. Voorafgaand aan de test worden drie oefenitems afgenomen: één item bestaat uit één cijfer, één item bestaat uit twee cijfers en één item bestaat uit drie cijfers. Als een kind alle oefenitems goed heeft, kan ingestapt worden in blok drie. Heeft een kind niet alle oefenitems goed, kan ingestapt worden in blok twee respectievelijk blok één. Bij deze subtest hoort de volgende instructie: “Ik ga een aantal cijfers zeggen. Ik wil dat je heel goed luistert en zeg dan deze cijfers in dezelfde volgorde als ik ze gezegd heb. Ik zeg bijvoorbeeld 2. Wat zeg jij dan? En als ik 1 – 5 zeg?”

etc. Het is de bedoeling dat de onderzoeker één cijfer per seconde aanbiedt tijdens de afname van de subtest. De onderzoeker moet de cijfers zo monotoon mogelijk proberen op te zeggen. Op het scoreformulier wordt het antwoord van het kind genoteerd met de bijbehorende score (0 is fout en 1 is goed). De minimale genormeerde Britse ruwe score in dit onderzoek (6;9 tot en met 12;6 jaar) is 16 en de standaardscore is 56. De maximale genormeerde ruwe Britse score is 48 en de standaardscore is 145.

Wordlist matching. De test bestaat uit acht blokken met per blok zes items. Het eerste blok bestaat uit items van twee woorden (geheugenspan twee), het negende blok bestaat uit items met negen woorden (geheugenspan negen). Elk blok is opklimmend in moeilijkheidsgraad. Voorafgaand aan de test worden drie oefenitems afgenomen. Eén item bestaat uit twee woorden, één item bestaat uit drie woorden en één item bestaat uit vier woorden. Als een kind alle oefenitems goed heeft, kan het instappen in blok vier. Zo niet dan in blok drie of in blok twee. Bij deze subtest hoort de volgende instructie: "Luister goed naar de woorden die ik twee keer achter elkaar zeg. Als ik de woorden de tweede keer zeg, moet je goed luisteren of ik de woorden in dezelfde volgorde heb gezegd als de eerste keer. Bijvoorbeeld schep – worm, schep – worm. Zelfde volgorde? En als ik rok – los – zit, rok – zit – los zeg. Zelfde volgorde?" etc. Er wordt tijdens de afname van de test steeds één woord per seconde gezegd. Op het scoreformulier wordt het antwoord van het kind genoteerd met de daarbij behorende score (0 is fout en 1 is goed). De minimale genormeerde Britse ruwe score in dit onderzoek (7;9 tot en met 13;3 jaar) is 4, standaardscore is 56. De maximale genormeerde Britse ruwe score is 49, standaardscore is 144.

Wordlist recall. De test bestaat uit zeven blokken met per blok zes items. Het eerste blok bestaat uit items van één woord, het zevende blok uit items van zeven woorden. Elk blok is opklimmend in moeilijkheidsgraad. Het hoogste aantal woorden dat een kind onthouden kan, wordt de geheugenspan genoemd. Voorafgaand aan de test worden drie oefenitems afgenomen. Eén item bestaat uit één woord, één item bestaat uit twee woorden en één item bestaat uit drie woorden. Als een kind alle oefenitems goed beantwoordt, kan ingestapt worden in blok drie. Zo niet dan in blok twee of in blok één. Bij deze subtest behoort de volgende instructie: "Ik zeg een paar woorden. Luister goed want als ik klaar ben, mag jij de woorden in precies dezelfde volgorde nazeggen. Ik zeg bijvoorbeeld trap. Wat zeg jij dan? En als ik groen – reus zeg. Wat zeg jij dan?" etc. Er wordt tijdens de afname van de subtest steeds één woord per seconde aangeboden. De onderzoeker moet de woorden zo monotoon mogelijk proberen op te zeggen. Op het scoreformulier wordt de respons van het kind genoteerd met de daarbij behorende score (0 is fout, 1 is goed). De minimale genormeerde Britse ruwe score in

dit onderzoek (7;9 tot en met 13;3 jaar) is 10 standardscore 56. De maximale genormeerde Britse ruwe score is 36, standardscore 144.

Nonwordlist recall. De test bestaat uit zes blokken met per blok zes items. Het eerste blok bestaat uit items van één onzinwoord, het zesde blok uit items van zes onzinwoorden. Elk blok is opklimmend in moeilijkheidsgraad. Het hoogste aantal onzinwoorden dat een kind kan onthouden, wordt de geheugenspan genoemd. Voorafgaand aan de test worden drie oefenitems afgenomen. Eén item bestaat uit één onzinwoord, één item bestaat uit twee onzinwoorden en één item bestaat uit drie onzinwoorden. Als een kind alle oefenitems goed beantwoordt, kan ingestapt worden in blok drie. Zo niet dan in blok twee respectievelijk in blok één. Bij deze subtest behoort de volgende instructie: "Ik zeg een paar onzinwoorden. Luister goed want als ik klaar ben, mag jij de onzinwoorden in precies dezelfde volgorde nazeggen. Ik zeg bijvoorbeeld lots. Wat zeg jij dan? En als ik meek – tag zeg. Wat zeg jij dan?" etc. Er wordt tijdens de afname van de subtest steeds één onzinwoord per seconde aangeboden. De onderzoeker moet de woorden zo monotoon mogelijk proberen op te zeggen. Op het scoreformulier wordt de respons van het kind genoteerd met de daarbij behorende score (0 is fout, 1 is goed). De minimale genormeerde Britse ruwe score in dit onderzoek (7;9 tot en met 13;3 jaar) is 5, standardscore 56. De maximale genormeerde Britse ruwe score is 27, standardscore 142.

De volgende drie subtesten van de WMTB-C meten de centrale verwerking van het werkgeheugen.

Backward digit recall. Deze test bestaat uit zes blokken met per blok zes items. Het eerste blok van de Backward digit recall bestaat uit items van twee cijfers, het zesde blok uit items van zeven cijfers. De blokken zijn net als bij de Digit recall opklimmend in moeilijkheidsgraad. Het hoogste aantal cijfers dat een kind onthouden kan en in omgekeerde volgorde kan nazeggen wordt de geheugenspan genoemd. Voorafgaand aan de test worden vier oefenitems afgenomen: twee bestaande uit twee cijfers en twee uit drie cijfers. Het kind kan de test beginnen bij het aantal cijfers dat het kind tijdens de oefenitems goed beantwoordt heeft. Bij deze subtest behoort de volgende instructie: "Ik ga weer een aantal cijfers achter elkaar zeggen. Luister goed en zeg wanneer ik klaar ben deze cijfers in omgekeerde volgorde na. Ik zeg bijvoorbeeld 2 – 3. Wat zeg jij dan? En als ik zeg 5 – 4?" etc. Er wordt tijdens de afname steeds één cijfer per seconde aangeboden. Op het scoreformulier wordt steeds het antwoord van het kind en de score van het kind op dezelfde manier genoteerd als bij de subtest Digit recall. De minimale Britse ruwe score voor de kinderen in dit onderzoek (6;9 tot

en met 12;6 jaar) is 3 en de standaardscore is 56. De maximale genormeerde Britse ruwe score is 29 en de standaardscore is 143.

Listening recall. Deze test bestaat uit zes blokken met per blok zes items. Het eerste blok bestaat uit items van één zin, het zesde blok uit items van zes zinnen. Elk blok is opklimmend in moeilijkheidsgraad. Het hoogste aantal laatste woorden van zinnen dat een kind onthouden kan, wordt de geheugenspan genoemd. Voorafgaand aan de test worden vier oefenitems afgenomen. Twee oefenitems bestaan uit één zin en twee oefenitem bestaan uit twee zinnen. Als een kind alle oefenitems goed beantwoordt, kan ingestapt worden in blok drie. Zo niet dan in blok twee of in blok één. Bij deze subtest behoort de volgende instructie: "Ik zeg een zin. Luister goed want als ik klaar ben, mag jij zeggen of de zin waar is of niet waar (klopt de zin of klopt de zin niet?). En ik wil dat je het laatste woord van de zin onthoudt. Ik zeg bijvoorbeeld 'leeuwen hebben vier poten'. Is dat waar of niet waar? En wat is het laatste woord van de zin? En als ik 'vissen hebben lange haren' - 'boeken hebben bladzijden' zeg. Wat zeg jij dan? Zeg de laatste woorden van de zinnen in de juiste volgorde" etc. Er wordt tijdens de afname van de subtest steeds één woord per seconde aangeboden. De onderzoeker moet de woorden zo monotoon mogelijk proberen op te zeggen. Op het scoreformulier wordt de respons van het kind genoteerd met de daarbij behorende score (0 is fout, 1 is goed). Het kind moet de laatste woorden van de zinnen in de juiste volgorde noemen. Dus eerst het laatste woord van zin één dan het laatste woord van zin twee etc. De minimale genormeerde Britse ruwe score in dit onderzoek (7;9 tot en met 13;3 jaar) is 2, standaardscore 56. De maximale genormeerde Britse ruwe score is 23, standaardscore 142.

Counting recall. De test bestaat uit zeven blokken met per blok zes items. Het eerste blok bestaat uit items van één stip, het zevende blok uit items van zeven stippen. Elk blok is opklimmend in moeilijkheidsgraad. Het hoogste aantal stippen dat een kind onthouden kan, wordt de geheugenspan genoemd. Voorafgaand aan de test worden drie oefenitems afgenomen. Eén item bestaat uit één stip, één item bestaat uit twee stippen en één item bestaat uit drie stippen. Als een kind alle oefenitems goed beantwoordt, kan ingestapt worden in blok drie. Zo niet dan in blok twee respectievelijk in blok één. Bij deze subtest behoort de volgende instructie: "Kijk naar deze bladzijde. Het heeft rode stippen. Ik wil dat je de stippen telt en hardop tegen mij zegt hoeveel stippen je geteld hebt. Ik wil dat je het aantal stippen dat je geteld hebt, onthoudt. Tel de stippen op de eerste bladzijde, sla de bladzijde om en tel de stippen op de tweede bladzijde. Sla de bladzijde om. Je ziet nu een witte bladzijde. Bij een witte bladzijde zeg je het aantal stippen dat je hebt geteld op alle bladzijden daarvoor en in de juiste volgorde. Bijvoorbeeld: tel het aantal stippen op de bladzijde. Hoeveel heb je er geteld?"

Tel het aantal stippen op twee bladzijden achterelkaar. Wat zeg jij dan?" etc. Op het scoreformulier wordt de respons van het kind genoteerd met de daarbij behorende score (0 is fout, 1 is goed). Wanneer het kind het aantal stipjes niet goed heeft geteld, maar hetzelfde verkeerde cijfer herhaalt bij het herhalen van alle getelde stipjes, wordt het antwoord goed gerekend. Het gaat om het onthouden van getelde stipjes. De minimale genormeerde Britse ruwe score in dit onderzoek (7;9 tot en met 13;3 jaar) is 6, standaardscore 55. De maximale genormeerde Britse ruwe score is 39, standaardscore 145.

De volgende subtest meet het visueel-ruimtelijk schetsboek van het werkgeheugen.

Block recall. De subtest bestaat uit negen blokken met per blok zes items. Het eerste blok bestaat uit items van één blokje, het negende blok uit items van negen blokjes. Elk blok is steeds opklimmend in moeilijkheidsgraad. Voorafgaand aan de test worden drie oefenitems afgenomen. Eén item bestaat uit één blokje, één item bestaat uit twee blokjes en één item uit drie blokjes. Als een kind alle oefenitems goed heeft, kan het instappen in blok drie. Zo niet dan in blok twee respectievelijk blok één. Bij deze subtest hoort de instructie: "Kijk goed naar deze plank. Er zijn negen blokjes opgeplakt. Ik wijs een paar blokjes aan. Let goed op, want als ik klaar ben moet jij de blokjes in precies dezelfde volgorde nawijzen. Ik wijs bijvoorbeeld blokje 3 aan. Wat doe jij dan? En als ik blokje 1 – blokje 8 aanwijs?" etc. Er wordt tijdens de afname steeds één blokje per seconde aangewezen. Op het scoreformulier wordt het antwoord van het kind genoteerd met de daarbij behorende score (0 is fout, 1 is goed). De minimale genormeerde Britse ruwe score in dit onderzoek (6;9 tot en met 12;6 jaar) is 14, standaardscore 55. De maximale genormeerde Britse ruwe score is 40, standaardscore is 145.

Er gelden drie regels tijdens de afname van de in dit onderzoek afgenomen acht subtesten van de WMTB-C. De eerste is de terugkeerregel: bij de oefenitems wordt bepaald op welk niveau er ingestapt wordt in de test. Als blijkt dat het kind dit blok niet haalt (drie of meer fout) moet ook het vorige blok worden afgenomen. De tweede is de move-on regel: als een kind vier items goed heeft, mag naar het volgende blok gegaan worden. Als het kind de eerste vier items goed heeft, hoeven de laatste twee items niet afgenomen te worden. Heeft het kind echter een fout gemaakt in de eerste vier items, wordt item vijf afgenomen. Is item vijf goed, dan hoeft item zes niet afgenomen te worden en krijgt het kind daar wel een punt voor. Item vijf en zes worden wel afgenomen als er twee fouten in de eerste vier items zijn gemaakt. De derde regel is de afbreekregel: men stopt met de test als een kind binnen één blok drie of meer items fout heeft gedaan. De rest van het blok moet wel afgemaakt worden.

12- en 15-woorden test. Voor het onderzoek naar het lange duurgeheugen is gebruik gemaakt van de resultaten op de 12-woordentest voor kinderen in groep 4 en 5 en de 15-

woordentest voor kinderen in groep 6, 7, 8 en eerste klas van het voortgezet onderwijs. De 15-woordentest is aangepast zodat deze ook voor jongere kinderen geschikt is. De oorspronkelijke 15-woordentest is geschikt voor mensen in de leeftijd van 12 tot en met 40 jaar. De 12-woordentest is hetzelfde als de 15-woordentest van Kalverboer en Deelman (1964). Het enige verschil tussen de twee testen is dat bij de 12-woordentest de woorden cent, zon en klok zijn weggelaten. De testen meten zowel de opbouw van het lange duurgeheugen als de capaciteit van het lange duurgeheugen. De test bestaat uit 12 of 15 woorden die door de onderzoeker één voor één voorgelezen worden op een monotone toon. Er wordt ongeveer één woord per seconde voorgelezen. Nadat alle 12 of 15 woorden door de onderzoeker zijn voorgelezen, mag het kind zoveel mogelijk woorden noemen die het zich nog kan herinneren. Dit is de eerste trial. Hierna volgen er nog vier. Het kind mag steeds zoveel mogelijk woorden noemen die het zich nog kan herinneren en alle 12 of 15 woorden doen bij elke trial mee. De eerste vijf trials meten de opbouw van het lange duurgeheugen. Na een half uur wordt er nog een trial afgenomen. De woorden worden dit keer niet door de onderzoeker voorgelezen. Het kind mag zoveel mogelijk woorden noemen die het zich na een half uur nog kan herinneren. Deze laatste trial meet de capaciteit van het lange duurgeheugen. De instructie bij deze test luidt: "Ik ga een hele rij met woorden voorlezen. Let goed op, want zodra ik klaar ben, moet jij alle woorden die je nog weet weer opnoemen. Dat hoeft je niet in dezelfde volgorde te doen als waarin ik dat deed. Volgorde is niet belangrijk. Wat wel belangrijk is, is dat je zoveel mogelijk woorden opnoemt, die je nog weet. Ik mag niet zeggen of je een woord al een keer gezegd hebt of niet. Luister goed, want hier zijn de woorden". Na de eerste keer luidt de instructie: "Ik ga dezelfde rij met woorden nog een aantal keren opnoemen. Daarna moet jij steeds zeggen welke woorden je nog weet. De woorden die je net genoemd hebt, doen gewoon weer mee". Iedere trial zegt de onderzoeker: "Hier komen nog een keer alle woorden". Een half uur na de vijfde trial luidt de instructie: "Een tijdje geleden heb ik een paar keer een rij met woorden voorgelezen, die jij steeds moest nazeggen. Welke woorden weet je daar nu nog van?". Alle antwoorden en de daarbij behorende scores worden op het scoreformulier genoteerd inclusief het aantal fout genoemde woorden en het aantal dubbel genoemde woorden. De genormeerde totale scores op de 12-woordentest lopen van 0 tot en met 60 en de genormeerde recall scores lopen van 0 tot en met 12. De totale scores voor de 15-woordentest zijn genormeerd voor de scores 0 tot en met >61. de recall scores lopen van 2 tot en met >15.

EMT en Klepel. Voor het onderzoek naar de leesontwikkeling van de Nederlandse dyslectische kinderen is gebruik gemaakt van de scores op de Eén Minuut Test (EMT, &

voeten, 1980) en de Klepel (Van den Bos, Lutje Spelberg, Scheepstra & De Vries, 1994). De Eén Minuut Test beoogt de technische leesvaardigheid van niet samenhangende woorden te toetsen en is bruikbaar voor de groepen vier tot en met acht van de basisschool. Het kind krijgt een leeskaart met vier rijen woorden erop en heeft één minuut de tijd om zoveel mogelijk woorden te lezen. De woorden zijn opklimmend in moeilijkheidsgraad. De eerste rij begint met éénlettergrepige woorden en de vierde rij eindigt met een woord van vijf lettergrepen. De ruwe score is het totaal aantal gelezen woorden in één minuut minus het aantal fout gelezen woorden. De bijbehorende instructie luidt: "Ik zal je nu een paar rijen woorden laten zien. Probeer zo vlug en duidelijk mogelijk de woorden te lezen. Begin bij de eerste rij en ga door met lezen tot ik stop zeg". De totale en ruwe score worden op het scoreformulier genoteerd. De genormeerde minimale score voor groep vier tot en met acht is 0, de maximale genormeerde score is 116.

De Klepel is een pseudowoordentest en beoogt aanvullende informatie te kunnen krijgen over de technische leesvaardigheid van leerlingen in het basis- en speciaal onderwijs en de eerste klas van het voortgezet onderwijs. Het kind krijgt een leeskaart met vier rijen pseudowoorden erop en heeft twee minuten de tijd om zoveel mogelijk pseudowoorden te lezen. De pseudowoorden zijn opklimmend in moeilijkheidsgraad en de structuur van de pseudowoorden blijft gelijk in vergelijking met de Eén Minuut Test op het gebied van de opbouw van een niet-pseudoword. Een mkm-woord bij de EMT is ook bij de Klepel een mkm-woord. De eerste rij begint met éénlettergrepige woorden en de vierde rij eindigt met een woord van vijf lettergrepen. Ook bij de Klepel is de ruwe score het totaal aantal gelezen pseudowoorden in twee minuten minus het aantal fout gelezen pseudowoorden. De bijbehorende instructie luidt: "Ik laat je nog een keer een paar rijen woorden zien. Maar nu zijn het geen gewone woorden, maar onzinwoorden: woorden die niet bestaan en geen betekenis hebben. Probeer zo vlug en duidelijk mogelijk de woorden te lezen. Begin bij de eerste rij en ga door met lezen tot ik stop zeg". De totale en ruwe score worden op het scoreformulier genoteerd. De genormeerde minimale score voor groep 4 tot en met de eerste klas van het voortgezet onderwijs is 0, de maximale genormeerde score is 116.

Procedure

Voor het onderzoek zijn 47 kinderen geselecteerd die binnen de instelling gediagnosticeerd zijn op dyslexie en die ten tijde van dit onderzoek aldaar in behandeling waren. Deze kinderen zaten in de groepen 3 tot en met 8 van een reguliere basisschool of in de eerste klas van een reguliere school voor voortgezet onderwijs. Het cliëntnummer, de

geboortedatum, de datum van diagnostiek, de datum van het onderzoek, de leeftijd tijdens de diagnostiek en tijdens het onderzoek, het geslacht en de jaargroep waar het kind op dat moment in zat, zijn ingevoerd in een database. De scores op de hiervoor beschreven geheugentesten zijn daarin ook opgenomen, evenals gegevens met betrekking tot de lees- en spellingontwikkeling van deze kinderen, de AVI, de woordenleesscores en spellingscores. Bovendien werden gegevens op de intelligentie-onderdelen RAKIT Woordenschat, WISC Begrijpen, WISC Overeenkomsten, SSON Figuur leggen, RAVEN CPM en RAVEN SPM in de database ingevoerd.

Resultaten

Samenhang werkgeheugentesten van de WMTB-C

In dit onderzoek is nagegaan of de afgenomen acht subtesten van de WMTB-C bij de Nederlandse dyslectische kinderen een samenhang laten zien. Aangezien verondersteld wordt dat alle subtesten het werkgeheugen meten en elke subtest een bepaald deel van het werkgeheugen meet, wordt verwacht dat de subtesten die een zelfde deel van het werkgeheugen meten een hoge correlatie laten zien (zie Tabel 2).

Tabel 2 laat zien dat 'slechts' zeven correlaties tussen de subtesten significant zijn en 21 correlaties niet significant. Kortom, een derde deel van de correlaties tussen de acht subtesten, die het werkgeheugen meten, zijn significant. Verder komt in Tabel 2 naar voren, dat de subtesten die samen één deel van het werkgeheugen meten (fonologische lus, centrale verwerking of visueel-ruimtelijk schetsboek) matig correleren. Drie van de zes correlaties tussen testen van de WMTB-C die de fonologische lus meten, zijn significant, niet één van de correlaties tussen de testen die de centrale verwerking meten is significant en er is één significante correlatie tussen een subtest die de fonologische lus meet en een subtest die de centrale verwerking van het werkgeheugen meet. De subtesten Backward digit recall, Listening recall en Counting recall meten allen de centrale verwerking van het werkgeheugen. De correlatie tussen de subtest Backward digit recall en Listening recall bedraagt 0.23, de correlatie tussen de subtest Backward digit recall en Counting recall bedraagt 0.12 en de correlatie tussen de subtesten Listening recall en Counting recall is 0.22. Geen van deze correlaties is significant. Verder is de correlatie tussen de subtest Backward digit recall (een test die de centrale verwerking van het werkgeheugen meet) en de Block recall (een test die het visueel-ruimtelijk schetsboek van het werkgeheugen meet) significant.

Tabel 2

Correlatie van de acht afgenomen subtesten van de WMTB-C bij Nederlandse dyslectische kinderen

		Wordlist matching	Wordlist recall	Nonword list recall	Backward Digit recall	Listening recall	Counting recall	Block recall
Fonologische lus	Digit recall	0.09	0.47*	0.50*	0.24	0.42	0.16	0.23
	Wordlist matching	1	0.15	0.15	0.01	0.03	0.00	0.09
	Wordlist recall		1	0.53*	0.08	0.33*	0.10	0.08
	Nonword list recall			1	0.17	0.28	-0.03	0.17
Centrale verwerking	Backward digit recall				1	0.23	0.12	0.32*
	Listening recall					1	0.22	0.20
	Counting recall						1	0.40*
Visueel-ruimtelijk schetsboek	Block recall							1

* $p < 0.05$

Vervolgens is er gebruik gemaakt van een extractieprincipale componentenanalyse en een varimax rotatie met keizer normalisatie. Zoals te lezen in Tabel 3 komen twee componenten uit de factoranalyse naar voren en niet de verwachte drie componenten. Component 1 verklaart 27.6% van de variantie en component 2 verklaart 22.3% van de variantie voor de verschillen in scores op de subtesten van de WMTB-C. Component 1 en 2 verklaren samen 49.9% van de variantie. De subtesten die hoog laden op component 1 zijn, met uitzondering van subtest Listening recall, subtesten van de WMTB-C die de fonologische lus van het werkgeheugen meten. Het is mogelijk dat component 1 de fonologische lus van het werkgeheugen meet. De subtesten die hoog laden op component 2 zijn twee subtesten die de centrale verwerking meten en een subtest die het visueel-ruimtelijk schetsboek meet. Tabel 3 toont verder aan dat de subtest Wordlist Matching een lage lading op component 1 heeft en bijna geen lading op component 2.

Tabel 3
*Factoranalyse van acht subtesten van de WMTB-C
afgenomen bij Nederlandse dyslectische kinderen*

	Component	
	1	2
Digit recall	0.723	
Wordlist Matching	0.299	
Wordlist recall	0.792	
Nonwordlist recall	0.817	
Listening recall	0.483	
Counting recall		0.769
Backward digit recall		0.523
Block recall		0.790

Beschrijvende statistieken van de drie geheugencomponenten gemeten met de WMTB-C

Pickering en Gathercole (2001) beweren dat dyslectische kinderen uit kunnen vallen op testen die de centrale verwerking en de fonologische lus van het werkgeheugen meten en hetzelfde zullen scoren als niet-dyslectische kinderen op testen die het visueel-ruimtelijk schetsboek meten. Ook de Jong (1998) beweert in zijn werk dat dyslectische kinderen grote tekorten in de centrale verwerking van het werkgeheugen laten zien. De verwachting is dat de resultaten van de in dit onderzoek afgenomen subtesten bij de 47 onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen overeenkomen met de beweringen van Pickering en Gathercole en de Jong.

Er is gekeken naar de individuele scores van de 47 onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen op de acht subtesten van de WMTB-C (zie Tabel 4). In Tabel 4 is te zien op welke subtesten van de WMTB-C de onderzochte kinderen het slechtst scoren. De kinderen vallen op het eerste oog uit op de Digit recall en de Backward digit recall van de WMTB-C. Op deze twee subtesten behalen, in vergelijking met de scores op de andere subtesten, veel kinderen scores die onder de norm vallen. Hoeveel van de onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen uitvallen op deze testen laat Tabel 5 zien.

Tabel 4

Individuele scores van de onderzochte dyslectische Nederlandse kinderen op de acht subtesten van de WMTB-C

Kind	Digit recall	Wordlist matching	Wordlist recall	Nonwordlist recall	Backward digit recall	Listening recall	Counting recall	Block recall
1	-	+	-	+	+	+	+	+
2	-	+	+	+	+	+	+	+
3	-	+	-	-	-	+	+	-
4	-	-	+	+	-	+	-	-
5	-	-	+	+	-	+	+	-
6	+	+	+	+	+	+	-	+
7	-	+	+	+	+	+	+	+
8	+	+	+	+	-	+	+	-
9	-	+	+	+	+	+	+	+
10	-	-	+	+	-	+	+	+
11	-	+	+	+	-	+	+	-
12	-	+	+	+	+	+	+	+
13	+	+	+	+	+	+	+	+
14	-	-	+	+	+	-	+	+
15	-	-	-	+	+	+	+	+
16	+	+	+	+	+	+	+	-
17	-	+	+	+	-	+	+	+
18	-	-	+	+	+	+	+	+
19	+	+	+	+	+	+	+	+
20	-	+	+	+	-	-	+	+
21	-	+	+	+	-	+	+	+
22	-	+	+	+	-	+	+	+
23	-	-	-	+	+	+	+	-
24	+	-	+	+	+	+	+	+
25	-	+	+	+	+	+	+	-
26	-	+	+	-	-	+	+	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	+	+	+	+	+
29	-	-	+	+	-	+	+	+
30	-	+	+	+	+	+	+	+
31	+	-	+	+	-	+	+	+
32	+	-	-	+	-	+	+	+
33	-	-	-	+	-	+	+	-
34	-	+	-	+	-	+	+	+
35	-	-	+	+	-	+	+	+
36	-	+	+	+	-	+	+	-
37	-	-	-	+	-	+	+	+
38	-	+	+	+	-	+	+	+
39	+	+	+	+	-	+	-	-
40	+	+	+	+	+	+	+	+
41	-	+	+	+	-	+	+	+
42	-	+	+	+	+	+	+	-
43	-	+	+	+	+	+	+	+
44	-	-	+	+	+	+	+	-
45	-	+	+	+	-	+	+	+
46	+	+	+	+	-	+	+	+
47	-	-	-	+	+	+	+	+

+ = voldoende score op test - = onvoldoende score op test, criterium: $c \leq 3.5$

Ook uit Tabel 5 komt naar voren, dat de meeste onderzochte kinderen uitvallen op de Digit recall en de Backward digit recall. Verder toont de tabel aan, dat relatief meer kinderen onder de norm presteren op de subtesten die de fonologische lus meten dan op de subtesten die de centrale verwerking van het werkgeheugen meten. De kinderen scoren op de subtest die het visueel-ruimtelijk schetsboek meet matig en scoren op die test slechter dan op de subtesten Listening recall en Counting recall die de centrale verwerking van het werkgeheugen meten en de Nonwordlist recall die de fonologische lus meet. De resultaten laten zien dat een derde van de onderzochte dyslectische kinderen uitvalt op de test die het visueel-ruimtelijk schetsboek meet. Opgemerkt dient te worden dat het percentage kinderen dat onder de norm presteert op verscheidene subtesten van de WMTB-C grote verschillen laat zien op de subtesten die een zelfde deel van het werkgeheugen meten. Tabel 5 toont niet aan, dat de onderzochte dyslectische kinderen uitvallen op testen die de fonologische lus en vooral de centrale verwerking van het werkgeheugen meten en dat ze hetzelfde scoren als niet-dyslectische kinderen op testen die het visueel-ruimtelijk schetsboek meten, zoals de Jong en Pickering en Gathercole beweren. De beweringen van Pickering en Gathercole (2001) en de Jong (1998) komen matig tot niet overeen met de resultaten in dit onderzoek.

Tabel 5
Overzicht van kinderen die onder de norm presteren op acht subtesten van de WMTB-C

	% kinderen onder norm	Aantal kinderen onder norm
<i>Fonologische lus</i>		
Digit recall	77%	36/46
Wordlist matching	38%	18/46
Wordlist recall	23%	11/46
Nonwordlist recall	6%	3/46
<i>Centrale verwerking</i>		
Backward digit recall	53%	25/46
Listening recall	6%	3/46
Counting recall	9%	4/46
<i>Visueel-ruimtelijk schetsboek</i>		
Block recall	32%	15/46

Criterion norm: $c \leq 3.5$

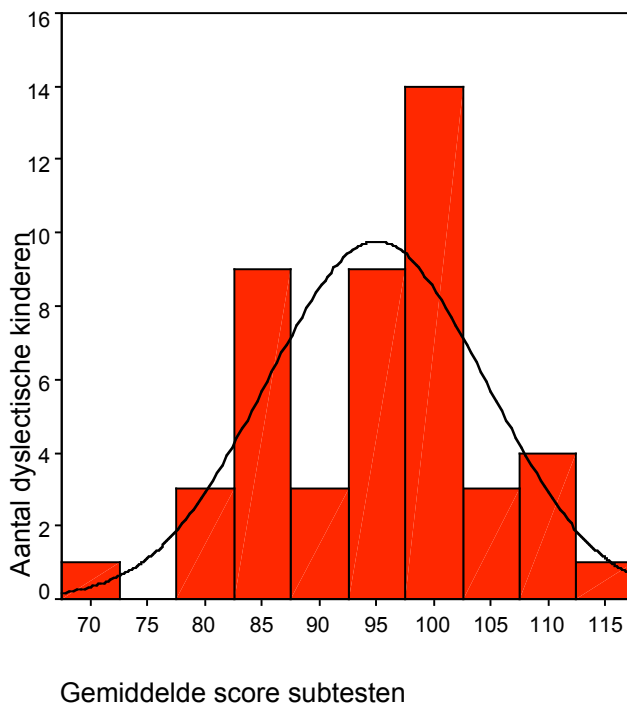
Tabel 6

Beschrijvende statistieken van de drie geheugencomponenten van de WMTB-C bij Nederlandse dyslectische kinderen, op basis van het drie-factoren model van het werkgeheugen van Pickering en Gathercole uit 2001

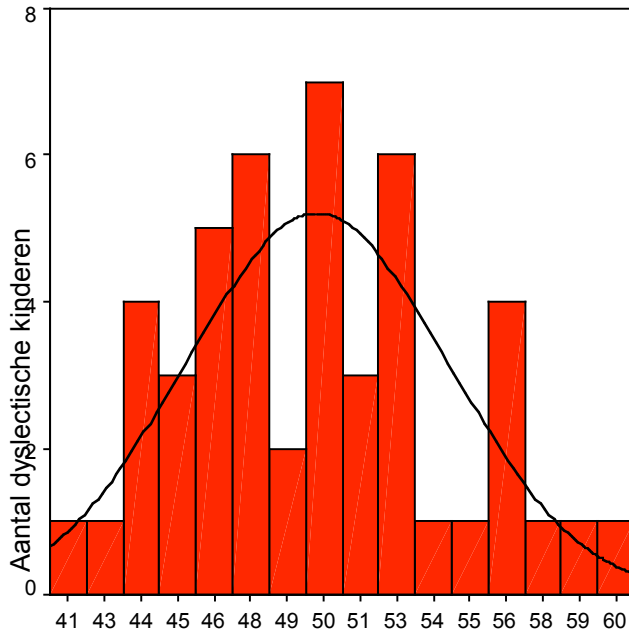
	Fonologische lus	Centrale verwerking	Visueel-ruimtelijk schetsboek
Gemiddelde	95.01	99.53	95.23
Mediaan	97.00	99.67	93.00
Std. Deviatie	9.58	8.98	14.32
Variantie	91.80	80.68	205.10
Range	45.75	37.00	69.00
Minimum	68,50	82.00	55.00
Maximum	114.25	119.00	124.00
Kurtosis	-0.02	-0.54	0.00
Skewness	-0.46	0.28	-0.13

Daarna werd onderzocht wat de deelnemende Nederlandse dyslectische kinderen gemiddeld scoren op de subtesten die de drie delen van het werkgeheugen meten (zie Tabel 6). Uit Tabel 6 blijkt dat de onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen gemiddeld het hoogste scoren op de testen die de centrale verwerking van het werkgeheugen meten (subtesten: Backward digit recall, Listening recall en Counting recall) ($M = 99.23$). De gemiddelde scores op de testen van de fonologische lus (subtesten: Digit recall, Wordlist matching, Wordlist recall en Nonwordlist recall) en het visueel-ruimtelijk schetsboek (subtest: Block recall) wijken beiden significant af van de gemiddelde scores op de testen van de centrale verwerking, $F(2, 45) = 5.72, p < 0.05$. De kwadratische trend is duidelijk zichtbaar, $F(2, 45) = 5.717, p < 0.05$. Dit betekent dat scores op de fonologische lus en het visueel-ruimtelijk schetsboek significant lager liggen dan de scores op de centrale verwerking van het werkgeheugen. De scores op de fonologische lus en het visueel-ruimtelijk schetsboek liggen ongeveer gelijk. De gemiddelde scores op de testen van de fonologische lus en het visueel-ruimtelijk schetsboek liggen zeer dicht bij elkaar en rond het gemiddelde ($M = 95.01$ en $M = 95.23$).

Ook deze resultaten wijken af van hetgeen de Jong (1998) en Pickering en Gathercole (2001) in hun onderzoek vonden. De resultaten van de in dit onderzoek onderzochte dyslectische kinderen komen niet overeen met de resultaten van de onderzoeken van de Jong (1998) en Pickering en Gathercole (2001). Vermeld dient nog te worden dat het opvallend is dat de standaarddeviatie van de test van het visueel-ruimtelijk schetsboek beduidend hoger ligt dan die van de testen van de fonologische lus en de centrale verwerking van het werkgeheugen. De Nederlandse dyslectische kinderen die onderzocht zijn, laten een grotere spreiding in behaalde resultaten zien op de test van het visueel-ruimtelijk schetsboek dan op de testen van de fonologische lus en de centrale verwerking van het werkgeheugen. De minimum scores van de subtest Block recall van de WMTB-C liggen beduidend lager dan die van de gemiddelde minimumscores van de subtesten van de fonologische lus en de centrale verwerking van het werkgeheugen en de maximumscores liggen duidelijk hoger dan de gemiddelde maximumscores van de andere subtesten die de andere twee delen van het werkgeheugen meten.



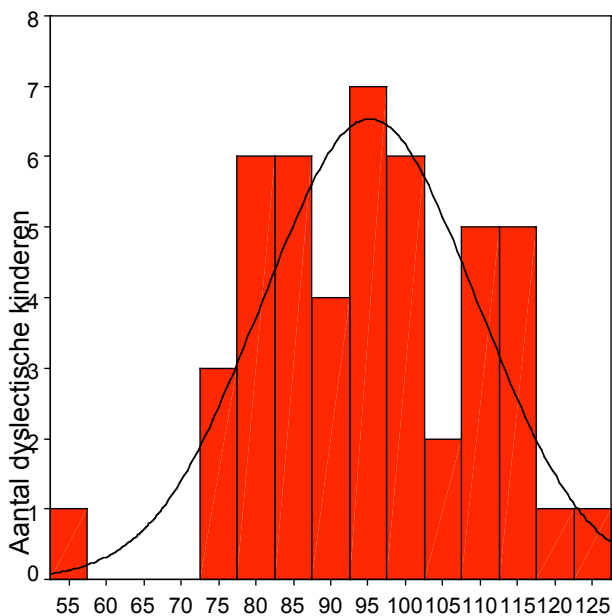
Grafiek 1
Normale verdeling van de gemiddelde scores op de subtesten (WMTB-C) die de fonologische lus van het werkgeheugen bepalen



Gemiddelde score subtesten

Grafiek 2

Normale verdeling van de gemiddelde scores op de subtesten (WMTB-C) die de centrale verwerking van het werkgeheugen bepalen



Scores subtest Block recall

Grafiek 3

Normale verdeling van de scores van Nederlandse dyslectische kinderen op de subtest Block recall (WMTB-C) van het visueel-ruimtelijk schetsboek

De resultaten van de onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen op de subtesten van de WMTB-C, die de drie onderdelen van het werkgeheugen meten, zijn redelijk normaal verdeeld (zie Grafieken 1 - 3). Binnen de groep Nederlandse dyslectische kinderen is de spreiding van de scores op de subtesten van de WMTB-C die de fonologische lus, centrale verwerking en het visueel-ruimtelijk schetsboek van het werkgeheugen meten, redelijk normaal. Tabel 6 en de Grafieken 1, 2 en 3 laten zien dat de verdeling van de scores van Nederlandse dyslectische kinderen op de subtesten van de fonologische lus van de WMTB-C redelijk normaal is met een redelijk negatief scheve verdeling (skewness van -0.46) en een kurtosis van -0.02 , wat betekent dat de verdeling bijna de klokvorm van de normale verdeling bezit. Hij is iets platter dan een normale verdeling, waardoor de staarten van de verdeling iets verder uitlopen. De verdeling van de scores van Nederlandse dyslectische kinderen op de subtesten van het centrale verwerkingssysteem van de WMTB-C heeft een kurtosis (platheid) van -0.54 . Dat betekent dat de verdeling een stuk platter is dan bij een normale verdeling en de staarten lopen verder door. Daarnaast kent de verdeling meerdere kleine pieken. De skewness (scheefheid) is 0.28 en dat houdt in dat de verdeling van het centrale verwerkingssysteem van het werkgeheugen positief scheef verdeeld is. Tenslotte heeft de verdeling van de scores van Nederlandse dyslectische kinderen op de subtest van het visueel-ruimtelijk schetsboek van de WMTB-C een kurtosis (platheid) van 0.00 en een skewness van -0.13 . De verdeling heeft een klokvorm zoals die bij een normale verdeling en kent meerdere pieken. Verder is de verdeling een weinig negatief scheef verdeeld. Voor detailgegevens over de gemiddelden en verdelingen van de afzonderlijke acht afgenomen subtesten van de WMTB-C, wordt verwezen naar Bijlage A.

Voorspellende waarde van de acht subtesten van de WMTB-C op het leesniveau

Om de voorspellende waarde van het werkgeheugen (gemeten met acht subtesten van de WMTB-C) op het leesniveau te meten is ten eerste onderzocht of het aantal onder de norm behaalde resultaten op de acht subtesten van de WMTB-C een voorspellende waarde bezit voor het wel of niet onder de norm scoren op de EMT en/of de Klepel. Voor verdere detailgegevens over het aantal onder de norm gescoorde subtesten van de WMTB-C per onderzocht dyslectisch kind en het wel of niet onder de norm presteren op de EMT en de Klepel, wordt verwezen naar Bijlage B (zie Tabel 11).

Er is eerst onderzocht of het aantal onder de norm behaalde scores op subtesten van de WMTB-C de variantie op het wel of niet onder de norm presteren op de EMT en/of Klepel van Nederlandse dyslectische kinderen verklaart. Uit de resultaten blijkt, dat het aantal onder

de norm behaalde scores op subtesten van de WMTB-C geen significante verklaring geeft van de variantie op het wel of niet onder de norm presteren op de EMT, $R^2 = 0.00$, adjusted $R^2 = -0.02$, $F(1, 45) = 0.06$, $p > 0.05$. Ook is er geen significante verklaring van het aantal onder de norm behaalde resultaten op subtesten van de WMTB-C, $R^2 = 0.001$, adjusted $R^2 = -0.02$, $F(1, 41) = 0.01$, $p > 0.05$ en het wel of niet onder de norm behalen van resultaten van de onderzochte kinderen op de Klepel.

Ten tweede zijn twee regressie-analyses uitgevoerd om de mate van voorspellende waarde van de werkgeheugentesten van de WMTB-C op de variantie in 'leesniveau' te bepalen. Gekozen is voor twee regressie-analyses, omdat in dit onderzoek de variabele 'leesniveau' gemeten wordt met de EMT en met de Klepel. Er zijn dus twee regressie-analyses uitgevoerd met de acht subtesten van de WMTB-C als voorspellers (onafhankelijke variabelen) en de afhankelijke variabele 'leesniveau'. Uit de eerste regressie-analyse blijkt, dat geen enkele subtest van de WMTB-C een significante voorspellende waarde op de variantie in het leesniveau van Nederlandse dyslectische kinderen bezit. Uit de eerste regressie-analyse (Tabel 7) blijkt een niet significant percentage verklaarde variantie van **19%** van het leesniveau van dyslectische Nederlandse kinderen (*gemeten met de EMT*) door de acht werkgeheugentesten van de WMTB-C, $R^2 = 0.19$, adjusted $R^2 = 0.14$, $F(8, 38) = 1.09$, $p > 0.05$. Uit de tweede regressie-analyse (Tabel 8) komt naar voren dat **28%** van de variantie van het 'leesniveau' van Nederlandse dyslectische kinderen (*gemeten met de Klepel*) voor significant verklaard wordt door de acht werkgeheugentesten van de WMTB-C, $R^2 = 0.28$, adjusted $R^2 = 0.11$, $F(8, 34) = 1.61$, $p < 0.05$.

Deze resultaten laten zien dat het een verschil maakt of de variabele 'leesniveau' gemeten is met de EMT of met de Klepel (zie Tabel 7 en 8). Alleen op de Klepel, een test die het vermogen voor het lezen van pseudowoorden meet, wordt 'leesniveau' in enige mate voorspeld door de prestaties op de acht geheugentaken.

Tabel 7

Regressie-analyse met de variabele 'leesniveau' (gemeten met de EMT) als criteriumvariabele en de acht subtesten van de WMTB-C als voorspellers (onafhankelijke variabelen) van leesniveau

	Gestd. Coëfficiënten Beta	t	p
Digit recall	-0.147	-0.79	0.44
Backward-digit recall	0.18	1.14	0.26
Block recall	-0.17	-1.0	0.32
Wordlist matching	0.03	0.20	0.85
Wordlist recall	-0.10	-0.55	0.58
Nonwordlist recall	-0.14	-0.74	0.46
Listening recall	0.29	1.73	0.09
Counting recall	-0.19	-1.12	0.27

* $p < 0.05$

Om te onderzoeken welke test van de WMTB-C nu de meest voorspellende waarde bezit om de variabele 'leesniveau' te kunnen voorspellen, wordt naar Tabel 7 en 8 verwezen. Er zijn twee tabellen, omdat de variabele 'leesniveau' door twee verschillende testen gemeten is (EMT en Klepel). Uit Tabel 7 en Tabel 8 valt op te maken, dat alleen de subtest Listening recall, $t(46) = 1.73$, $p > 0.05$ ('leesniveau' gemeten met de EMT) en $t(42) = 2.01$, $p < 0.05$ ('leesniveau' gemeten met de Klepel), van de WMTB-C een mogelijke voorspeller van de variabele 'leesniveau' kan zijn. Opgemerkt dient te worden, dat de subtest Listening recall een significante bijdrage levert om de variantie van de variabele 'leesniveau' gemeten door de Klepel te voorspellen, maar geen significante bijdrage levert om de variantie van de variabele 'leesniveau' gemeten door de EMT te voorspellen.

Tabel 8

Regressie-analyse met de variabele 'leesniveau' (gemeten met de Klepel) als criteriumvariabele en de acht subtesten van de WMTB-C als voorspellers (onafhankelijke variabelen) van leesniveau

	Gestd. Coëfficiënten Beta	t	p
Digit recall	-0.34	-1.79	0.08
Backward-digit recall	0.25	1.55	0.13
Block recall	0.09	0.52	0.61
Wordlist matching	0.04	0.29	0.77
Wordlist recall	-0.25	-1.36	0.18
Nonwordlist recall	0.08	0.42	0.68
Listening recall	0.34	2.01	0.05*
Counting recall	-0.23	-1.36	0.18

* $p < 0.05$.

Voorspellende waarde van de acht subtesten van de WMTB-C op het lange duurgeheugen

Om de mate van voorspellende waarde van de subtesten van de WMTB-C op de variantie in het lange duurgeheugen te onderzoeken, is er een regressie-analyse uitgevoerd. Uit deze analyse blijkt een niet significant percentage van 24% van het lange duurgeheugen door de acht subtesten van de WMTB-C van Nederlandse dyslectische kinderen, $R^2 = 0.24$, adjusted $R^2 = 0.07$, $F(8, 38) = 1.46$, $p > 0.05$. Uit Tabel 9 kan afgeleid worden dat de subtest Wordlist matching, $t(46) = -2.57$, $p < 0.05$ een significante voorspeller van de variabele 'lange duurgeheugen' is. Aangetekend moet worden dat de subtest Wordlist matching een voorspeller van het lange duurgeheugen is, maar een hogere score op de subtest Wordlist matching van de WMTB-C leidt tot een lagere score op de variabele 'lange duurgeheugen' (gemeten met de 12- of 15-woorden test) en een lage score op de subtest Wordlist matching wordt gevolgd door een hoge score op de variabele 'lange duurgeheugen'.

Tabel 9

Regressie-analyse met de variabele 'lange duurgeheugen' (gemeten met de 12- en 15-woordentest) als criteriumvariabele en de acht subtesten van de WMTB-C als voorspellers (onafhankelijke variabelen) van lange duurgeheugen

	Gestd. Coëfficiënten Beta	t	p
Digit recall	-0.19	-1.04	0.31
Backward-digit recall	0.07	0.45	0.66
Block recall	0.21	1.23	0.23
Wordlist matching	-0.37	-2.57	0.01*
Wordlist recall	0.07	0.39	0.70
Nonwordlist recall	0.18	1.01	0.32
Listening recall	0.03	0.18	0.86
Counting recall	0.12	0.73	0.47

* $p < 0.05$

Voorspellende waarde van de acht subtesten van de WMTB-C op intelligentie

Een onderdeel (Cijferreeksen) van de intelligentietest WISC III meet het werkgeheugen. Er zal hoogstwaarschijnlijk een samenhang zijn tussen het werkgeheugen en de intelligentie van kinderen. Onderzocht is in dit onderzoek in hoeverre er een samenhang tussen acht subtesten van de WMTB-C en verscheidene onderdelen van intelligentietesten bij dyslectische kinderen in Nederland is. Uit Tabel 10 komt duidelijk naar voren dat er weinig samenhang is tussen verscheidene intelligentietesten (onderdelen van de Rakit, WISCIII, SSON en RAVEN) en acht werkgeheugentesten van de WMTB-C. In totaal zijn er drie significante correlaties tussen acht subtesten van de WMTB-C en zes intelligentieonderdelen. Opvallend is dat twee subtesten van de WMTB-C (Block recall en Nonwordlist recall) significant correleren met een intelligentieonderdeel van de SSON: Figuur samenstellen.

Tabel 10

Correlaties tussen zes intelligentieonderdelen en acht werkgeheugentesten van de WMTB-C

	Digit recall	Backward digit recall	Block recall	Wordlist matching	Wordlist recall	Nonword list recall	Listening recall	Counting recall
Rakit woordenschat	-0.21	0.15	-0.05	0.41*	0.01	-0.25	0.02	-0.25
WISCIII Overeenkomsten	0.31	-0.20	-0.10	0.14	0.20	0.26	-0.05	-0.28
WISC III Begrijpen	-0.05	-0.11	0.08	0.11	-0.04	0.04	0.24	-0.00
SSON Figuur samenstellen	0.15	0.14	0.38*	0.24	0.28	0.30*	0.21	-0.01
RAVEN CPM	-0.28	-0.08	-0.35	-0.30	-0.06	-0.24	0.34	0.01
RAVEN SPM	-0.43	0.63	0.08	0.37	0.33	0.40	-0.12	0.00

* $p < 0.05$

Om tenslotte de mate van voorspellende waarde van de subtesten van de WMTB-C op de variantie in intelligentie te onderzoeken, is een regressie-analyse uitgevoerd. Uit deze analyse komt naar voren, dat de acht subtesten van de WMTB-C voor 29% de variantie van de intelligentie van de in dit onderzoek onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen verklaren, $R^2 = 0.29$, adjusted $R^2 = 0.13$, $F(8, 36) = 1.83$, $p > 0.05$. Deze verklaarde variantie is echter niet significant. In Tabel 11 kunnen we aflezen dat de subtest Counting recall de enige subtest van de WMTB-C, $t(44) = -2.21$, $p < 0.05$ is, die een significante voorspeller van de variabele ‘intelligentie’ is. Aangetekend moet worden dat de subtest Counting recall een voorspeller van de variabele ‘intelligentie’ is, maar een hogere score op de subtest Counting recall van de WMTB-C leidt tot een lagere score op de variabele ‘intelligentie’ en een lage score op de subtest Counting recall wordt gevolgd door een hoge score op de variabele ‘intelligentie’.

Tabel 11

Regressie-analyse met de variabele 'intelligentie' (gemeten met onderdelen van de Rakit, WISCIII, SSON en RAVEN) als criteriumvariabele en de acht subtesten van de WMTB-C als voorspellers (onafhankelijke variabelen) van intelligentie

	Gestd. Coëfficiënten Beta	T	P
Digit recall	0.26	1.51	0.14
Backward-digit recall	-0.19	-1.29	0.66
Block recall	0.08	0.52	0.61
Wordlist matching	0.19	1.27	0.21
Wordlist recall	0.15	0.85	0.40
Nonwordlist recall	0.10	0.53	0.60
Listening recall	-0.06	-0.34	0.74
Counting recall	-0.34	-2.21	0.03*

* $p < 0.05$

Conclusie

Het doel van dit onderzoek was om het werkgeheugen van Nederlandse dyslectische kinderen, de relatie tussen het werkgeheugen en het leesniveau, de relatie tussen het werkgeheugen en het lange duurgeheugen en de relatie tussen het werkgeheugen en intelligentie te onderzoeken. De eerste vraag die in dit onderzoek gesteld werd, was in hoeverre door afname van de WMTB-C de driedeling van het werkgeheugen bij Nederlandse dyslectische kinderen terug te zien is. Baddeley en Hitch (1974) beweren dat het werkgeheugen uit drie subsystemen bestaat: het centrale verwerkingssysteem en twee hulpsystemen: de fonologische lus en het visueel-ruimtelijk schetsboek. Volgens Pickering en Gathercole (2001) meten de verscheidene subtesten van de WMTB-C deze drie werkgeheugendelen. Men zou verwachten, dat de subtesten die allen één deel van het werkgeheugen meten hoog met elkaar correleren. Echter, uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat de subtesten van de WMTB-C die één deel van het werkgeheugen matig met elkaar correleren. De subtesten die hetzelfde deel van het werkgeheugen meten, hebben weinig tot geen samenhang met elkaar. Ook bleek uit de factoranalyse dat er geen duidelijke aparte

factoren te onderscheiden zijn binnen het werkgeheugen. De componenten: fonologische lus, centraal verwerkingssysteem en visueel-ruimtelijk schetsboek van het werkgeheugen zijn gedeeltelijk teruggevonden in de onderzoeksgroep van dit onderzoek. Drie van de vier subtesten die de fonologische lus meten laden hoog op de eerste component, wat erop kan duiden dat de fonologische lus de eerste component behelst. Het is echter onduidelijk wat de tweede component behelst. De resultaten in dit onderzoek komen op dit vlak niet overeen met de bevindingen van Pickering en Gathercole.

Bovendien stelden Pickering en Gathercole (2001) in hun werk, dat dyslectische kinderen uit zullen vallen op tests die de fonologische lus en de centrale verwerking van het werkgeheugen meten. De sterkste uitval zal echter te zien zijn in de centrale verwerking van het werkgeheugen. Dyslectische kinderen scoren volgens hen hetzelfde op vaardigheden van het visueel-ruimtelijk schetsboek als niet-dyslectische kinderen. De vraag die in dit onderzoek gesteld werd, was of deze beweringen overeenkomen met de onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen. Uit de resultaten in dit onderzoek komt naar voren dat van de onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen een relatief hoog percentage resultaten onder de norm behaalt op een aantal subtesten van de WMTB-C, die de fonologische lus pretendeert te meten en één test die de centrale verwerking van het werkgeheugen meet. Echter, een laag percentage van de onderzochte kinderen presteert onder de norm op één test die de fonologische lus meet en op twee testen die de centrale verwerking van het werkgeheugen meet. Er kan geconcludeerd worden dat de onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen op een aantal testen die de fonologische lus van het werkgeheugen meten uitvallen, maar niet op alle testen en dat ze op een groot deel van de testen die de centrale verwerking van het werkgeheugen meten, niet uitvallen. Verder komt uit de resultaten naar voren dat een derde van de onderzochte dyslectische kinderen uitvalt op de test die het visueel-ruimtelijk schetsboek meet. De onderzochte kinderen scoren juist het hoogst op de subtesten van de WMTB-C die de centrale verwerking van het werkgeheugen meten en deze score ligt rond het gemiddelde. De gemiddelde scores op de subtesten van de fonologische lus en het visueel-ruimtelijk schetsboek liggen dicht bij elkaar en iets onder het gemiddelde. De resultaten in dit onderzoek komen niet overeen met de beweringen van Pickering en Gathercole. De in dit onderzoek onderzochte Nederlandse dyslectische kinderen scoren juist het hoogst op de subtesten van het centraal verwerkingssysteem en ongeveer gelijk op de andere twee delen van het werkgeheugen, terwijl Pickering en Gathercole aangeven dat dyslectische kinderen alleen op het visueel-ruimtelijk schetsboek gelijk niet-dyslectische kinderen zullen scoren en lager op de fonologische lus en vooral op de subtesten die de centrale verwerking van het

werkgeheugen meten. De conclusie die uit dit onderzoek met enige voorzichtigheid getrokken kan worden, is dat de prestaties van het werkgeheugen van Nederlandse dyslectische kinderen niet beperkter of afwijkend is op basis van de afgenomen subtesten van de WMTB-C in vergelijking met niet-dyslectische kinderen. Aangegeven dient te worden dat in dit onderzoek de Engelse normering gebruikt is om de resultaten van de Nederlandse dyslectische kinderen op de acht subtesten van de WMTB-C te normeren. Mogelijk is het zo dat de Engelse normen niet geschikt zijn voor de Nederlandse kinderen en/of de Nederlandse vertaling van de subtesten.

De derde vraag waarop in dit onderzoek geprobeerd werd een antwoord te vinden, was in welke mate het werkgeheugen de variantie in het leesniveau van Nederlandse dyslectische kinderen voorspelt. Uit onderzoek van de Jong (1998) blijkt, dat kinderen met leesproblemen een tekort in de centrale verwerking van het werkgeheugen (tekort in werkgeheugencapaciteit) bezitten, wat van een algemene verbale aard is. Er wordt verwacht, dat kinderen met leesproblemen ook een zwakke werkgeheugencapaciteit bezitten. Echter, uit de resultaten in dit onderzoek komt naar voren dat het werkgeheugen weinig variantie verklaart op de verschillen in leesniveau tussen Nederlandse dyslectische kinderen. De hoogst verklaarde significante variantie was 28% (leesniveau gemeten met de Klepel). De subtest van de WMTB-C die het beste het verschil in leesniveau tussen Nederlandse dyslectische kinderen voorspelt is Listening recall, een subtest die de fonologische lus meet. Verder verklaart het aantal onder de norm behaalde resultaten op de acht subtesten van de WMTB-C niet het wel of niet onder de norm presteren op testen die het leesniveau bepalen: EMT en Klepel.

De vierde vraag in dit onderzoek was of het werkgeheugen een voorspellende waarde op het lange duurgeheugen bezit, omdat in de literatuur vermeld wordt, dat het lange duurgeheugen en het werkgeheugen beiden van belang zijn bij leren lezen. Uit de resultaten blijkt dat er geen significant percentage variantie van het lange duurgeheugen verklaard wordt door de acht afgenomen subtesten van de WMTB-C. De subtest Wordlist matching van de WMTB-C is echter wel een significante voorspeller van de variabele 'lange duurgeheugen'. Aangetekend moet worden dat de subtest Wordlist matching een voorspeller van het lange duurgeheugen is, maar een hogere score op de subtest Wordlist matching van de WMTB-C leidt tot een lagere score op de variabele 'lange duurgeheugen' (gemeten met de 12- of 15-woorden test) en een lage score op de subtest Wordlist matching wordt gevolgd door een hoge score op de variabele 'lange duurgeheugen'. Verder dient vermeld te worden dat uit de factoranalyse (zie Tabel 2) naar voren komt dat de subtest Wordlist matching weinig op

component één laadt en bijna niet op component twee. Ook daaruit blijkt dat de subtest Wordlist matching iets anders meet dan het werkgeheugen.

Tevens is in dit onderzoek gekeken naar de mate van voorspellende waarde van het werkgeheugen op intelligentie. Uit de resultaten komt naar voren dat de acht subtesten van de WMTB-C die het werkgeheugen meten geen significante verklaring voor de variantie in intelligentie bezitten. Het blijkt dat het werkgeheugen en de intelligentie van kinderen twee verschillende dingen zijn, die weinig met elkaar te maken hebben.

In dit onderzoek komt duidelijk naar voren dat het werkgeheugen weinig voorspellende waarde op het leesniveau en het lange duurgeheugen en geen voorspellende waarde op de intelligentie van Nederlandse dyslectische kinderen heeft. Binnen de groep Nederlandse dyslectische kinderen heeft het werkgeheugen geen verklarende waarde voor het verschil in leesniveau, lange duurgeheugen en intelligentie tussen dyslectische kinderen in Nederland. Wat de redenen hiervoor zijn, is niet duidelijk. In hoeverre er getwijfeld moet worden aan de mate waarin de subtesten van de WMTB-C echt meten wat ze pretenderen te meten, is een vraag voor volgend onderzoek. Wellicht is het van belang om in de toekomst rekening te gaan houden met de veronderstelling dat mensen en dieren niet één maar waarschijnlijk meerdere werkgeheugens bezitten. Uit onderzoek van Poldrack & Rodriguez, (2004) lijkt afgeleid te kunnen worden dat de verscheidene werkgeheugensystemen met elkaar onderling kunnen interacteren en wedijveren gedurende het verloop van gedrag (Poldrack & Rodriguez, 2004). Daarnaast kunnen deze systemen volgens Gold (2004) ook met elkaar samenwerken. Procedurele en declaratieve (feitenkennis) geheugensystemen zijn onafhankelijk van elkaar. Daar wordt mee bedoeld dat de specifieke representaties en processen van werkgeheugensystemen normaal kunnen functioneren wanneer de ander niet geschikt is. De systemen kunnen competitief zijn en het organisme in de richting van verschillende gedragingen sturen. Poldrack en Rodriguez (2004) geven aan dat er nog vele vragen niet beantwoord zijn op het gebied van de interacties tussen werkgeheugensystemen. Bovendien lijkt beschadiging van een hersengebied het leren en het geheugen voor een taak te bemoeilijken, maar niet voor een andere taak, terwijl beschadiging aan een tweede hersengebied het leren beschadigt voor de tweede taak, maar niet voor de eerste (Bussey, Muir, Everitt, & Robbins, 1997). Volgens Gold (2004) is er een duidelijke onderscheidde taak te zien in het toeschrijven van functies aan verscheidene werkgeheugensystemen. Als uit verder onderzoek blijkt, dat mensen werkelijk meerdere werkgeheugens zouden bezitten, heeft dat grote gevolgen voor ons huidige denken over het werkgeheugen en haar relatie met cognitieve vaardigheden als lezen en spellen.

Referenties

- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-422.
- Braams, T. (1996). *Dyslexie: een complex taalprobleem*. Boom: Amsterdam.
- Bussey, T.J., Muir, J.L., Everitt, B.J. & Robbins, T.W. (1997). Triple dissociation of anterior cingulate, posterior cingulate, and medial frontal cortices on visual discrimination tasks using a touch screen testing procedure for the rat. *Behavioral Neuroscience*, 111, 920-936.
- de Jong, P.F. (1998). Working Memory Deficits of Reading Disabled Children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 70, 75-96.
- de Jong, P.F., & van der Leij, A. (1999). Specific contributions of phonological abilities to early reading acquisition: Results from a Dutch latent variable longitudinal study. *Journal of Educational Psychology* 91, 450-476.
- Gathercole, S.E., Pickering, S.J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of Working Memory From 4 to 15 Years of Age. *Developmental Psychology*, 40, 177-190.
- Gold, P.E. (2004). Coordination of multiple memory systems. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82, 230-242.
- Howes, N.L., Bigler, E.D., Burlingame, G.M. & Lawson, J.S. (2003). Memory Performance of Children with Dyslexia: A Comparative Analysis of Theoretical Perspectives. *Journal of Learning Disabilities*, 36, 230-246.
- Nicholson, R.I. & Fawcett, A.J. (1994). Reaction times and dyslexia. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 47A, 29-48.
- Pickering, S. & Gathercole, S. (2001). *Working Memory Test Battery for Children (WMTB-C) Manual*. The Psychological Corporation Limited: Londen.
- Poldrack, R.A. & Rodriguez, P. (2004). How do memory systems interact? Evidence from Human classification learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82, 324-332.
- Wentink, H. & Verhoeven, L. (2004). *Protocol leesproblemen en dyslexie bovenbouw*. Nijmegen: Expertisecentrum Nederlands.

Bijlagen

Bijlage A

Om te onderzoeken of de acht afgenomen subtesten van de WMTB-C bij de Nederlandse dyslectische kinderen van elkaar verschillen op het gebied van gemiddelde en standaarddeviatie is Tabel 12 gemaakt. Om te onderzoeken of de acht afgenomen subtesten een normaal verdeling bezitten, waarbij vooral de scheefheid en de platheid van belang zijn, zijn Tabel 12 en de Grafieken 4 - 11 gemaakt.

Tabel 12

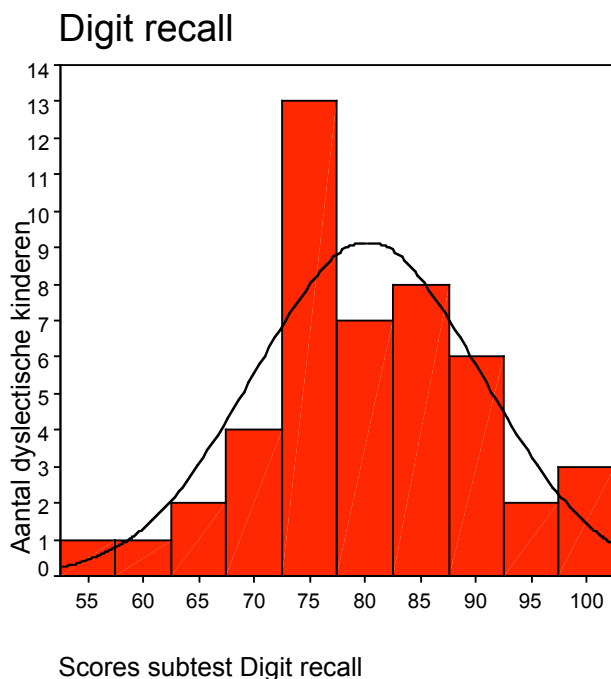
Frequentietabel van de acht subtesten van de WMTB-C (gesorteerd van makkelijk naar moeilijk) afgenomen bij Nederlandse dyslectische kinderen

Subtesten van makkelijk naar moeilijk	Gemiddelde	Mediaan	Std. Dev.	Variantie	Skewness	Kurtosis	Range	Minimum	Maximum
1. Listening recall	109.21	106.00	16.35	267.26	0.22	0.13	74	71	145
2. Nonwordlist recall	106.83	106.00	12.85	165.19	0.08	-0.87	51	82	133
3. Counting recall	101.72	102.00	9.98	99.60	-0.05	1.07	55	75	130
4. Wordlist recall	100.72	98.00	16.80	282.07	0.02	-0.04	82	60	142
5. Block recall	95.23	93.00	14.32	205.10	0.35	0.68	69	55	124
6. Wordlist matching	92.28	92.00	15.20	230.94	0.93	-0.04	82	60	142
7. Backward digit recall	87.66	88.00	12.63	159.40	-0.16	-0.46	51	61	112
8. Digit recall	80.21	81.00	10.24	104.78	-0.01	-0.10	46	55	101

$p < 0.05$

Tabel 12 toont aan dat de drie testen (Digit recall, Backward digit recall en Block recall) die tijdens het diagnostisch onderzoek op de praktijk voor dyslexie en dyscalculie lagere gemiddelden en maxima bezitten dan de testen die door de onderzoeker van dit

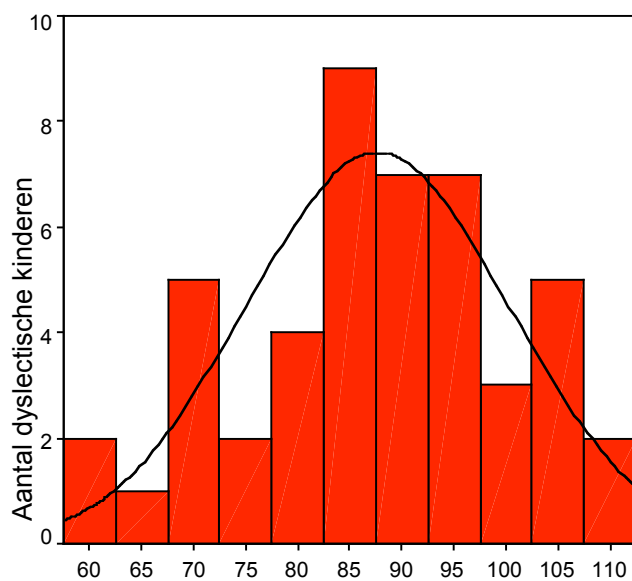
onderzoek zijn afgenomen met uitzondering van de subtest Wordlist matching. Verder is opvallend dat de standaarddeviatie van de subtesten Wordlist recall en Listening recall erg hoog zijn. Tabel 12 en de Grafieken 4 - 11 laten zien dat de acht subtesten van de WMTB-C matig tot redelijk verdeeld zijn. Er wordt nu nader gekeken naar de normaal verdelingen van de afzonderlijke subtesten van de WMTB-C. Uit Grafiek 4 en Tabel 12 blijkt dat de subtest *Digit recall* van de WMTB-C normaal verdeeld is, maar iets platter dan een normale verdeling, waardoor de staarten van de verdeling iets verder uitlopen.



Grafiek 4
Normale verdeling van de scores van Nederlandse dyslectische kinderen op de subtest Digit recall van de WMTB-C

De subtest *Backward digit recall* is negatief scheef verdeeld en platter dan een normale verdeling (zie Grafiek 5 en Tabel 12). Ook bij deze subtest lopen de staarten verder door. Als we kijken naar Grafiek 6 zien we dat de subtest *Block recall* behoorlijk positief scheef verdeeld is en de verdeling heeft scherpere pieken dan bij een normale verdeling. De subtest *Wordlist matching* is positief scheef en iets platter verdeeld dan een normale verdeling. Ook de subtest *Wordlist recall* is heel iets positief scheef verdeeld en heel iets platter dan een normale verdeling. Deze subtest is bijna perfect normaal verdeeld (zie Tabel 12 en Grafiek 8).

Backward digit recall

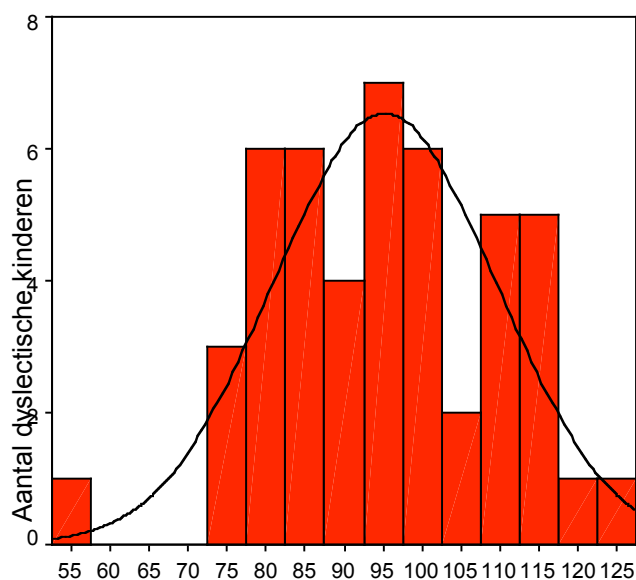


Scores Backward digit recall

Grafiek 5

Normale verdeling van de scores van Nederlandse dyslectische kinderen op de subtest Backward Digit recall van de WMTB-C

Block recall

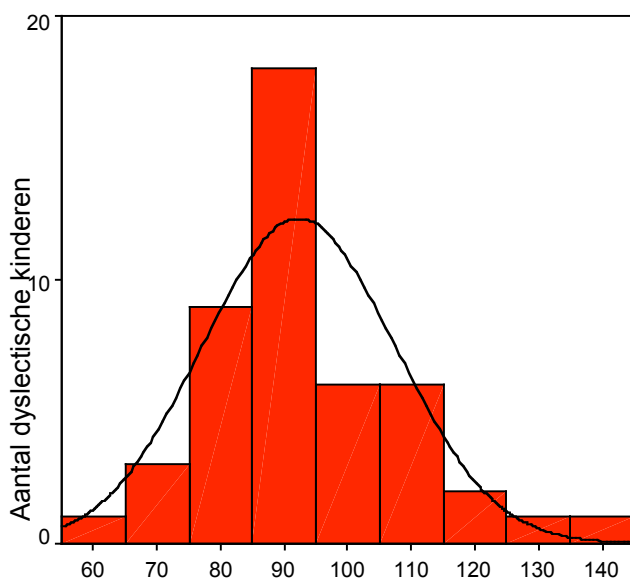


Scores subtest Block recall

Grafiek 6

Normale verdeling van de scores van Nederlandse dyslectische kinderen op de subtest Block recall van de WMTB-C

Wordlist matching

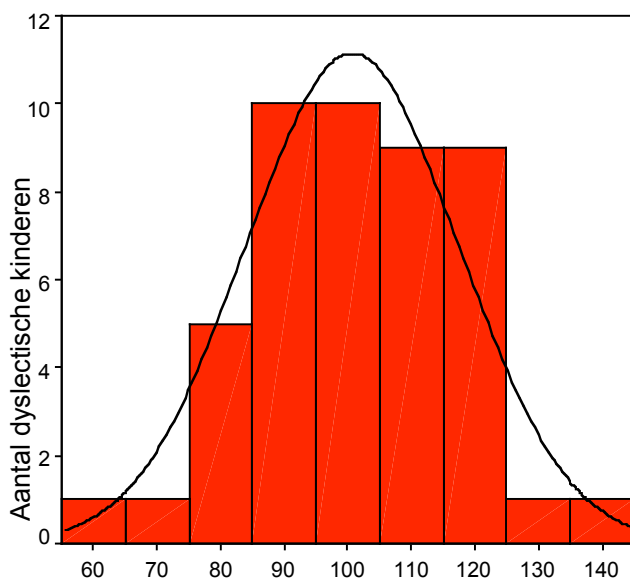


Scores Wordlist matching

Grafiek 7

Normale verdeling van de scores van Nederlandse dyslectische kinderen op de subtest Wordlist matching van de WMTB-C

Wordlist recall

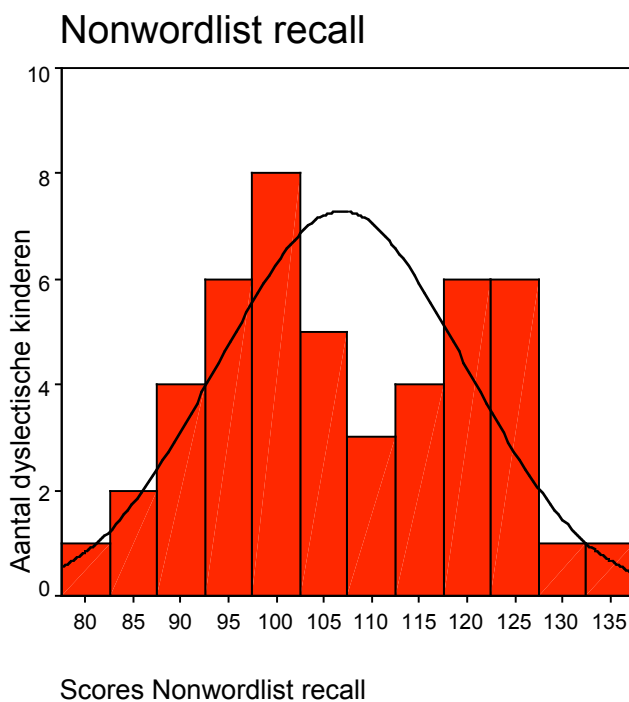


Scores Wordlist recall

Grafiek 8

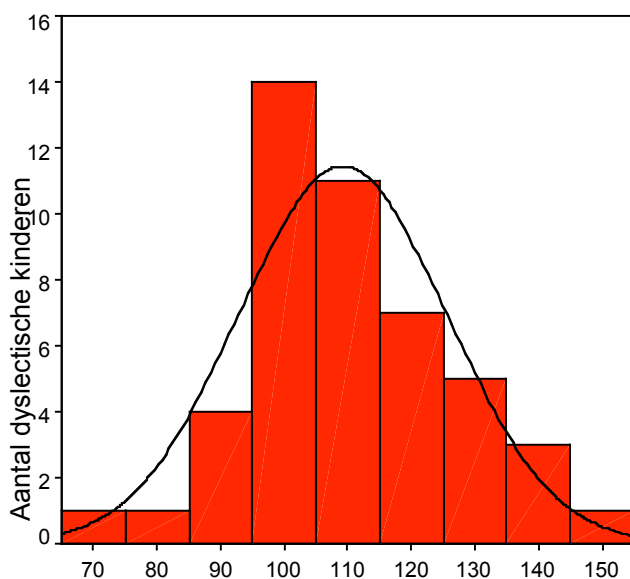
Normale verdeling van de scores van Nederlandse dyslectische kinderen op de subtest Wordlist recall van de WMTB-C

De subtest *Nonwordlist recall* van de WMTB-C is heel iets positief scheef verdeeld en is behoorlijk platter qua vorm dan een normale verdeling. In Grafiek 9 is te zien dat de staarten van de verdeling verder doorlopen in vergelijking met een perfecte normale verdeling. Ook de subtest *Listening recall* is positief scheef verdeeld en daarnaast heeft de verdeling een scherpere piek dan de normale verdeling (zie Grafiek 10 en Tabel 12). De achtste subtest is de *Counting recall* en deze test is heel iets negatief scheef verdeeld en de verdeling heeft veel scherpere pieken dan een normale verdeling.



Grafiek 9
Normale verdeling van de scores van Nederlandse dyslectische kinderen op de subtest Nonwordlist recall van de WMTB-C

Listening recall

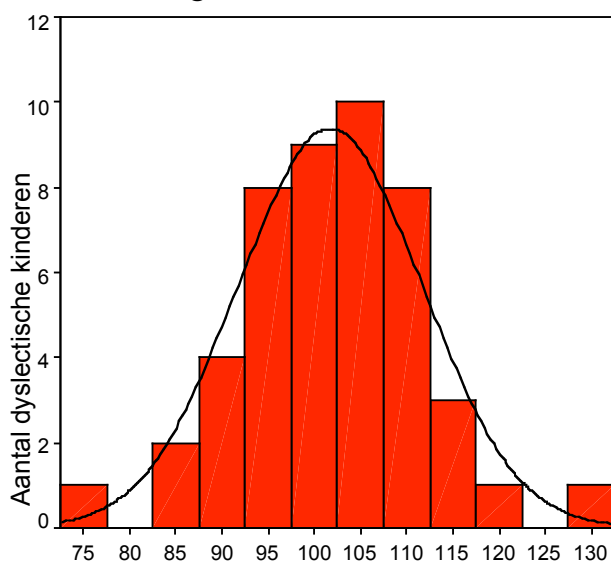


Scores Listening recall

Grafiek 10

Normale verdeling van de scores van Nederlandse dyslectische kinderen op de subtest Listening recall van de WMTB-C

Counting recall



Scores Counting recall

Grafiek 11

Normale verdeling van de scores van Nederlandse dyslectische kinderen op de subtest Counting recall van de WMTB-C

Bijlage B

Tabel 13

Scores subtesten WMTB-C, EMT en Klepel onder de norm van onderzochte kinderen

Kind	Aantal subtesten WMTB-C onder norm	EMT	Klepel
1	2	+	+
2	1	+	+
3	5	+	+
4	5	+	+
5	4	+	+
6	1	+	-
7	1	+	-
8	2	+	-
9	1	-	-
10	3	-	-
11	3	-	-
12	1	-	-
13	0	-	+
14	3	-	-
15	3	-	+
16	1	-	-
17	2	-	-
18	2	-	#
19	0	-	-
20	3	-	-
21	2	-	-
22	2	-	-
23	4	-	-
24	1	-	-
25	2	-	-
26	4	-	#
27	8	-	-
28	3	-	#
29	3	-	-
30	1	-	-
31	2	-	-
32	3	-	-
33	5	-	-
34	3	-	-
35	3	-	-
36	3	-	-
37	4	-	-
38	2	-	-
39	3	-	#
40	0	-	-
41	2	-	-
42	2	-	-
43	1	-	-
44	3	-	-
45	2	-	-
46	1	-	-
47	3	-	-

+ = voldoende score op test, - = onvoldoende score op test, criterium: $c \leq 3.5$, # = geen score