



# Leerproblemen gerelateerd aan specifieke geheugenproblemen?

*Een vergelijking van de geheugenprestaties van leerlingen van het regulier en speciaal basisonderwijs*

Corina M. Hulleman

Scriptie voor het masterexamen Pedagogische Wetenschappen

Afstudeerrichting: Leren & Ontwikkeling

Radboud Universiteit Nijmegen

Begeleidster: Prof. Dr. A.M.T. Bosman

September 2010

## **Voorwoord**

Voor u ligt mijn scriptie geschreven ter afsluiting van de opleiding Pedagogische Wetenschappen aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Nadat ik in juli 2008 de opleiding Psychologie, richting 'Hersenen en Gedrag' had afgerond, had ik het gevoel dat ik te weinig praktische kennis en vaardigheden had opgedaan om als psycholoog iets te kunnen betekenen voor kinderen met leer- en/of ontwikkelingsstoornissen. Dit deed mij besluiten om nog twee jaar Pedagogische Wetenschappen te gaan studeren. Naast een zeer leuke en leerzame stage-ervaring bij de praktijk OPM Nijmegen, heb ik het afgelopen jaar met veel enthousiasme en inzet gewerkt aan dit onderzoek. Ik hoop met dit onderzoek dan ook een bijdrage te kunnen leveren aan de kennis op het gebied van leer- en geheugenproblemen.

Mijn dank gaat uit naar Prof. dr. Anna Bosman die mij gedurende het onderzoek zeer fijn heeft begeleid. Hartelijk dank voor uw tijd en inspiratie. Daarnaast wil ik de basisscholen en alle kinderen die hebben meegewerkt aan het onderzoek heel hartelijk bedanken. Zonder jullie had ik dit onderzoek nooit kunnen uitvoeren. Tot slot wil ik iedereen die mij heeft bijgestaan bij het schrijven van deze scriptie heel erg bedanken. Bedankt voor jullie ideeën, geduld en altijd luisterende oor!

# Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting	4
<b>1. Inleiding</b>	
<b>1.1 Geheugenmodellen</b>	5
<b>1.2 Geheugenonderzoek bij leerlingen met leerproblemen</b>	7
<b>1.3 Operationalisaties van geheugen</b>	9
<b>1.4 Vraagstelling huidige onderzoek</b>	10
<b>2. Methode</b>	
<b>2.1 Proefpersonen</b>	11
<b>2.2 Materiaal</b>	11
<b>2.3 Procedure</b>	15
<b>3. Resultaten</b>	
<b>3.1 Een vergelijking van de geheugenprestaties op groepsniveau</b>	16
<b>3.2 Een vergelijking van de geheugenprestaties op individueel niveau</b>	25
<b>4. Conclusie</b>	
<b>4.1 Verschillen in geheugen op groepsniveau</b>	29
<b>4.2 Verschillen in geheugen op individueel niveau</b>	32
Bijlage A	34
Referentielijst	36

## Samenvatting

Onderzoek naar het geheugen van leerlingen met achterblijvende schoolprestaties heeft zich vooral toegespitst op het werkgeheugen, uitgaande van de drie systemen van het werkgeheugenmodel van Baddeley en Hitch (1974); de phonological loop, de visual-spatial sketchpad en de central executive. Met behulp van diverse experimentele geheugentaken heeft men geprobeerd te identificeren welke systemen van werkgeheugen bij leerlingen met algemene dan wel specifieke leerproblemen zijn aangedaan. Tot nu toe hebben deze onderzoeken echter tegenstrijdige resultaten opgeleverd. Dit werpt de vraag op of een specifieke vorm van geheugen, gemeten met een bepaalde geheugentaak, leerlingen met leerproblemen daadwerkelijk kan discrimineren van normaalpresterende leeftijdsgenoten. Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn de geheugenprestaties van leerlingen van het speciaal basisonderwijs (SBO) zowel op groepsniveau als op individueel niveau vergeleken met de geheugenprestaties van normaalpresterende leeftijdsgenoten van het regulier basisonderwijs (RBO). In plaats van experimentele taken te gebruiken die niet beschikbaar zijn voor de praktijk, zijn klinische genormeerde geheugentests geselecteerd, die in de praktijk veel worden gebruikt.

Een vergelijking van de geheugenprestaties op groepsniveau toonde aan dat SBO-leerlingen vooral moeite hebben met het verwerken en vasthouden van informatie op de korte termijn. Met name auditief-verbale informatie wordt moeizaam onthouden. Echter, de informatie die zij op de korte termijn onthouden, weten zij over het algemeen op de lange termijn goed vast te houden. Een vergelijking van de individuele geheugenprestaties op de diverse geheugentaken liet zien dat zowel de onmiddellijke reproductietaak als de recognitietaak van de 15 Woordentest SBO-leerlingen relatief goed weet te discrimineren van RBO-leerlingen. Beide taken bevatten zowel een hoge positieve predictieve waarde als een hoge negatieve predictieve waarde en kunnen wellicht een bijdrage leveren aan de diagnostiek van leerlingen met leerproblemen. Meer onderzoek naar het discriminerend vermogen van deze test bij een grotere onderzoeksgroep is gewenst.

## 1. Inleiding

Leerlingen kunnen om uiteenlopende redenen in aanmerking komen voor een plaatsing op het speciaal basisonderwijs (SBO). Er kan sprake zijn van een specifiek leerprobleem op het gebied van lezen, spellen en/of rekenen, een algemeen leerprobleem, waarbij de leerling over de hele breedte van het onderwijsaanbod een leerachterstand heeft opgebouwd en/of problemen op het sociaal-emotionele vlak. In het algemeen kan worden gesteld dat ‘het schoolse leren’ bij deze leerlingen op het regulier basisonderwijs onvoldoende tot stand is gekomen.

Verklaringen voor deze specifieke dan wel algemene problemen in het leren zijn divers en vaak gebaseerd op een combinatie van individuele en omgevingsfactoren. Fletcher (2007) geeft een globale indeling van vier factoren die in interactie met elkaar verantwoordelijk kunnen zijn voor leerproblemen; neurobiologische factoren (e.g., genetische factoren, structuur en functie van de hersenen), gedragsmatige/psychologische factoren (e.g., motivatie, angst), omgevingsfactoren (e.g., sociaal-economische status, kwaliteit van het onderwijs, interventies) en cognitieve factoren (e.g., aandacht, geheugen). Het geheugen is onlosmakelijk verbonden met leren. Waar leren verwijst naar het *verwerven* van kennis en vaardigheden, verwijst geheugen naar het *terughalen* van eerder geleerde kennis en vaardigheden (Scott Terry, 2006). Een goed werkend geheugen is dus een voorwaarde voor kennisverwerving. Veel onderzoek heeft zich dan ook gericht op de vraag in hoeverre fundamentele geheugenproblemen ten grondslag liggen aan de problemen die leerlingen ervaren met het leren.

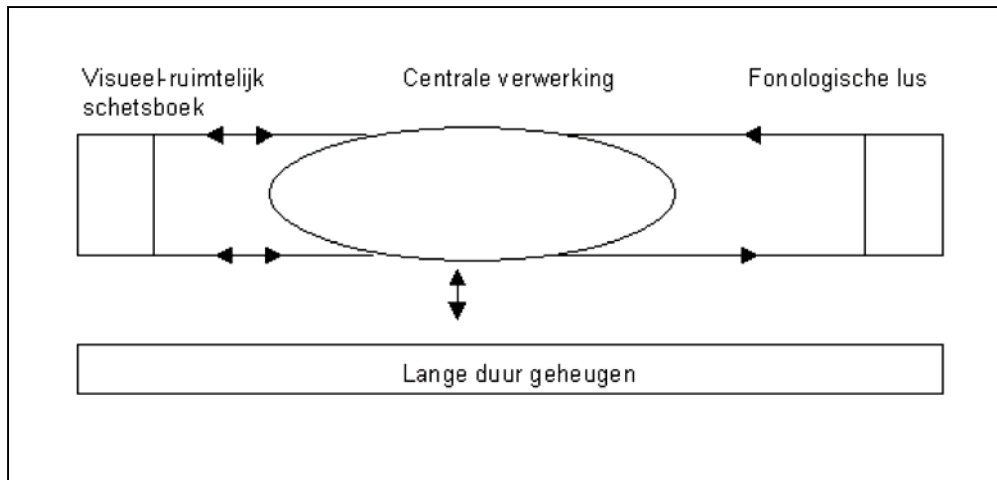
### 1.1 Geheugenmodellen

Maar wat is nu eigenlijk ‘geheugen’? Gazzaniga en Heatherton (2003) definiëren geheugen als: *‘the capacity of the nervous system to acquire and retain usable skills and knowledge, which allows living organisms to benefit from experience’*. Een brede definitie die in de loop van de geschiedenis door vele onderzoekers is bestudeerd en met behulp van diverse psychologische modellen is ontleed in meerdere aspecten. Ten aanzien van deze geheugenmodellen kan een onderscheid gemaakt worden tussen de inhoud van het geheugen (wat wordt opgeslagen?) en het functioneren van het geheugen (hoe wordt dit opgeslagen?). Onderzoek naar de inhoud van het geheugen

heeft inmiddels aangetoond dat verschillende typen informatie kunnen worden opgeslagen. Zo bestaat er een geheugen voor verbale, visuele en spatiële informatie, bewegingen en geuren (Scott Terry, 2006). Met betrekking tot het functioneren van het geheugen is vooral het geheugen voor verbale en visueel-spatiële informatie onderzocht, gekoppeld aan de modaliteit waarin de informatie wordt verwerkt: het auditieve respectievelijk het visuele kanaal.

Het invloedrijkste model dat het functioneren van het geheugen in kaart heeft gebracht is het informatieverwerkingsmodel van Atkinson en Shiffrin (1968). In dit model worden drie verschillende vormen van geheugen onderscheiden: het *sensorisch geheugen*, het *kortetermijngeheugen* en het *langetermijngeheugen*. Informatie komt via verschillende modaliteiten (visueel, auditief, tactiel etc.) binnen in het sensorisch geheugen; een systeem waarin informatie onbewust enkele seconden wordt vastgehouden. Wanneer aandacht wordt besteed aan de informatie, kan de informatie doorstromen naar het kortetermijngeheugen. In het kortetermijngeheugen kan een beperkte hoeveelheid informatie door middel van herhaling enkele minuten bewust worden vastgehouden. Het regelmatig herhalen van informatie in het kortetermijngeheugen kan er uiteindelijk voor zorgen dat informatie voor langere duur wordt opgeslagen in het langetermijngeheugen, een geheugensysteem met een onbeperkte opslagcapaciteit (Baddeley, Eysenck & Anderson, 2009). Squire (1992) ontleedde het langetermijngeheugen verder in een *expliciet geheugen*, bestaande uit een geheugen voor persoonlijke gebeurtenissen (episodisch geheugen) en een geheugen voor feiten (semantisch geheugen), en een *impliciet geheugen* (waarin informatie wordt opgeslagen die niet bewust is terug te halen).

Onderzoek naar de werking van het kortetermijngeheugen voor verbale en visueel-spatiële informatie was voor Baddeley en Hitch (1974) aanleiding om de meer actieve term *werkgeheugen* te introduceren. Het werkgeheugen kan worden gezien als een specificatie van het kortetermijngeheugen en verwijst naar een systeem waarin informatie tijdelijk kan worden opgeslagen en/of gemanipuleerd, zodat complexe cognitieve activiteiten (zoals lezen of luisteren) kunnen worden uitgevoerd (Baddeley et al., 2009). Het werkgeheugenmodel van Baddeley en Hitch (1974) is nog steeds een breed geaccepteerd model, bestaande uit drie verschillende componenten: de *phonological loop*, de *visual-spatial sketchpad* en de *central executive* (zie Figuur 1).



**Figuur 1: Het multicomponenten model van werkgeheugen. Baddeley & Hitch (1976).**

De *phonological loop* is verantwoordelijk voor het vasthouden van specifieke spraak-gebaseerde informatie (auditief-verbale informatie). Met behulp van een articulatorisch herhalingsmechanisme kan dit systeem een beperkte hoeveelheid verbale informatie tijdelijk vasthouden. De *visual-spatial sketchpad* zorgt op vergelijkbare wijze voor de tijdelijke opslag van dynamische en statische visuo-spatiële informatie (Baddeley, 2007). Deze specifieke systemen worden gecoördineerd en gecontroleerd door de *central executive*, een algemeen systeem dat tevens verantwoordelijk is voor het terughalen en manipuleren van informatie uit het langetermijngeheugen.

## 1.2 Geheugenonderzoek bij leerlingen met leerproblemen

In diverse onderzoeken bij normaal presterende leerlingen is aangetoond dat prestaties op werkgeheugentaken een goede voorspeller zijn voor latere schoolprestaties (Bayliss, Jarrold, Gunn, & Baddeley, 2003; Gathercole & Pickering, 2000a; Leather & Henry, 1994). Onderzoek naar het geheugen van leerlingen met achterblijvende schoolprestaties heeft zich dan ook vooral toegespitst op het werkgeheugen, uitgaande van de drie systemen van het werkgeheugenmodel van Baddeley en Hitch (1974); de phonological loop, de visual-spatial sketchpad en de central executive.

Inmiddels is in meerdere onderzoeken aangetoond dat zowel leerlingen met algemene leerproblemen (Gathercole & Pickering, 2000b; Gathercole & Pickering, 2001; Henry, 2002; Maehler & Schuchardt, 2009; van der Molen, van Luit, Jongmans & van der Molen, 2007) als leerlingen met specifieke leerstoornissen (Gathercole, Alloway, Willis & Adams, 2006; McLean & Hitch, 1999; Kibby & Cohen, 2008;

Pickering & Gathercole, 2004; van der Sluis, van der Leij & de Jong, 2005) fundamentele problemen vertonen in één of meerdere systemen van het werkgeheugen. Maar welke systemen precies zijn aangedaan, daarover bestaat een hoop onduidelijkheid.

Onderzoekers zijn het er vrijwel over eens dat leerlingen met leerproblemen beperkingen vertonen in het algemene systeem van het werkgeheugen; de central executive, door verschillende onderzoekers gemeten met behulp van diverse taken die aandachtscontrole/regulatie vereisen. Over de twee specifieke systemen van het werkgeheugen bestaan tegenstrijdige resultaten. Gathercole en Pickering (2000b; 2001) vonden, naast de beperkingen in de central executive, vooral beperkingen in de visual-spatial sketchpad. Van der Molen et al. (2007) concludeert dat leerlingen met milde intellectuele beperkingen vooral beperkingen vertonen in de phonological loop. Swanson en Siegel (2001) concluderen op basis van een uitgebreid reviewonderzoek dat leerlingen en volwassenen met leerproblemen vooral beperkingen in de central executive en de phonological loop vertonen. De visual-spatial sketchpad zou volgens hen intact zijn bij eenvoudige visueel-spatieële taken die geen beroep doen op het executieve systeem. Maehler en Schuchardt (2009) vergeleken het werkgeheugen van een groep gemiddeld intelligente leerlingen met algemene leerproblemen met een groep beneden gemiddeld intelligente leerlingen met algemene leerproblemen. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat bij beide groepen alle drie systemen van het werkgeheugen in vergelijkbare mate waren aangedaan.

Volgens sommige onderzoekers zijn de verschillen in de beperkingen van het werkgeheugen te relateren aan specifieke leerstoornissen. Onderzoek naar het werkgeheugen van leerlingen met een specifieke leesstoornis levert echter opnieuw tegenstrijdige resultaten op. Kibby en Cohen (2008) vonden bij deze leerlingen vooral beperkingen in de phonological loop. Een onderzoek van de Jong (1998) toonde in alle drie systemen van het werkgeheugen beperkingen aan. Echter, in twee onderzoeken van Van der Sluis et al. (2005) lieten deze leerlingen geen beperkingen in het werkgeheugen zien, terwijl het werkgeheugen van leerlingen met een specifieke rekenstoornis liet zien dat deze leerlingen beperkingen vertonen in de visual-spatial sketchpad. McLean en Hitch (1999) vonden tevens beperkingen in de central executive. Ook leerlingen met ADHD zouden voornamelijk problemen vertonen in de visual-spatial sketchpad (Kibby & Cohen, 2008).



Het langetermijngeheugen van leerlingen met leerproblemen is minder frequent onderzocht. Kibby en Cohen (2008) onderzochten recent het langetermijngeheugen van leerlingen met ADHD en/of een specifieke leesstoornis. Bij beide groepen leerlingen bleek zowel het visuele als het auditief-verbale langetermijngeheugen intact te zijn.

### **1.3 Operationalisaties van geheugen**

Voorgaande onderzoeken hebben zich vooral toegespitst op de relatie tussen het werkgeheugen en leerproblemen, waarbij men is uitgegaan van het werkgeheugenmodel van Baddeley en Hitch (1974). Met behulp van diverse (vaak experimentele) taken, die een betrouwbare meting moeten geven van de drie systemen van het werkgeheugenmodel, is getracht te bepalen welke systemen van het werkgeheugen precies zijn aangedaan bij leerlingen met leerproblemen.

Voor het vaststellen van de capaciteit van de phonological loop is gebruik gemaakt van één of meerdere verbale geheugenspantaken, waarbij een steeds langer wordende reeks cijfers, woorden of nonwoorden in juiste volgorde moet worden nagezegd. De visual-spatial sketchpad wordt verschillend gemeten met behulp van statische en/of dynamisch matrix-taken, doelhof-taken en/of de Corsi-blokkentest. De central executive wordt op verschillende wijze geoperationaliseerd en gemeten met uiteenlopende taken, zoals onder andere: Backward digit recall (WMTB-C: zie Pickering & Gathercole, 2001), de Counting span test (zie Case, Kurland & Goldberg, 1982), Listening recall test (zie Gathercole & Pickering, 2000) en/of de Double span task (zie Maehler & Schuchardt, 2009).

Het is niet duidelijk waarop de keuze voor bepaalde taken is gebaseerd. Sommige onderzoekers maken gebruik van aangepaste versies van bestaande taken en hanteren bij dezelfde taken niet altijd gelijke scoringscriteria. Daarnaast maken onderzoekers gebruik van verschillende onderzoeksgroepen en selectiecriteria en worden gevonden resultaten met uiteenlopende verklaringen gerechtvaardigd. Een poging om tot een algemene conclusie te komen omtrent de relatie tussen werkgeheugen en leerproblemen is op basis van voorgaand onderzoek onmogelijk. Een overzicht van de studies is in Bijlage A opgenomen.

#### **1.4 Vraagstelling huidige onderzoek**

Voorgaand onderzoek naar de relatie tussen leerproblemen en geheugen heeft zich voornamelijk gericht op de vraag welke theoretisch veronderstelde systemen van het werkgeheugen verantwoordelijk zijn voor de problemen die leerlingen ervaren in het leren. Met behulp van uiteenlopende experimentele taken heeft men geprobeerd deze theoretische concepten bij verschillende onderzoeksgroepen te meten. Deze taken staan ver af van de wijze waarop verbale en/of visuele informatie in de alledaagse schoolsetting wordt aangeboden, geleerd en onthouden, zijn bovendien niet beschikbaar voor de klinische praktijk en hebben tot nu toe tegenstrijdige resultaten opgeleverd. Dit werpt de vraag op of een specifieke vorm van geheugen, gemeten met een bepaalde geheugentaak, leerlingen met leerproblemen daadwerkelijk kan discrimineren van normaalpresterende leeftijdsgenoten.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden zullen de geheugenprestaties van leerlingen van het speciaal basisonderwijs (SBO) zowel op *groepsniveau* als op *individueel niveau* worden vergeleken met de geheugenprestaties van normaalpresterende leeftijdsgenoten van het regulier basisonderwijs (RBO). In tegenstelling tot de experimentele taken die in voorgaand onderzoek zijn gebruikt, zullen in dit onderzoek klinische, genormeerde geheugentests worden geselecteerd die voor de praktijk beschikbaar zijn. Er zullen geheugentests worden gekozen die een beroep doen op verschillende vormen van geheugen (kortetermijngeheugen, werkgeheugen en langetermijngeheugen) en waarbij verschillende typen informatie (auditief-verbale vs. visuele informatie) moet worden onthouden.

## 2. Methode

### 2.1 Proefpersonen

Aan dit onderzoek hebben 25 leerlingen van een reguliere basisschool (RBO) en 25 leerlingen van twee scholen voor speciaal basisonderwijs (SBO) deelgenomen. De scholen zijn persoonlijk benaderd met de vraag hun medewerking te verlenen voor het onderzoek. De leerlingen zijn geselecteerd op grond van hun leeftijd; alleen 8- en 9-jarige leerlingen werden geselecteerd. Ten aanzien van het regulier basisonderwijs zijn leerlingen met een rugzak, een gediagnosticeerde leerstoornis of hoogbegaafdheid en leerlingen die een jaar gedoubleerd hebben, uitgesloten van het onderzoek. In het speciaal basisonderwijs zijn leerlingen met een indicatie voor het speciaal onderwijs niet geselecteerd. Ouders hebben middels een brief toestemming gegeven voor deelname van hun kind aan het onderzoek. In Tabel 1 worden de karakteristieken van de onderzoeksgroep weergegeven.

**Tabel 1: Beschrijvende variabelen per onderzoeksgroep**

	RBO (N=25)	SBO (N=25)
<b>Leeftijd</b>		
Leeftijdsklasse	8;1 – 9;5 jaar	8;0 - 9;9 jaar
Gemiddelde leeftijd	8;9 jaar	9;0 jaar
Standaarddeviatie	5,2 mnd.	6,3 mnd.
<b>Geslacht</b>		
Jongens	11	13
Meisjes	14	12

### 2.2 Materiaal

Bij alle proefpersonen zijn de hieronder beschreven geheugentests afgenomen. Bij afname van de geheugentests is gebruik gemaakt van de instructies zoals beschreven in de bijbehorende handleidingen, met uitzondering van het onderdeel Plaatjes onthouden van de Nederlandse Differentiatie Test (Van Hoorn, van der Kamp & den Brinker, 2004). Hier werd de afname aangepast (zie de beschrijving verderop).

*15 Woordentest (Kalverboer & Deelman, 1986).* De 15 Woordentest is een auditief-verbale geheugentest die zowel het kortetermijn- als het langetermijngeheugen van auditief aangeboden betekenisvolle informatie meet. De test bestaat uit vijf opeenvolgende trials die de geheugenopbouw in kaart brengt. Bij elke trial wordt

eenzelfde reeks van 15 ongerelateerde woorden voorgelezen, die het kind zo goed mogelijk moet proberen te onthouden. Na afloop van elke trial wordt aan het kind gevraagd welke woorden hij/zij onthouden heeft. Het totaal aantal onthouden woorden over de vijf trials vormt de ruwe score (onmiddellijke reproductie), die kan worden omgezet in een decielscore. Ongeveer 15 – 20 minuten na afname van de vijf trials, wordt het kind gevraagd welke woorden hij/zij nog kan terughalen (uitgestelde reproductie). De ruwe score op de uitgestelde reproductietaak kan eveneens worden omgezet in een decielscore. Bij de recognitietaak wordt het kind gevraagd om van 30 woorden te beoordelen of ze in de betreffende reeks voorkwamen. Bij deze taak kan alleen een ruwe score worden berekend (het aantal correct beoordeelde woorden met een maximum van 30), gezien er geen normering beschikbaar is.

In dit onderzoek zijn de scores op de afzonderlijke vijf trials, de ruwe scores en decielscores op de onmiddellijke en uitgestelde reproductietaak en de ruwe score op de recognitietaak vergeleken. Met uitzondering van de *normen* en de *criteriumvaliditeit* wordt deze test voldoende tot goed beoordeeld door de COTAN.

*Digit recall en Backward digit recall, onderdelen Working Memory Test Battery for Children (WMTB-C, Pickering & Gathercole, 2001).* Het onderdeel Digit recall meet de geheugenspan voor auditief aangeboden willekeurige informatie. Het kind wordt gevraagd een willekeurige reeks cijfers in voorwaartse volgorde na te zeggen. Na elk blok, bestaande uit vijf items, neemt de reeks met één cijfer toe. Het onderdeel Backward digit recall meet het werkgeheugen voor auditief aangeboden willekeurige informatie. Het kind wordt bij dit onderdeel gevraagd een willekeurige reeks cijfers in achterwaartse volgorde na te zeggen. Evenals bij het onderdeel Digit recall neemt de reeks na elk blok met met één cijfer toe. Op beide onderdelen bestaat de ruwe score uit het aantal correct beantwoorde reeksen, welke kan worden omgezet in een standardscore. Zowel de ruwe score als de standardscore op beide onderdelen zijn in dit onderzoek vergeleken. De WMTB-C is nog niet door de COTAN beoordeeld.

*Zinnen nazeggen, onderdeel WPPSI-R intelligentietest (Van der Steene & Bos, 1973).* Zinnen nazeggen is een subtest van de WPPSI-R, een intelligentietest voor kinderen in de leeftijd van 2;6 jaar tot en met 7;11 jaar. Dit onderdeel meet de geheugenspan voor auditief aangeboden betekenisvolle informatie. Het kind wordt gevraagd (steeds langer wordende) zinnen na te zeggen. Er kan een ruwe score worden berekend,

welke kan worden omgezet in een standaardscore ( $M = 10$ ,  $SD = 3$ ). In dit onderzoek is alleen de ruwe score vergeleken, aangezien de proefpersonen qua leeftijd buiten het normbereik vallen. De COTAN beoordeelt de WPPSI-R op de aspecten *uitgangspunten testconstructie, normen, betrouwbaarheid en criteriumvaliditeit* onvoldoende. De *kwaliteit van de handleiding, het testmateriaal* en de *begripsvaliditeit* worden voldoende tot goed beoordeeld.

*Plaatjes onthouden, onderdeel Nederlandse Differentiatie Testserie Basistest (NDT, van Hoorn, van der Kamp & den Brinker, 2004)*. Dit onderdeel is in aangepaste vorm afgenomen, om naast het visuele kortetermijngeheugen ook een indruk te krijgen van het visuele langetermijngeheugen en de visuele recognitie. Het kind krijgt achtereenvolgens de eerste twee pagina's (in plaats van alle vier pagina's) van het testboekje aangeboden, waarop 10 concrete voorwerpen staan afgebeeld. Per pagina krijgt hij/zij 1 minuut de tijd om zoveel mogelijk voorwerpen te onthouden. Na het bestuderen van de twee pagina's wordt het kind direct gevraagd welke voorwerpen hij/zij onthouden heeft (onmiddellijke reproductie). Vervolgens wordt na 15 – 20 minuten nogmaals gevraagd welke voorwerpen het kind kan terughalen (uitgestelde reproductie). Bij de afname is gebruik gemaakt van de instructies zoals beschreven in de handleiding. Daarnaast is een recognitietaak ontworpen analoog aan de recognitietaak van de 15 Woordentest. Bij deze taak wordt het kind gevraagd om van 40 afgebeelde voorwerpen (de 40 voorwerpen die op de vier pagina's in het testboekje van de NDT staan) te beoordelen of ze op de aangeboden pagina's afgebeeld waren. Bij deze taak werd de volgende instructie gegeven:

*'Je krijgt zo meteen een heleboel kaartjes te zien met plaatjes erop. Bij elk plaatje moet je bepalen of je dit plaatje in het boekje hebt zien staan. Wanneer je het plaatje in het boekje hebt gezien, leg je het boven op de envelop met 'GEZIEN'. Wanneer je het plaatje niet in het boekje hebt zien staan, leg je het boven op de envelop met 'NIET GEZIEN'. Heb je nog vragen? Kun jij me vertellen wat je zo meteen moet doen?'*

Omdat de test in aangepaste vorm is afgenomen kan geen standaardscore berekend worden. In dit onderzoek zijn de ruwe scores op de onmiddellijke reproductie, de uitgestelde reproductie en de recognitietaak vergeleken.

*Geheugenspan, onderdeel RAKIT intelligentietest (Bleichrodt, Resing, Drenth & Zaal, 1987).* Geheugenspan meet het sequentieel werkgeheugen van zowel concrete als abstracte visuele informatie. Het kind krijgt enkele seconden een reeks (concrete / abstracte) figuren in een boekje te zien die hij/zij moet onthouden. Na omslaan van de bladzijde wordt het kind gevraagd om blokjes waarop de figuren staan afgebeeld in de zojuist aangeboden volgorde neer te leggen. Het aantal figuren dat in volgorde moet worden onthouden neemt toe. De ruwe score bestaat uit de som van het aantal items correct bij aanbieder van concrete plaatjes en het aantal items correct bij aanbieder van abstracte figuren. De ruwe score kan worden omgezet in een standaardscore ( $M = 15, SD = 5$ ). In dit onderzoek zijn zowel de ruwe score, de standaardscore als de afzonderlijke ruwe scores op concrete dan wel abstracte figuren vergeleken. De RAKIT intelligentietest wordt door de COTAN voldoende tot goed beoordeeld.

*Revised Visual Retention Test (RVRT, Benton, A.L., 1974).* De RVRT meet het kortetermijngeheugen voor visueel-ruimtelijke informatie. Bij deze test krijgt het kind 10 seconden lang een figuur te zien, die het vervolgens direct uit het hoofd moet natekenen. In totaal worden 10 figuren aangeboden die oplopen in moeilijkheidsgraad. Er kan een ruwe score berekend worden voor het aantal goed getekende figuren en voor het aantal gemaakte fouten. Naast deze scores, wordt de ruwe score per figuur ook meegenomen in het onderzoek. De COTAN heeft deze test op alle aspecten beoordeeld met een voldoende.

*Namen leren, onderdeel RAKIT intelligentietest (Bleichrodt et al., 1987).* Bij het onderdeel 'Namen leren' moet auditieve informatie gekoppeld aan visuele informatie worden onthouden. Aan het kind worden achtereenvolgens 12 afbeeldingen van een poes of een vlinder getoond. Aan elke poes of vlinder wordt een naam gegeven die het kind moet proberen te onthouden. Vervolgens worden alle afbeeldingen opnieuw getoond, waarbij het kind wordt gevraagd welke namen de poezen en vlinders hadden gekregen (trial 1). De namen die het kind vergeten is worden opnieuw aangeboden. Een laatste keer worden de afbeeldingen achtereenvolgens getoond, waarbij het kind opnieuw moet aangeven welke namen zij onthouden heeft (trial 2). De ruwe score bestaat uit de som van het aantal onthouden namen bij trial 1 en 2, welke kan worden omgezet in een standaardscore ( $M = 15, SD = 5$ ). In dit onderzoek zijn zowel de ruwe score, de standaardscore als de afzonderlijke scores op de twee trials vergeleken.

### 2.3 Procedure

Alle testafnames hebben 's ochtends plaatsgevonden in een stille ruimte op de eigen basisschool. De testafnames zijn door één testleider afgenomen, met uitzondering van drie leerlingen van het speciaal basisonderwijs die zijn uitgevoerd door de stagiaire van de basisschool. De geheugentests zijn individueel afgenomen in twee sessies van 30 – 45 minuten. Tussen beide sessies zat bij alle leerlingen ongeveer een week. Bij het opstellen van de volgorde van de testbatterij is getracht het optreden van interferentie zoveel mogelijk te beperken, door auditieve geheugentests af te wisselen met geheugentests die een beroep doen op het visuele kanaal. In Tabel 2 is de testbatterij voor beide sessies weergegeven. Bij alle leerlingen is deze volgorde van afname aangehouden.

**Tabel 2: Testbatterij per testafname.**

<b>Testafname 1</b>	<b>Testafname 2</b>
15 Woordentest, trial 1 t/m 5	Plaatjes onthouden, onmiddellijke reproductie (NDT)
Revised Visual Retention Test (RVRT)	Digit recall (WMTB-C)
Geheugenspan (RAKIT)	Digit backward recall (WMTB-C)
15 Woordentest, uitgestelde reproductie	Zinnen nazeggen (WPPSI-R)
15 Woordentest, cognitietaak	Plaatjes onthouden, uitgestelde reproductie (NDT)
Namen leren (RAKIT)	Plaatjes onthouden, cognitietaak (NDT)

### 3. Resultaten

De prestaties op de verschillende geheugentests zijn zowel op groepsniveau als op individueel niveau vergeleken. Eerst zullen de resultaten per geheugentest op groepsniveau worden besproken. Vervolgens zullen de individuele verschillen zichtbaar worden gemaakt.

#### 3.1 Een vergelijking van de geheugenprestaties op groepsniveau

##### *15 Woordentest (15 WT)*

In Tabel 3 staan de resultaten op de 15 Woordentest weergegeven, zoals behaald door de leerlingen van het RBO en de leerlingen van het SBO. Een *onafhankelijke T-toets* toonde voor alle scores significante verschillen aan tussen de leerlingen van het RBO en het SBO. De leerlingen van het RBO presteerden beter op elke afzonderlijke trial en behaalden in totaal een hogere ruwe score en een hogere deciel score. Na 15 – 20 minuten hadden de leerlingen van het RBO gemiddeld meer woorden onthouden dan de leerlingen van het SBO. Op de recognitietaak, waarbij een maximaal haalbare score van 30 behaald kan worden, presteerden de leerlingen van het RBO ook significant beter dan de leerlingen van het SBO. Van de RBO-leerlingen behaalde 92% (23 leerlingen) de maximaal haalbare score, van de SBO-leerlingen behaalde maar 20% deze maximale score.

**Tabel 3: Resultaten RBO en SBO op de 15 Woordentest**

	RBO		SBO		Sig. (2-tailed)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
<b>Trial</b>	<b>1</b>	5.52	1.42	3.92	1.15	.001
	<b>2</b>	7.56	1.45	6.08	1.41	.001
	<b>3</b>	8.92	1.78	6.44	2.26	.001
	<b>4</b>	10.44	1.98	7.64	2.68	.001
	<b>5</b>	10.76	1.88	7.88	2.70	.001
	<b>TAG<sup>1</sup> ruwe score</b>	43.20	6.67	31.96	8.00	.001
	<b>TAG deciel score</b>	5.72	2.61	2.00	1.71	.001
	<b>Reproductie<sup>2</sup> ruwe score</b>	10.00	2.18	7.44	2.63	.001
	<b>Reproductie deciel score</b>	6.24	2.95	3.44	2.86	.001
	<b>Recognitie ruwe score</b>	29.84	.624	28.16	1.99	.001

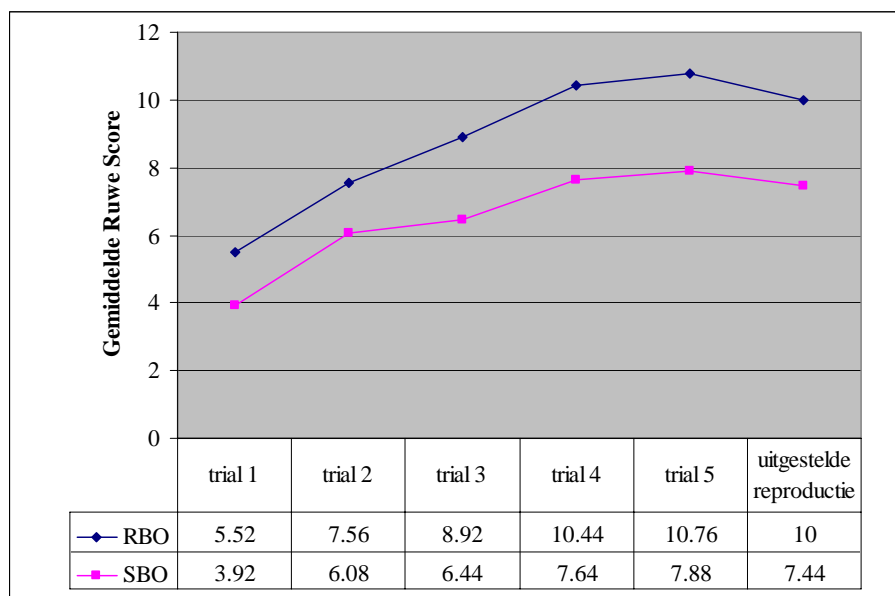
<sup>1</sup>TAG = Totaal aantal goed over vijf trials; onmiddellijke reproductie

<sup>2</sup>Reproductie = Uitgestelde reproductie



Daarnaast zijn de prestaties op de afzonderlijke vijf trials vergeleken met een *GLM analyse met herhaalde metingen*. Deze analyse toonde een interactie-effect aan tussen school en trial ( $F(4, 48) = 2.79, p = .03$ ). Het verschil in prestatie tussen beide scholen werd groter bij opeenvolgende trials. Een *GLM analyse met herhaalde metingen* met repeated contrasts, toonde aan dat de leerlingen van het RBO elke opeenvolgende trial significant beter presteerden tot en met trial 4. De prestatie op trial 5 verschilde vervolgens niet significant meer van de prestatie op trial 4. De leerlingen van het SBO lieten een meer sprongsgewijze leercurve zien. Op trial 2 presteerden zij significant beter dan op trial 1. Vervolgens lieten zij geen significant verschil in prestatie zien tussen trial 3 en trial 2. Op trial 4 presteerden zij weer significant beter dan op trial 3. De prestatie op trial 5 verschilde vervolgens niet significant meer van de prestatie op trial 4 (zie Figuur 1).

Ook is met een *GLM analyse met herhaalde metingen* de prestatie op trial 5 vergeleken met de prestatie op de uitgestelde reproductie. Deze analyse liet geen interactie-effect zien tussen school en trial ( $F(1, 48) = .198, p = .66$ ). Er was wel sprake van een hoofdeffect van school ( $F(1, 48) = 23.12, p = .001$ ). Dit betekent dat de leerlingen van het RBO, zowel op de vijfde trial als op de uitgestelde reproductie, beter presteerden dan de leerlingen van het SBO. Tussen de vijfde trial en de uitgestelde reproductie lieten beide scholen echter een vergelijkbare daling in het aantal onthouden woorden zien (zie Figuur 2).

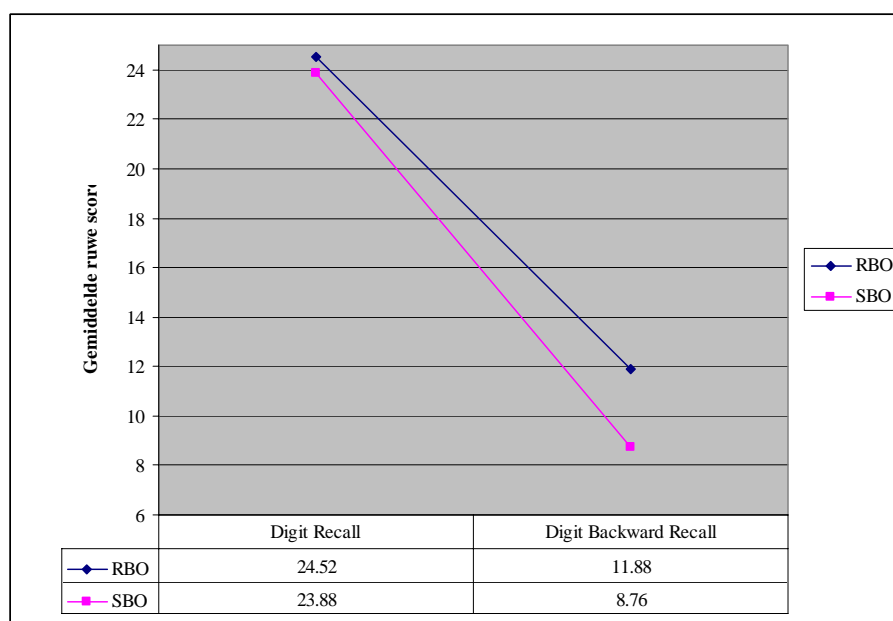


**Figuur 2: Gemiddelde ruwe score op de afzonderlijke trials en de uitgestelde reproductietaak**

### *Digit Recall (DR) en Digit Backward Recall (DBR), WMTB-C*

Met behulp van de subtesten 'Digit recall' en 'Digit backward recall' van de WMTB-C, een door Gathercole & Pickering (1999) ontwikkelde testbatterij voor onderzoek van het werkgeheugen, is het auditief werkgeheugen onderzocht.

Een *GLM analyse met herhaalde metingen* toonde een significant interactie-effect tussen werkgeheugen en school aan ( $F(1, 48) = 10.24, p = .002$ ). Er bestond een verschil in prestatie tussen beide scholen, maar dit verschil was afhankelijk van werkgeheugen. Een *onafhankelijke T-toets* toonde geen significant verschil in prestatie aan op Digit recall ( $t(48) = .81, p = .42$ ). Op Digit backward recall presteerden de leerlingen van het RBO significant beter dan de leerlingen van het SBO ( $t(48) = 5.1, p = .001$ ), zoals te zien is in Figuur 3. Een *gepaarde T-toets* toonde aan dat leerlingen van beide scholen, RBO en SBO, significant beter presteerden op Digit recall dan op Digit backward recall.



**Figuur 3: Gemiddelde ruwe score Digit Recall vs. Digit Backward Recall**

Een vergelijking van de gemiddelde standaardscores met behulp van een *onafhankelijke T-toets* liet eenzelfde beeld zien. Op Digit recall werden geen significante verschillen gevonden ( $t(48) = 1.41, p = .4$ ). Op Digit backward recall presteerden de leerlingen van het RBO significant beter dan de SBO-leerlingen ( $t(48) = 4.09, p = .001$ ). Opmerkelijk was dat de gemiddelde standaardscore van de RBO-leerlingen op Digit recall ( $M = 88.36, SD = 12.1$ ) ver beneden het gemiddelde van de

test lag ( $M = 100$ ,  $SD = 15$ ). De gemiddelde standaardscore van de RBO-leerlingen op Digit backward recall kwam ongeveer overeen met het gemiddeld van de test ( $M = 96.12$ ,  $SD = 9.9$ ).

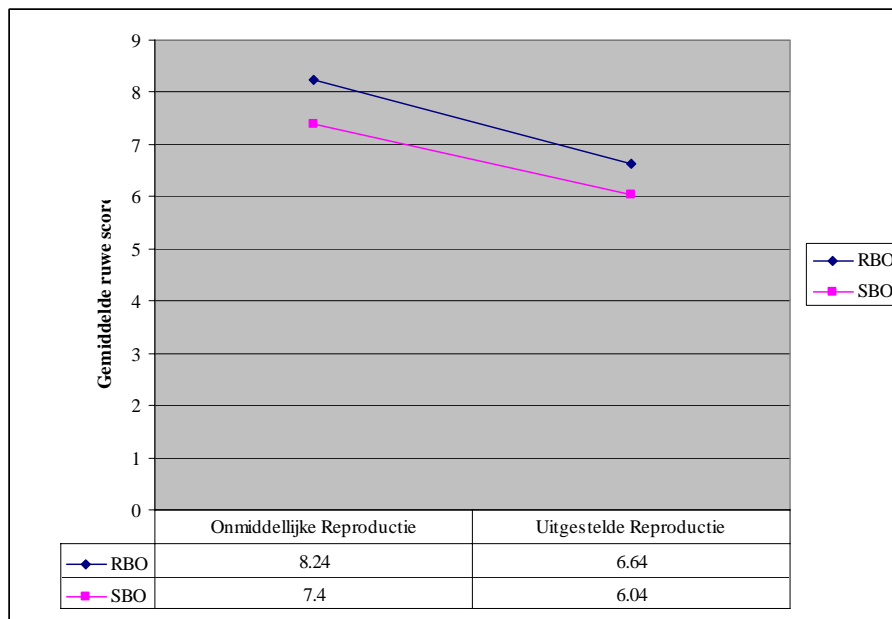
#### *Zinnen nazeggen (ZN), WPPSI-R*

De geheugenspan voor auditief aangeboden verbale informatie is onderzocht met behulp van de subtest ‘Zinnen nazeggen’ van de WPPSI-R. Een *onafhankelijke T-toets* toonde significante verschillen in prestatie aan tussen de leerlingen van het RBO en het SBO ( $t(39.58) = 3.4$ ,  $p = .002$ ). Leerlingen van het RBO presteerden significant beter op deze subtest ( $M = 26.9$ ,  $SD = 4.0$ ) dan de leerlingen van het SBO ( $M = 23.7$ ,  $SD = 2.4$ ).

#### *Plaatjes onthouden (PO), NDT*

Met behulp van een aangepaste versie van het onderdeel ‘Plaatjes onthouden’ van de NDT, is het visueel kortetermijngeheugen (onmiddellijk reproductie) en het visueel langetermijngeheugen (uitgestelde reproductie) van RBO- en SBO-leerlingen onderzocht. Een *GLM analyse met herhaalde metingen* toonde geen interactie-effect tussen school en moment van reproduceren aan ( $F(1, 48) = .21$ ,  $p = .65$ ). Er was geen sprake van een hoofdeffect van school ( $F(1, 48) = 1.25$ ,  $p = .27$ ). Er bestaan dus geen significante verschillen in prestatie tussen beide scholen. Het hoofdeffect van moment van reproduceren was wel significant ( $F(1, 48) = 31.71$ ,  $p = .001$ ). Leerlingen van zowel het RBO als het SBO behaalden gemiddeld een significant lagere prestatie op de uitgestelde reproductie vergeleken met de onmiddellijke reproductie. Gemiddeld genomen nam bij beide groepen het aantal onthouden afbeeldingen na verloop van tijd af (zie Figuur 4).

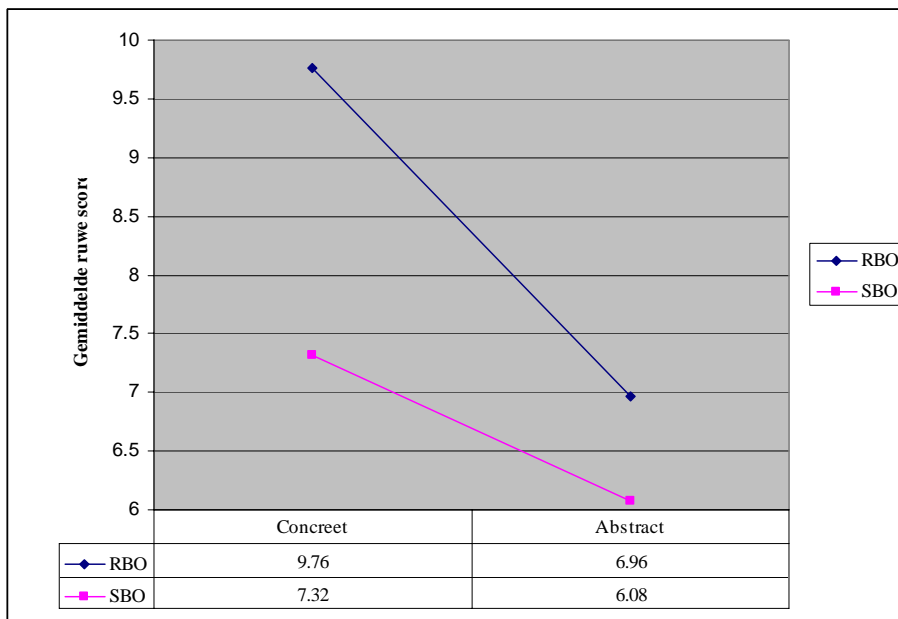
Op de zelf ontwikkelde recognitietaak, waarbij een maximale score van 40 kan worden behaald, liet een *onafhankelijke T-toets* geen significant verschil in prestatie zien ( $t(48) = 1.19$ ,  $p = .24$ ). Beide groepen, RBO ( $M = 36.9$ ,  $SD = 3.2$ ) en SBO ( $M = 35.7$ ,  $SD = 4.1$ ), behaalden gemiddeld een vergelijkbare prestatie.



**Figuur 4: Gemiddelde ruwe score onmiddellijke reproductie vs. uitgestelde reproductie**

#### *Geheugenspan (GS), RAKIT*

Met betrekking tot de subtest ‘Geheugenspan’, een taak die een beroep doet op het visueel-sequentieel geheugen, zijn de prestaties op de twee afzonderlijke taken ‘concreet materiaal’ en ‘abstract materiaal’ vergeleken. Een *GLM analyse met herhaalde metingen* toonde een significant interactie-effect tussen school en soort materiaal aan ( $F(1, 48) = 5.60, p = .02$ ). Een *onafhankelijke T-toets* toonde aan dat de leerlingen van het RBO significant beter presteerden dan het SBO, wanneer concreet materiaal werd aangeboden ( $t(42.7) = 4.79, p = .001$ ). Bij aanbieding van abstract materiaal traden er geen significante verschillen tussen het RBO en het SBO op ( $t(48) = 1.69, p = .1$ ). Een *gepaarde T-toets* toonde significante verschillen aan tussen de prestatie op de geheugentaak met concreet materiaal en de geheugentaak met abstract materiaal, zowel bij de RBO-leerlingen ( $t(24) = 6.06, p = .001$ ) als bij de leerlingen van het SBO ( $t(24) = 2.64, p = .01$ ). Leerlingen van beide scholen, RBO en SBO, presteerden gemiddeld significant beter op de geheugentaak met concreet materiaal, dan op de geheugentaak met abstract materiaal. Zie Figuur 5 voor een grafische weergave van de resultaten.

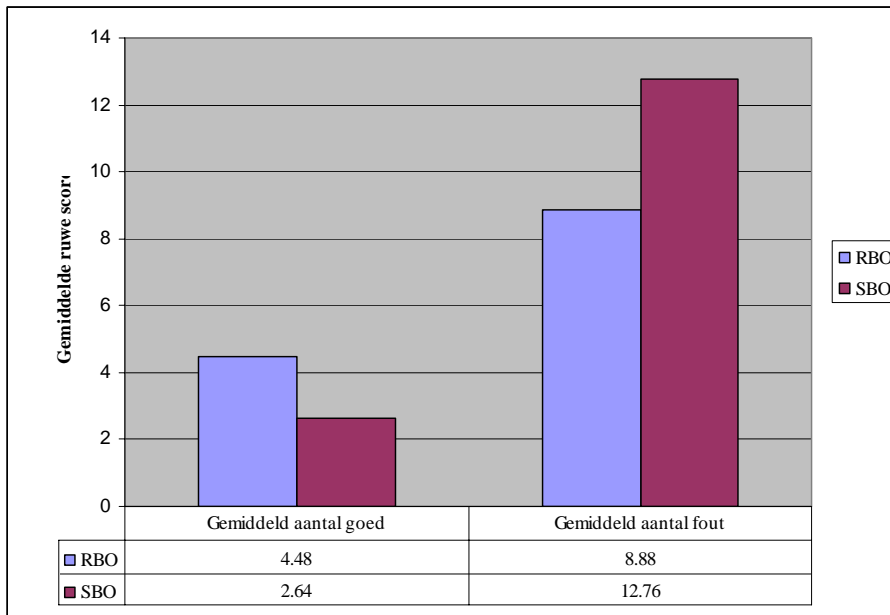


**Figuur 5: Gemiddelde ruwe score geheugenspan concreet vs. abstract**

Uit de gemiddelde totale ruwe score en de gemiddelde totale standaardscore op deze subtest bleek dat de leerlingen van het RBO gemiddeld een significant hogere totale ruwe score behaalden dan de leerlingen van het SBO. Evenals als bij de subtest ‘Namen leren’ kwam de gemiddelde standaardscore van de RBO-leerlingen ( $M = 15.6$ ,  $SD = 2.9$ ) ongeveer overeen met het gemiddelde van de test ( $M = 15$ ,  $SD = 5$ ). De gemiddelde standaardscore van de leerlingen van het SBO lag ongeveer één standaardafwijking beneden het gemiddelde van de test ( $M = 10.2$ ,  $SD = 4.9$ ).

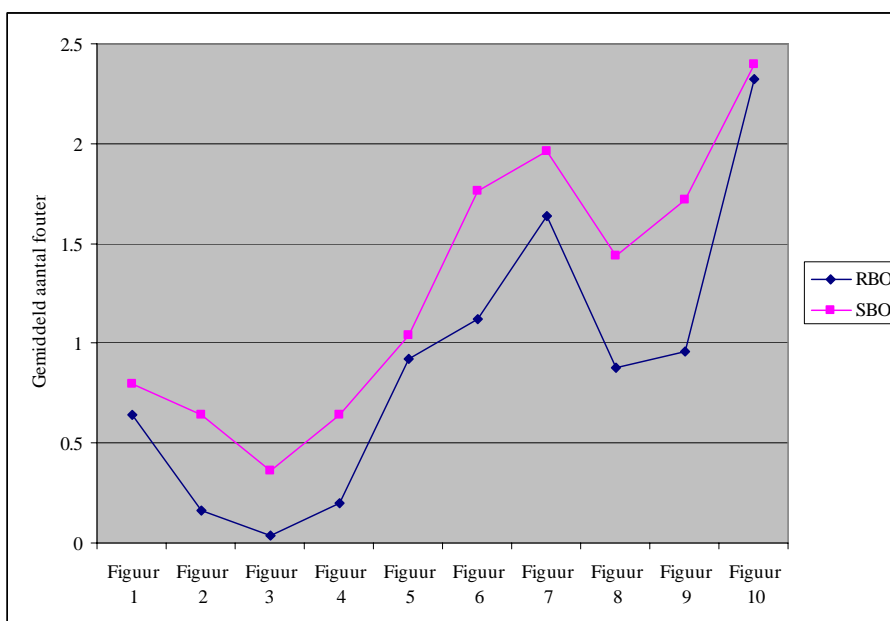
#### *Revised Visual Retention Test (RVRT)*

Om te bepalen of er significante verschillen bestaan in het visueel-constructieve kortetermijngeheugen van RBO- en SBO-leerlingen, zijn de prestaties op de Revised Visual Retention Test (RVRT) vergeleken. Een *onafhankelijke T-toets* toonde een significant verschil in prestatie aan tussen de leerlingen van het RBO en SBO, zowel als het ging om het gemiddeld aantal goed getekende figuren ( $t(48) = 3.73$ ,  $p = .001$ ) als het gemiddeld aantal gemaakte fouten ( $t(48) = -3.74$ ,  $p = .001$ ). De leerlingen van het RBO tekenden gemiddeld meer figuren correct uit hun hoofd ( $M = 4.5$ ,  $SD = 1.8$ ), dan de leerlingen van het SBO ( $M = 2.6$ ,  $SD = 1.7$ ). Zij maakten daarbij gemiddeld minder fouten ( $M = 8.9$ ,  $SD = 3.3$ ) dan de leerlingen van het SBO ( $M = 12.8$ ,  $SD = 4.0$ ). Zie Figuur 6.



**Figuur 6: Resultaten Benton Visual Retention Test**

Daarnaast zijn de prestaties op de afzonderlijke tien figuren vergeleken met een *GLM analyse met herhaalde metingen*. Deze analyse toonde geen interactie-effect aan tussen school en figuur ( $F(9, 48) = .65, p = .26$ ). Er was wel sprake van een significant hoofdeffect van figuur ( $F(9, 48) = 44.78, p = .001$ ), wat inhoudt dat er tussen de tien figuren significante verschillen in prestatie bestaan. Zoals te zien is in Figuur 7 laten de leerlingen van het RBO en het SBO een vergelijkbaar patroon zien als het gaat om de verschillen in prestatie tussen de tien figuren.



**Figuur 7: Gemiddeld aantal fout per afzonderlijke figuur**

Er was tevens sprake van een significant hoofdeffect van school ( $F(1, 48) = 13.96, p = .001$ ). Een *onafhankelijke T-toets* toonde aan dat de leerlingen van het RBO, met uitzondering van figuur 1, 5, 7 en 10, significant beter presteerden dan de leerlingen van het SBO; de leerlingen van het RBO maakten bij zes figuren gemiddeld minder fouten bij het uit het hoofd tekenen van de figuren (zie Tabel 4).

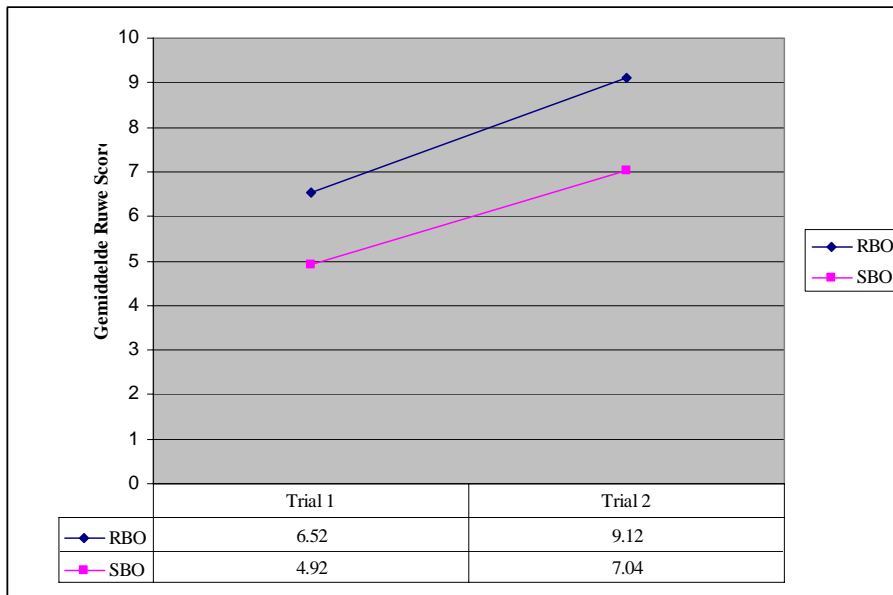
**Tabel 4: Resultaten RBO en SBO op de tien figuren van de Benton Visual Retention Test**

Figuur	RBO		SBO		Sig. (2-tailed)
	M	SD	M	SD	
1	.64	.49	.80	.41	.22
2	.16	.37	.64	.49	.001*
3	.04	.20	.36	.64	.02*
4	.20	.41	.64	.91	.03*
5	.92	.86	1.04	.94	.64
6	1.12	1.01	1.76	1.05	.03*
7	1.64	1.08	1.96	.74	.23
8	.88	.73	1.44	1.00	.03*
9	.96	.84	1.72	.84	.002*
10	2.32	.95	2.40	.71	.74

\* Er is sprake van een significant verschil in prestatie tussen RBO en SBO.

#### *Namen leren, RAKIT (NL)*

Om te bepalen of er significante verschillen bestaan in geheugen wanneer auditieve informatie gekoppeld aan visuele informatie moet worden onthouden, zijn de prestaties op de twee afzonderlijke trials van de subtest ‘Namen leren’ vergeleken. Een *GLM analyse met herhaalde metingen* toonde geen interactie-effect aan tussen school en trial ( $F(1, 48) = 1.85, p = .18$ ). Er was wel sprake van een significant hoofdeffect van school ( $F(1, 48) = 16.36, p = .001$ ) en een significant hoofdeffect van trial ( $F(1, 48) = 179.09, p = .001$ ). Leerlingen van het RBO behaalden een significant hogere gemiddelde score op zowel trial 1 als trial 2 vergeleken met de leerlingen van het SBO. De significante stijging in prestatie tussen trial 1 en trial 2 was echter voor beide scholen vergelijkbaar (zie Figuur 8).



**Figuur 8: Gemiddelde ruwe score op trial 1 en trial 2, Namen leren**

Uit de gemiddelde totale ruwe score en de gemiddelde totale standaardscore op deze subtest bleek dat de RBO-leerlingen na twee trials significant meer namen hadden geleerd ( $M = 15.6$ ,  $SD = 2.5$ ) dan de SBO-leerlingen ( $M = 12.0$ ,  $SD = 3.8$ ). De gemiddelde standaardscore van de RBO-leerlingen ( $M = 15.4$ ,  $SD = 3.5$ ) kwam ongeveer overeen met het gemiddelde van de subtest ( $M = 15$ ,  $SD = 5$ ). De gemiddelde standaardscore van de leerlingen van het SBO lag ongeveer één standaardafwijking beneden het gemiddelde van de test ( $M = 10.4$ ,  $SD = 4.5$ ).

#### *Overzicht resultaten op groepsniveau*

Om een overzicht te krijgen van de verschillen in geheugen tussen de leerlingen van het RBO en het SBO, is in Tabel 5 een globale samenvatting gegeven van de resultaten op groepsniveau. De resultaten op de verschillende geheugentests zijn daarbij gerelateerd aan de verschillende vormen van geheugen: kortetermijn-, langetermijn- en werkgeheugen en het type informatie: auditief, visueel en auditief-visueel gekoppeld. In vergelijking met de RBO-leerlingen presteren de leerlingen van het SBO vooral zwak op taken die een beroep doen op het auditief-verbale geheugen.



**Tabel 5: Overzicht resultaten op groepsniveau gerelateerd aan verschillende geheugenvormen**

	<b>Auditief</b>	<b>Visueel</b>	<b>Auditief-Visueel</b>
<b>KTG</b>	15 WT: RBO > SBO DR: RBO = SBO ZN: RBO > SBO	PO: RBO = SBO GS Abstract: RBO = SBO GS Concreet: RBO > SBO RVRT: RBO > SBO	NL: RBO > SBO
<b>LTG</b>			
<b>Reproductie</b>	15 WT: RBO > SBO	PO: RBO = SBO	
<b>Recognitie</b>	15 WT: RBO > SBO	PO: RBO = SBO	
<b>WG</b>	DBR: RBO > SBO		
<i>KTG = kortetermijngeheugen</i>	<i>15 WT = 15 Woordentest</i>	<i>PO = Plaatjes onthouden</i>	<i>NL = Namen leren</i>
<i>LTG = langetermijngeheugen</i>	<i>DR = Digit recall</i>	<i>GS = Geheugenspan</i>	
<i>WG = werkgeheugen</i>	<i>ZN = Zinnen nazeggen</i>	<i>RVRT = Revised Visual Retention Test</i>	
	<i>DBR = Digit backward recall</i>		

### 3.2 Een vergelijking van de geheugenprestaties op individueel niveau

Om een indruk te krijgen van het discriminerend vermogen van de verschillende geheugentests, is ook gekeken naar de individuele verschillen in geheugenprestatie op de verschillende testen. In de Tabellen 6 en 7 zijn de individuele gestandaardiseerde scores op zeven verschillende geheugentaken geïnterpreteerd volgens de richtlijnen van de tests. Met behulp van de kleuren groen, geel en rood is aangegeven of de individuele standardscore op de betreffende geheugentaak als boven gemiddeld, gemiddeld respectievelijk beneden gemiddeld wordt geclassificeerd. Om te bepalen in hoeverre een testscore op een geheugentest kan voorspellen of iemand daadwerkelijk een leerprobleem heeft (dus op het SBO zit), is voor elke test de *positieve predictieve waarde* en de *negatieve predictieve waarde* vastgesteld (zie onderaan Tabel 7). Deze termen worden vaak in de medische diagnostiek gebruikt om de waarde van een test te beschrijven (Petrie & Sabin, 2000). Onder de *positieve predictieve waarde* wordt verstaan: de proportie individuen met een afwijkende testuitslag (benedengemiddeld of lager) die ook daadwerkelijk met een leerprobleem op het SBO zitten. Onder de *negatieve predictieve waarde* wordt verstaan: de proportie individuen met een normale testuitslag (gemiddeld of hoger) die zonder leerproblemen op het regulier basisonderwijs zitten. Een hoge positieve in combinatie met een hoge negatieve predictieve waarde wil zeggen dat de test goed discrimineert tussen de twee groepen. Zoals te zien is onderaan Tabel 7 is de onmiddellijke reproductietaak van de 15 Woordentest de enige taak die de SBO-leerlingen relatief goed weet te discrimineren van de RBO-leerlingen. Beide waarden zijn .84, wat inhoudt dat van de groep

leerlingen met een beneden gemiddelde score 84% op het SBO zit, terwijl van de groep leerlingen met een gemiddelde score of hoger 84% op het RBO zit.

Daarnaast is gekeken naar de individuele ruwe scores op de taken waarbij geen gestandaardiseerde score kon worden berekend. De ruwe score op de taak 'Plaatjes onthouden recognitie' bleek samen te hangen met leeftijd. Bij de overige taken bleek leeftijd, gecorrigeerd voor school, echter geen effect te hebben op de ruwe scores. De individuele ruwe scores van deze geheugentaken zijn ter vergelijking weergegeven in Tabel 8. Met behulp van de kleuren groen, geel en rood is aangegeven welke leerlingen, ten opzichte van de hele groep, behoren tot circa de hoogste 25%, de middelste 50% respectievelijk de laagste 25%. De exacte percentages staan per geheugentaak weergegeven in Tabel 8. Met betrekking tot de geheugentaken Zinnen nazeggen, Plaatjes onthouden onmiddellijke reproductie en Plaatjes onthouden uitgestelde reproductie kan worden geconcludeerd dat deze taken onvoldoende discrimineren tussen leerlingen van het RBO en het SBO. Bij de 25% laagste scores zitten ook een aantal RBO-leerlingen en er zijn ook enkele SBO-leerlingen die testcores hebben behaald die behoren tot de hoogste 25%. De recognitietaak van de 15 Woordentest is de enige taak die de SBO-leerlingen relatief goed weet te discrimineren van de RBO-leerlingen. Van de leerlingen die geen maximale score weten te behalen op de recognitietaak zit 91% op het SBO (positieve predictieve waarde). Van de leerlingen die de maximale score weten te behalen zit 82% op het RBO (negatieve predictieve waarde).

Tabel 6: Classificatie individuele standaardscores RBO

	PP	15WT/OR	15WT/UR	GS	NL	DR	DBR	RVRT
R	1							
E	2							
G	3							
U	4							
L	5							
I	6							
E	7							
R	8							
	9							
B	10							
A	11							
S	12							
I	13							
S	14							
O	15							
N	16							
D	17							
E	18							
R	19							
W	20							
I	21							
J	22							
S	23							
	24							
	25							

	Boven gemiddeld
	Gemiddeld
	Beneden gemiddeld
<b>15WT/OR</b>	15 Woordentest onmiddellijke reproductie
<b>15WT/UR</b>	15 Woordentest uitgestelde reproductie
<b>GS</b>	Geheugenspan
<b>NL</b>	Namen leren
<b>DR</b>	Digid recall WMTB-C
<b>DBR</b>	Digid backward recall WMTB-C
<b>RVRT</b>	Revised Visual Retention Test

Tabel 7: Classificatie individuele standaardscores SBO

	PP	15 WT/OR	15 WT/UR	GS	NL	DR	DBR	RVRT
S	26							
P	27							
E	28							
C	29							
I	30							
A	31							
A	32							
L	33							
	34							
B	35							
A	36							
S	37							
I	38							
S	39							
O	40							
N	41							
D	42							
E	43							
R	44							
W	45							
I	46							
J	47							
S	48							
	49							
	50							

	Pos. predictieve waarde	Neg. predictieve waarde
<b>15WT/OR</b>	.84	.84
<b>15WT/UR</b>	.68	.68
<b>GS</b>	.92	.63
<b>NL</b>	.88	.69
<b>DR</b>	.56	.53
<b>DBR</b>	1	.68
<b>RVRT</b>	.74	.70

**Tabel 8: Verdeling laagpresteerders en hoogpresteerders van het RBO en SBO**

	PP	15WT/R <sup>1</sup>	ZN	PO/OR	PO/UR
R E G U L I E R B A S I S O N D E R W I J S	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				
S P E C I A L B A S I S O N D E R W I J S	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
	31				
	32				
	33				
	34				
	35				
	36				
	37				
	38				
	39				
	40				
	41				
	42				
	43				
	44				
	45				
	46				
	47				
	48				
	49				
	50				
		24%	26%	30%	38%
		56%	26%	30%	28%

	Laagpresteerders = +/- laagste 25%
	Hoogpresteerders = +/- hoogste 25%
<b>15WT/R</b>	15 Woordentest Recognitie
<b>ZN</b>	Zinnen nazeggen, WPPSI-R
<b>PO/OR</b>	Plaatjes onthouden, onmiddellijke reproductie
<b>PO/UR</b>	Plaatjes onthouden, uitgestelde reproductie

NB. De indeling is gebaseerd op basis van de ruwe scores per test.

<sup>1</sup> Op 15WT/R is 30 de maximale score die kan worden behaald.

## 4. Conclusie

In het huidige onderzoek is onderzocht of een specifieke vorm van geheugen, gemeten met een bepaalde geheugentaak, leerlingen met leerproblemen daadwerkelijk kan discrimineren van normaalpresterende leeftijdsgenoten. Daartoe zijn de prestaties van RBO- en SBO-leerlingen vergeleken op diverse klinische geheugentaken. Deze taken doen een beroep op verschillende vormen van geheugen: auditief en/of visueel geheugen, kortetermijngeheugen, werkgeheugen of langetermijngeheugen.

### 4.1 Verschillen in geheugen op groepsniveau

#### *Auditief vs. visueel geheugen*

Een vergelijking van de geheugenprestaties op groepsniveau laat zien dat leerlingen van het SBO vooral moeite hebben met het onthouden van auditief aangeboden informatie. Wanneer auditief-verbale informatie moet worden geleerd, blijken SBO-leerlingen in mindere mate te profiteren van het herhaald aanbieden van informatie dan de leerlingen van het RBO, waardoor zij zowel op de korte als op de langere termijn minder informatie weten vast te houden. Achteraf kunnen SBO-leerlingen de geleerde informatie ook minder goed herkennen in vergelijking met de leerlingen van het RBO. Ook wanneer auditief-verbale informatie voor korte tijd moet worden vastgehouden en gemanipuleerd presteren de leerlingen van het SBO zwakker dan hun normaalpresterende leeftijdsgenoten. Het puur herhalen van auditief-verbale informatie verloopt wisselend. Wanneer abstracte informatie moet worden herhaald, worden geen verschillen gevonden tussen het RBO en het SBO. Bij het herhalen van concrete, betekenisvolle informatie presteren de RBO-leerlingen opnieuw beter dan de leerlingen van het SBO.

Een vergelijking van het geheugen voor visuele informatie laat wisselende resultaten zien. Wanneer een reeks abstracte visuele stimuli direct moet worden gereproduceerd worden geen verschillen tussen het RBO en het SBO gevonden. Bij het direct reproduceren van een reeks concrete visuele stimuli presteren de leerlingen van het RBO echter veel beter dan de leerlingen van het SBO. Dit komt overeen met de prestaties op de auditief-verbale geheugentaken; het reproduceren van concrete informatie verloopt bij de meeste RBO-leerlingen beter dan bij de leerlingen van het SBO, terwijl geen verschil wordt gevonden bij het reproduceren van abstracte

informatie. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat RBO-leerlingen meer gebruik maken van geheugenstrategieën om informatie vast te houden, zoals bijvoorbeeld het verbaliseren cq. visualiseren van visuele respectievelijk auditief-verbale informatie. Bij het vasthouden van abstracte informatie zijn deze strategieën minder goed toepasbaar.

Bij het onderdeel Plaatjes onthouden (NDT) moeten ook concrete afbeeldingen worden onthouden. Op dit onderdeel behalen de leerlingen van het RBO en het SBO echter vergelijkbare resultaten. Zowel op de korte als op de langere termijn wordt een vergelijkbare hoeveelheid afbeeldingen onthouden. Achteraf kunnen beide groepen leerlingen de geleerde informatie ook even goed herkennen. Beide taken zijn echter verschillend als het gaat om de wijze waarop de visuele informatie wordt aangeboden. Waar de leerling bij Geheugenspan Concreet enkele seconden krijgt om de informatie in zich op te nemen, krijgt hij bij Plaatjes onthouden (NDT) enkele minuten om de concrete afbeeldingen in zich op te nemen. Een verbetering van de prestatie naarmate items langer zichtbaar zijn is in eerder onderzoek ook waargenomen (Fischer, 2001). Dit suggereert volgens Van der Sluis et al. (2005) dat visuele sequentiële taken niet alleen een beroep doen op het visueel-spatiële geheugen, maar ook een snelle informatieverwerking en een gecontroleerde aandacht vereisen. Een beperking in één van deze cognitieve functies zou bij SBO-leerlingen eveneens ten grondslag kunnen liggen aan een zwakke geheugenprestatie.

Ook wanneer visueel-ruimtelijke informatie moet worden onthouden en gereproduceerd presteren de leerlingen van het RBO over het algemeen beter dan de SBO-leerlingen. Wanneer auditief-verbale informatie gekoppeld aan visuele informatie moet worden onthouden presteren de leerlingen van het RBO opnieuw beter dan de leerlingen van het SBO.

#### *Korte- vs. Langetermijngeheugen*

Op basis van de resultaten op de 15 Woordentest en het onderdeel Plaatjes onthouden (NDT) kan men concluderen dat SBO-leerlingen niet zozeer problemen vertonen met het opslaan van informatie in het langetermijngeheugen. Hoewel de leerlingen van het SBO zowel op de korte als op de lange termijn een minder grote hoeveelheid auditieve informatie weten vast te houden, blijkt herhaalde aanbieding ook bij SBO-leerlingen te leiden tot een toenemende leercurve. Bij het onthouden van auditieve informatie gekoppeld aan visuele informatie is deze leercurve zelfs vergelijkbaar met

die van de RBO-leerlingen. Bovendien wordt zowel de auditieve als de visuele informatie die op de korte termijn wordt onthouden goed vastgehouden op de langere termijn. Beide groepen leerlingen, SBO en RBO, vertonen een vergelijkbare vergeetcurve na 15 – 20 minuten. Deze bevindingen komen overeen met eerder onderzoek van Kibby en Cohen (2008). Ook zij vonden een intact auditief en visueel langetermijngeheugen bij leerlingen met een specifieke leesstoornis en ADHD. De zwakke prestatie van SBO-leerlingen op de uitgestelde reproductietaak van de 15 Woordentest lijkt veroorzaakt te worden door een beperking binnen het kortetermijngeheugen.

*Werkgeheugen volgens het theoretisch model van Baddeley en Hitch (1976)*

Uitgaande van het theoretisch model van werkgeheugen van Baddeley en Hitch (1976) kunnen een aantal geheugentaken worden gerelateerd aan de drie componenten van werkgeheugen. In eerder onderzoek is veel gebruik gemaakt van de taken digit recall en digit backward recall (WMTB-C) voor een meting van de *phonological loop* respectievelijk de *central executive* (zie Gathercole & Pickering, 2000b; 2006; Pickering & Gathercole, 2004). Echter, de auditief-verbale taken 15 woordentest en zinnen nazeggen (WPPSI-R) kunnen eveneens worden gezien als een meting van de *phonological loop*, omdat deze taken ook een beroep doen op het articulatorisch herhalingsmechanisme. De visuele geheugentaken plaatjes ordenen (NDT), geheugenspan (RAKIT) en de RVRT kunnen worden gerelateerd aan de *visual-spatial sketchpad*. Op basis van deze indeling kan worden geconcludeerd dat SBO-leerlingen voornamelijk beperkingen vertonen in de *central executive*, gezien de moeite die zij hebben met het tegelijkertijd vasthouden en manipuleren van auditief-verbale informatie. Dit komt overeen met de bevindingen uit voorgaande onderzoeken (Gathercole & Pickering, 2000b, 2006; Maehler & Schuchardt, 2009; Pickering & Gathercole, 2004; Swanson & Siegel, 2001, van der Molen, 2007). Met betrekking tot de *phonological loop* en de *visual-spatial sketchpad* worden, evenals in voorgaand onderzoek, wisselende resultaten gevonden.

## 4.2 Verschillen in geheugen op individueel niveau

Een vergelijking van de individuele geheugenprestaties op de diverse geheugentaken laat zien dat zowel de onmiddellijke reproductietaak als de recognitietaak van de 15 Woordentest SBO-leerlingen relatief goed weet te discrimineren van RBO-leerlingen. Beide taken bevatten zowel een hoge positieve predictieve waarde als een hoge negatieve predictieve waarde en kunnen wellicht een bijdrage leveren aan de diagnostiek van leerlingen met leerproblemen. Meer onderzoek naar het discriminerend vermogen van deze test bij een grotere onderzoeksgroep is gewenst. De individuele verschillen op de overige geheugentaken zijn te groot om SBO-leerlingen te kunnen discrimineren van RBO-leerlingen.

### *Suggesties voor vervolgonderzoek*

Voorgaand onderzoek naar de relatie tussen (werk)geheugen en leerproblemen heeft tot nu toe tegenstrijdige resultaten opgeleverd en weinig concrete handvatten geboden voor de praktijk. In het belang van de praktijk zou vervolgonderzoek zich meer moeten richten op praktische vragen als; hoe schoolprestaties van leerlingen met leerproblemen verbeterd kunnen worden.

In het huidige onderzoek komt naar voren dat SBO-leerlingen op de korte termijn een minder grote hoeveelheid informatie weten vast te houden in vergelijking met de leerlingen van het RBO. Men veronderstelt dat SBO-leerlingen beperkingen vertonen in de capaciteit van het werkgeheugen, waardoor zij een minder grote hoeveelheid informatie kunnen vasthouden. Men kan zich echter afvragen in hoeverre de wijze waarop informatie wordt aangeboden van invloed is op de geheugenprestaties van SBO-leerlingen. Is het mogelijk om de geheugenprestaties van SBO-leerlingen te verbeteren door informatie op een andere wijze aan te bieden (bv. door informatie in kleinere hoeveelheden stapsgewijs aan te bieden)?

Verder toont het huidige onderzoek aan dat SBO-leerlingen – soms zelfs in vergelijkbare mate als RBO-leerlingen – profiteren van herhaalde aanbieding. Voor de praktijk zou het interessant zijn om te onderzoeken hoeveel herhaalde aanbieding SBO-leerlingen nodig zouden hebben om op een vergelijkbaar niveau uit te komen als de leerlingen van het RBO.



### *Implicaties voor de praktijk*

De resultaten uit het huidige onderzoek laten zien dat leerlingen met leerproblemen vooral moeite hebben met het verwerken en vasthouden van informatie op de korte termijn. Met name auditief-verbale informatie wordt moeizaam vastgehouden. Het is dan ook van belang dat deze leerlingen voldoende tijd krijgen om informatie in zich op te nemen. Bij het geven van verbale instructies is het raadzaam de informatie tevens in korte bewoordingen op papier te zetten, zodat het auditieve kortetermijngeheugen minder wordt belast. Hoewel in de praktijk vaak wordt geadviseerd om verbale informatie visueel (door middel van afbeeldingen) te ondersteunen, laat het huidige onderzoek geen aanwijzingen zien dat de prestaties hierdoor zouden verbeteren. Wanneer auditieve informatie gekoppeld aan visuele informatie wordt aangeboden, presteren SBO-leerlingen eveneens zwakker dan de leerlingen van het RBO. Men kan zich afvragen in hoeverre het geheugen niet extra wordt belast wanneer auditieve informatie gekoppeld aan visuele informatie wordt aangeboden. Tevens wordt geadviseerd om informatie die moet worden onthouden zoveel mogelijk concreet en betekenisvol te maken voor de leerlingen. Concrete informatie wordt door beide groepen leerlingen beter vastgehouden dan abstracte informatie. Als laatste is het van belang dat informatie zo frequent mogelijk wordt herhaald. De resultaten tonen aan dat de leerlingen van het SBO zelfs na vier keer herhalen nog nieuwe informatie bijleren.

### Bijlage A: Overzicht studies

Studie	Onderzoeksgroep	Test/Taken	Phonological loop (PL)	Visual-spatial sketchpad (VSSP)	Central executive (CE)	Conclusie
McLean & Hitch, 1999	1. 9-jarige kinderen met arithmetic disabilities (AD) 2. CL 3. ML	10 taken	1. Auditory digit span (WISC-R: de Bruyn et al, 1986) 2. Nonword repetition (Gathercole et al., 1994)	1. Visual matrix span (Wilson et al., 1987) 2. Corsi Blocks Tasks (Corsi, 1972)	1. Making Trails Task (Reitan, 1958) 2. Crossing out task (Moran & Mefford, 1959) 3. Missing Item Task (zelf ontwikkeld)	Kinderen met AD lieten, vergeleken met CL, geen problemen in de PL zien, maar vertoonden wel beperkingen op het spatueel werkgeheugen (VSSP) en enkele aspecten van de CE. Vergeleken met ML, vertoonden de kinderen met AD alleen beperkingen op één taak die een beroep doet op CE.
Gathercole & Pickering, 2000	1. Kinderen met 'low achievements in national curriculum at 7 yrs' 2. Normaalpresterende kinderen	- 13 taken van de WMTB-C (Pickering & Gathercole, 2001)	1. Forward digit recall 2. Nonword repetition 3. Serial recognition words/nonwords 4. Serial recall words/nonwords	1. Static & dynamic matrices 2. Static & dynamic mazes	1. Listening recall (afgeleid van Listening span: Daneman & Carpenter, 1980) 2. Counting recall (Case et al., 1982) 3. Backwards digit recall	Kinderen met 'low achievements in national curriculum' lieten vooral beperkingen zien in CE en VSSP.
Swanson & Siegel, 2001	Grootschalig reviewonderzoek	--	--	--	--	Zowel kinderen als volwassenen met leerproblemen vertonen vooral beperkingen in de CE en de PL. De VSSP is intact bij eenvoudige taken die geen beroep doen op de CE.
Pickering & Gathercole, 2004	Kinderen met 'Special Education Needs': 1. General learning difficulties (GLD) 2. Language problems (LA) 3. Literacy problems (LI) 4. Attentional & behavioural problems (AB)	- 9 taken van de WMTB-C (Pickering & Gathercole, 2001) - Visual patterns test (Della Sala et al., 1997)	1. Digit recall 2. Word recall 3. Nonword recall 4. Word matching	1. Block recall 2. Maze recall 3. Visual patterns test	1. Listening recall 2. Counting recall 3. Backwards digit recall	Kinderen met GLD presteerden zwak op alle drie componenten van het werkgeheugenmodel. Kinderen met LD vertoonden alleen beperkingen in PL en CE. Er werden geen beperkingen in het werkgeheugen gevonden bij de groepen LI en AB.
Van der Sluis, 2005	1. Kinderen met reading disabilities (RD) 2. Kinderen met arithmetic disabilities (AD) 3. Kinderen met RD en AD 4. CL	- WISC-R (de Bruyn et al., 1986)	1. Digit span forward (WISC-R: de Bruyn et al, 1986)	1. Static & dynamic matrices	1. Digit span backward (WISC-R: de Bruyn et al., 1986) 2. Listening span (gebaseerd op Siegel & Ryan, 1989) 3. Counting span (Case et al., 1982)	Kinderen met RD lieten geen beperkingen in het werkgeheugen zien. Kinderen met AD lieten alleen op 'dynamic matrices' (VSSP) een beperking zien. Kinderen met RAD presteerden alleen lager op 'digit span backward' (CE).

Gathercole & Pickering, 2006	1. 6-11 jarige kinderen met reading disabilities (RD)	- 7 taken WMTB-C (Pickering & Gathercole, 2001) - Visual patterns test (Della Sala et al., 1997)	1. Digit recall 2. Word recall 3. Word matching	1. Block recall 2. Visual patterns test	1. Backwards digit recall 2. Listening recall 3. Counting recall	In het algemeen werd een laag IQ en beperkingen in de CE en VSSP gevonden. De ernst van RD was gerelateerd aan CE, taal en fonologisch bewustzijn. Zwakke rekenvaardigheid (AD) was gerelateerd aan CE, PL en fonologisch bewustzijn.
Van der Molen et al., 2007	1. Kinderen met mild intellectual disabilities (MID) 2. CL 3. ML	6 taken	1. Digit span* 2. Nonwordspan*  *Twee condities: <i>met</i> en <i>zonder</i> articulatorische suppressie.	Deze component is niet meegenomen in het onderzoek.	1. Dual Task management (Baddeley et al., 1997) 2. Word Fluency (Luteijn & Van der Ploeg, 1983) 3. Doolhoven (WISC-R: De Bruyn et al., 1986) 4. Digit Generation (Towse & Mclachlan, 1999)	Kinderen met MID hebben een intact automatisch herhalingsmechanisme, maar presteren zwak op PL en CE taken in vergelijking met CL. Vergeleken met ML waren er nauwelijks verschillen.
Kibby & Cohen, 2008	1. Kinderen met reading disabilities (RD) 2. Kinderen met ADHD 3. Kinderen met zowel RD als ADHD	Children's Memory Scale (CMS; Cohen, 1997)	Dit wordt hier 'verbaal kortetermijngeheugen' genoemd. 1. Stories 2. Word pairs 3. Word lists (immediate recall, delayed recall, recognition)	Dit wordt hier 'visueel kortetermijngeheugen' genoemd. 1. Dot locations 2. Faces (immediate recall, delayed recall)	Dit wordt hier 'aandacht/concentratie' genoemd. 1. Numbers forward en backward 2. Picture locations 3. Sequences	Kinderen met RD vertonen een beperkt verbaal kortetermijngeheugen (PL), maar een intact visueel kortetermijngeheugen (VSSP), CE en langetermijngeheugen. Bij kinderen met ADHD was de CE en het langetermijngeheugen intact, maar het visueel kortetermijngeheugen (VSSP) vertoonde beperkingen. Kinderen met RD en ADHD vertoonden beperkingen consistent met beide stoornissen.
Maehler & Schuchardt, 2009	1. Kinderen met algemene leerproblemen, gemiddeld IQ (GIQ) 2. Kinderen met algemene leerproblemen, laag IQ (LIQ) 3. Controlegroep	14 taken	1. Digit span 2. One-syllable words 3. Three-syllable word 4. One-syll. Nonword 5. Nonword repetition	1. Memory span for locations 2. Matrix span simple 3. Matrix span complex 4. Corsi blocks simple 5. Corsi blocks complex	1. Double span (Towse & Houston Price, 2001) 2. Backward span for one-syllable words 3. Backward span for digits 4. Counting span (Case et al., 1982)	Beide groepen vertonen op alle werkgeheugentaken beperkingen in vergelijking met de controlegroep. Er bestaan geen verschillen tussen de groepen onderling.

CL = Chronologische leeftijdsgenoten      ML = Mentale leeftijdsgenoten

## Referentielijst

- Bayliss, D. M., Jarrold, C., Gunn, D. M., & Baddeley, A. D. (2003). The complexities of complex span: Explaining individual differences in working memory in children and adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, *132*, 71–92.
- Baddeley, A.D. (2007). *Working memory, Thought and Action*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D., Eysenck, M.W. & Anderson, M.C. (2009). *Memory*. Hove: Psychology Press.
- Benton, A.L. (1974). *Revised Visual Retention Test: Clinical and Experimental Applications*. New York: The Psychological Cooperation.
- Bleichrodt, N., Drenth, P.J.D., Zaal, J.N. & Resing, W.C.M. (1987). *RAKIT Handleiding bij de Revisie Amsterdamse Kinder Intelligentie Test*. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Case, R. D., Kurland M. & Goldberg J. (1982). Operational efficiency and the growth of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, *33*, 386–404.
- Fletcher, J.M. (2007). *Learning disabilities: from identification to intervention*. New York: Guilford Press.
- Gathercole, S. E., Alloway T. P., Willis C. S. & Adams A.M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, *93*, 265–81.
- Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000a). Assessment of working memory in six- and 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. (2001). Working memory deficits in children with special educational needs. *British Journal of Special Education*, *28*, 89– 97.
- Gazzaniga, M.S. & Heatherton, T.F. (2003). *Psychological science: mind, brain and behavior*. New York: W.W. Norton & Company.
- Henry, L. A. (2002). Working memory performances in children with and without intellectual disabilities. *American Journal on Mental Retardation*, *107*, 421– 32.
- van Hoorn, W., van der Kamp, L. & den Brinker, W. (2004). *Nederlandse Differentiatie Testserie Basistest*. Amsterdam: Pearson.

- de Jong, P. F. (1998). Working memory deficits of reading disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 70, 75–96.
- Kalverboer, A.F., & Deelman, B.G. (1986). *De 15-woordentests A en B*. Groningen: Academisch Ziekenhuis.
- Kibby, Michelle Y. & Cohen, Morris J. (2008). Memory functioning in children with reading disabilities and/or attention deficit/hyperactivity disorder: A clinical investigation of their working memory and long-term memory functioning. *Child Neuropsychology*, 14, 525 — 546.
- Leather, C. V., & Henry, L. A. (1994). Working memory span and phonological awareness tasks as predictors of early reading ability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 58, 88–111.
- Maehler, C. & Schuchardt K. (2009). Working memory functioning in children with learning disabilities: does intelligence make a difference? *Journal of Intellectual Disability Research*, 53, 3-10.
- McLean, J. F. & Hitch, G. J. (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 240–260.
- Pickering, S. J., & Gathercole, S. E. (2001). *Working Memory Test Battery for Children*. London: Psychological Corporation Europe.
- Pickering, S. J., & Gathercole, S. E. (2004). Distinctive working memory profiles in children with special educational needs. *Educational Psychology*, 24, 393– 408.
- Petrie, A. & Sabin, C. (2005). *Medical statistics at a glance*. Massachusetts: Blackwell Publishing.
- Scott Terry, W. (2006). *Learning and Memory: basic principles, processes and procedures*. Boston: Pearson A&B.
- van der Steene, G. & Bos, A. (1997). *WPPSI-R, Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence. Vlaams-Nederlandse aanpassing. Handleiding voorlopige versie*. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Swanson, H. L. (1993). Working memory in learning disability subgroups. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 87–114.
- Swanson, H.L. & Siegel, L. (2001). Learning disabilities as a working memory deficit. *Issues in Education: Contributions from Educational Psychology*, 7, 1- 48.

- Van der Molen, M. J., Van Luit J. E. H., Jongmans M. J. & Van der Molen M.W. (2007). Verbal working memory in children with mild intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disabilities Research*, 51, 162–9.
- Van der Sluis, S., van der Leij A. & de Jong P. F. (2005). Working memory in Dutch children with reading- and arithmetic-related LD. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 207–21.