

De Invloed van Vaardigheden voor Begrijpend Lezen op scores op de Cito Rekenen-

Wiskunde, Buiten de Rol van Werkgeheugen

Meike R. Graauw

Universiteit Utrecht

Masterthesis

Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Studentnummer: 4039149

Begeleider: W.B.T. Blom

Tweede beoordelaar: S.H.G. van der Ven

Datum: 20 maart 2015

Abstract

Earlier studies suggest that scores on modern tests for mathematics used in primary education are influenced by students' skills for reading comprehension. These studies did not include working memory factors in their analyses. The current study investigated if monolingual Dutch childrens' reading comprehension skills account for variance in scores on the Cito test for mathematics, beyond variance already accounted for by working memory factors. Of 52 Dutch children in the age of seven and eight, scores were obtained of the Cito test for mathematics, the Cito test for reading comprehension, and four working memory tasks. Results of multiple regression analyses show that reading comprehension does not account for a significant proportion of variance in scores on the Cito for mathematics, beyond variance already accounted for by working memory factors. Specifically, reading comprehension can account for additional variance in scores on the Cito for mathematics, apart from variance explained by either verbal and visuo-spatial storage capacity. However, reading comprehension cannot add a significant amount of explained variance in mathematics scores when the processing component of working memory is taken into account. Therefore, scores on the Cito test for mathematics appear not to be affected by reading comprehension skills. De relation of reading comprehension skills and mathematics scores is rather explained by underlying domain-general working memory factors.

Samenvatting

In eerder onderzoek is verondersteld dat scores op moderne rekentoetsen die in het huidige basisonderwijs veel gebruikt worden, worden beïnvloed door vaardigheden voor begrijpend lezen. In deze studies zijn belangrijke werkgeheugenfactoren echter niet acht genomen. In het huidige onderzoek is nagegaan of variantie in scores van eentalige Nederlandse kinderen op de Cito Rekenen-Wiskunde kan worden verklaard door hun vaardigheden voor begrijpend lezen, buiten de variantie die wordt verklaard door opslagcapaciteit voor en vermogen tot verwerking van verbale en visuo-spatiele informatie in het werkgeheugen. Van 52 kinderen in de leeftijd van zeven en acht jaar zijn scores verkregen op de Cito Rekenen-Wiskunde, de Cito Begrijpend Lezen en vier werkgeheugentaken. Ter beantwoording van de onderzoeksvragen zijn verschillende hiërarchische multi-pele regressieanalyses uitgevoerd. De resultaten laten zien dat begrijpend lezen geen significant gedeelte van de variantie in rekenscores kan verklaren, buiten de variantie die door werkgeheugenfactoren kan worden verklaard. Met ofwel opslagcapaciteit voor verbale informatie, ofwel opslagcapaciteit voor visuo-spatiele informatie als voorspeller in het regressiemodel, kan begrijpend lezen een

significant gedeelte verklaarde variantie in de rekenscores toevoegen. Begrijpend lezen voegt echter geen significant deel verklaarde variantie toe aan een regressiemodel met het verwerkingscomponent van het werkgeheugen. Scores op de Cito Rekenen-Wiskunde lijken dus niet te worden beïnvloed door vaardigheden voor begrijpend lezen. De samenhang tussen de rekenscores en begrijpend lezen, lijkt te worden verklaard door werkgeheugen als algemene onderliggende factor.

Inleiding

In de afgelopen jaren is het rekenonderwijs in Nederland sterk veranderd, met name door de opkomst van het ‘realistisch rekenen’: een kijk op rekenonderwijs die ervan uitgaat dat reken- en wiskundevaardigheden geleerd moeten worden in de context van de betekenisvolle realiteit (Prenger, 2005). Het merendeel van de Nederlandse basisscholen maakt gebruik van een rekenmethode die zich op deze visie baseert (Inspectie van het Onderwijs, 2008). Over dit grootschalige gebruik van realistische rekenmethodes bestaat veel discussie. Een belangrijk punt van controverse is de taligheid van deze rekenmethodes. Zo hebben traditionele ‘kale’ rekensommen in zowel de lesmethodes als de toetsen in het leerlingvolgsysteem plaats gemaakt voor zogenaamde ‘contextopgaven’, waarbij sommen zijn verpakt in verhaaltjes. Hierdoor zou het rekenonderwijs een te groot beroep doen op vaardigheden die niet direct met rekenen en wiskunde te maken hebben, met name vaardigheden voor begrijpend lezen. Vooral kinderen met leesproblemen en/of een minder goede beheersing van de Nederlandse taal, zouden hierdoor ook bij rekenen voor problemen komen te staan (Prenger, 2005).

Er is veel onduidelijkheid over in hoeverre vaardigheden voor begrijpend lezen inderdaad bepalend zijn voor prestaties op de moderne contextopgaven. Zeker wat betreft de Nederlandse onderwijssituatie laat bestaande wetenschappelijke kennis nog vragen onbeantwoord. Kennis over de invloed van leesvaardigheden op rekenprestaties is echter van belang om onderwijs goed aan te kunnen laten sluiten bij de mogelijkheden en behoeften van leerlingen. Het huidige onderzoek draagt hieraan bij door meer inzicht te verschaffen in de invloed van vaardigheden voor begrijpend lezen op rekenprestaties in de Nederlandse onderwijssituatie.

Verschillende studies ondersteunen de aanname dat leerlingen met een lager niveau van begrijpend lezen bij het maken van contextopgaven in het nadeel zijn ten opzichte van leerlingen met een hoger niveau van begrijpend lezen. Een belangrijk gedeelte van deze studies heeft scores op contextopgaven vergeleken met scores op kale sommen (Abedi & Lord, 2001; Hickendorff & Janssen, 2009). Hickendorff en Janssen (2009) zagen dat leerlingen uit groep 3, 4 en 5 in Nederland significant meer correcte antwoorden gaven bij kale rekenopgaven dan bij contextopgaven. Om meer zicht te krijgen op de rol van taal- en leesvaardigheid, hebben de onderzoekers thuistaal (Nederlands of niet-Nederlands) en het niveau van begrijpend lezen meegenomen in de analyse. Hier bleek dat de leerlingen met een niet-Nederlandse thuistaal op beide soorten rekenopgaven een prestatieachterstand hadden ten opzichte van leerlingen die thuis wel Nederlands spraken, wat deels samenhangt met hun

lagere leesniveau. De prestatie-achterstand van de leerlingen met een niet-Nederlandse thuistaal bleek significant groter bij contextopgaven dan bij kale rekenopgaven. Kinderen met een lager leesniveau bleken minder goed te presteren op contextopgaven dan de kinderen met een hoger leesniveau, terwijl dit voor de kale rekenopgaven niet het geval was (Hickendorff & Janssen, 2009). Abedi en Lord (2001) vonden vergelijkbare resultaten in hun onderzoek naar 13 en 14-jarige leerlingen in Amerika: het versimpelen en reduceren van tekst in rekenopgaven leidde tot een toename van correcte antwoorden. Bij de leerlingen die de taal minder goed beheersten, was deze toename van correcte antwoorden groter dan bij leerlingen met een hoger taalniveau.

De onderzoekers die verschillen vonden tussen prestaties op contextopgaven en prestaties op kale rekenopgaven, veronderstellen de effecten aan taal-/leesvaardigheid toe te kunnen schrijven (Abedi & Lord, 2001; Hickendorff & Janssen, 2009). Het is echter nog maar de vraag of inderdaad sprake is van een directe relatie tussen taal-/leesvaardigheden en prestaties op contextopgaven. Er zijn namelijk verschillende meer algemene vaardigheden en cognitieve processen gemoeid met zowel begrijpend lezen als rekenen, die mogelijk een verklaring bieden voor positieve samenhang tussen leesvaardigheid en prestaties op contextopgaven (Fuchs et al., 2006). Een factor waar in de beschreven Nederlandse onderzoeken naar de invloed van taal- en leesvaardigheid op rekenprestaties aan voorbij is gegaan, is het werkgeheugen. Dit is merkwaardig, aangezien in eerdere studies is onderbouwd dat werkgeheugen voor zowel lees- als rekenprestaties een belangrijke voorspellende factor is (Cain, Oakhill, & Bryant, 2004; Leseman & Hamers, 2007; Raghobar, Barnes, & Hecht, 2010). Inzicht in de rol die het werkgeheugen speelt in de relatie tussen lezen en rekenen is dan ook van belang om een completer beeld te vormen van de relatie tussen vaardigheden voor begrijpend lezen en prestaties op contextopgaven.

Werkgeheugen

Werkgeheugen is het vermogen om binnenkomende informatie tijdelijk op te slaan en te verwerken, wat noodzakelijk wordt geacht voor het uitvoeren van allerlei complexe cognitieve activiteiten zoals het begrijpen van taal, leren en redeneren (Baddeley, 2003a). Het werkgeheugen is onder te verdelen in verschillende subsystemen, elk met een eigen functie. Er bestaan uiteenlopende theorieën over uit welke subsystemen het werkgeheugen is opgebouwd en in hoeverre deze onderling met elkaar samenhangen. Onderzoek van Alloway, Gathercole en Pickering (2006) heeft de belangrijkste theorieën met elkaar vergeleken. Factoranalyses wezen hier uit dat het werkgeheugen zich het best laat onderverdelen in een systeem voor tijdelijke opslag van verbale informatie (de *fonologische lus*), een

substelsysteem voor tijdelijke opslag van visueel-ruimtelijke informatie (het *visueel-ruimtelijk* schetsblok) en een overkoepelend systeem voor het verwerken en bewerken van de informatie (het *centraal executief systeem*). Het centraal executief systeem bepaalt wat er moet gebeuren en voert controle uit over de twee subsystemen. De informatie die in de subsystemen wordt vastgehouden, wordt gecombineerd met relevante voorkennis uit het langetermijngeheugen (relevante feitenkennis, kennis over procedures en metacognitieve kennis) (Baddeley, 2003b). Deze processen in het werkgeheugen leveren nieuwe informatie op. Een gedeelte van deze informatie wordt opgeslagen in het langetermijngeheugen, en een gedeelte gaat verloren door vervaging of inefficiënte controleprocessen (Ruijsenaars & Van Luit, 2007).

Werkgeheugen en Rekenen

Gezien de werking en functies van het werkgeheugen is het niet verrassend dat werkgeheugen vaak in verband wordt gebracht met rekenprestaties (Raghubar et al., 2010). Rekenopgaven vragen immers om het vasthouden en verwerken van nieuwe informatie, en deze te combineren met relevante voorkennis om tot oplossing te komen (Siegler & Booth, 2005; Swanson, 2006; Tronsky, 2005). Verschillende studies hebben de invloed van werkgeheugen op rekenprestaties onderbouwd. Prestaties op zowel verbale als visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken zijn belangrijke verklarende en voorspellende factoren gebleken voor prestaties op verschillende soorten rekenopgaven, ook wanneer wordt gecorrigeerd voor factoren als leeftijd, verwerkingssnelheid en intelligentie (Berg, 2008; Fuchs et al., 2005; Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004). De relaties tussen werkgeheugen en rekenen zijn complex en afhankelijk van verschillende factoren zoals leeftijd, niveau van rekenvaardigheid, instructietaal, de manier waarop rekenopgaven worden aangeboden en de specifieke rekenvaardigheden waar een beroep op wordt gedaan (Raghubar et al., 2010). Voor een uiteenzetting van de relaties tussen de verschillende werkgeheugencomponenten en diverse soorten rekenopgaven wordt verwezen naar de review van Raghubar en collega's (2010).

Werkgeheugen en Begrijpend Lezen

Net als bij rekenen, wordt bij begrijpend lezen nieuwe binnenkomende informatie in het werkgeheugen samengevoegd met voorkennis uit het langetermijngeheugen (Leseman & Hamers, 2007). De kern van het begrijpend lezen is het vormen van een zogenaamd situatiemodel: een mentale representatie die tijdens het leesproces wordt gevormd en gaandeweg steeds wordt bijgesteld door de informatie die wordt gelezen, aangevuld door eigen kennis en redeneren (Kintsch, 2004). De integratie van informatie uit verschillende bronnen tot een situatiemodel is de taak van het werkgeheugen (Leseman & Hamers, 2007).

Uit longitudinaal onderzoek met kinderen van zeven tot tien jaar oud bleek dat variantie in prestaties met betrekking tot begrijpend lezen kon worden verklaard door verschillen in vermogen tot opslag en verwerking van verbale informatie in het werkgeheugen, ook wanneer werd gecorrigeerd voor factoren als woordenschat en vaardigheden voor technisch lezen (Cain, Oakhill, & Bryant, 2004). De rol van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen is nog onderbelicht in het onderzoek naar begrijpend lezen. Er is echter wel aanleiding om te denken dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen een rol speelt. Zo onderbouwen Humphries, Cardy, Worling en Peets (2004) dat problemen met begrijpend lezen bij kinderen met een non-verbale leerstoornis deels worden verklaard door tekorten in de visueel-ruimtelijke verwerking (zoals geciteerd in Leseman & Hamers, 2007, p. 79). Dit is in lijn met de theorie van Kintsch (2004), waaruit is af te leiden dat ook visueel-ruimtelijke kennis van belang is voor het construeren van een situatiemodel.

Werkgeheugen, Begrijpend Lezen en Contextopgaven

Het werkgeheugen speelt dus bij zowel begrijpend lezen als rekenen een belangrijke rol. Dit maakt het waarschijnlijk dat de samenhang tussen leesvaardigheid en prestaties op contextopgaven niet per se te wijten is aan een direct verband, maar aan de invloed van het werkgeheugen als algemene onderliggende factor.

De samenhang tussen werkgeheugen, leesvaardigheid en prestaties op contextopgaven is in verschillende buitenlandse studies beschreven. Zo is onderzoek gedaan naar de relaties tussen verschillende werkgeheugencomponenten en contextopgaven (Lee, Ng, Ng, & Lim, 2004). Het grootste gedeelte van de variantie in scores op de contextopgaven kon worden verklaard door de factor geletterdheid, maar ook het centraal executief systeem bleek een belangrijke rol te spelen: er was sprake van zowel een directe als een door geletterdheid en performale intelligentie gemedieerde relatie tussen het centraal executief systeem en prestaties op contextopgaven. Maten voor de opslagcapaciteit voor zowel verbale als visueel-ruimtelijke informatie in het werkgeheugen bleken uitsluitend indirect samen te hangen met prestaties op de contextopgaven, waarbij respectievelijk geletterdheid en performale intelligentie mediërende variabelen bleken. In onderzoek van Swanson (2006) bleken leesvaardigheid en executief functioneren de belangrijkste voorspellers van rekenprestaties een jaar later, ook wanneer werd gecorrigeerd voor maten van de fonologische lus, het visueel-ruimtelijk schetsblok en het langetermijngeheugen.

Het Huidige Onderzoek

Hoewel bestaande wetenschappelijke bevindingen aanleiding bieden om te denken dat de samenhang tussen lees- en rekenprestaties ook in de Nederlandse onderwijssituatie

(gedeeltelijk) aan werkgeheugenfactoren toe te schrijven is, kan dit niet zonder meer worden aangenomen. De relaties tussen werkgeheugen, leesvaardigheden en rekenprestaties blijken namelijk sterk af te hangen van het soort rekenopgaven, de manier waarop de rekenopgaven aangeboden worden, de oplossingsstrategieën die worden toegepast, en de taal die wordt gesproken (Lee et al., 2004; Raghubar et al., 2010). Om uitspraken te kunnen doen over de Nederlandse onderwijssituatie wat betreft de samenhang tussen leesvaardigheden en rekenprestaties en de rol die het werkgeheugen hierbij speelt, moet onderzoek worden gedaan naar leerlingen van Nederlandse basisscholen en met rekentoetsen die in het Nederlandse onderwijs gangbaar zijn. In het Nederlandse basisonderwijs wordt veelal gebruik gemaakt van de toetsen uit het Cito leerlingvolgsysteem. Hierom zal het huidige onderzoek kijken naar de invloed van werkgeheugenfactoren en vaardigheden voor begrijpend lezen op de rekentoets van Cito. De hoofdvraag van het huidige onderzoek luidt dan ook: *Worden prestaties Nederlandse basisschoolleerlingen op de Cito Rekenen-Wiskunde beïnvloed door vaardigheden voor begrijpend lezen, wanneer gecontroleerd is voor werkgeheugen?*

Verwacht wordt dat een significant deel van de scores op de Cito Rekenen-Wiskunde wordt verklaard door werkgeheugenfactoren, en dat hier geen unieke verklaarde variantie aan wordt toegevoegd door scores op de Cito Begrijpend Lezen.

Methode

Participanten

De respondenten in dit onderzoek zijn geselecteerd door middel van een gemakssteekproef. De directies van verschillende scholen in Nederland zijn benaderd met de vraag om medewerking aan het onderzoek. De ouders van zeven- en achtjarige eentalige Nederlandse leerlingen waarbij geen leerstoornis, gedragsstoornis of stoornis in het autismespectrum bekend was, hebben een toestemmingsformulier ontvangen. De kinderen waarvan de ouders toestemming gaven, zijn voor het onderzoek geselecteerd. 52 leerlingen van tien verschillende basisscholen in Nederland, gevestigd in negen verschillende plaatsen in de provincies Utrecht, Gelderland, Noord-Holland, Noord-Brabant en Limburg, hebben aan het onderzoek deelgenomen. Een deel (32 leerlingen) van de respondenten is geworven en getest in maart en april van 2014. De overige leerlingen zijn geworven en getest in januari en februari van 2015. De gehele onderzoeksgroep bestond uit 23 jongens en 29 meisjes van zeven of acht jaar oud. Ten tijde van de testafnamen zaten 39 leerlingen in groep 4 en 13 leerlingen in groep 5.

Procedure

Vaardigheidsscores op de Cito Rekenen-Wiskunde en de Cito Begrijpend Lezen zijn via de school verkregen, met toestemming van ouders. Deze Cito-toetsen zijn onderdeel van het gangbare leerlingvolgsysteem van de scholen.

Bij alle respondenten zijn twee computergestuurde werkgeheugentests afgenomen, elk bestaande uit twee onderdelen. De testafname vond in principe onder schooltijd plaats in een rustige ruimte binnen de school en duurde per kind ongeveer 45 minuten. De tests zijn afgenomen door studenten van de Universiteit Utrecht, die van tevoren zijn getraind in het afnemen van de tests. Alle testleiders beschikten over eenzelfde testhandleiding en werden geïnstrueerd de richtlijnen in de handleiding nauwkeurig op te volgen. Naast taakspecifieke richtlijnen, zijn hierin algemene aanwijzingen voor de testafname gegeven. Instructie bij de taken werd hoofdzakelijk gegeven door middel van een voorgeprogrammeerde computerstem. Voorafgaand aan de taken werd volgens vaste richtlijnen instructie gegeven door de testleider. Scores zijn tijdens de afname bijgehouden op een scoreformulier.

Instrumenten

Digit Span en Dot Matrix. De drie werkgeheugenfactoren zijn gemeten met vier werkgeheugentests. De Digit Span Voorwaarts (DSVW) en de Dot Matrix Voorwaarts (DMVW) uit de Nederlandse vertaling van het Automated Working Memory Assessment (AWMA; Alloway, 2007) zijn gebruikt als maat voor opslagcapaciteit voor respectievelijk verbale en visueel-ruimtelijke informatie. In de DSVW hoort het kind steeds een reeks getallen die in dezelfde volgorde moet worden nagezegd. De taak is opgebouwd uit verschillende niveaus waarbij de reeks getallen steeds langer wordt: bij het eerste niveau moet steeds één getal worden nagezegd, bij het tweede niveau moeten twee getallen worden nagezegd, et cetera. Zodra binnen een niveau drie goede antwoorden zijn gegeven, wordt overgegaan naar het volgende niveau. Wanneer het kind vier fouten maakt, wordt de taak afgebroken. De DMVW is op dezelfde manier opgebouwd als de DSVW. Hier horen de respondenten echter geen getallen, maar zien zij op het computerbeeldscherm een matrix van 16 vakjes waar achtereenvolgend gedurende twee seconde een stip verschijnt in één van de vakjes in de matrix. In de deze conditie dient het kind de vakjes aan te wijzen in dezelfde volgorde als waarin de stippen te zien waren. De stippenreeks wordt per niveau met één stip verlengd. Van zowel de DSVW als van de DMVW is een score gegenereerd met de volgende formule: $(\text{aantal items correct} / \text{totaal aantal items}) * \text{level}$. Het optellen van alle niveauscores resulteerde in een testscore. De test-hertestbetrouwbaarheid van de DSVW en DMVW zijn respectievelijk .84 en .83 (Alloway et al., 2006).

Het verwerkingsvermogen voor verbale- en visueel-ruimtelijke informatie is gemeten met de Digit Span Achterwaarts (DSAW) en de Dot Matrix Achterwaarts (DMAW). Bij deze tests worden de respondenten gevraagd de cijfer- dan wel stippenreeks achterstevoren te reproduceren. De respondent moet de informatie dus tijdelijk onthouden, maar ook bewerken. Net als de DSVW en DMVW, zijn de DSAW en DMAW uit verschillende niveaus opgebouwd, waarbij dezelfde afbreek- en scoringsprincipes worden gehanteerd als bij de voorwaartse taken. De test-hertestbetrouwbaarheid van de DSAW span is .64 (Alloway et al., 2006). De DMAW is ontworpen voor het onderzoeksproject waar de huidige studie onderdeel van is. Hiervan zijn dan ook geen gegevens over test-hertestbetrouwbaarheid bekend.

Cito Begrijpend Lezen. Het Cito toetsstelsel voor begrijpend lezen bevat voor elk leerjaar twee toetsen: een toets voor halverwege het schooljaar en een toets voor het eind van het schooljaar (Feenstra, Kleintjes, Kamphuis, & Krom, 2010). In het huidige onderzoek zijn de meest recente toetsgegevens gebruikt. Voor de groep 4-kinderen is dat de midden groep 4-toets (M4) en voor de groep 5-leerlingen is dat de midden groep 5-toets (M5). De toetsen zijn klassikaal door de leerkracht afgenomen, met behulp van opgavenboekjes. Leerlingen dienen teksten te lezen en hier vragen over te beantwoorden. De ruwe toetsscore zijn met behulp van een vaardigheidsschaal omgezet in een vaardigheidsscore om scores op verschillende soorten Cito-toetsen met elkaar te kunnen vergelijken. De COTAN beoordeelde de betrouwbaarheid van de Cito Begrijpend Lezen als goed, en de begripsvaliditeit als voldoende (Egberink, Janssen, & Vermeulen, 2009-2014).

Cito Rekenen-Wiskunde. Net als de Cito Begrijpend Lezen, wordt de Cito Rekenen-Wiskunde in elk leerjaar halverwege en aan het eind van het schooljaar afgenomen (Janssen, Verhelst, Engelen, & Scheltens, 2010). Ook hier is voor het huidige onderzoek gebruik gemaakt van de meest recente toetsgegevens. De toetsen in het Cito Rekenen-Wiskunde toetsstelsel bestaan uit verschillende soorten rekenopgaven, aansluitend bij het onderwijsniveau. Ook hier wordt een ruwe score omgerekend naar een vaardigheidsscore. De COTAN beoordeelde de betrouwbaarheid en de begripsvaliditeit van de Cito Rekenen-Wiskunde als goed (Egberink et al., 2009-2014).

Analyses

Om antwoord te geven op de onderzoeksvraag zijn drie hiërarchische multiple regressieanalyses (MRA) uitgevoerd met de scores op de Cito Rekenen-Wiskunde als afhankelijke variabele. Om te corrigeren voor de invloed van leeftijd, is de leeftijd in maanden als eerste als voorspeller in het model gevoegd.

In de eerste MRA is de DSVW als maat voor opslagcapaciteit voor verbale informatie na leeftijd als voorspeller aan het model toegevoegd. Hierna is bekeken of de verklaarde variantie significant toeneemt als begrijpend lezen als voorspeller aan het model wordt toegevoegd. Een volgende MRA is op eenzelfde manier uitgevoerd met DMVW als maat voor opslagcapaciteit voor visueel-ruimtelijke informatie. Met de derde MRA is nagegaan of begrijpend lezen een significant deel van de variantie in rekenscores kan verklaren, buiten de variantie die wordt verklaard door verwerkingsvermogen. Hier zijn, naast leeftijd, vermogen tot verwerking van verbale informatie en vermogen tot verwerking van visueel-ruimtelijke informatie als voorspellers aan het regressiemodel toegevoegd. Omdat behalve verwerkingsvermogen ook opslagcapaciteit een rol speelt in scores op de DSAW en DMAW, zijn nieuwe variabelen opgesteld als maat voor verwerkingsvermogen. Hiertoe zijn lineaire regressieanalyses uitgevoerd met DSAW dan wel DMAW als afhankelijke en DSVW dan wel DMVW als onafhankelijke variabele, waarna de residuen zijn berekend als maat voor verwerkingsvermogen voor respectievelijk verbale en visueel-ruimtelijke informatie. Op deze manier is de variantie die wordt verklaard door opslagcapaciteit als het ware uit de variantie in scores op de DSAW en DMAW gefilterd. Deze nieuwe variabelen zijn in de MRA in het tweede regressiemodel toegevoegd. Vervolgens is weer bekeken of de verklaarde variantie significant toeneemt wanneer begrijpend lezen aan het model wordt toegevoegd.

Resultaten

Omdat de scores op de DSAW, DMVW en DMAW niet normaal verdeeld bleken te zijn, zijn de scores op alle vier de werkgeheugentaken getransformeerd. Bij beide Digit Span-taken zijn getransformeerde scores verkregen door steeds 1 te delen door de oorspronkelijke scores. Dit leidde tot een normale verdeling van scores. Eenzelfde transformatie leidde bij de Dot Matrix-scores niet tot een normale verdeling. Een normale verdeling van de Dot Matrix-scores is verkregen door steeds de wortel van de oorspronkelijke score te berekenen.

Na transformatie van de scores is er één univariate uitschieter gevonden, waarbij het criterium is gebruikt van een afwijking groter dan 3.5 standaarddeviaties van het gemiddelde. Eén leerling week met een score van 4.58 op de DMAW 4.5 standaarddeviaties af van het gemiddelde. Omdat er geen aanleiding is om te denken dat deze leerling buiten de onderzoekspopulatie valt, is ervoor gekozen deze score niet uit de dataset te halen. Met de getransformeerde scores kan verder worden voldaan aan de voorwaarden van multicollineariteit, lineariteit en homoscedasticiteit.

In Tabel 1 zijn beschrijvende statistieken van en de Pearson correlaties tussen de verschillende variabelen weergegeven. Hierin zijn de variabelen voor verwerkingsvermogen weergegeven, berekend zoals beschreven in de methodesectie.

Tabel 1

Beschrijvende Statistieken van en Pearson Correlaties Tussen de Variabelen

Variabele	<i>M</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4	5	6
1. Leeftijd	96.52	5.87						
2. BL	23.96	15.94	.07					
3. RW	68.65	18.22	.37**	.37**				
4. DSVW	.09	.02	-.01	-.26	-.38**			
5. DMVW	3.06	.53	.17	.21	.37**	-.33*		
6. DSverw.	.00	.06	-.07	-.42**	-.35*	.00	-.21	
7. DMverw.	.00	.47	.25	.24	.11	.01	.00	-.38**

Noot. BL = scores op de Cito Begrijpend Lezen; RW = scores op de Cito Rekenen-Wiskunde, DSVW = getransformeerde scores op de voorwaartse Digit Span; DMVW = getransformeerde scores op de voorwaartse Dot Matrix; DSverw. = verwerkingsvermogen voor verbale informatie (residu bij regressie DSVW en DSAW); DMverw. = verwerkingsvermogen voor visueel-ruimtelijke informatie (residu bij regressie DMVW en DMAW). Negatieve correlaties zijn een gevolg van de transformatie van Digit Span-scores (1/score), waarbij getransformeerde scores kleiner worden naarmate de oorspronkelijke score groter wordt.

* $p < .05$ (tweezijdig). ** $p < .01$ (tweezijdig).

Leeftijd bleek een significante 13.5% van de variantie in rekenscores te verklaren, $R^2 = .135$, $F(1, 50) = 7.79$, $p = .007$. Door het toevoegen van DSVW als voorspeller, stijgt de verklaarde variantie van $R^2 = .135$ naar $R^2 = .278$. Dit is een significante toename van 14.3%, $\Delta R^2 = .143$, $\Delta F(1, 49) = 9.743$, $p = .003$. Als begrijpend lezen vervolgens als voorspeller in het model wordt toegevoegd, stijgt de verklaarde variantie in rekenscores van naar $R^2 = .342$. Dit is een significante toename van 6.4%, $\Delta R^2 = .064$, $\Delta F(1, 48) = 4.65$, $p = .036$.

Het toevoegen van de DMVW als tweede voorspeller zorgt voor een toename in verklaarde variantie van $R^2 = .135$ naar $R^2 = .234$. Dit is een significante toename van 9.9%, $\Delta R^2 = .099$, $\Delta F(1, 49) = 6.32$, $p = .015$. De verklaarde variantie stijgt naar $R^2 = .314$ als begrijpend lezen aan het model wordt toegevoegd. Ook deze toename van 8% is significant, $\Delta R^2 = .080$, $\Delta F(1, 48) = 5.63$, $p = .022$.

Door het model met leeftijd en verwerkingsvermogen wordt 25.4% van de variantie in scores op de Cito Rekenen-Wiskunde verklaard. Dit is een significante toename in verklaarde variantie ten opzichte van het eerste model met alleen leeftijd als predictor, $\Delta R^2 = .119$, $\Delta F(2, 48) = 3.84$, $p = .028$. Als begrijpend lezen vervolgens aan het model wordt toegevoegd, stijgt te verklaarde variantie naar $R^2 = .311$. Deze toename van 5.7% is niet significant, $\Delta R^2 = .057$, $\Delta F(1, 47) = 3.88$, $p = .055$.

Conclusie en Discussie

Dit onderzoek heeft zich gericht op de invloed van vaardigheden voor begrijpend lezen op scores op de Cito Rekenen-Wiskunde. In eerdere Nederlandse studies is een dergelijk verband verondersteld, maar is de rol van werkgeheugen niet in de analyses betrokken. Door te bekijken wat de invloed is van vaardigheden voor begrijpend lezen, buiten de invloed van werkgeheugenfactoren, draagt het huidige onderzoek bij aan een completer beeld van de relatie tussen leesvaardigheid en prestaties op moderne realistische rekenopgaven, in een tijd waar veel discussie bestaat over de taligheid van de veelgebruikte realistische rekenmethodes.

Van 52 Nederlandse kinderen in de leeftijd van zeven en acht jaar zijn scores verkregen op de Cito Begrijpend Lezen, de Cito Rekenen-Wiskunde en vier verschillende werkgeheugentaken. Er zijn drie werkgeheugenfactoren onderscheiden: opslagcapaciteit voor verbale informatie, opslagcapaciteit voor visueel-ruimtelijke informatie en vermogen tot informatieverwerking. Per werkgeheugenfactor is bekeken in hoeverre deze de rekenscores beïnvloed en of begrijpend lezen hier een uniek deel verklaarde variantie aan toe kan voegen. De resultaten brengen het volgende beeld naar voren:

- Een significant deel van de scores op de Cito Rekenen-Wiskunde kan worden verklaard door de capaciteit voor opslag van verbale informatie in het werkgeheugen. Begrijpend lezen voegt hier nog een significante voorspellende waarde aan toe.
- Ook de capaciteit voor opslag van visuele informatie in het werkgeheugen verklaart een significant gedeelte van de variantie in scores op de Cito Rekenen-Wiskunde. Begrijpend lezen voegt hier nog een significante voorspellende waarde aan toe.
- Het vermogen tot verwerken van verbale en visueel-ruimtelijke informatie verklaart een significant deel van de variantie in scores op de Cito Rekenen-Wiskunde. Begrijpend lezen kan hier geen voorspellende waarde aan toevoegen.

Er lijkt dus geen sprake van invloed van vaardigheden voor begrijpend lezen op scores op de Cito Rekenen-Wiskunde, wanneer wordt gecorrigeerd voor werkgeheugen.

De bevindingen zijn in overeenstemming met de verwachtingen op basis van bestaande literatuur, waarin is onderbouwd dat werkgeheugen bij zowel (context)rekenen als begrijpend lezen een belangrijke rol speelt. Eerder onderzoek heeft laten zien dat met name het verwerkingsvermogen bepalend is voor rekenprestaties en begrijpend lezen. Dit beeld is terug te zien in de resultaten van het huidige onderzoek. Hoewel de opslagcapaciteit voor verbale informatie meer variantie in de rekenscores blijkt te verklaren dan het verwerkingsvermogen, kunnen vaardigheden voor begrijpend lezen alleen een significant gedeelte verklaarde variantie toevoegen aan het model met opslagcapaciteit voor verbale informatie als voorspeller. De waarschijnlijke oorzaak hiervan is de grotere samenhang tussen verwerkingsvermogen en begrijpend lezen, zoals in eerder onderzoek is beschreven (Cain, Oakhill, & Bryant, 2004; Lee, Ng, Ng, & Lim, 2004).

Tevens laten de resultaten zien dat begrijpend lezen meer verklaarde variantie toevoegt aan het model met opslagcapaciteit voor visueel-ruimtelijke informatie dan aan het model met opslagcapaciteit voor verbale informatie. Deze bevinding past in het kader van bestaande literatuur, waarin weinig aanwijzingen zijn gevonden voor de samenhang van begrijpend lezen en opslagcapaciteit voor visueel-ruimtelijke informatie. De samenhang tussen begrijpend lezen en opslagcapaciteit voor verbale informatie maakt dat begrijpend lezen weinig unieke voorspellende waarde kan toevoegen ten opzichte van deze werkgeheugenfactor.

De bevindingen van het huidige onderzoeken werpen een ander licht op de discussie over de taligheid van realistische rekenmethodes. Er kan niet zondermeer worden gesteld dat gebrekkige leesvaardigheid leerlingen de das om doet bij de Cito Rekenen-Wiskunde. Wanneer bij leerlingen sprake is van zowel lage reken- als leesprestaties, moeten werkgeheugenfactoren in acht worden genomen als mogelijke verklaringen van de problemen en potentiële aanknopingspunten om onderwijs en/of behandeling beter bij de leerling aan te laten sluiten.

Hierbij is het van belang om bewust te zijn van de rol van specifieke lees- en rekenvaardigheden waar een beroep op gedaan wordt, de strategieën die worden aangeleerd en ingezet, en de eigenschappen van de betreffende leerlingen. In het huidige onderzoek is gekeken naar de relaties tussen begrijpend lezen, rekenen en verschillende werkgeheugenfactor bij kinderen in groep 4 en 5. De rol van het werkgeheugen verandert echter met de leeftijd van leerlingen (Van der Ven, Van der Maas, Straatemeier, & Jansen, 2013). Zo doet het aanvankelijk rekenen bij jonge kinderen voornamelijk een beroep op het visueel-ruimtelijk werkgeheugen, maar vindt er naarmate kinderen ouder worden een

verschuiving plaats naar strategieën die vooral een beroep doen op het verbaal werkgeheugen (Van der Ven et al., 2013). Imbo en Vandierendonck (2007) zagen dat oudere kinderen bij optelsommen met grote getallen minder beroep doen op het centraal executief systeem dan jongeren kinderen. De onderzoekers zien als mogelijke verklaring dat dergelijke sommen minder vragen van het werkgeheugen van oudere kinderen omdat zij meer reken-ervaring hebben. Deze inzichten maken het waarschijnlijk dat de rol die het werkgeheugen speelt in de samenhang tussen begrijpend lezen en scores op de Cito Rekenen-Wiskunde, bij oudere kinderen anders is dan bij de huidige onderzoekspopulatie. Verder onderzoek zou zich kunnen richten op de relaties tussen begrijpend lezen, rekenen en werkgeheugen bij kinderen van meer uiteenlopende leeftijdsgroepen.

Toekomstig onderzoek zou het beeld van de invloed van begrijpend lezen op de Cito Rekenen-Wiskunde en de rol van werkgeheugen hierbij verder kunnen uitbreiden en concretiseren door specifieke vaardigheden, strategieën en opgaven te onderscheiden. De Cito Rekenen-Wiskunde bestaat uit verschillende soorten opgaven, en kinderen, leerkrachten en scholen verschillen in de strategieën die zij inzetten en aanleren. Deze factoren zijn onder andere bepalend voor de rol die de werkgeheugenfactoren spelen (Raghubar et al., 2010). Inzicht in de relaties tussen deze verschillende aspecten kan bijdragen aan een beter gegronde discussie en reflectie over het huidige Nederlandse rekenonderwijs.

Referenties

- Abedi, J., & C. Lord (2001). The language factor in mathematics tests. *Applied Measurement in Education, 14*, 219-234. doi:10.1207/S15324818AME1403_2
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short term and working memory in children: Are they separable? *Child Development, 77*, 1698-1716. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00968
- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. London: Harcourt Assesment.
- Baddeley, A. D. (2003a). Working memory: An overview. *Journal of Communication Disorders, 36*, 189–208. doi:10.1016/S0021-9924(03)00019-4
- Baddeley, A. D. (2003b). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Review Neuroscience, 4*, 417-423. doi:10.1038/nrn1201
- Berg, D. H. (2008). Working memory and arithmetic calculation in children: The contributory roles of processing speed, short-term memory, and reading. *Journal of Experimental Child Psychology, 99*, 288-308. doi:10.1016/j.jecp.2007.12.002
- Cain, K., Oakhill, J., & Bryant, P. (2004). Children's reading comprehension ability: Concurrent prediction by working memory, verbal ability, and component skills. *Journal of Educational Psychology, 96*, 31-42. doi:10.1037/0022-0663.96.1.31
- Egberink, I. J. L., Janssen, N. A. M., & Vermeulen, C. S. M. (2009-2014). *COTAN Documentatie* (www.cotandocumentatie.nl). Amsterdam: Boom test uitgevers.
- Feenstra, H., Kleintjes, F., Kamphuis, F., & Krom, R. (2010). *Leerling- en onderwijsvolgsysteem: Begrijpend lezen groep 3 t/m 6*. Arnhem: Cito.
- Fuchs, L. S., Compton, D. L., Fuchs, D., Paulsen, K., Bryant, J. D., & Hamlett, C. L. (2005). The prevention, identification, and cognitive determinants of math difficulty. *Journal of Education Psychology, 97*, 493-513. doi:10.1037/0022-0663.97.3.493
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Capizzi, A. M., ... Fletcher, J. M. (2006). The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. *Journal of Education Psychology, 98*, 29-43. doi:10.1037/0022-0663.98.1.29
- Hickendorff, M., & Janssen, J. (2009). De invloed van contexten in rekenopgaven op de prestaties van basisschoolleerlingen. *Panama Post, 28*, 3-11. Verkregen van https://openaccess.leidenuniv.nl/bitstream/handle/1887/16362/hickendorff_jansen_PP.pdf?sequence=2

- Imbo, I., & Vandierendonck, A. (2007). The development of strategy use in elementary school children: Working memory and individual differences. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 284-309. doi:10.1016/j.jecp.2006.09.001
- Inspectie van het Onderwijs. (2008). *Basisvaardigheden rekenen- wiskunde in het basisonderwijs: Een onderzoek naar het niveau van rekenen-wiskunde in het basisonderwijs en naar verschillen tussen scholen met lage, gemiddelde en goede reken-wiskunderesultaten*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.
- Janssen, J., Verhelst, N., Engelen, R., & Scheltens, F. (2010). *Leerling- en onderwijsvolgsysteem: Rekenen-wiskunde groep 3 t/m 8*. Arnhem: Cito.
- Kintsch, W. (2004). The construction-integration model of tekst comprehension and its implications for instruction. In R. B. Ruddell & N. J. Unrau (Red.), *Theoretical models and processes of reading* (1270-1328). Newark, DE: International Reading Association.
- Lee, K., Ng, S. F., Ng, E. L., & Lim, Z. Y. (2004). Working memory and literacy as voorspellers of performance on algebraic word problems. *Journal of Experimental Child Psychology*, 89, 140-158. doi:10.1016/j.jecp.2004.07.001
- Leseman, P., & Hamers, J. (2007). Begrijpend lezen. In K. Verschueren & H. Koomen (Red.), *Diagnostiek in de leerlingenbegeleiding* (73-88). Antwerpen/Apeldoorn: Garant.
- Prenger, J. (2005). *Taal Telt! Een onderzoek naar de rol van taalvaardigheid en tekstbegrip in het realistische rekenonderwijs*. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20, 110-122. doi:10.1016/j.lindif.2009.10.005
- Ruijsenaars, W., & Van Luit, H. (2007). Rekenen. In K. Verschueren & H. Koomen (Red.), *Diagnostiek in de leerlingenbegeleiding* (43-56). Antwerpen/Apeldoorn: Garant.
- Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2005). Development of numerical estimation: A review. In J. I. D. Campbell (Red.), *The handbook of mathematical cognition* (197-212). New York: Psychology Press.
- Swanson, H. L. (2006). Cross-sectional and incremental changes in working memory and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 98, 265-281. doi:10.1037/0022-0663.98.2.265
- Swanson, H. L., & Beebe-Frankenberger, M. (2004). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for

serious math difficulties. *Journal of Education Psychology*, 96, 471-491.

doi:10.1037/0022-0663.96.3.471

Tronsky, L. N. (2005). Strategy use, the development of automaticity, and working memory involvement in complex multiplication. *Memory & Cognition*, 33, 927-940.

doi:10.3758/BF03193086

Van der Ven, S. H. G., van der Maas, H. L. J., Straatemeier, M., & Jansen, B. R. J. (2013).

Visuospatial working memory and mathematical ability at different ages throughout primary school. *Learning and Individual Differences*, 27, 182-192. doi:

10.1016/j.lindif.2013.09.003