

Werkgeheugen, motivatie en rekenprestaties: een mediatiemodel

*Een onderzoek naar het mogelijke mediatie-effect van motivatie tussen het
werkgeheugen en rekenprestaties van basisschoolleerlingen van groep 6 t/m 8*

E. J. M. van Aken
3651215

N. E. van der Sande
3586057

N. H. Zoeten
3807460

**Bachelorthesis Pedagogische Wetenschappen
Universiteit Utrecht**

Thesis begeleidster: E. van de Weijer-Bergsma
Datum: 10 juni 2013

Samenvatting

Achtergrond: Het is erg belangrijk dat leerlingen op school goed rekenonderwijs ontvangen. In dit onderzoek zal onderzocht worden wat het effect van werkgeheugen en motivatie op rekenprestaties is en of er een mediatie-effect van motivatie bestaat tussen het werkgeheugen en rekenprestaties. **Methode:** Het onderzoek is uitgevoerd bij 742 basisschoolleerlingen uit groep 6 tot en met 8 en uitgevoerd met lineaire en multiële regressieanalyses. Hiervoor werden de scores van leerlingen op de Online Werkgeheugentaak voor Kinderen, de Globale Motivatie Vragenlijst en de Citotoets Rekenen-Wiskunde gebruikt. **Resultaten:** Uit de resultaten blijkt dat er een significant effect is van werkgeheugen op rekenprestaties, van werkgeheugen op motivatie en van motivatie op rekenprestaties. Bovendien blijkt dat het effect van werkgeheugen op rekenprestaties gedeeltelijk verklaard kan worden door verschillen in motivatie. **Conclusie:** In overeenstemming met eerder onderzoek blijkt dat leerlingen met een hogere werkgeheugencapaciteit betere rekenprestaties halen. Ook hebben zij een hogere motivatie voor het vak rekenen. Bovendien blijkt dat leerlingen die meer gemotiveerd zijn voor rekenen betere rekenprestaties halen. De relatie tussen werkgeheugen en rekenprestaties wordt voor een klein deel gemedieerd door motivatie. **Sleutelwoorden:** Werkgeheugen, motivatie, rekenprestaties.

Inleiding

Het is van groot belang dat leerlingen goed rekenonderwijs ontvangen, omdat dit belangrijke bagage voor hun verdere schoolloopbaan, hun latere werk en voor het dagelijks leven is (Inspectie van het Onderwijs, 2011). Rekenvaardigheden zijn bijvoorbeeld van belang om te kunnen inschatten of het te betalen bedrag niet te hoog is of om onderzoeksgegevens in de media te kunnen interpreteren (Boswinkel & Schram, 2011). Het rekenonderwijs sluit echter nog niet altijd voldoende aan bij de behoeften van de individuele leerling en is dus nog niet optimaal (Inspectie van het Onderwijs, 2011). Daarom is het van belang dat er onderzoek gedaan wordt naar factoren die de verschillen tussen leerlingen in de hoogte van rekenprestaties kunnen verklaren. Uit diverse onderzoeken is gebleken dat de werkgeheugenprocessen één van de kindfactoren zijn, die een groot deel van de verschillen in rekenvermogen tussen leerlingen verklaren (Raghubar, Barnes & Hecht, 2010). Het werkgeheugen is bijvoorbeeld van belang om tussenantwoorden van een hoofdrekening tijdelijk te kunnen onthouden, terwijl de leerling ondertussen de rest van de rekenbewerking mentaal uitvoert (DeStefano & LeFevre, 2004). Individuen die de werkgeheugenprocessen efficiënter en beter uitvoeren presteren beter op rekentesten (Miller & Bichsel, 2004). Naast het werkgeheugen blijkt de factor motivatie een grote invloed te hebben op prestaties (Duckworth & Seligman, 2005). Als leerlingen meer gemotiveerd zijn voor taken tonen ze meer inzet en behalen

zij betere prestaties dan wanneer ze niet of weinig gemotiveerd zijn (Vansteenkiste, Lens, Donche & Van Petegem, 2007). Het werkgeheugen en de motivatie van een individu kunnen elkaar ook beïnvloeden, maar hoe deze twee variabelen bij het rekenen samenhangen is momenteel nog niet helder (Brooks & Shell, 2006). Het is van groot belang om inzicht te verkrijgen in de wijze waarop deze drie verschillende factoren elkaar beïnvloeden, zodat de verworven inzichten toegepast kunnen worden om het rekenonderwijs op basisscholen te verbeteren.

Werkgeheugen

Baddeley (1992) definieert het werkgeheugen als een hersensysteem dat dient voor het tijdelijk opslaan en het bewerken van informatie die nodig is voor complexe cognitieve taken, zoals het begrijpen van taal, leren en redeneren. Het meest bekende en toegepaste model is het werkgeheugenmodel van Baddeley en Hitch (zoals geciteerd in Baddeley, 1992) dat het werkgeheugen voorstelt als een samengesteld systeem. Volgens Baddeley (1992) bestaat het werkgeheugen uit drie onderscheiden, maar van elkaar afhankelijke systemen met een beperkte capaciteit: het centraal verwerkingssysteem, de fonologische lus en het visueel-ruimtelijk schetsblok. Het centrale verwerkingssysteem is een controlesysteem dat verantwoordelijk is voor de coördinatie van de uitvoering van afzonderlijke taken, het verdelen van de aandacht, mentale flexibiliteit en inhibitie (Baddeley, 1996). Het centraal verwerkingssysteem onthoudt bijvoorbeeld welke gedeelten van een rekenkundige berekening al gedaan zijn, bij een som als $34+56$ (DeStefano & LeFevre, 2004). De fonologische lus is een tijdelijke opslagplaats voor verbale informatie (Baddeley, 1992). Daarnaast vindt er in dit subsysteem een articulatorisch herhalingsproces plaats. Dit is het mentaal herhalen van verbale informatie, waardoor de informatie langer onthouden kan worden. Bij het uitvoeren van een hoofdrekenactiviteit worden getallen en tussenantwoorden tijdelijk in dit subsysteem onthouden (DeStefano & LeFevre, 2004). Ook is de fonologische lus betrokken bij tellen. Het visueel-ruimtelijke schetsblok is verantwoordelijk voor de tijdelijke opslag en het bewerken van visuele beelden en ruimtelijke informatie. Bij het uitvoeren van een rekenactiviteit kunnen hier de som en de oplossing van de som visueel voorgesteld worden (Hitch, 1978). Later heeft Baddeley (2000) een vierde component aan zijn model toegevoegd, namelijk de episodische buffer, die verantwoordelijk is voor de integratie en tijdelijke opslag van informatie uit de twee subsystemen en het lange termijn geheugen. Hoewel het werkgeheugen van belang is voor het uitvoeren van rekentaken, bepalen individuele verschillen, zoals leeftijd en ervaring, strategiegebruik, instructie- en taalfactoren, op welke manier de drie componenten van het werkgeheugen en rekenprestaties aan elkaar gerelateerd zijn (Raghubar et al., 2010). Bij peuters en kleuters, die hun basisrekenvaardigheden aan het ontwikkelen zijn, speelt vooral het visueel-ruimtelijke werkgeheugen een grote rol (Rasmussen & Bisanz, 2005). De

vaardigheden van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen vormen dus bij deze groep een belangrijke voorspeller van hun prestaties op non-verbale opgaven, zoals eenvoudige rekensommen die in blokken gepresenteerd worden (Passolunghi & Mammarella, 2010). Kinderen tot en met 7 jaar lijken zo nog grotendeels op hun visueel-ruimtelijke werkgeheugen te steunen (McKenzie, Bull & Gray, 2003, zoals geciteerd in Raghubar et al., 2010). Naarmate kinderen meer ervaring opdoen, gaan ze efficiënter werken en steunen ze minder op het visueel-ruimtelijk werkgeheugen (Raghubar et al., 2010). De antwoorden van veel gebruikte basisrekensommen worden namelijk in toenemende mate verbaal opgeslagen en geautomatiseerd en kunnen snel herinnerd worden. Op deze wijze gaat het verbale werkgeheugen een grotere rol spelen (Raghubar et al., 2010). Ook het type taak, de complexiteit ervan en de gebruikte strategie is bepalend voor de mate waarin en de wijze waarop er een beroep wordt gedaan op het werkgeheugen. DeStefano & LeFevre (2004) hebben onderzoek gedaan naar de rol die het werkgeheugen bij mentaal rekenen speelt. Bij een hoofdrekensom met twee ééncijferige getallen (3×5) bleek alleen het centrale verwerkingssysteem betrokken te zijn. Als participanten daarbij de telstrategie gebruikten om tot een antwoord te komen, werd er ook van de fonologische lus gebruik gemaakt. Bij complexere sommen (325×421) bleek dat er een groter beroep op het werkgeheugen werd gedaan dan bij eenvoudige sommen.

Motivatie

Naast het werkgeheugen is ook motivatie een belangrijke voorspeller van rekenprestaties (Aunola, Leskinen & Nurmi, 2006; Duckworth & Seligman, 2005; Viljaranta, Lerkkanen, Poikkeus, Aunola & Nurmi, 2009). Wanneer kinderen op een bepaald tijdstip meer gemotiveerd voor het vak rekenen zijn, zullen zij een half jaar later hogere cijfers voor rekenen halen dan andere leerlingen. Dit effect blijft bestaan wanneer er rekening wordt gehouden met de verschillen in prestaties op het eerste meetmoment (Aunola et al.,; Viljaranta et al., 2009). Vansteenkiste et al. (2007) noemen motivatie de onderliggende drijfveer van gedrag. Motivatie vormt de reden waarom een individu bepaald gedrag inzet, richting geeft en in stand houdt (Woolfolk, Hughes & Walkup, 2013). De motivatie van leerlingen kan variëren in intrinsieke en extrinsieke motivatie (Woolfolk et al., 2013). Leerlingen die intrinsiek gemotiveerd zijn voor een activiteit doen deze activiteit omdat ze daar interesse voor hebben en er plezier aan beleven. Extrinsiek gemotiveerde leerlingen doen de activiteit daarentegen vanwege een mogelijk gevolg dat los van de leeractiviteit staat (Vansteenkiste, Lens & Deci, 2006). Lepper, Corpus & Iyengar (2005) merken hierbij op dat leerlingen ook tegelijkertijd intrinsiek en extrinsiek gemotiveerd lijken te kunnen zijn. Vooral intrinsieke motivatie blijkt een grote positieve invloed op prestaties te hebben (Corpus, McClintic-Gilbert & Hayenga, 2009). Verschillen in intrinsieke en extrinsieke motivatie kunnen voortkomen uit het stellen van taak- of prestatiedoelen (Woolfolk et al., 2013). Bij taakdoelen zijn leerlingen erop gericht om zo

veel mogelijk kennis op te doen (Dweck et al., 2004; Woolfolk et al., 2013). Leerlingen met prestatiedoelen zijn daarentegen vooral gericht op het halen van goede prestaties en het tonen van hun vaardigheden aan anderen (Dweck et al., 2004; Woolfolk et al., 2013). Omdat leerlingen met taakdoelen er vooral op gericht zijn om veel te leren, geven zij minder snel op wanneer het moeilijk is (Woolfolk et al., 2013). Ze vinden het ook minder erg om fouten te maken dan leerlingen met prestatiedoelen, omdat ze van hun fouten kunnen leren (Dweck et al., 2004). Hierdoor scoren leerlingen met taakdoelen vaak hoger dan leerlingen met prestatiedoelen (Dweck et al., 2004). Linnenbrink, Ryan, & Pintrich (1999) verklaren dit door de aanname dat leerlingen met een taakdoel een grotere capaciteit in het beperkte werkgeheugen beschikbaar lijken te houden. Een hoge mate van zelf-effectiviteit lijkt te compenseren voor een lagere werkgeheugencapaciteit, waarschijnlijk doordat de leerling zich intrinsiek of extrinsiek weet te motiveren (Hoffman & Schraw, 2009). Deze mogelijke aanname komt overeen met onderzoek van Brooks & Shell (2006), waarin gesteld wordt dat de absolute werkgeheugencapaciteit van een individu wel grotendeels bepaald wordt door zijn vermogen, maar dat de effectieve capaciteit, de capaciteit die het individu werkelijk gebruikt, bepaald wordt door zijn motivatie. De motivatie van een individu is dus bepalend voor de hoeveelheid capaciteit die het individu besluit te gebruiken.

Een nieuwe vraag die hier ontstaat, is de vraag of een beter werkgeheugen ook leidt tot een hogere mate van motivatie. Een leerling met een hoge werkgeheugencapaciteit kan werkgeheugenprocessen beter uitvoeren (Miller & Bichsel, 2004). Hij zal rekentaken waarschijnlijk gemakkelijker, beter en sneller uit kunnen voeren en zo veel positieve rekenervaringen opdoen. Dit zal waarschijnlijk resulteren in een hoge mate van motivatie. Een leerling met een lage capaciteit zal meer moeite met rekentaken hebben, er langer over doen en vaak falen, waardoor zijn leerproces verstoord en vertraagd wordt (Alloway, 2006). Dit proces kan zo leiden tot een vermindering van motivatie, met mogelijk het tonen van minder inzet voor rekentaken als gevolg. De vraag die hier ontstaat, is of motivatie een onafhankelijke, op zichzelf staande factor of een mediërende factor is. Het is namelijk ook mogelijk dat een beter werkgeheugen tot een hogere mate van motivatie leidt en zo hogere rekenprestaties tot gevolg heeft.

In dit onderzoek wordt het beschreven mediatiemodel onderzocht, om een antwoord te vinden op de vraag of de relatie tussen het werkgeheugen en rekenprestaties mede verklaard kan worden door verschillen in motivatie. Dit onderzoek is erop gericht inzicht te verkrijgen in de wijzen waarop het werkgeheugen van basisschoolleerlingen verbeterd en hun motivatie verhoogd kan worden. De verworven inzichten van dit onderzoek kunnen vervolgens omgezet worden in praktische adviezen voor leerkrachten, zodat zij de rekenprestaties van hun leerlingen kunnen verhogen.

Daarom staan de volgende onderzoeksvragen centraal: 1) leidt een hogere werkgeheugencapaciteit tot hogere rekenprestaties bij basisschoolleerlingen?, 2) leidt een hogere werkgeheugencapaciteit tot een hogere mate van motivatie voor rekenen?, 3) leidt een hogere mate van motivatie voor rekenen tot hogere rekenprestaties? 4) en kan de relatie tussen het werkgeheugen en de rekenprestaties mede verklaard worden door verschillen in motivatie van de leerlingen?

Methode

Participanten

Dit onderzoek werd uitgevoerd met een selecte steekproef uit het grootschalige onderzoeksproject Gedifferentieerd Rekenonderwijs. Dit onderzoeksproject heeft tot doel een nascholingstraject voor leerkrachten te ontwikkelen dat hen ondersteunt bij het afstemmen van hun rekenonderwijs op de verschillende onderwijsbehoeften van hun leerlingen, teneinde het rekenonderwijs op de Nederlandse basisscholen te verbeteren. Door middel van folders, advertenties in vakbladen en websites zijn reguliere basisscholen benaderd. Vervolgens meldden 70 scholen zich aan, waarvan 35 scholen uitgebreide aanmeldingsformulieren hadden ingevuld. Drie scholen trokken zich terug, zodat er 32 scholen overbleven voor deelname. Door middel van loting werden de scholen in drie cohorten ingedeeld, die ieder gefaseerd het nascholingstraject aangeboden kregen in respectievelijk schooljaar 2012-2013, 2013-2014 of 2014-2015. Leerkrachten en ouders werden door middel van een brief over het onderzoeksproject geïnformeerd. De respondenten namen vrijwillig deel. Indien zij niet wensten deel te nemen, konden zij dit aangeven. De gegevens werden anoniem verwerkt.

Voor het huidige onderzoek werd gebruik gemaakt van de beschreven steekproef, waarvan vervolgens de groepen 6, 7 en 8 geselecteerd zijn. Om de resultaten van leerlingen onderling te kunnen vergelijken, werden leerlingen geselecteerd die op vergelijkbare wijze van hun werkgeheugen gebruik maken. Kinderen tot en met 7 jaar maken nog grotendeels gebruik van hun visueel-ruimtelijke werkgeheugen en oudere kinderen maken meer gebruik van hun verbale werkgeheugen (Raghubar et al., 2010). Op basis van deze gegevens kunnen kinderen in een categorie geplaatst worden. Voor dit onderzoek is de keuze gemaakt voor de tweede categorie, namelijk leerlingen van minimaal 8 jaar oud. Een praktische reden voor de selectie van de groepen 6, 7 en 8 was het feit dat deze groepen dezelfde versie van de motivatievragenlijst hebben ingevuld.

De oorspronkelijke steekproef bestond uit 2635 leerlingen van 32 scholen. Echter, voor de analyse zijn alleen de leerlingen geselecteerd die zowel een score op de Citotoets Rekenen-Wiskunde, de Globale Motivatielijst (GlobMV), het Apenspel en het Leeuwenspel hadden. De 742 leerlingen in de uiteindelijke steekproef waren afkomstig van 16 reguliere basisscholen met in totaal 48 klassen. 244 leerlingen waren afkomstig uit 16 klassen van groep 6, 220 leerlingen uit 15 klassen van groep 7 en 278 leerlingen uit 17

klassen van groep 8. Aan de steekproef namen 338 meisjes (45.6 %) en 404 jongens (54.4 %) deel. De gemiddelde leeftijd van de participanten was 11.06 jaar ($SD = 0.97$).

Hypothesen

Binnen dit onderzoek zal het beschreven mediatiemodel worden getoetst, met behulp van vier hypothesen. 1) Een hogere werkgeheugencapaciteit leidt tot hogere rekenprestaties. 2) Een hogere werkgeheugencapaciteit leidt tot een hogere mate van motivatie voor rekenen. 3) Een hogere mate van motivatie voor rekenen leidt tot hogere rekenprestaties. 4) De relatie tussen het werkgeheugen en de rekenprestaties van de leerling kan mede verklaard worden door verschillen in de mate van motivatie.

Meetinstrumenten

Het werkgeheugen van de leerlingen werd gemeten door middel van de Online Werkgeheugentaak voor Kinderen die bestaat uit een visueel-ruimtelijke taak, het Leeuwenspel, en een verbale taak, het Apenspel. Het Leeuwenspel is gebaseerd op een werkgeheugentraining voor kleuters (Kolkman, Kroesbergen & Leseman, 2011). De leerlingen krijgen een 4x4 matrix met struiken te zien, waarin achtereenvolgens leeuwen in verschillende kleuren op verschillende locaties verschijnen. Ze krijgen vervolgens de opdracht om de laatste locatie van (een) bepaalde kleur(en) leeuw(en) te onthouden. Doordat de leeuw van een bepaalde kleur van positie kan verwisselen, moeten de leerlingen de informatie ook in hun werkgeheugen kunnen updaten. Bij het eerste level moeten ze de locatie van de laatste rode leeuw onthouden; bij het tweede level moeten ze de locatie van de laatste rode en blauwe leeuw aan kunnen geven. Bij het derde, vierde en vijfde level komen daar respectievelijk de locaties van de laatste groene, gele en paarse leeuw bij. Bij ieder level horen vier items. De test bestaat uit 20 items en een aantal oefenitems. Iedere leerling ontvangt een proportie correct score op ieder item. Vervolgens is berekend wat de gemiddelde proportie correct score van iedere leerling over de gehele test was. Een hoge gemiddelde proportie correct score op het Leeuwenspel duidt op een hoge capaciteit van het visueel-ruimtelijke werkgeheugen.

Het Apenspel is een word recall backwards taak, die speciaal voor het onderzoeksproject ontwikkeld is. Deze taak bestaat uit vijf levels, waarbij de leerlingen respectievelijk 2, 3, 4, 5 en 6 woorden achter elkaar te horen krijgen en die in omgekeerde volgorde moeten onthouden. Vervolgens verschijnt er een 3x3 matrix met negen woorden, waarin zij de gesproken woorden in omgekeerde volgorde moeten aanklikken. Na het horen van de woorden 'roos...oog' moeten ze dus eerst het woord 'oog' en vervolgens 'roos' aanklikken. De test bestaat uit 20 items en een aantal oefenitems. Een hoge score op het Apenspel duidt op een hoge capaciteit van het verbale werkgeheugen. Er is nog niets bekend over de validiteit en betrouwbaarheid van de twee werkgeheugentaken. Dat wordt momenteel onderzocht in een aparte studie.

De motivatie voor het vak rekenen werd gemeten met de Globale Motivatie Vragenlijst (GlobMV), die speciaal voor het onderzoeksproject ontwikkeld is. Voor dit onderzoek werd de versie voor groep 6 tot en met 8 gebruikt, dat uit twee delen bestaat. Het eerste deel van de GlobMV bestaat uit 35 vragen, verdeeld over vijf subschalen, namelijk *Self Efficacy*, *Self Concept*, *Math Anxiety*, *Task Value* en *Lack of Challenge*. De *Self Efficacy* schaal meet of een leerling vaardig denkt te zijn in rekensommen en -toetsen (voorbeeldvraag: 'Denk jij dat je de volgende rekentoets goed gaat maken?'). *Self Concept* meet of een leerling goed denkt te zijn in rekenen in het algemeen. *Math Anxiety* meet in hoeverre leerlingen (faal)angstig zijn voor rekenen en *Task Value* meet of leerlingen rekenen leuk vinden. Een hoge score op de schaal *Lack of Challenge* geeft aan dat rekenen weinig uitdaging vormt voor de leerlingen. Het tweede deel van de GlobMV bestaat uit 24 vragen, waarmee de causale attributies van leerlingen voor hun rekenprestaties gemeten worden. Leerlingen kunnen bij alle vragen kiezen uit vier antwoordmogelijkheden: NEE! (helemaal niet mee eens), nee (niet echt mee eens), ja (best wel mee eens) en JA! (helemaal mee eens). Aan deze antwoordmogelijkheden wordt een score toegekend van 1 tot 4 waarbij een score van 4 aangeeft dat de leerling hoog scoort op een bepaalde schaal. Negen items zijn negatief verwoord en moeten omgecodeerd worden. De interne betrouwbaarheid (Cronbachs Alfa) voor het totaal van alle schalen en enkel het gebruikte eerste deel van de GlobMV is .59. Voor de afzonderlijke subschalen varieert dit van .68 tot .93. Van de causale attributieschalen is de Cronbachs Alfa niet overal voldoende gebleken. Deze schalen zullen daarom niet worden meegenomen in de analyses. Uit een vergelijking van de GlobMV met de Prepost Motivatievragenlijst blijkt dat er een significante correlatie bestaat tussen verschillende items uit deze vragenlijsten. De Prepost Motivatievragenlijst meet de motivatie van leerlingen voorafgaand aan de rekenles en meteen na de rekenles. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de GlobMV voldoende constructvalide is. De totaalscore op de GlobMV is berekend door de items van de schalen *Self Efficacy*, *Self Concept*, *Math Anxiety*, *Task Value* en *Lack of Challenge* bij elkaar op te tellen. De items behorende bij *Math anxiety* zijn hierbij omgecodeerd, omdat een hoge score op deze schaal vaak samengaat met een lagere motivatie.

Het niveau van de rekenprestaties van de leerlingen werd gemeten door de toetsen Rekenen-Wiskunde van het CITO, die tweemaal per schooljaar worden afgenomen (Janssen, Verhelst, Engelen & Scheltens, 2010). In groep 6 en 7 bestaan alle toetsen uit drie delen met minimaal 26 en maximaal 36 opgaven, en een afnametijd van 40 minuten per deel. In groep 8 bestaan de toetsen uit vier delen, waaronder drie delen met 32 opgaven van in totaal 45 minuten en één deel met 20 opgaven van in totaal 35 minuten (CITO, LVOS toetsen Rekenen-Wiskunde; Janssen et al., 2010). Alle toetsen bestaan uit meerkeuze en realistische contextopgaven, waar taal en begrijpend lezen een

rol spelen bij het oplossen van de opgaven. Taalzwakke en allochtone leerlingen kunnen hierdoor onderpresteren in de Reken-Wiskunde toetsen (Hickendorff & Janssen, 2009). Een voorbeeldvraag is het volgende: Poes Minoes moet per dag 1/4 pil hebben. De dierenarts geeft een doosje met 20 pillen. Voor hoeveel dagen in totaal is dat genoeg? A) 5 dagen, B) 8 dagen, C) 50 dagen, D) 80 dagen (Janssen et al., 2010). Na afronding van de toets wordt de behaalde ruwe score van iedere leerling omgezet in een vaardigheidsscore. Door de vaardigheidsscores van de Cito Rekenen-Wiskunde eind 2011-2012 en midden 2012-2013 van elkaar af te trekken, is berekend hoeveel vooruitgang de leerlingen hebben gemaakt. In de Rekenen-Wiskunde toetsen worden drie subdomeinen onderscheiden. Ten eerste getallen en bewerkingen, ten tweede verhoudingen, breuken en procenten en ten derde meten, meetkunde, tijd en geld. De betrouwbaarheidscoëfficiënten van de drie subdomeinen zijn met een variatie van $\alpha = .91$ tot $.97$ hoog tot zeer hoog te noemen en de toetsen zijn zowel inhouds- als begripsvalide (Janssen et al., 2010).

Procedure

Alle leerkrachten ontvingen een email met de inloggegevens voor de website waarop de leerlingen de Online Werkgeheugentaak konden maken. Voor het Leeuwenspel ontvingen zij dit aan het begin van het schooljaar 2012-2013 en voor het Apenspel in het midden van het schooljaar 2012-2013. Voorafgaand aan de twee taken ontvingen de leerlingen instructies op de website en maakten ze een aantal oefenitems. Vervolgens maakten ze de werkgeheugentaken zelfstandig in de klas. Na afloop werden de resultaten automatisch naar de database verstuurd. De afname duurde ongeveer 15 minuten per taak, dus 30 minuten in totaal per leerling. Voor de afname van de GlobMV zijn studenten van de Universiteit Utrecht aan het begin van het schooljaar 2012-2013 naar de verschillende deelnemende scholen geweest. Na een korte uitleg hebben de leerlingen de vragenlijst zelfstandig ingevuld. Voor de Cito waren de ruwe-, vaardigheids- en niveauscores van de toetsen uit het eind van het schooljaar 2011-2012 en het midden van het schooljaar 2012-2013 opgevraagd uit het leerlingvolgsysteem van de scholen.

De belasting voor de respondenten was minimaal, aangezien voor dit onderzoek data werd gebruikt uit een reeds lopend onderzoek. De Cito-gegevens waren opgevraagd bij de scholen en de afname van de Online Werkgeheugentaak en GlobMV heeft tijdens schooltijd plaatsgevonden, zodat dit niet voor extra belasting van de leerlingen zorgde. Hoewel scholen zichzelf konden aanmelden, waardoor de steekproef selectief is, werd er gebruik gemaakt van een groot databestand waardoor het aannemelijk is dat de steekproef een goede representatie van de totale populatie is. De GlobMV en de Cito Rekenen-Wiskunde zijn voldoende betrouwbaar en valide. De betrouwbaarheid en validiteit van de Online Werkgeheugentaak wordt echter nog onderzocht. Op grond

hiervan kan gesteld worden dat de interne validiteit en betrouwbaarheid van dit onderzoek gedeeltelijk gewaarborgd zijn.

Resultaten

Data analyse

De eerste drie hypothesen werden getoetst door lineaire regressieanalyses en de vierde hypothese met een multiële regressieanalyse, omdat met behulp van deze technieken de invloed van een onafhankelijke variabele op een afhankelijke variabele bepaald kan worden. Het mediatiemodel werd getoetst door middel van de methode van Baron en Kenny (1986). Bij de eerste hypothese vormden het visueel-ruimtelijke werkgeheugen en het verbale werkgeheugen twee onafhankelijke variabelen, predictoren, en de rekenprestaties zijn de afhankelijke variabele, de criteriumvariabele. Bij de tweede hypothese waren de twee werkgeheugencomponenten eveneens de onafhankelijke variabelen en was motivatie de afhankelijke variabele. Bij de derde hypothese was motivatie de onafhankelijke variabele en werd de afhankelijke variabele gevormd door de rekenprestaties. Bij de vierde hypothese waren de werkgeheugencomponenten twee onafhankelijke variabelen en de rekenprestaties de afhankelijke variabele. Motivatie vormde de mediërende variabele daartussen.

Bij de analyses werd gebruik gemaakt van de gemiddelde proportie correct score op het Leeuwenspel, de gemiddelde proportie correct score op het Apenspel, de schaal score op de Cito Rekenen-Wiskunde en de totaal score van iedere leerling op de GlobMV. Bij toetsing van de invloed van het werkgeheugen op de motivatie en de invloed van de motivatie op de rekenprestaties werden bovendien de scores betrokken, die de leerlingen op de subschalen van de GlobMV gehaald hadden. De data van het Apenspel en het Leeuwenspel werden apart geanalyseerd, omdat er sprake was van een zwakke positieve samenhang tussen de twee werkgeheugentaken, $r = .30, p (< .001)$.

Binnen de data van de GlobMV zijn de vragen met een ontbrekende waarde ingevuld met de gemiddelde score die behaald kon worden. Dit is gedaan bij 41 leerlingen. Voorafgaand aan de analyses werd de data op de aannames voor een regressieanalyse gecontroleerd. De data van de vier variabelen zijn van minimaal interval niveau. De data van het Apenspel was na verwijdering van één extreme uitbijter normaal verdeeld. Uit de data van het Leeuwenspel werd eveneens een uitbijter verwijderd. De data van het Leeuwenspel voldeed niet aan de aanname van de normale verdeling, maar was linksscheef verdeeld. Door toepassing van de bootstraptechniek bij de uitvoering van de analyses met de data van het Leeuwenspel konden desondanks robuuste resultaten verkregen worden. De analyses werden uitgevoerd met tweezijdige toetsing met een betrouwbaarheidsinterval van 95% en een alpha van .05. Wanneer er een significant effect wordt gevonden, kunnen met 95% zekerheid de nulhypothesen verworpen worden en de alternatieve hypothesen aangenomen worden.

Resultaten

In Tabel 1 zijn de gemiddelden, standaardafwijkingen en het bereik van de scores die de leerlingen behaald hebben op het Leeuwenspel, het Apenspel, de Cito Rekenen-Wiskunde en de GlobMV weergegeven.

Tabel 1

Beschrijvende statistieken van de werkgeheugentaken, Cito Rekenen en de GlobMV

Variabele	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Score bereik</i>
Leeuwenspel	.75	.12	.22 - 1.00
Apenspel	.59	.13	.08 - .94
Vaardigheidsscore Cito Rekenen-Wiskunde	101.3	16.03	47 - 154
Vooruitgang Cito Rekenen-Wiskunde	6.70	7.66	-25 - 45
GlobMV totaalscore	2.97	.50	1.28 - 4.00
Self efficacy	3.05	.52	1.17 - 4.00
Self concept	2.98	.71	1.00 - 4.00
Math anxiety	1.68	.60	1.00 - 4.00
Task value	2.96	.66	1.00 - 4.00
Lack of challenge	2.62	.61	1.00 - 4.00

Uit de eerste regressieanalyse blijkt dat de variabele visueel-ruimtelijk werkgeheugen een significante voorspeller is van de variabele rekenprestaties. De verklaarde variantie van dit model is 9.5% ($p < .001$). Uit de tweede regressieanalyse blijkt dat de variabele verbaal werkgeheugen een significante voorspeller van de variabele rekenprestaties is. De verklaarde variantie van dit model is 15.4% ($p < .001$). Zowel het visueel-ruimtelijk werkgeheugen als het verbale werkgeheugen zijn beide een significante voorspeller van de variabele rekenprestaties ($p < .05$), met een positief, middelmatig verband (zie Tabel 2).

Tabel 2

Resultaten van afzonderlijke voorspellers in twee enkelvoudige regressieanalyses

Variabele	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	95% betrouwbaarheidsinterval voor <i>B</i>	
				<i>Ondergrens</i>	<i>Bovengrens</i>
Constante	70.97	4.02**		62.68**	78.53**
Leeuwenspel	40.21	5.25**	.309*	30.32**	50.88**
Constante	72.43	2.55		67.43	77.43
Apenspel	48.73	4.20	.392*	40.49	56.98

Noot. $N = 742$. * $p < .001$ ** Resultaten gebaseerd op 1000 bootstrap steekproeven

Uit de enkelvoudige toetsende regressieanalyse blijkt dat de capaciteit van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen een voorspeller is voor de score op motivatie. De verklaarde variantie van dit model is 2.0% ($p = .002$). Om een duidelijk beeld te krijgen van de invloed van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen op de verschillende aspecten van motivatie, werden er vijf gebootstrapte enkelvoudige lineaire regressieanalyses uitgevoerd van het Leeuwenspel op de subschalen van de GlobMV. De resultaten van de schalen Self Efficacy, Self Concept, Task Value en Lack of Challenge Self Concept zijn significant ($p < .05$). Tevens bleek Self Concept het best te voorspellen te zijn door het Leeuwenspel. Zie hiervoor Tabel 3.

Uit de enkelvoudige toetsende regressieanalyse blijkt dat de resultaten van het verbale werkgeheugen een voorspeller is voor de score op motivatie. De verklaarde variantie van dit model is 2.1% ($p < .001$). Om een duidelijk beeld te krijgen van de invloed van het verbale werkgeheugen op de verschillende aspecten van motivatie, werden er vijf enkelvoudige lineaire regressieanalyses uitgevoerd van het Apenspel op de subschalen van de GlobMV. De resultaten op de schalen Self Efficacy, Self Concept en Lack of Challenge zijn significant ($p < .05$). Self Concept bleek tevens het best te voorspellen te zijn door het Apenspel. Zie de resultaten Tabel 3.

Tabel 3

Resultaten van enkelvoudige regressieanalyses van het effect van het Apenspel en het Leeuwenspel op de schalen van de GlobMV

Variabele	<i>B</i>	<i>SE B</i>	<i>B</i>	95% betrouwbaarheidsinterval voor <i>B</i>	
				<i>Ondergrens</i>	<i>Bovengrens</i>
Leeuwenspel****					
Totaalscore GlobMV	.55	.15	.14*	.24	.83
Self Efficacy	.4	.15	.10***	.10	.70
Self Concept	.96	.22	.17*	.53	1.37
Math Anxiety	.29	.21	.06	-.11	.71
Task Value	.5	.20	.10**	.13	.91
Lack of Challenge	.60	.18	.12*	.24	.95
Apenspel					
Totaalscore GlobMV	.56	.14	.15*	.29	.84
Self Efficacy	.63	.15	.16*	.34	.91
Self Concept	1.09	.20	.20*	.71	1.48
Math Anxiety	.28	.17	.06	-.10	.62
Task Value	.31	.19	.06	-.06	.68
Lack of Challenge	.60	.17	.13*	.26	.94

Noot. $N = 742$. Voor het Apenspel: $R^2 = .03$ voor Self Efficacy, $R^2 = .04$ voor Self Concept, $R^2 = .02$ voor Lack of Challenge Items. Voor het Leeuwenspel: $R^2 = .01$ voor Self Efficacy, $R^2 = .03$ voor Self Concept, $R^2 = .01$ voor Task Value, $R^2 = .02$ voor Lack of Challenge Items.

* $p < .001$, ** $p < .01$, *** $p < .05$ ****Resultaten gebaseerd op 1000 bootstrap steekproeven.

Uit de enkelvoudige regressieanalyse blijkt dat de resultaten op de Cito Rekenen-Wiskunde voorspeld kunnen worden door de score van leerlingen op de GlobMV (zie Tabel 4). De verklaarde variantie van dit model is 12,2% ($p < .001$). De GlobMV blijkt echter geen significante voorspeller te zijn voor vooruitgang op de Cito Rekenen ($p = .95$).

Tabel 4

Enkelvoudige regressieanalyse van de totaalscore van de GlobMV en scores op de Cito

Variabele	<i>B</i>	<i>Se B</i>	β	95% betrouwbaarheidsinterval voor <i>B</i>	
				<i>Ondergrens</i>	<i>Bovengrens</i>
Constante	67.91	3.34		61.35	74.46
Totaalscore GlobMV	11.23	1.11	.35*	9.06	13.41

Noot. $N = 742$. * $p < .001$

Naast de totale invloed van de GlobMV is ook bekeken welke aspecten van motivatie de meeste invloed hebben op rekenprestaties (zie Tabel 5). Hiervoor zijn alle subschalen van de GlobMV tegelijk opgenomen in de multipele regressieanalyse. Ook dit model was significant. Met behulp van dit model kan 19,9% van de variantie in rekenprestaties op de Cito verklaard worden ($p < .001$). *Self Concept* is de enige significante voorspeller voor scores op de Cito Rekenen-Wiskunde ($p < .001$).

Tabel 5

Multipele regressieanalyse van de subschalen van de GlobMV en scores op de Cito

Variabele	<i>B</i>	<i>Se B</i>	β	95% betrouwbaarheidsinterval voor <i>B</i>	
				<i>Lower bound</i>	<i>Upper bound</i>
Constante	70.74	5.50		59.95	81.53
Self efficacy	-1.11	1.96	-.36	-4.96	2.73
Self concept	12.61	1.47	.56*	9.72	15.50
Math anxiety	1.59	1.13	.06	-.63	3.80
Task value	-1.08	.90	-.04	-2.84	.69
Lack of challenge	-1.19	1.49	-.05	-4.11	1.72

Noot. $N = 742$. * $p < .001$

Uit eerdere analyses is gebleken dat er een invloed van werkgeheugen is op rekenprestaties ($B = 48.73$ voor het Apenspel, $B = 40.21$ voor het Leeuwenspel), van werkgeheugen op motivatie ($B = 0.56$ voor het Apenspel, $B = 0.55$ voor het Leeuwenspel) en van motivatie en rekenprestaties ($B = 11.23$). Uit de multiële regressieanalyse blijkt dat de invloed van het werkgeheugen op rekenprestaties kleiner wordt wanneer motivatie als extra variabele wordt opgenomen in de regressieanalyse ($B = 43.33$ voor het Apenspel, $B = 34.71$ voor het Leeuwenspel). Uit de Sobeltest blijkt dat dit een significante afname is voor zowel het Apenspel (Sobel $Z = 3.67$, $p < .001$) als voor het Leeuwenspel (Sobel $Z = 3.42$, $p < .001$).

Conclusie en Discussie

In dit onderzoek werd onderzocht of de relatie tussen het werkgeheugen en rekenprestaties mede verklaard kan worden door verschillen in motivatie.

Werkgeheugencapaciteit en rekenprestaties

In de eerste plaats werd onderzocht of een hogere werkgeheugencapaciteit tot hogere rekenprestaties leidt. Er werd een positief, middelmatig verband gevonden tussen het werkgeheugen en rekenprestaties. Het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en het verbale werkgeheugen zijn beiden significante voorspellers van de hoogte van de rekenprestaties. Leerlingen met een hogere werkgeheugencapaciteit behalen hogere rekenprestaties. Dit resultaat is in overeenstemming met de bevindingen van Raghubar et al. (2010) die in hun onderzoek aantoonde dat onder andere de werkgeheugenprocessen een groot deel van de verschillen in rekenvermogen verklaren.

Het verbale werkgeheugen verklaarde 5,9% meer van de variantie in de rekenprestaties dan het visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de leerlingen in de groepen 6, 7 en 8 meer gebruik maken van hun verbale werkgeheugen dan van hun visueel-ruimtelijke werkgeheugen. Dit kan verklaard worden doordat de leerlingen in de hogere klassen van de basisschool de antwoorden van veel belangrijke, veel gebruikte basisrekeningen verbaal opgeslagen hebben. Doordat deze rekenkennis geautomatiseerd is, hebben zij veel antwoorden van rekeningen of van tussenstappen van rekenbewerkingen al paraat (Raghubar et al., 2010). Ook kan dit resultaat verklaard worden door het feit dat de Cito Rekenen-Wiskunde onder andere een aantal contextopgaven bevat, waarbij een relatief groot beroep wordt gedaan op de taalvaardigheden van de leerlingen.

Werkgeheugencapaciteit en motivatie

In de tweede plaats is getracht een antwoord te geven op de vraag of een hogere werkgeheugencapaciteit leidt tot een hogere mate van motivatie voor rekenen. Uit beide afzonderlijke analyses kan er geconcludeerd worden dat er sprake is van een significante voorspeller van het werkgeheugen op motivatie. Hoewel het werkgeheugen een significante voorspeller van motivatie is, blijkt de verklaarde variantie voor beide

werkgeheugencomponenten gering te zijn. Een mogelijke verklaring voor deze geringe varianties is dat leerlingen mogelijk sociaal wenselijke antwoorden hebben gegeven. De vragenlijst van de GlobMV is onder schoolles afgenomen, waardoor er mogelijk druk is vanuit klasgenoten om bepaald gedrag te vertonen.

Opvallend uit de beide analyses is de schaal Self Concept, die vergeleken met de andere schalen van de GlobMV onderling de meeste variantie verklaard, .04 voor het verbale werkgeheugen en .03 voor het visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Gekeken naar de literatuur is het tevens opvallend dat Self Concept de grootste voorspeller is, terwijl uit eerder onderzoek van Hoffman en Schraw (2009) is gebleken dat een hoge mate van zelf-effectiviteit (self efficacy) lijkt te compenseren voor een lagere capaciteit in het werkgeheugen, waarschijnlijk doordat de leerling zich intrinsiek of extrinsiek weet te motiveren. Echter, Hoffman en Schraw (2009) hebben de invloed van zelf-effectiviteit op de werkgeheugencapaciteit onderzocht, terwijl het huidige onderzoek gaat over de invloed van de werkgeheugencapaciteit op motivatie. Daarnaast hebben Hoffman en Schraw (2009) een ander meetinstrument gebruikt en richtten zij (2009) zich op een andere populatie, namelijk universitaire studenten uit de Verenigde Staten.

Motivatie en rekenprestaties

In de derde plaats werd onderzocht of een hogere mate van motivatie voor rekenen tot hogere rekenprestaties leidt. Zoals verwacht op basis van de literatuur blijkt dat motivatie rekenprestaties kan voorspellen (Duckworth & Seligman, 2005; Nurmi & Aunola, 2005; Vansteenkiste et al., 2007; Viljaranta et al., 2009). Kinderen die aan het begin van het schooljaar een hogere score behaalden op de GlobMV, behaalden halverwege het schooljaar ook een hogere vaardigheidsscore op de Cito Rekenen. Dit was vooral het geval bij de leerlingen die dachten dat ze goed waren in rekenen.

In tegenstelling tot eerder onderzoek werd er echter niet gevonden dat motivatie ook vooruitgang op rekenprestaties kan voorspellen (Aunola et al., 2006; Viljaranta et al., 2009). Één van de verklaringen voor deze verschillende resultaten, is dat motivatie in deze onderzoeken op een andere manier is gemeten. Er werd namelijk vooral gekeken of leerlingen rekenen leuk vinden (Aunola et al., 2006; Viljaranta et al., 2009), terwijl er in het huidige onderzoek bijvoorbeeld ook wordt gekeken of leerlingen denken dat ze goed zijn in rekenen en of ze (faal)angstig zijn voor rekenen. Een andere verklaring is het feit dat de onderzoeken van Aunola et al. (2006) en Viljaranta et al. (2009) gericht waren op kinderen aan het begin van de basisschoolperiode, terwijl het huidige onderzoek zich richt op kinderen uit groep 6, 7 en 8. Mogelijk kan motivatie aan het begin van de basisschoolperiode wel vooruitgang in rekenprestaties voorspellen, maar aan het eind van de basisschool niet. In groep 3 wordt namelijk begonnen met het leren van belangrijke rekenwiskundevaardigheden (Ruijssenaars, Van Luit & Van Lieshout, 2006). De meeste vooruitgang op rekenen wordt dus aan het begin van de basisschoolperiode

gemaakt. Een andere verklaring hiervoor is het feit dat jongere kinderen nog niet veel faalervaringen met rekenen hebben opgedaan en nog enthousiaster zijn (Alloway, 2006).

Mediatie model

Tot slot, nadat motivatie als mediërende variabele in de regressieanalyse werd opgenomen, werd de invloed van het werkgeheugen op rekenprestaties significant kleiner. Er blijft echter wel een duidelijke invloed van werkgeheugen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de relatie tussen werkgeheugen en rekenprestaties slechts gedeeltelijk gemediëerd wordt door motivatie.

Discussie

Hoewel de bevindingen in overeenstemming zijn met eerder onderzoek, moeten de resultaten wel met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Er is nog niets bekend over de validiteit en betrouwbaarheid van de twee werkgeheugentaken waarmee de twee werkgeheugencomponenten gemeten zijn. Er kan niet met zekerheid bevestigd worden of de taken precies alleen en volledig de constructen meten die zij zouden moeten meten of dat er gebreken in de test zitten. Er kan dus niet uitgesloten worden dat de resultaten mogelijk een vertekend beeld vertonen.

Hoewel er is gebleken dat het verbale werkgeheugen meer van de variantie in rekenprestaties verklaarde dan het visueel-ruimtelijke werkgeheugen, kan niet aangetoond worden tot in hoeverre dit verschil veroorzaakt wordt door werkelijke verschillen in de werkgeheugencapaciteit of door verschillen tussen leerlingen in taalvaardigheden. Hierbij moet ook opgemerkt worden dat taalzwakke en allochtone leerlingen mogelijk ondergepresteerd hebben op de Cito Rekenen-Wiskunde, doordat zij over minder taalvaardigheden beschikken (Hickendorff & Janssen, 2009).

Hoewel bij de afname van de GlobMV de leerlingen uitdrukkelijk gevraagd werden hun eigen mening over het vak rekenen te geven, is het mogelijk dat een aantal leerlingen toch door groepsdruk sociaal wenselijke antwoorden gegeven heeft.

Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek

De analyses konden uitgevoerd worden met slechts 742 van in totaal 2635 leerlingen, doordat alleen van hen de data beschikbaar was op dat moment. Mogelijk levert een grotere steekproef nauwkeurigere resultaten op en is het beeld bij deze steekproef mogelijk enigszins vertekend. Het is daarom van belang dat de analyses ook bij de grote steekproef gedaan worden.

Een aanbeveling voor vervolgonderzoek is ook het analyseren van de invloed van de subschaal Self Efficacy van de GlobMV op het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen, aangezien eerder genoemde resultaten van dit onderzoek niet overeen lijken te komen met de bevindingen van Hoffman & Schraw (2009).

Er is ook vervolgonderzoek nodig naar verklaringen waarom er aan het begin van de basisschooltijd wel een verband bestaat tussen motivatie en vooruitgang in

rekenprestaties en later in deze periode niet. Daarom is het van belang dat leerlingen van het begin tot het einde van de basisschoolperiode gevolgd worden.

Referenties

- Alloway, T. P. (2006). How does working memory work in the classroom? *Educational Research and Reviews*, 1 (4), 134-139.
- Aunola, K., Leskinen, E., & Nurmi, J. E. (2006). Developmental dynamics between mathematical performance, task motivation, and teachers' goals during the transition to primary school. *British Journal of Educational Psychology*, 76, 21-40. doi:10.13.48/000709905X51608
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255, (5044), 556-559. doi: 10.1126/science.1736359
- Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A (1), 5-28. doi: 10.1080/027249896392784
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory?. *Trends in Cognitive Sciences*, 4 (11), 417-423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, 1173-1182.
- Boswinkel, N., & Schram, E. (2011) *De toekomst telt*. Enschede: SLO
- Brooks, D. W. & Shell, D. F. (2006). Working Memory, Motivation and Teacher-Initiated Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 15 (1), 17-30. doi: 10.1007/s10956-006-0353-0
- CITO. (z.d.). *LVOS toetsen Rekenen-Wiskunde*. Geraadpleegd op 3 april 2013, op http://www.cito.nl/Onderwijs/Primair%20onderwijs/lvs_toetsen/rekenen_wiskunde.aspx
- Corpus, J. H., McClintic-Gilbert, M. S., & Hayenga, A. O. (2009). Within-year changes in children's intrinsic and extrinsic motivational orientations: contextual predictors and academic outcomes. *Contemporary Educational Psychology*, 34, 154-166. doi:10.1016/j.cedpsych.2009.01.001
- DeStefano, D., & LeFevre, J. (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16 (3), 353-386. doi:10.1080/09541440244000328
- Duckworth, A. L., & Seligman, M. E. P. (2005). Self-discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents. *Psychological Science*, 16, 939-944. doi:10.1111/j.1467-9280.2005.01641.x
- Dweck, C. S., Mangels, J. A., & Good, C. (2004). Motivational effects on attention, cognition and performance. In D. Yun Dai & R. J. Sternberg (Eds.), *Motivation*,

- emotion and cognition. Integrative perspectives on intellectual functioning and development* (pp. 41-55). London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers
- Hickendorff, M., & Janssen, J. (2009). *Het LOVS rekenen-wiskunde van het Cito - de invloed van contexten in groep 3, 4 en 5*. Arnhem: Cito
- Hitch, G. J. (1978). The Role of Short-term Working Memory in Mental Arithmetic. *Cognitive Psychology, 10*, 302-323. doi: 10.1016/0010-0285(78)90002-6
- Hoffman, B., & Schraw, G. (2009). The influence of self-efficacy and working memory capacity on problem-solving efficiency. *Learning and Individual Differences, 19*, 91-100. doi:10.1016/j.lindif.2008.08.001
- Inspectie van het Onderwijs (2011). *Automatiseren bij rekenen-wiskunde. Een onderzoek naar het automatiseren van basisbewerkingen rekenen-wiskunde in het basisonderwijs*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.
- Janssen, J., Verhelst, N., Engelen, R., & Scheltens, F. (2010). *Wetenschappelijke verantwoording van de toetsen LOVS Rekenen-Wiskunde voor groep 3 tot en met 8*. Arnhem: Cito
- Lepper, M. R., Corpus, J. H., & Iyengar, S. S. (2005). Intrinsic and extrinsic motivational orientations in the classroom: Age differences and academic correlates. *Journal of Educational Psychology, 97* (2), 184-196. doi:10.1037/0022-0663.97.2.184
- Linnenbrink, E. A., Ryan, A. M., & Pintrich, P. R. (1999). The role of goals and affect in working memory functioning. *Learning and Individual Differences, 11*, 213-230. doi:10.1016/S1041-6080(00)80006-0
- Miller, H., & Bichsel, J. (2004). Anxiety, working memory, gender, and math performance. *Personality and Individual Differences, 37*, 519-606. doi: 10.1016/j.paid.2003.09.029
- Nurmi, J. E., & Aunola, K. (2005). Task-motivation during the first school years: A person-oriented approach to longitudinal data. *Learning and Instruction, 15*, 103-122. doi: 10.1016/j.learninstruc.2005.04.009
- Passolunghi, M. C., & Mammarella, I. C. (2010). Spatial and visual working memory ability in children with difficulties in arithmetic word problem solving. *European Journal of Cognitive Psychology, 22* (6), 944-963. doi: 10.1080/09541440903091127
- 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
- Rasmussen, C., & Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology, 91*, 137-157. doi:10.1016/j.jecp.2005.01.004

- Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2006). *Rekenproblemen en dyscalculie. Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Van Leeuwen, H. M. P. (1996). Diagnostiek van het geheugen. In T. H. Kievit, J. Groenendaal, & J. A. Tak (Eds.), *Handboek psychodiagnostiek in de hulpverlening aan kinderen*. (429-460). Utrecht: De Tijdstroom, 429-460.
- Vansteenkiste, M., Lens, W., Donche, V., & Van Petegem, P. (2007). Motivatie in de klas. In K. Verscheuren & H. Koomen (Eds.), *Handboek diagnostiek in de leerlingenbegeleiding* (pp. 135-150). Amsterdam – Apeldoorn: Garant.
- Vansteenkiste, M., Lens, W., & Deci, E.L. (2006) Intrinsic versus extrinsic goal contents in self-determination theory: another look at the quality of academic motivation. *Educational Psychologist, 41* (1), 19-31. doi: 10.1207/s15326985ep41014
- Viljaranta, J., Lerkkanen, M. K., Poikkeus, A. M., Aunola, K., & Nurmi, J. E. (2009). Cross-lagged relations between task motivation and performance in arithmetic and literacy in kindergarten. *Learning and Instruction, 19*, 335-344. doi:10.1016/j.learninstruc.2008.06.011
- Woolfolk, A., Hughes, M., & Walkup, V. (2013). *Psychology in education*. Essex: Pearson