

De rol van het werkgeheugen bij het uitvoeren van rekenopgaven bij kinderen met  
verschillende taalvaardigheidsniveaus

Thesis Pedagogische Wetenschappen (200600042)

Iris de Boer (5759234) en Maaïke Woolschot (5741319)  
Universiteit Utrecht

Scriptiebegeleiding: Ilona Friso-van den Bos

Tweede corrector: Minet de Wied

Datum: 25 juni 2018

Aantal woorden: 5244

### Samenvatting

In dit onderzoek stond de vraag centraal in hoeverre taalvaardigheid samenhangt met de scores op een rekentaak met verbale of visueel-ruimtelijke interferentie. Rekenfeiten lijken niet simpelweg te worden opgehaald uit het langetermijngeheugen, maar ook het werkgeheugen zou een rol kunnen spelen bij het uitvoeren van rekenbewerkingen. Aan dit onderzoek namen 162 kinderen deel uit groep 4, 5, 6 en 7 van het basisonderwijs (*Mleeftijd* = 9;6 jaar). Uit de Repeated Measures ANCOVA-analyse van de data bleek dat er geen hoofdeffecten van de verbale en visueel-ruimtelijke interferenties te zien waren. Ook werd er geen interactie-effect gevonden; kinderen scoorden niet lager op een interferentie-conditie vergeleken met de basisconditie ongeacht hun niveau van taalvaardigheid. Accuratesse van de gegeven antwoorden werd gemeten, waarbij een plafondeffect optrad. Hierdoor werd niet voldaan aan de voorwaarde van normaliteit. Daarnaast werd de verwachte afname in accuratesse niet gevonden bij de interferentiecondities ten opzichte van de basisconditie, wat wellicht kan betekenen dat de rekenfeiten deels wel geautomatiseerd zouden zijn. Verder onderzoek naar de rol van taalvaardigheid en het werkgeheugen bij het uitvoeren van rekenbewerkingen is van groot belang.

*Steekwoorden:* automatiseren, verbaal werkgeheugen, visueel-ruimtelijk werkgeheugen, taalvaardigheid

### Abstract

In this research, the central issue was how language proficiency correlates with scores on a math task with verbal or visuo-spatial interference. Arithmetic facts do not seem to be simply retrieved from long-term memory, but it is likely that the working memory is also used for performing arithmetic operations. This research involved 162 children from grade 2, 3, 4 and 5 in primary education (*Maage* = 9;6 years). Repeated Measures ANCOVA-analyses of the data pointed out that there was no main effect of the verbal and visuo-spatial interferences. Nor an interaction-effect was found; children did not score lower on the interference tasks compared to the baseline condition, irrespective of their level of language proficiency. Accuracy of the given answers was registered, for which a ceiling-effect occurred. This caused violation of the assumption of normal distribution of the scores. Additionally, expected decline in accuracy was not shown in the interferences compared to the baseline condition, which may indicate that arithmetic operations are partly performed through fact retrieval. Further research on the role of language proficiency and the working memory on arithmetic operations is of great concern.

*Keywords:* fact retrieval, verbal working memory, visuo-spatial working memory, language proficiency

### De rol van het werkgeheugen bij het uitvoeren van rekenopgaven bij kinderen met verschillende taalvaardigheidsniveaus

Rekenen is van cruciaal belang in de moderne samenleving. Getallen zijn niet alleen belangrijk op school, maar zijn ook nauw verbonden aan vele aspecten in het dagelijks leven. Basisrekenvaardigheden zijn bijvoorbeeld nodig in de supermarkt, op het werk en bij het koken van het avondeten. Het is dus belangrijk dat kinderen hun rekenvaardigheden van jongs af aan zo goed mogelijk ontwikkelen. Eén van de kerndoelen van het rekenonderwijs op de basisschool is het snel kunnen uitvoeren van basisbewerkingen met gehele getallen (Greven & Letschert, 2006). De meeste kinderen ontwikkelen deze vaardigheid en kunnen tegen de tijd dat zij volwassen zijn simpele berekeningen met weinig moeite uitvoeren. Lang werd gedacht dat het rekenproces automatisch gaat (Ashcraft & Battaglia, 1978). Het is echter de vraag of rekenfeiten wel echt geautomatiseerd worden of dat er tijdens het uitvoeren van basisbewerkingen gebruik wordt gemaakt van snelle rekenprocedures in het werkgeheugen. In dit onderzoek worden basisschoolkinderen van zeven tot twaalf jaar onderzocht, om meer inzicht te krijgen in welke delen van het werkgeheugen worden aangesproken bij het uitvoeren van simpele berekeningen. De focus van dit onderzoek ligt op de rol van het werkgeheugen bij het uitvoeren van rekenopgaven en hoe dit verschilt tussen kinderen met verscheidene taalvaardigheidsniveaus.

Er werd voor lange tijd verondersteld dat simpele bewerkingen, zoals optellen en aftrekken, snel uitgevoerd kunnen worden doordat rekenfeiten geautomatiseerd zijn (Ashcraft & Battaglia, 1978; Geary, 2004). Het automatiseren van rekenfeiten houdt in dat tussenstappen in de berekening uitgevoerd worden zonder gebruik van het kortetermijngeheugen (Ericsson & Simon, 1980). De opgeslagen informatie wordt dan direct uit het langetermijngeheugen opgehaald. Recent ontstond de vraag of dit proces wel echt automatisch gaat. Onderzoek van Fayol en Thevenot (2012) laat zien dat volwassen participanten een opgave sneller kunnen beantwoorden wanneer zij van tevoren te zien krijgen of het een optel- of aftrekopgave betreft, vergeleken met respondenten die dit niet weten. Het verschil in reactietijd suggereert - zoals eerder gesteld door Roussel, Fayol en Barrouillet (2002) - dat het proces wat nodig is voor het berekenen van de opgave, wordt geactiveerd bij het zien van het soort berekening dat er moet worden uitgevoerd. Deze bevinding duidt erop dat rekenfeiten misschien niet geautomatiseerd zijn, maar dat er een snelle berekening wordt gemaakt (Fayol & Thevenot, 2012). Het rekenproces lijkt dus niet alleen te bestaan uit het ophalen van rekenfeiten uit het langetermijngeheugen. Dit maakt het waarschijnlijk dat een ander cognitief systeem, zoals het werkgeheugen, ook een rol speelt bij het uitvoeren van rekenbewerkingen.

Het werkgeheugen is een systeem in het brein dat taakrelevante informatie verwerkt en voor korte tijd opslaat (Baddeley, 2003). Een veelgebruikt model van het werkgeheugen is het *Multicomponenten Model van het Werkgeheugen* (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 1986). Dit model stelt dat het werkgeheugen uit drie componenten bestaat. Het eerste systeem is de *fonologische lus*. Dit opslagsysteem is gespecialiseerd in het onderhouden van verbale informatie (Shah & Miyake, 1996). Het andere systeem is het *visueel-ruimtelijk schetsblok*. Dit opslagsysteem is verantwoordelijk voor het genereren en onderhouden van visueel-ruimtelijke informatie en mentale beeldvorming. Deze opslagsystemen worden daarom ook wel het verbale en visueel-ruimtelijke werkgeheugen genoemd. Naast deze systemen heeft het werkgeheugen een onderliggende component: de *centrale executieve*. Dit centrale component is verantwoordelijk voor het plannen en reguleren van complexe cognitieve activiteiten en het sturen van de aandacht en de informatiestroom in de ondergeschikte opslagsystemen (Baddeley & Hitch, 1974). Het Multicomponenten Model van het Werkgeheugen biedt een geschikt raamwerk van waaruit de academische ontwikkeling van kinderen kan worden bestudeerd (Alloway, Gathercole, Willis, & Adams, 2004). De basisstructuur van het werkgeheugen zou bij kinderen vanaf ongeveer zes jaar aanwezig zijn en zich in de jaren daarna steeds verder uitbreiden (Gathercole, Pickering, Ambridge, & Wearing, 2004). Het werkgeheugen van kinderen blijkt een rol te spelen bij het uitvoeren van rekenbewerkingen (Friso-van den Bos, van der Ven, Kroesbergen, & van Luit, 2013).

Het verbale en visueel-ruimtelijke werkgeheugen spelen niet alleen een rol bij het uitvoeren van rekenbewerkingen, maar worden bijvoorbeeld ook ingezet bij het lezen (Geary, 2011). Tijdens het begrijpend lezen, bijvoorbeeld bij het begrijpen van moeilijke zinnen, maakt men gebruik van het werkgeheugen (Shah & Miyake, 1996). Hierbij wordt voornamelijk het verbale werkgeheugen aangesproken (Seigneuric, Ehrlich, Oakhill, & Yuill, 2000). Daarnaast zijn rekenvaardigheid en probleemoplossend vermogen gerelateerd aan zowel het verbaal als visueel-ruimtelijk werkgeheugen (Friso-van den Bos et al., 2013). Taal en rekenen zouden dus vergelijkbare cognitieve vaardigheden vereisen, zoals een goed functionerend werkgeheugen (Lundberg & Sterner, 2006).

Als gevolg van het overeenkomstig gebruik van het werkgeheugen bij taal en rekenen zouden deze schoolse vaardigheden ook onderling met elkaar samenhangen. In de literatuur is er overeenstemming dat de reken- en taalvaardigheid sterk gerelateerd zijn en elkaar onderling beïnvloeden (Purpura, Logan, Hassinger-Das, & Napoli, 2017; Hecht, Torgesen, Wagner, & Rashotte, 2001; Welsh, Nix, Blair, Bierman, & Nelson, 2010). Meer dan de helft van de kinderen die rekenproblemen hebben, ondervinden ook taal- en leesmoeilijkheden (Barbarese, Katusic, Colligan, Weaver, & Jacobsen, 2005). Dat problemen

op taal- en rekengebied overlappen is te verklaren doordat rekenen deels afhankelijk is van taal (Butterworth, 2002). Rekenvaardigheden worden ons namelijk aangeleerd door het gebruik van taal. Vroege rekenbewerkingen, zoals tellen en vergelijken, zijn gebaseerd op talige vaardigheden (Purpura & Lonigan, 2013). Hierdoor is de vroege rekenvaardigheid dan ook vaak afhankelijk van het taalniveau van kinderen (LeFevre et al., 2010). Een goede ontwikkeling van de vroege rekenvaardigheid is belangrijk, omdat dit zich later ontwikkelt tot ingewikkeldere bewerkingen zoals optellen, aftrekken, delen en vermenigvuldigen (Merkley & Ansari, 2016; Purpura, Baroody, & Lonigan, 2013). Taalvaardigheid lijkt dus een grote rol te spelen in de ontwikkeling van rekenvaardigheid.

Reken- en taalvaardigheid zijn van belang voor de ontwikkeling van kennis op andere schooldomeinen (Berg, 2008). Problemen met deze vaardigheden zouden van invloed kunnen zijn op latere schoolprestaties. Het is belangrijk dat er gekeken wordt hoe de cognitieve systemen een rol spelen bij deze schoolse vaardigheden, zodat kinderen met problemen op reken- of taalgebied beter kunnen worden ondersteund. Als de taalvaardigheid van kinderen bepalend is voor de manier waarop kinderen hun werkgeheugen inzetten bij rekenen, zou hier in het onderwijs rekening mee kunnen worden gehouden. Hiervoor hoeft het talige aspect van het rekenonderwijs niet verminderd te worden, maar er zou wel meer aandacht kunnen worden besteed aan de vereiste taalvaardigheden (Prenger, 2005). Taalvaardigheid omvat verschillende domeinen, zoals lezen en schrijven (Meijerink, Letschert, Rijlaarsdam, Van den Bergh, & Van Streun, 2009). Vanwege de samenhang tussen prestaties op lezen en rekenen (Badian, 1999), is er in dit onderzoek voor gekozen om taalvaardigheid toe te spitsen op 'begrijpend lezen'.

Om te achterhalen welk deel van het werkgeheugen voornamelijk bij het rekenen wordt gebruikt, wordt er vaak een dual-task experiment uitgevoerd. Hierbij moeten respondenten naast de rekenbewerkingen een secundaire taak uitvoeren (Fürst & Hitch, 2000). Bij verbale taken moeten er tijdens het rekenen bijvoorbeeld verschillende lettergrepen worden uitgesproken en bij visueel-ruimtelijke taken moeten bepaalde figuren worden aangewezen (Raghubar, Barnes, & Hecht, 2009). Deze secundaire taken houden zo een component van het werkgeheugen bezet, waardoor deze niet kan worden ingezet bij het rekenen. Met deze methode kan worden gekeken wat de prestatie is van het werkgeheugen wanneer een andere taak interfereert met een van de opslagsystemen. Hieruit kan worden afgeleid welk deel van het werkgeheugen voornamelijk wordt gebruikt bij het uitvoeren van de rekenopgaven.

Dit onderzoek heeft als doel meer inzicht te krijgen in de rekenvaardigheid en het gebruik van het werkgeheugen door kinderen met een hoge of juist lage taalvaardigheid.

Eerder besproken onderzoek van Fayol en Thevenot (2012) laat zien dat het werkgeheugen wordt gebruikt voor het uitvoeren van berekeningen en dat rekenfeiten dus niet altijd automatisch worden opgehaald uit het langetermijngeheugen. Echter, er is nog weinig onderzoek gedaan naar de manier waarop het verbale en visueel-ruimtelijke werkgeheugen worden ingezet door kinderen met verschillende taalvaardigheidsniveaus. Dit zal in het huidige onderzoek worden onderzocht aan de hand van twee onderzoeksvragen. De eerste onderzoeksvraag richt zich op het verbale werkgeheugen. De vraag luidt: 'In hoeverre hangt de afname in rekenscores bij rekenopgaven met verbale interferentie ten opzichte van een basisconditie samen met de taalvaardigheid van basisschoolkinderen?'. De tweede onderzoeksvraag zal zich richten op de rol van het visueel-ruimtelijke werkgeheugen. Deze vraag luidt: 'In hoeverre hangt de afname in rekenscores bij rekenopgaven met visueel-ruimtelijke interferentie ten opzichte van een basisconditie samen met de taalvaardigheid van basisschoolkinderen?'.

Allereerst wordt er gekeken naar het hoofdeffect van de interferentiecondities op de rekenscores van de participanten. Er worden twee hoofdeffecten verwacht, namelijk dat de verbale en visueel-ruimtelijke interferentie beide leiden tot een afname in rekenscores op de rekenopgaven ten opzichte van de basisconditie. Vervolgens wordt er gekeken naar het interactie-effect van taalvaardigheid van de participanten en de interferentiecondities op de rekenscores van de participanten. Ten eerste wordt de invloed van een verbale interferentieconditie op rekenscores van kinderen met verschillende niveaus van taalvaardigheid onderzocht. Ten tweede wordt de invloed van een visueel-ruimtelijke interferentieconditie op rekenscores van kinderen met verschillende niveaus van taalvaardigheid onderzocht. Kinderen met een hoge taalvaardigheid lijken meer gebruik te maken van het verbale werkgeheugen dan kinderen met een lage taalvaardigheid, omdat het begrijpend lezen sterker gerelateerd zou zijn aan het verbale dan aan het visueel-ruimtelijke werkgeheugen (Seigneuric et al., 2000). Zij zouden dus in grotere mate belemmerd worden door de verbale interferentie. Hierdoor wordt verwacht dat kinderen met een hoge taalvaardigheid een grotere afname in rekenscores laten zien op de verbale interferentieconditie dan kinderen met een lage taalvaardigheid. Daarnaast wordt een tweede interactie-effect verwacht, wat betreft de visueel-ruimtelijke interferentie. Gezien de samenhang tussen begrijpend lezen en het gebruik van het verbale werkgeheugen, wordt verwacht dat kinderen met een bovengemiddelde taalvaardigheid minder gebruik maken van het visueel-ruimtelijke werkgeheugen bij rekenen. Zij zouden daardoor minder worden belemmerd door de visueel-ruimtelijke interferentie dan kinderen met een benedengemiddelde taalvaardigheid. Er wordt verwacht dat kinderen met een hoge

taalvaardigheid een kleinere afname in rekenscores laten zien op de visueel-ruimtelijke interferentieconditie dan kinderen met een lage taalvaardigheid.

### **Methode**

Om een antwoord te vinden op de vraag of basisschoolkinderen met verscheidene taalvaardigheidsniveaus verschillen wat betreft de inzet van het werkgeheugen bij diverse rekentaken is er een kwantitatief onderzoek uitgevoerd. Voor de dataverzameling is toetsend onderzoek gedaan aan de hand van verschillende cognitieve testen.

### **Participanten**

Aan dit onderzoek namen 162 participanten deel. Zij zijn verworven door middel van een gemakssteekproef. Door heel Nederland zijn scholen benaderd om deel te nemen. Het onderzoek heeft plaatsgevonden op negen scholen. Ouders van de participanten moesten voor deelname actieve toestemming verlenen middels een toestemmingsformulier. Aan 228 ouders is een oproep gedaan, hiervan gaven 13 (5,7%) ouders geen toestemming en 51 (22,4%) ouders reageerden niet. Op het moment van de testafnames waren 2 (0,9%) participanten ziek, waardoor zij niet hebben deelgenomen aan de testen. Uiteindelijk namen er 162 participanten deel aan het onderzoek. Van deze groep zaten 48 participanten (29,6%) in groep 4, 28 (17,3%) in groep 5, 36 (22,2%) in groep 6 en 50 (30,9%) in groep 7. Na de testafnames zijn 34 (21%) participanten uit de dataset verwijderd, wegens systeemfouten, verkeerde testafnames of afwezigheid van de participant op het tweede testmoment. Vanwege de afname van een oudere versie van de Cito zijn daarnaast nog 6 (3,7%) participanten uit de dataset verwijderd. Uiteindelijk is een groep van 128 participanten meegenomen in de data-analyses, waarvan 68 meisjes (53,1%) en 60 jongens (46,9%). Zij waren tussen 7;2 en 11;8 jaar oud ( $M = 9;6$  jaar,  $SD = 1;4$  jaar). Zestien participanten spraken naast het Nederlands in het dagelijks leven nog een andere taal, zoals Engels, Turks of Marokkaans.

### **Meetinstrumenten**

**Arithmetic interference task.** Het dual-task experiment met rekenopgaven bestond uit vier onderdelen: optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen. Huidig onderzoek heeft zich gericht op de onderdelen optellen en aftrekken. Elk van deze onderdelen bestond uit 20 items. De getoonde getallen binnen deze items hadden een bereik van 0 tot 10. Alle participanten kregen voorafgaand aan het experiment dezelfde instructie. Ze kregen de opdracht om zo snel mogelijk het goede antwoord te geven op de getoonde opgaven. Elk onderdeel bestond uit drie rondes, waarvan de eerste de basisconditie was. Hierin werd alleen de opgave uitgevoerd. De tweede conditie bevatte een verbale interferentie, waarbij de participant een zelfgekozen kinderliedje moest zingen

tijdens het uitvoeren van de opgaven. De participant mocht alleen stoppen met zingen om antwoord te geven. In de derde conditie vond er een visueel-ruimtelijke interferentie plaats, waarbij de participant tijdens het uitvoeren van de opgaven punten op een figuur moest aanwijzen. Dit figuur verscheen voor de opgaven op het scherm en bleef staan tot de laatste opgave voltooid was. De participant mocht tijdens deze ronde niet stoppen met wijzen. De accuratesse en de reactietijd van de gegeven antwoorden werden geregistreerd. Dit meetinstrument is niet gevalideerd, maar soortgelijke instrumenten worden veel gebruikt in onderzoek naar het automatiseren van rekenfeiten (e.g. Fayol & Thevenot, 2012; Lee & Kang, 2002).

**Taalvaardigheid.** Van acht scholen zijn de vaardigheidsscores van de participanten op Cito Begrijpend lezen verkregen en van één school de vaardigheidsscores op de Schoolvaardigheidstoets Begrijpend Lezen. De vaardigheidsscores geven aan in welke mate leerlingen het begrijpend lezen beheersen. Deze scores komen tot stand door de toetsscores van kinderen langs een soort meetlat, de vaardigheidsschaal, te leggen. Dit maakt het mogelijk om de resultaten van toetsen binnen één leergebied met elkaar te vergelijken, ondanks dat deze toetsen verschillen van niveau (Cito, z.d. b). De Cito bestaat uit voorspel opgaven, open plaats opgaven en vragen over de inhoud en het begrip van een tekst (Cito, z.d. a). Deze toets is voldoende beoordeeld wat betreft kwaliteit van de steekproef, normering, betrouwbaarheid, validiteit, volg-aspect en inzicht in leervorderingen (Expertgroep Toetsen PO, z.d.). De vragen in de Schoolvaardigheidstoets Begrijpend Lezen zijn gericht op het bepalen in hoeverre het kind de betekenis van een tekst begrepen heeft (De Vos & Schokker, 2016). De COTAN heeft deze toets positief beoordeeld wat betreft uitgangspunten testconstructie, kwaliteit van het testmateriaal, kwaliteit van de handleiding, normen, betrouwbaarheid, begripsvaliditeit en criteriumvaliditeit (Egberink & Vermeulen, 2011). De toets voldoet daarmee ook aan het kwaliteitsoordeel van de Expertgroep Toetsen PO.

### **Procedure**

Allereerst werd een steekproefgrootte bepaald, waarbij rekening is gehouden met de belasting van de participanten. Het aantal participanten was voldoende om betrouwbare statistische analyses mee uit te voeren. De dataverzameling is begonnen nadat de scholen benaderd waren en ouders van de participanten toestemming hadden verleend door het ondertekenen van een toestemmingsverklaring. In de wetenschap dat dit onderzoek veel zou vragen van de scholen en participanten, is er bekeken hoe de onderzoeksgroep tijdens de dataverzameling zo min mogelijk kon worden belast. De kinderen werden een voor een uit de klas gehaald om aan de testen deel te nemen in een stille ruimte buiten de klas. De



testen zijn op een laptop uitgevoerd onder begeleiding van een getrainde testleider. Voordat begonnen werd met de testen, gaf de testleider het kind een vooraf vastgestelde instructie. Daarnaast is vermeld dat het kind te allen tijde mocht stoppen. De testleider heeft tijdens de testen de antwoorden ingevoerd. Voor de kinderen uit groep 5, 6 en 7 is de testafname opgedeeld in twee sessies, om te voorkomen dat een sessie te lang duurde. Eén sessie duurde ongeveer 20 minuten. Hiermee is de belasting voor de participanten tot een minimum gebracht. Naast de Arithmetic interference task is er ook nog een test voor het meten van getalbegrip afgenomen. Vaardigheidsscores op de toetsen Begrijpend lezen en Rekenen/Wiskunde uit het Leerlingvolgsysteem zijn verkregen van school. Achtergrondgegevens, zoals leeftijd en de talen die de kinderen spreken, zijn verstrekt door de ouders. Er is met veel zorgvuldigheid omgegaan met de testresultaten en gegevens van de participanten. Resultaten zijn geanonimiseerd en niet terug te leiden naar individuele prestaties.

### **Data-analyse**

In dit onderzoek is getracht een antwoord te geven op de vraag: 'Verschillen kinderen met verscheidene taalvaardigheidsniveaus wat betreft de inzet van het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij diverse rekentaken?' Om een antwoord te kunnen geven op deze onderzoeksvraag zijn de volgende twee deelvragen opgesteld: 'In hoeverre hangt de afname in rekenscores bij rekenopgaven met verbale interferentie ten opzichte van een basisconditie samen met de taalvaardigheid van basisschoolkinderen?' en 'In hoeverre hangt de afname in rekenscores bij rekenopgaven met visueel-ruimtelijke interferentie ten opzichte van een basisconditie samen met de taalvaardigheid van basisschoolkinderen?'

Voor het beantwoorden van de deelvragen is de data geanalyseerd met IBM SPSS Statistics Version 24. Middels een Repeated Measures ANCOVA zijn scores op de verschillende condities met elkaar vergeleken. Er werd gecontroleerd met de covariaat 'leesvaardigheid'. Daarnaast werd er een tweede covariaat 'leeftijd' toegevoegd om te voorkomen dat verschillen in scores ontstaan door een verschil in leeftijd. Door middel van deze analyse is er bij de eerste deelvraag gekeken of er een samenhang is tussen de mate van belemmering door de verbale interferentie en de taalvaardigheid van kinderen. Bij de tweede deelvraag is hetzelfde gedaan om te kijken of er een samenhang is tussen de mate van belemmering door de visueel-ruimtelijke interferentie en de taalvaardigheid van kinderen.

De dataset moest aan enkele assumpties voldoen voor het uitvoeren van een Repeated Measures ANCOVA. Ten eerste moest de afhankelijke variabele van interval of

ratio meetniveau zijn. Daarnaast moesten de individuele scores normaal verdeeld zijn en de groepen een gelijke mate van variantie hebben. Tenslotte moest de mate van variantie tussen de meetmomenten ook gelijk zijn.

Voor de covariaat 'leesvaardigheid' werd gebruik gemaakt van de vaardigheidsscores van de participanten op begrijpend lezen. De vaardigheidsscores van Cito Begrijpend lezen en de Schoolvaardigheidstoets Begrijpend Lezen konden niet met elkaar worden vergeleken. Er is daarom voor gekozen om de scores op de Schoolvaardigheidstoets aan de hand van percentielscores om te zetten naar Cito vaardigheidsscores. Sommige scores moesten worden afgerond of geschat.

Een ander punt waar bij het analyseren van de data tegenaan werd gelopen, is een fout in de programmering van het programma waarmee de arithmetic interference task werd afgenomen. De reactietijd op de rekenopgaven werd niet geregistreerd. Om deze reden is er in dit onderzoek alleen naar de accuratesse van de gegeven antwoorden gekeken.

## **Resultaten**

### **Correlatietoetsen**

In het huidige onderzoek is een Spearman Rank-Order Correlation uitgevoerd om de samenhang te bekijken tussen de vaardigheidsscores op de Cito Begrijpend lezen, de scores op optellen en de scores op aftrekken. Er is voor deze toets gekozen, omdat niet werd voldaan aan de voorwaarde van normaliteit van de Pearson Correlatie.

Vervolgens is ook een Partial Correlation uitgevoerd om de samenhang tussen de variabelen te testen waarbij gecontroleerd werd voor de variabele Leeftijd. Resultaten van beide correlatietoetsen zijn te zien in Tabel 1.

Tabel 1

*Correlaties Tussen Begrijpend lezen, Scores op Optellen en Scores op Aftrekken*

	BEGRIJPEND LEZEN	OPTELLEN BASELINE	OPTELLEN VERBAAL	OPTELLEN VISUEEL- RUIMTELIJK	AFTREKKEN BASELINE	AFTREKKEN VERBAAL	AFTREKKEN VISUEEL- RUIMTELIJK
BEGRIJPEND LEZEN	-	.06	.19*	.04	.15	.08	.22*
OPTELLEN BASELINE	.10	-	.17	.22*	.25**	.25**	.19*
OPTELLEN VERBAAL	.16	.21	-		.45**	.14	
OPTELLEN VISUEEL- RUIMTELIJK	-.02	.26**		-	.37**		.16
AFTREKKEN BASELINE	.13	.30**	.54**	.42**	-	.28**	.27**
AFTREKKEN VERBAAL	.13	.20	.45**		.75**	-	
AFTREKKEN VISUEEL- RUIMTELIJK	.11	.21*		.31**	.64**		-

*Noot.* De resultaten van de Spearman Rank-Order Correlation worden boven de diagonaal weergegeven en de resultaten van de Partial Correlation met Leeftijd als covariaat onder de diagonaal.

\* p < .05

\*\* p < .01

### Repeated Measures ANCOVA

Naast de correlatietoetsen is een Repeated Measures Analysis of Covariance (ANCOVA) uitgevoerd. Hiermee werd getracht een antwoord te vinden op de volgende deelvraag: 'In hoeverre hangt de afname bij rekensommen met visueel-ruimtelijke interferentie ten opzichte van een basisconditie samen met de taalvaardigheid van basisschoolkinderen?'. Bij de analyses is gekeken naar de onderdelen optellen en aftrekken. In Tabel 2.1 en 2.2 is te zien hoeveel participanten er per groep zijn meegenomen en wat de gemiddelde scores van deze participanten op de verschillende onderdelen waren.

In de analyses zijn twee covariaten toegevoegd. Ten eerste werd er gecontroleerd voor het niveau van leesvaardigheid met de vaardigheidsscores op de Cito Begrijpend lezen. Daarnaast werd er gecontroleerd voor het effect van leeftijd, omdat leerlingen uit groep 7 vanzelfsprekend hoger scoren op begrijpend lezen dan leerlingen uit groep 4.

Voor het uitvoeren van een Repeated Measures ANCOVA moest de dataset aan enkele voorwaarden voldoen. Er werd voldaan aan de voorwaarden voor het meetniveau van de afhankelijke variabele, homogeniteit van variantie binnen de groepen en gelijke mate van variantie tussen de meetmomenten. Aan de voorwaarde voor normaliteit werd echter niet voldaan. De gemiddelde scores waren allemaal hoog, dit zorgde voor een links

scheve verdeling. Ondanks deze schending is ervoor gekozen om de Repeated Measures ANCOVA uit te voeren, omdat de non-parametrische testen geen goed alternatief bieden voor het analyseren van een interactie tussen twee variabelen.

Tabel 2.1

*Gemiddelde Scores op Optellen*

Groep	N	BASISCONDITIE		VERBALE INTERFERENTIE		VISUEEL-RUIMTELIJKE INTERFERENTIE	
		M	SD	M	SD	M	SD
4	47	19.53	0.91	18.98	1.42	19.23	1.09
5	28	19.46	0.84	19.22	1.01	19.82	0.39
6	34	19.65	0.69	19.41	.89	19.56	0.71
7	19	19.58	0.61	19.42	1.07	19.58	0.69
Totaal	128	19.55	0.79	19.21	1.16	19.50	0.84

Tabel 2.2

*Gemiddelde Scores op Aftrekken*

Groep	N	BASISCONDITIE		VERBALE INTERFERENTIE		VISUEEL-RUIMTELIJKE INTERFERENTIE	
		M	SD	M	SD	M	SD
4	47	18.77	2.02	18.85	2.38	19.06	1.59
5	28	19.33	0.92	19.15	.68	19.48	0.80
6	34	19.44	0.71	19.56	.61	19.71	0.46
7	19	19.58	0.69	19.16	.90	19.63	0.68
Totaal	128	19.19	1.41	19.15	1.56	19.41	1.12

De Repeated Measures ANCOVA liet zien dat er geen hoofdeffect voor de verbale interferentieconditie was op het onderdeel optellen. Kinderen scoorden niet lager op de verbale interferentieconditie ten opzichte van de basisconditie,  $F(1, 122) = 2.24, p = .14$ . Na toevoeging van de covariaat leesvaardigheid bleek dat er eveneens geen interactie-effect was. Er was geen significante afname in scores tussen de basisconditie en verbale interferentieconditie bij optellen, ongeacht het niveau van taalvaardigheid,  $F(1, 122) = 0.69, p = .41$ .

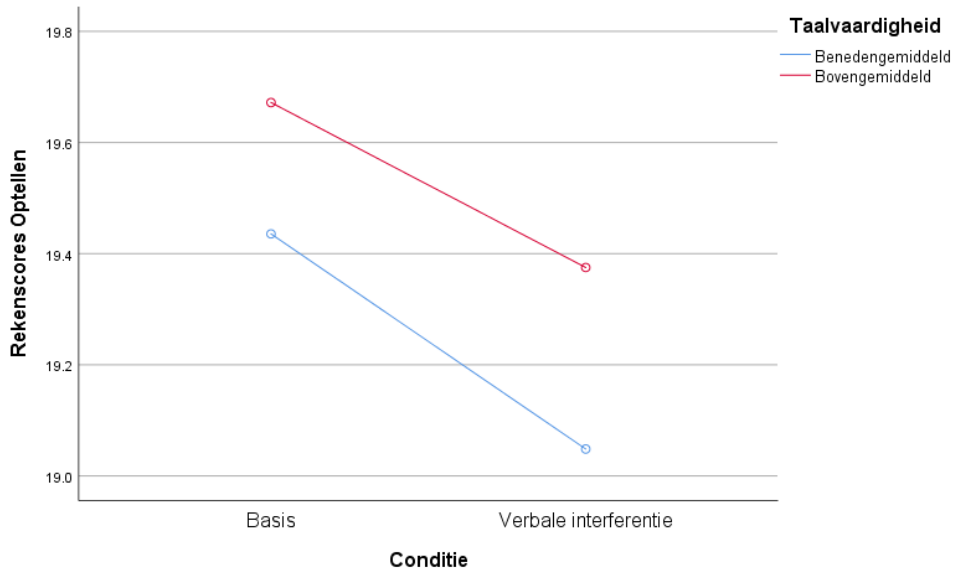
Voor de visueel-ruimtelijke interferentieconditie was op het onderdeel optellen ook geen hoofdeffect te zien. Kinderen scoorden niet lager op de visueel-ruimtelijke conditie ten opzichte van de basisconditie,  $F(1, 124) = 0.27, p = .60$ . Na toevoeging van de covariaat leesvaardigheid bleek dat er eveneens geen interactie-effect was. Er was geen significante afname in scores tussen de basisconditie en visueel-ruimtelijke interferentieconditie bij optellen, ongeacht het niveau van taalvaardigheid,  $F(1, 124) = 1.28, p = .26$ . In Figuur 1.1 en 1.3 zijn de rekencores op optellen van kinderen met een benedengemiddelde en bovengemiddelde leesvaardigheid<sup>1</sup> visueel weergegeven.

Op het onderdeel aftrekken was ook geen hoofdeffect zichtbaar voor de verbale interferentieconditie. Kinderen scoorden niet lager op de verbale interferentieconditie ten opzichte van de basisconditie,  $F(1, 121) = 0.06, p = .81$ . Na toevoeging van de covariaat leesvaardigheid bleek dat er eveneens geen interactie-effect was. Er was geen significante afname in scores tussen de basisconditie en verbale interferentieconditie bij aftrekken, ongeacht het niveau van taalvaardigheid,  $F(1, 121) = 0.05, p = .83$ .

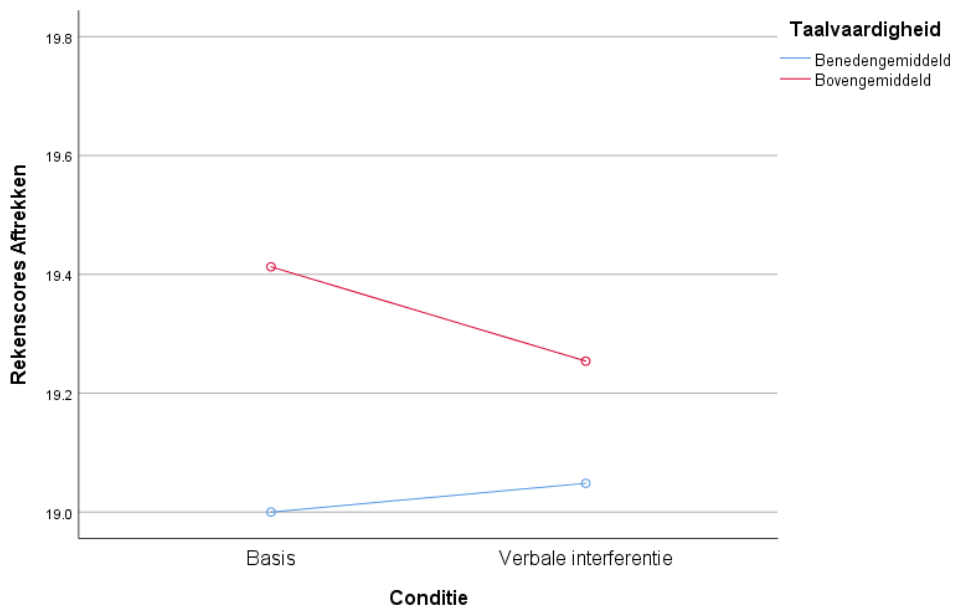
Hetzelfde resultaat werd gevonden voor het onderdeel aftrekken met visueel-ruimtelijke interferentieconditie; ook hier was geen hoofdeffect te zien. Kinderen scoorden niet lager op de visueel-ruimtelijke conditie ten opzichte van de basisconditie,  $F(1, 123) = 0.99, p = .32$ . Na toevoeging van de covariaat leesvaardigheid bleek dat er eveneens geen interactie-effect zichtbaar was. Er was geen significante afname in scores tussen de basisconditie en de visueel-ruimtelijke interferentieconditie, ongeacht het niveau van taalvaardigheid,  $F(1, 123) = 0.55, p = .55$ . In Figuur 1.2 en 1.4 zijn de rekencores op aftrekken van kinderen met een benedengemiddelde en bovengemiddelde leesvaardigheid visueel weergegeven.

---

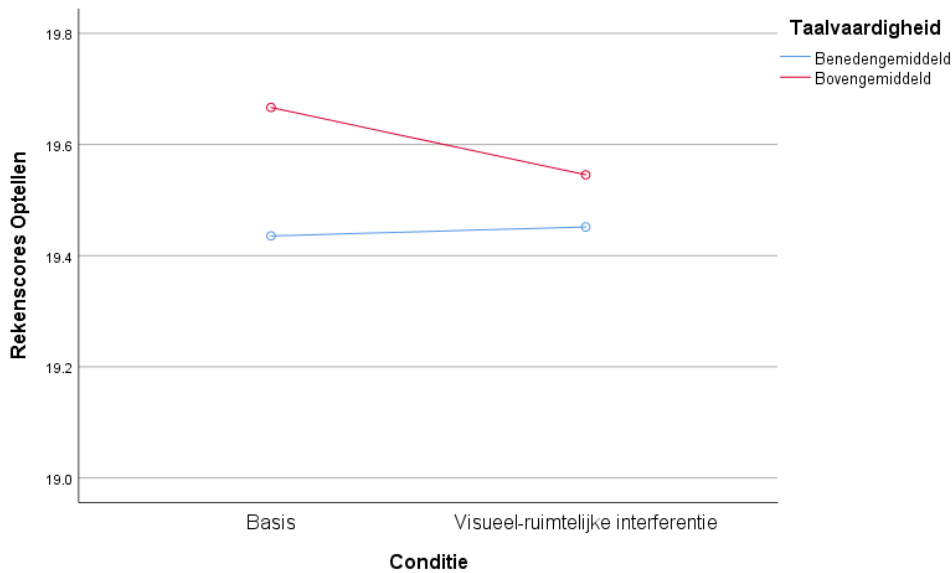
<sup>1</sup> In de analyses is leesvaardigheid meegenomen als continue variabele. Voor deze plots is een tweedeling gecreëerd die het verschil tussen boven- en benedengemiddelde taalvaardigheid laat zien. Hiervoor is een median split afzonderlijk toegepast op groep 4, 5, 6 en 7.



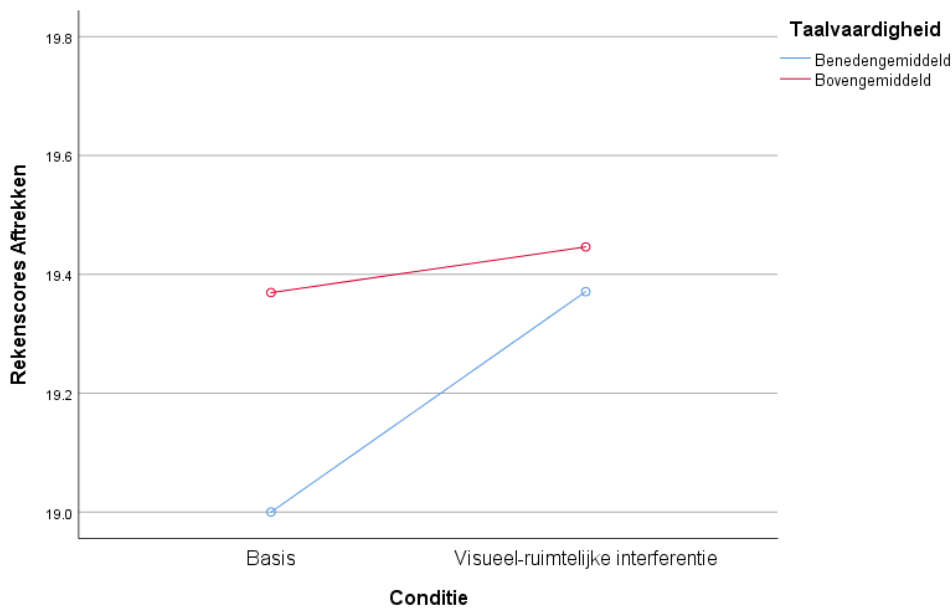
Figuur 1.1. Plot met Interactie-effect Tussen Conditie en Leesvaardigheid voor Optellen met Verbale Interferentie.



Figuur 1.2. Plot met Interactie-effect Tussen Conditie en Leesvaardigheid voor Aftrekken met Verbale Interferentie.



Figuur 1.3. Plot met Interactie-effect Tussen Conditie en Leesvaardigheid voor Optellen met Visueel-Ruimtelijke Interferentie.



Figuur 1.4. Plot met Interactie-effect Tussen Conditie en Leesvaardigheid voor Aftrekken met Visueel-Ruimtelijke Interferentie.

Naast deze hoofd- en interactie-effecten is er ook gekeken naar het interactie-effect van leeftijd en de interferentiecondities op de scores van de participanten op de rekenopgaven van de onderdelen optellen en aftrekken. Er was geen significante toename in rekenscores zichtbaar voor oudere kinderen (groep 7) ten opzichte van jongere kinderen (groep 4),  $p > .05$  bij alle analyses.

### **Conclusies en discussie**

Het doel van dit onderzoek was om te achterhalen of de taalvaardigheid van basisschoolkinderen samenhangt met de manier waarop het verbale en visueel-ruimtelijke werkgeheugen worden ingezet bij diverse rekentaken. Er werden geen significante resultaten gevonden, waardoor er geen harde conclusies konden worden getrokken om antwoord te geven op de onderzoeksvraag.

Uit de resultaten van de Repeated Measures ANCOVA kwam naar voren dat er op beide onderdelen, optellen en aftrekken, geen duidelijke afname in rekencores was op een interferentieconditie in vergelijking met de basisconditie. Eerdere onderzoeken met een dual-task experiment lieten zien dat interferentietaken wel degelijk een deel van het werkgeheugen bezetten waardoor er een afname in prestaties plaatsvindt (McKenzie, Bull, & Gray, 2003; Raghubar et al., 2009). Opvallend was dat, in huidig onderzoek, kinderen vaak hoger scoorden op de visueel-ruimtelijke interferentieconditie dan op de basisconditie. Dit was echter geen significante toename. Dat er een kleine toename zichtbaar was, zou verklaard kunnen worden doordat dit de derde ronde van beide onderdelen was en kinderen gewend raakten aan de rekenopgaven. Ook nam de moeilijkheid van de condities toe, wat ervoor zou kunnen hebben gezorgd dat kinderen alerter waren en minder fouten maakten.

Er zijn ook nog enkele limitaties van dit onderzoek te benoemen. Zo werd er bij de Repeated Measures ANCOVA niet voldaan aan de assumptie van de normaalverdeling van de scores van de verschillende groepen. De maximaal haalbare score op elke conditie was twintig, en een groot deel van de leerlingen heeft deze score behaald. Er is sprake van een zogenaamd plafondeffect. De scores waren gemiddeld hoog en linksscheef verdeeld. Hierdoor zijn de analysemogelijkheden met de dataset beperkt. Ondanks dat de data niet normaal verdeeld was, is de Repeated Measures ANCOVA toch uitgevoerd. Om deze reden moeten de resultaten van de analyses met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

Een andere limitatie was dat niet voor alle participanten de vaardigheidsscore voor Cito Begrijpend Lezen op de scholen kon worden opgevraagd. Er was namelijk een school die gebruik maakte van de Schoolvaardigheidstoets Begrijpend Lezen. Deze scores zijn middels percentielscores omgezet naar bijbehorende Citoscores. Hierin zijn enkele schattingen gemaakt, wat voor afwijkingen in de uitkomsten zou kunnen hebben gezorgd.

Ten slotte is er een beperking opgetreden bij de dataverzameling. Door een systeemfout werd de reactietijd op de visueel-ruimtelijke conditie niet geregistreerd. Hierdoor kon alleen worden gekeken naar de accuratesse van de gegeven antwoorden. De accuratesse toonde kleine verschillen in de rekencores van de kinderen, wellicht slechts toevalsfouten. De opgaven waren gezien de leeftijd van de kinderen relatief simpel,



waardoor verwacht werd dat er een groter verschil te zien zou zijn tussen basis- en interferentieconditie op reactietijd dan op accuratesse. In eerder onderzoek naar het automatiseren van rekenfeiten, zoals dat van Fayol en Thevenot (2012), werd gekeken naar reactietijd. Als ook de reactietijd zichtbaar was geweest, zou beter kunnen worden gekeken naar de vaardigheid van de kinderen op de verschillende condities.

Ondanks dat er geen significante resultaten zijn gevonden, heeft huidig onderzoek ook sterke punten. Zo werd aangetoond dat participanten zich niet van de wijs lieten brengen wat betreft accuratesse wanneer zij een parallelle taak kregen. Dit gold voor kinderen van alle niveaus van taalvaardigheid. Wellicht zou dit kunnen betekenen dat zij de rekenfeiten toch geautomatiseerd hadden of dat zij secuur te werk gingen, waardoor alleen hun snelheid omlaagging. Daarnaast is er een extra covariaat toegevoegd, waardoor de scores van de participanten konden worden gecontroleerd voor leeftijd. Dit is gedaan om te voorkomen dat leerlingen uit groep 7 hoger scoren dan kinderen uit groep 4 vanwege het verschil in leeftijd. Hierdoor zouden de uitkomsten nauwkeuriger zijn.

Huidig onderzoek is een goede aanleiding tot vervolgonderzoek. Er bestaat momenteel nog een hiaat in de wetenschappelijke literatuur wat betreft de inzet van het werkgeheugen bij kinderen met verscheidene taalvaardigheidsniveaus. Toekomstig onderzoek zou kunnen kijken naar de reactietijd in plaats van de accuratesse, of een combinatie van beide, om hier meer inzicht in te verkrijgen. Verwacht wordt dat reactietijd meer informatie verschaft, omdat de gevolgen van de interferenties hierbij beter te zien zijn. Wanneer een kind belemmering ondervindt van de interferentie zou zich dit kunnen uiten in een langere bedenktijd, waarna het juiste antwoord wordt gegeven. Het betrekken van reactietijd in toekomstig onderzoek zou de onderzoeksvragen beter kunnen beantwoorden. Ten slotte zou er gebruik kunnen worden gemaakt van een grotere steekproef. Daarmee zouden meer betrouwbare uitspraken kunnen worden gedaan over een grotere groep kinderen.

Uit eerdere onderzoeken kwam duidelijk naar voren dat er een samenhang is tussen rekenen en begrijpend lezen. Reken- en taalvaardigheid ligt aan de basis van vele andere schoolse vaardigheden (Berg, 2008). Het is daarom belangrijk dat er meer onderzoek wordt gedaan naar de relatie tussen lezen en rekenen. Als er meer duidelijkheid is over de rol van taal binnen het rekenonderwijs, zou er meer aandacht kunnen worden besteed aan de vereiste taalvaardigheden bij het rekenen (Prenger, 2005). Zo kan worden voorkomen dat kinderen met problematiek op het gebied van taal of rekenen automatisch ook lager scoren op andere domeinen van het onderwijs.

## Literatuur

- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C., & Adams, A. M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology, 87*, 85-106. doi:10.1016/j.jecp.2003.10.002
- Ashcraft, M. H., & Battaglia, J. (1978). Cognitive arithmetic: Evidence for retrieval and decision processes in mental addition. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 4*, 527-538. doi:10.1037/0278-7393.4.5.527
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience, 4*, 829-839. doi:10.1038/nrn1201
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation, 47-89*. doi:10.1016/s0079-7421(08)60452-1
- Badian, N. A. (1999). Persistent arithmetic, reading, or arithmetic and reading disability. *Annals of Dyslexia, 49*, 45-70. doi:10.1007/s11881-999-0019-8
- Barbarese, M. J., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A. L., & Jacobsen, S. J. (2005). Math learning disorder: Incidence in a population-based birth cohort, 1976-1982. *Academic Pediatrics, 5*, 281-289. doi:10.1367/A04-209R.1
- 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
- Butterworth, B. (2002). *Mathematics and the brain*. London: Macmillan.
- Cito (z.d. a). Begrijpend lezen 3.0. Geraadpleegd op 25 april 2018, van [www.cito.nl](http://www.cito.nl)
- Cito (z.d. b). Toetsscore, vaardigheidsscore... en dan? Geraadpleegd op 14 juni 2018, van [www.cito.nl](http://www.cito.nl)
- De Vos, T., & Schokker, J., (2016). *De SVT Begrijpend Lezen en de diagnostische analyse*. Amsterdam: Boom test onderwijs.
- Egberink, I. J. L., & Vermeulen, C. S. M. (2011). COTAN-beoordeling 2011, Schoolvaardigheidstoets Begrijpend Lezen. Bekeken via: [www.cotandocumentatie.nl](http://www.cotandocumentatie.nl)
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1980). Verbal reports as data. *Psychological Review, 87*, 215-251. doi:10.1037/0033-295x.87.3.215
- Expertgroep Toetsen PO (z.d.). *Beoordeling van LOVS toets Begrijpend Lezen 3.0 groep 5 Cito B.V.*. Verkregen van: [www.cito.nl](http://www.cito.nl)
- Fayol, M., & Thevenot, C. (2012). The use of procedural knowledge in simple addition and subtraction problems. *Cognition, 123*, 392-403. doi:10.1016/j.cognition.2012.02.008

- Friso-van den Bos, I., van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., & van Luit, J. E. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review, 10*, 29-44. doi:10.1016/j.edurev.2013.05.003
- Fürst, A. J., & Hitch, G. J. (2000). Separate roles for executive and phonological components of working memory in mental arithmetic. *Memory & Cognition, 28*, 774-782. doi:10.3758/bf03198412
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology, 40*, 177-190. doi:10.1037/0012-1649.40.2.177
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 37*, 4-15. doi:10.1177/00222194040370010201
- Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology, 47*, 1539-1552. doi:10.1037/a0025510
- Greven, J., & Letschert, J. (2006). *Kerndoelen Primair Onderwijs*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.
- Hecht, S. A., Torgesen, J. K., Wagner, R. K., & Rashotte, C. A. (2001). The relation between phonological processing abilities and emerging individual differences in mathematical computation skills: A longitudinal study from second to fifth grades. *Journal of Experimental Child Psychology, 79*, 192-227. doi:10.1006/jecp.2000.2586
- Lee, K. M., & Kang, S. Y. (2002). Arithmetic operation and working memory: Differential suppression in dual tasks. *Cognition, 83*, 63-68. doi:10.1016/S0010-0277(02)00010-0
- LeFevre, J. A., Fast, L., Skwarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D. & Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development, 81*, 1753-1767. doi:10.1111/j.1467-8624.2010.01.508.x
- Lundberg, I., & Sterner, G. (2006). Reading, arithmetic, and task orientation. How are they related? *Annals of Dyslexia, 56*, 361-377. doi:10.1007/s11881-006-0016-0
- McKenzie, B., Bull, R., & Gray, C. (2003). The effects of phonological and visual-spatial interference on children's arithmetic performance. *Educational and Child Psychology, 20(3)*, 93-108.
- Meijerink, H. P., Letschert, J. F., Rijlaarsdam, G. C. W., Van den Bergh, H. H., & Van Streun, A. (2009). *Referentiekader taal en rekenen, de referentieniveaus*. Enschede: Expertgroep Doorlopende leerlijnen Taal en Rekenen.

- Merkley, R., & Ansari, D. (2016). Why numerical symbols count in the development of mathematical skills: Evidence from brain and behavior. *Current Opinion in Behavioral Sciences, 10*, 14–20. doi: 10.1016/j.cobeha.2016.04.006
- Prenger, J. (2005). *Taal telt! Een onderzoek naar de rol van taalvaardigheid en tekstbegrip in het realistisch wiskundeonderwijs*. (Proefschrift). Geraadpleegd van: [https://www-rug-nl.proxy.library.uu.nl/research/portal/publications/pub\(f76fc34f-0f69-4e57-b614-3b13c26f7649\).html](https://www-rug-nl.proxy.library.uu.nl/research/portal/publications/pub(f76fc34f-0f69-4e57-b614-3b13c26f7649).html)
- Purpura, D. J., Baroody, A. J., & Lonigan, C. J. (2013). The transition from informal to formal mathematical knowledge: Mediation by numeral knowledge. *Journal of Educational Psychology, 105*, 453–464. doi:10.1037/a0031753
- Purpura, D. J., Logan, J. A., Hassinger-Das, B., & Napoli, A. R. (2017). Why do early mathematics skills predict later reading? The role of mathematical language. *Developmental Psychology, 53*, 1633–1642. doi:10.1037/dev0000375
- Purpura, D. J., & Lonigan, C. J. (2013). Informal numeracy skills: The structure and relations among numbering, relations, and arithmetic operations in preschool. *American Educational Research Journal, 50*, 178–209. doi:10.3102/0002831212465332
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2009). 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
- Roussel, J. L., Fayol, M., & Barrouillet, P. (2002). Procedural vs. direct retrieval strategies in arithmetic: A comparison between additive and multiplicative problem solving. *European Journal of Cognitive Psychology, 14*, 61–104. doi:10.1080/09541440042000115
- Seigneuric, A., Ehrlich, M., Oakhill, J., & Yuill, N. (2000). Working memory resources and children's reading comprehension. *Reading and Writing, 13*, 81–103. doi:10.1023/A:1008088230941
- Shah, P., & Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: General, 125*, 4–27. doi:10.1037/0096-3445.125.1.4
- Welsh, J. A., Nix, R. L., Blair, C., Bierman, K. L., & Nelson, K. E. (2010). The development of cognitive skills and gains in academic school readiness for children from low-income families. *Journal of Educational Psychology, 102*, 43–53. doi:10.1037/a0016738