



Universiteit Utrecht

Is op basis van de voorbereidende rekenvaardigheidsscore van groep 2 de Cito-score voor rekenen van groep 6 te voorspellen?

Masterthesis

Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Naam: Semanur Yoruk

Studentnummer: 5625785

Naam begeleider: Hans van Luit

Naam tweede beoordelaar: Ilona Friso-van den Bosch

Datum: 8 juli 2016

Voorwoord

In het kader van mijn afstudeeropdracht voor de opleiding Master Orthopedagogiek aan de Universiteit Utrecht heb ik de afgelopen maanden onderzoek mogen doen naar rekenen. Uit onderzoek blijkt dat het rekenniveau van leerlingen een goede voorspeller is van toekomstig maatschappelijk succes. Leerlingen die beter presteren op rekenen schoppen het later verder in de samenleving. Het belang van goed rekenonderwijs mag daarom niet onderschat worden. Alleen zien we dat het rekenniveau van Nederlandse leerlingen in vergelijking met leerlingen in andere landen de afgelopen jaren aan het dalen is. Om het tijd te keren zijn diverse maatregelen genomen, zoals een verplichte rekentoets op middelbare scholen. Maar nog belangrijk is misschien wel om al op jonge leeftijd aan het rekenniveau van kinderen te werken.

In dit onderzoek staat de relatie tussen de *voorbereidende rekenvaardigheidsscore van groep 2* en de *Cito-score voor rekenen van groep 6* centraal. Indien vroege rekenvaardigheid verband houdt met de Citoscores voor rekenen op latere leeftijd, zou dit gevolgen kunnen hebben voor onderwijsbeleid op het gebied van rekenen.

Het onderwerp rekenonderwijs lag altijd al in mijn interesseveld, maar is nog sterker geworden na mijn initiële gesprek met Sylke Toll. Terugkijkend naar het hele proces van wetenschappelijk onderzoek doen kan ik niet anders dan concluderen dat ik in het afgelopen jaar een grote sprong heb gemaakt met betrekking tot wetenschappelijk denken.

Mijn dank gaat uit naar Hans van Luit en Ilona Friso-van den Bosch. Zonder hun intensieve begeleiding en betrokkenheid was ik zeker niet zo ver gekomen.

Samenvatting

Uit onderzoek blijkt dat werkgeheugen (visueel en verbaal), specifieke numerieke vaardigheden (non-symbolisch en symbolisch), rekentaal en voorbereidende rekenvaardigheid belangrijke voorspellers van rekenprestaties zijn. In dit onderzoek zijn de bovengenoemde factoren bij 525 groep 2 leerlingen gemeten en is gekeken of ze de Cito-scores voor rekenen van groep 6 kunnen voorspellen. De berekeningen zijn uitgevoerd door middel van een hiërarchische regressieanalyse en MANOVA. Uit het onderzoek komt naar voren dat er een zwak verband is tussen de factoren rekentaal, werkgeheugen en specifieke numerieke vaardigheden van groep 2 en de Citoscores voor rekenen van groep 6. Werkgeheugen heeft de grootste voorspellende waarde. Daarnaast blijkt uit het onderzoek dat kinderen met een hogere Cito-score voor rekenen ook hoger scoren op numerieke taken en werkgeheugen. Drie onderscheiden groepen leerlingen (zwak, gemiddeld en goed presterende leerlingen) verschillen significant op alle werkgeheugen en numerieke taken.

Trefwoorden: Voorbereidende rekenvaardigheid; numerieke vaardigheden; rekentaal; werkgeheugen; Citoscore voor rekenen.

Abstract

Research shows that working memory (visual and verbal), specific numerical skills (non-symbolic and symbolic), math language and preparatory numeracy are important predictors of math performance. In this study, the above factors are measured at 525 pupils in the second grade of primary school and studied whether they predict the Cito scores for math in sixth grade of primary school. The calculations are performed by means of a hierarchical regression analysis and MANOVA. The research shows that there is a weak correlation between the factors math language, working memory and numerical skills in the second grade and the Cito scores for math in sixth grade. Working memory has the greatest predictive value. In addition, the study shows that children with higher Cito score for math also score higher on numerical tasks and working memory. Three distinct groups of students (low, average and high-achieving students) differ significantly on all memory and numerical tasks.

Keywords: Preparatory mathematical skills; numerical skills; math language; working memory; Cito score for math.

Tegenwoordig wordt steeds eerder begonnen met het testen van kinderen. Citotoetsen zijn een populair instrument onder scholen om de ontwikkeling van kinderen te volgen. In de basisschoolperiode worden jaarlijks meerdere Citotoetsen afgenomen. Aanvullend op de waarnemingen van de leerkracht is de Citotoets bedoeld als een objectief evaluatie -instrument. Op basis van beide kan inzicht worden geboden in de ontwikkeling van leerlingen en een afgewogen advies met betrekking tot het vervolgonderwijs.

Vroege rekenvaardigheid is een basis voor het ontwikkelen van verdere wiskundige vaardigheden. In de literatuur worden verschillende interpretaties gegeven van het concept vroege rekenvaardigheid. Vroege rekenvaardigheid is de manier waarop kinderen kennis gebruiken om te leren tellen, groeperen en vergelijken van getallen. Dit begint al voordat kinderen in aanraking komen met rekenonderwijs op de basisschool (Torbeyns et al., 2010). Tijdens de vroege kindertijd (tot en met 6 jaar) leren kinderen omgaan met getallen (Aunio, Hautamäki, Sajaniemi, & Van Luit, 2009; Braams & Denis, 2003; Van de Rijt et al., 2003). Vroege rekenvaardigheid is een belangrijke indicator voor het vroegtijdig opsporen van risicoleerlingen (Dowker, 2005; Mazzocco, 2005; Mazzocco & Thompson, 2005). Door vroegtijdig risico leerlingen te signaleren kunnen tijdig maatregelen worden genomen om latere rekenproblemen te beperken. Vooral het ondersteunen van kinderen tussen drie en vijf jaar op het gebied van voorbereidend rekenen kan positieve effecten hebben. Vroege rekenvaardigheid kan gezien worden als een belangrijke voorwaarde voor succes in rekenen/wiskunde (Clements & Sarama, 2011). Onderzoek toont aan dat leerlingen met onvoldoende vroege rekenvaardigheid en die weinig extra hulp krijgen nauwelijks in staat zijn om een inhaalslag te maken op de basisschool (Morgan, Farkas, & Wu, 2009; Stock, Desoete, & Roeyers, 2010). Deze achterstand kan zelfs zichtbaar blijven tot in het voorgezet onderwijs (Toll & Van Luit, 2012). Rekenachterstand kan er ook voor zorgen dat leerlingen problemen ontwikkelen in andere ontwikkelingsgebieden (Barbaresi, Katusic, Colligan, Weaver, & Jacobsen, 2005). Op lange termijn kan onvoldoende ontwikkelde rekenvaardigheid een falende schoolloopbaan als gevolg hebben (Heckman, 2006). Daarnaast is bekend dat vroege rekenvaardigheid in de kleuterklas de rekenvaardigheid tussen de kleuterklas en het zesde leerjaar voorspelt (McClelland, Acock, & Morrison, 2006).

Het is zinvol om achterstanden in de ontwikkeling van voorbereidende rekenvaardigheid te voorkomen (Toll & Van Luit, 2012). Factoren die achterstanden in voorbereidende rekenvaardigheid kunnen voorspellen zijn rekentaal, werkgeheugen en specifieke numerieke

vaardigheden (Van Luit & Toll, 2013). Deze onderliggende factoren zijn vaak onderverdeeld in domeinspecifieke of algemene cognitieve hulpbronnen zoals taal, intelligentie en werkgeheugen (Passolunghi & Lanfranchi, 2012; Welsh, Nix, Blair, Bierman, & Nelson, 2010).

Over het algemeen wordt aangenomen dat vooral de mate van taalvaardigheid een belangrijke voorspeller is voor het leren van rekenvaardigheden (Duncan et al., 2007; Spelke & Tsivkin, 2001). Taalvaardigheden zijn gerelateerd aan rekenprestaties en zijn voorspellend voor latere rekenprestaties (Hooper, Roberts, Sideris, Burchinal, & Zeisel, 2010; Romano, Babchishin, Pagani, & Kohen, 2010). Rekentaal wordt gebruikt om de realiteit te ordenen en te beschrijven. Op jonge leeftijd leren kinderen begrippen die te maken hebben met hoeveelheden, samenhang tussen hoeveelheden en het benoemen van getallen (Ruijssenaars, Van Luit, & Van Lieshout, 2004). Uit de literatuur blijkt verder dat de kwaliteit van rekentaal (in het bijzonder getalbenoeming) en werkgeheugen in de kleutertijd invloed heeft op de ontwikkeling van rekenvaardigheid op latere leeftijd.

Tevens tonen diverse onderzoeken aan dat er een verband bestaat tussen werkgeheugen en vroege rekenvaardigheid in de kleuterklassen (Espy et al., 2004; Kroesbergen, Van de Rijt, & Van Luit, 2007; Kyttälä, Aunio, & Hautamäki, 2009). Werkgeheugen verwijst naar de vaardigheid om informatie gelijktijdig op te slaan en te bewerken (Baddeley & Hitch, 1974). In het meerdere componenten model van Baddeley en Hitch (1974) wordt het werkgeheugen opgedeeld in vier componenten: het 'visuo-spatial sketchpad', de 'phonological loop', de 'episodic buffer' en de 'central executive'. In dit onderzoek wordt echter gebruik gemaakt van het tweefactorenmodel van Alloway, Gathercole, en Pickering (2006). In dit model wordt een onderscheid gemaakt tussen het verbale en visuele werkgeheugen. Een voor het rekenen belangrijke functie van het werkgeheugen is het vermogen om nieuwe informatie te controleren en tijdelijk op te slaan totdat de oude informatie bijgewerkt en vervangen wordt door de nieuwe informatie. Een groot vermogen om nieuwe informatie op te slaan heeft een positief effect op de rekenvaardigheid (Miyake et al, 2000; Van der Sluis, De Jong, & Van der Leij, 2007). Het tijdelijk opslaan van informatie tijdens een rekenproces is een van de taken van het werkgeheugen. Uit onderzoek van Passolunghi & Siegel (2004) komt naar voren dat kinderen met rekenproblemen een tekort lijken te hebben in het vermogen om informatie in het werkgeheugen aan te passen en op te slaan. Tevens blijkt er een relatie te zijn tussen de leeftijd van kinderen en de rol van visuele en verbale werkgeheugen. Visueel werkgeheugen speelt een

belangrijke rol bij rekenopdrachten van jonge kinderen (Holmes & Adams, 2006), terwijl bij verbaal werkgeheugen herhaaldelijk een relatie is gevonden met rekenprestaties van de oudere kinderen (McKenzie, Bull, & Gray, 2003). In de vroege kindertijd maken kinderen gebruik van visueel werkgeheugen door bijvoorbeeld te tellen op vingers. Naarmate ze ouder worden maken ze gebruik van verbale tellen en complexere berekeningen (Fürst & Hitch, 2000).

Daarnaast is de factor specifieke numerieke vaardigheden een voorspeller die onderverdeeld wordt in symbolische en non-symbolische vaardigheden. Er is een relatie gevonden tussen non-symbolische vaardigheden en rekenprestaties van kinderen tussen vijf en zeven jaar (Desoete, Ceulemans, De Weerd, & Pieters, 2012). Dat geeft aan dat non-symbolische vaardigheden voorwaarden zijn voor een hoger niveau van rekenprestaties. In tegenstelling tot de resultaten in veel andere studies toont de studie van LeFevre et al. (2010) aan dat non-symbolische vaardigheden een meer ondergeschikte rol spelen bij het leren van rekenvaardigheden dan symbolische vaardigheden. Bovendien tonen verschillende onderzoeken aan dat symbolische vaardigheden rekenvaardigheden voorspellen bij kinderen van zes en zeven jaar (Holloway & Ansari, 2009; Kolkman, Kroesbergen, & Leseman, 2013).

Naast de bovengenoemde factoren zijn er nog een aantal andere variabelen die van invloed kunnen zijn op de uitkomsten van dit onderzoek, namelijk geslacht, leeftijd en SES. Er zijn diverse onderzoeken gedaan naar de verschillen in de ontwikkeling van (vroege) rekenvaardigheid tussen jongens en meisjes. Uit onderzoek van Howell en Kemp (2010) komt naar voren dat er geen verschillen zijn tussen jongens en meisjes op het gebied van getalbegrip (Aunio et al., 2006; Carr, Hettinger- Streiner, Kyser, & Biddlecomb, 2008). Uit onderzoek van Jordan, Kaplan, Nabors Ola'h, en Locuniak (2006) blijkt evenwel dat meisjes tussen vier en zeven jaar hoger scoren dan jongens. Naarmate de leeftijd vordert begint er een ommekeer en scoren jongens hoger dan meisjes. De oorzaken van deze verandering is echter nog niet bekend. Volgens Jordan, Hanich, en Kaplan (2003) kan een mogelijke oorzaak zijn dat jongens meer gestimuleerd worden dan meisjes in rekenkundige taken.

Tevens komt uit onderzoek naar voren dat de sociaal-economische status (SES) van gezinnen een belangrijke rol speelt in de cognitieve ontwikkeling van kinderen. De sociaal-economische status van gezinnen wordt bepaald door factoren zoals beroepsniveau, onderwijsvoltooiing en inkomen (Bradley & Corwyn, 2002; Wicks-Nelson & Israel, 2009). Uit onderzoek van Lee, Autry, Fox, en Williams (2008) komt naar voren dat kinderen afkomstig uit

gezinnen met lagere inkomens minder goede schoolprestaties laten zien dan kinderen uit gezinnen met hogere inkomens. Er is een samenhang tussen SES en de informele instructie die kinderen thuis ontvangen van ouders. In lagere SES-gezinnen blijkt er minder instructie te zijn over getallen en concepten die te maken hebben met hoeveelheden dan in hogere SES-gezinnen (Gersten & Chard, 1999).

Tot op heden is beperkt onderzoek verricht naar de invloed van voorbereidende rekenvaardigheid in de kleuterleeftijd op rekenvaardigheid op latere leeftijd. Daarom zal in dit onderzoek worden nagegaan of de rekenvaardigheid van kleuters een voorspeller is voor de latere Citoscore voor rekenen. De onderzoeksvraag luidt als volgt: *Is op basis van de voorbereidende rekenvaardigheidsscore van groep 2 de Citoscore voor rekenen van groep 6 te voorspellen?* Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden zijn twee deelvragen geformuleerd. De eerste deelvraag is: Is het mogelijk om de Citoscore voor rekenen van groep 6 te voorspellen door middel van een combinatie van scores op rekentaal, werkgeheugen en numerieke taken gemeten in groep 2? Hierbij worden zowel symbolische als non-symbolische vergelijkingstaken meegenomen. De tweede deelvraag is: Is het mogelijk om aan de hand van de factoren rekentaal, werkgeheugen en numerieke taken van leerlingen in groep 2 de rekenvaardigheid van leerlingen in groep 6 in drie niveaus (zwak, gemiddeld, goed) te voorspellen?

Hypotheses:

1. De rekenvaardigheidsscore van groep 2 is een goede voorspeller van de Cito-score voor rekenen van groep 6.
2. Een hogere score van groep 2 voor werkgeheugen, taal en numerieke vaardigheidsscore hangt samen met een hogere groepsclassificatie van groep 6 voor de Citoscore voor rekenen.

Methode

Participanten

De kinderen die aan dit onderzoek hebben meegedaan zijn voorheen ook betrokken geweest bij een grote longitudinale studie (Toll & Van Luit, 2012). In deze longitudinale studie werden 1.040 kinderen gevolgd vanaf het eerste jaar van de kleuterschool tot en met groep 3. De uiteindelijke steekproef bestond uit 525 leerlingen (M leeftijd = 71.53 maanden, SD = 3,75, 52,5% jongens en

47,5% meisjes). Het onderzoek richt zich op de Cito-rekenscores van de groep 6 leerlingen. De scholen zijn in januari per mail benaderd om gegevens op te vragen en te verwerken. Aan het huidige onderzoek hebben 525 leerlingen deelgenomen. Veel leerlingen zijn afgevallen door niet meewerkende scholen, zittenblijven, verhuizing en/of ziektes. Hierdoor waren er 75 participanten met onvolledige gegevens. Deze zijn niet meegenomen in de analyses. Voor alle variabelen is de verdeling van de scores nagegaan door middel van histogrammen en de waarden van skewness en kurtosis. Hoe verder de skewness en kurtosis waarden afwijken van nul, hoe meer de verdeling afwijkt van normaal. Acceptabele waarden liggen tussen de -1.5 en 1.5 (Field, 2013). Voor alle variabelen is er aan de assumptie voor normaal verdeling voldaan. De beschrijvende statistieken van alle variabelen worden hierna beschreven.

Voorafgaand aan de hypothese toetsende analyses is door middel van Pearson correlaties en twee MANOVA's nagegaan welke demografische kenmerken (geslacht, leeftijd en leerlinggewicht) effecten hebben op de onafhankelijke en afhankelijke variabelen.

Hypothese 1 is getoetst door middel van een hiërarchische regressie met drie stappen. Tijdens deze regressieanalyse zijn de assumpties van multipele regressie, zoals homoskedasticiteit, afwezigheid van multicollineariteit en normaal verdeelde residuen, gecontroleerd. Hypothese 2 is getoetst door middel van een MANOVA. Voorafgaand aan deze analyse is voor de assumpties van MANOVA, zoals normaal verdeelde afhankelijke variabelen en gelijke covariantie matrices, gecontroleerd (Field, 2013).

Meetinstrumenten

Numerieke taken.

Non-symbolische vergelijkingstaak. Dit instrument meet het vermogen van kinderen om hoeveelheden in de vorm van stippen te vergelijken. Het kind wordt gevraagd om een onderscheid te maken tussen twee groepen stippen, waarbij het aantal stippen varieert tussen één en negen stippen. De stippen variëren niet alleen in aantal, maar ook in grootte (Barth et al., 2006; Gebuis, Cohen Kadosh, De Haan, & Henik, 2009). Om te controleren voor niet-numerieke parameters, zoals puntgrootte, bedekt oppervlak en dichtheid, is onderscheid gemaakt tussen drie condities (1) congruente conditie (gebied met meeste aantal punten zijn ook fysiek groter), (2) incongruente conditie (gebied met meeste aantal punten zijn fysiek ook kleiner) en (3) neutrale

toestand (fysieke grootte van stippen zijn in beide gebieden hetzelfde). De betrouwbaarheid van deze test was goed ($\alpha = .87$) (Boonen, Kolkman, & Kroesbergen, 2011).

Symbolische vergelijkingstaak. Dit meetinstrument onderzoekt of kinderen getallen met elkaar kunnen vergelijken en onderscheid kunnen maken tussen cijfers. De kinderen kregen twee cijfers te zien en werden gevraagd om het cijfer met de hoogste numerieke waarde aan te wijzen. De test bestaat uit 30 items en de drie voorwaarden waren hetzelfde als bij de non-symbolische vergelijkingstaak (Toll & Van Luit, 2014). De cijfers op het scherm verdwijnen als het kind een antwoord heeft gegeven. Het kind krijgt vijf seconden om antwoord op een taak te geven. De betrouwbaarheid binnen dit onderzoek was aanvaardbaar ($\alpha = 0,67$) (Toll & Van Luit, 2014).

Getallenlijntaak. Deze taak meet het vermogen bij kinderen om cijfers te kunnen beoordelen en deze op de juiste plek te plaatsen op de getallenlijn. Bij deze taak wordt het kind aan de hand van 18 items gevraagd om de getallen (in het bereik van één tot 10 of één tot 100) op de juiste plaats te zetten op de digitale getallenlijn (Booth & Siegler, 2006; Laski & Siegler, 2007). Het is de bedoeling dat het kind zoveel mogelijk cijfers op de juiste plek van de getallenlijn plaatst. De betrouwbaarheid van deze taak is redelijk ($\alpha = 0,69$) (Toll & Van Luit, 2014).

Rekentaal.

Getallen benoemen. In deze taak krijgt het kind cijfers van 1 tot 10 (10 items in totaal) en 1 tot 100 (12 items) in een random volgorde getoond. Het kind wordt gevraagd om de getallen die op het scherm van de computer verschijnen te benoemen. De score van de test is het aantal correct gegeven antwoorden. De betrouwbaarheid van deze test is goed ($\alpha = 0,81$; Toll & Van Luit, 2014), evenals in andere studies (respectievelijk 0,72 en 0,94) (Jordan, Kaplan, Nabors Oláh, & Locuniak, 2006).

Werkgeheugen.

Automated Working Memory Assessment (AWMA). Dit instrument meet de capaciteiten van het werkgeheugen bij kinderen. Er wordt meer inzicht verkregen in de sterke en zwakke kanten van het fonologische en visueel-ruimtelijke werkgeheugen. De test bestaat uit vier subschalen: *Dot Matrix*, *Odd One out*, *Word Recall Forwards* en *Word Recall Backwards* (Alloway, 2007). Het verbale werkgeheugen wordt gemeten met behulp van de subtesten *Word Recall Forwards* en *Word Recall Backwards* (Alloway, Gathercole, & Pickering, 2006). *Word Recall Forwards*, meet het verbale korte termijngeheugen (Alloway, 2007). *Word Recall Backwards* meet het

werkgeheugen in combinatie met het verbale korte termijngeheugen (Alloway, 2007). De test is bedoeld voor kinderen van 4 tot 12 jaar (Alloway, 2007). De Cronbach's alfa van AWMA komt uit tussen .76 en .64 (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliot, 2008).

Voorbereidende rekenvaardigheid.

UGT-R. Om de rekenvaardigheid te meten is eind groep 2 de Utrechtse Getalbegrip Toets - Revised (*UGT-R*) (Van Luit & Van de Rijt, 2009) afgenomen. Deze test is onderverdeeld in negen subschalen. Elk van deze subschalen bestaat uit vijf items. Uit verschillende onderzoeken komt naar voren dat de *UGT-R* een betrouwbaar instrument is (Kroezen, Kluter, Bos, & Van de Rijt, 2010). De *UGT-R* blijkt constructvalide te zijn om de voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters te meten. De betrouwbaarheid (Cronbach's alfa) van *UGT-R* is goed ($\alpha = .94$) (Van Luit & Van de Rijt, 2009).

Cito Reken-wiskunde midden groep 6.

Om de rekenvaardigheid te meten in midden groep 6 is gebruik gemaakt van de Cito Rekenen-wiskunde M6. De test bestaat uit drie onderdelen en de klassikale afname van elk deelneemt 40 tot 45 minuten in beslag (Janssen, Scheltens, & Kraemer, 2005). De ruwe scores van deze test zijn omgezet naar vaardigheidsscores en zijn per leerling vastgesteld in een leerlingenrapport. Binnen dit onderzoek is een normeringschaal van drie niveaus gehanteerd: de zwakst scorende 33,3%, de gemiddeld scorende 33,3% en de hoogst scorende 33,3% van de leeftijdsgroep. De betrouwbaarheid van deze tests wordt beschouwd als goed (tussen .91 en .93; Janssen, Verhelst, Engelen, & Scheltens, 2010).

Controlevariabelen.

In dit onderzoek zijn de variabelen geslacht (jongen-meisje), leeftijd en SES meegenomen als controlevariabelen. De indeling van de variabele SES deelt de kinderen in drie groepen gewicht, grotendeels gebaseerd op de opleiding van de ouders. In deze studie zijn kinderen met geen gewicht gelabeld met hoge SES en kinderen met een gemiddeld of hoog gewicht gelabeld als lage SES. Hoe hoger het opleidingsniveau, hoe lager het leerlinggewicht en het bedrag dat de school krijgt om eventuele achterstanden van de leerling te verminderen (Centrale Financiën Instellingen, 2006).

Resultaten

Beschrijvende statistieken

Aan dit onderzoek hebben 26 scholen deelgenomen. Elk schooljaar hebben twee meetmomenten plaatsgevonden. De gemeten vaardigheden in groep 2 en 6 zijn in Tabel 1 weergegeven. In dit onderzoek zijn de gegevens betreffende numerieke taken, rekentaal (getallen benoemen), rekenvaardigheid (UGT-R) en AWMA in groep 2 betrokken. Daarnaast is de Cito-reken wiskunde toets (m6) afgenomen om de rekenvaardigheid te meten van de leerlingen in groep 6. De tests zijn allen individueel afgenomen. Alle resultaten zijn verwerkt in een databestand (SPSS, versie 22).

Verbanden tussen de onafhankelijke en afhankelijke variabelen en demografische kenmerken

De verbanden tussen leeftijd, werkgeheugen, numerieke taken, rekenvaardigheid en Cito-score rekenen groep 6 zijn nagegaan door middel van Pearson correlaties. In Tabel 2 zijn de correlaties weergegeven. Er blijkt een relatie te zijn tussen bijna alle variabelen. Dit betekent hoe hoger de score op een werkgeheugen taak, hoe hoger de score op een numerieke taak of op een rekenvaardigheidstaak. Getallen benoemen 10 en getallenlijn 10 laten met bijna geen enkele variabele samenhang zien. Bij de beschrijvende statistieken zien we ook terug dat deze twee variabelen een plafondeffect laten zien. Dit betekent dat het kunnen tellen en herkennen van cijfers tot en met 10 taken zijn geweest waarop de meeste kinderen maximaal scoorden. Dit wijst erop dat ze tot deze taak in staat zijn. Uit de resultaten blijkt dat leeftijd niet met alle taken een verband heeft, maar vooral met werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheid. Om een eventueel confounder effecten uit te sluiten zal leeftijd in de verdere analyses meegenomen worden als controlevariabele.

Tabel 1

Gegevens betreffende werkgeheugen, numerieke taken, rekenvaardigheid eind groep 2 en Cito rekenscore m6.

Vaardigheid	Gemeten door	M	SD	N	Min	Max
Vorbereidende Rekenvaardigheid	UGT-R	30.20	5.09	520	13.00	43.00
Werkgeheugen	Word recall forwards	13.85	2.19	498	8.00	20.00
Werkgeheugen	Word recall backwards	5.21	1.54	497	.00	10.00
Werkgeheugen	Dot matrix	15.37	3.63	499	6.00	27.00
Werkgeheugen	Odd one out	9.62	2.76	498	3.00	16.00
Numerieke taken	Totaal goed non symbolisch	27.46	2.54	517	14.00	30.00
Numerieke taken	Totaal goed symbolisch	26.75	3.28	517	12.00	30.00
Rekentaal	Getallen benoemen 10	9.84	.62	520	3.00	10.00
Rekentaal	Getallen benoemen 100	7.13	3.42	519	1.00	12.00
Numerieke taken	Resultaat getallenlijn 10	.81	.17	520	.01	.99
Numerieke taken	Resultaat getallenlijn 100	.43	.29	519	.00	.98
Reken vaardigheid (groep 6)	Cito rekenen meting 6	86.95	14.37	525	35.00	157.00

Tabel 2

Pearson correlaties tussen leeftijd, de variabelen m.b.t. werkgeheugen, numerieke taken, rekenvaardigheid op T4 en Cito-score op T6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Leeftijd (maanden)												
2. UGT-R	.17**											
3. Recall forwards	.02	.28**										
4. Recall backwards	.06	.26**	.40**									
5. Dot matrix	.05	.32**	.18**	.15**								
6. Odd one out	.12**	.35**	.20**	.21**	.36**							
7. Totaal goed non-symbolisch	.16**	.18**	.13**	.11*	.10*	.17**						
8. Totaal goed symbolisch	.17**	.34**	.16**	.13**	.25**	.20**	.45**					
9. Getallen benoemen 10	.06	.15**	.07	.05	.02	.08	.08	.16**				
10. Getallen benoemen 100	.04	.42**	.23**	.23**	.19**	.15**	.07	.37**	.19**			
11. Getallenlijn 10	.03	.07	-.07	.01	.03	.04	.11*	.08	.11*	.02		
12. Getallenlijn 100	.20**	.36**	.14**	.14**	.26**	.26**	.10*	.35**	.10*	.46**	-.01	
13. CITO T6	.03	.39**	.23**	.26**	.27**	.30**	.16**	.27**	.06	.37**	-.02	.32**

Noot. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Rekenvaardigheidsscore eind groep 2: UGT-R, werkgeheugen: Recall forwards, Recall backwards, Dot Matrix, Odd one out, numerieke taken: Totaal goed symbolisch/ non-symbolisch, rekentaal: getallen benoemen 10/ 100, getallenlijn taak 10/ 100, Cito-score (rekenvaardigheid) midden groep 6: Cito T6.

Verschillen tussen jongens en meisjes

Door middel van een MANOVA is getoetst of jongens en meisjes verschillen op werkgeheugen, numerieke taken, rekenvaardigheid op meting 4 en meting 6. De analyse laat zien dat er een significant effect is voor geslacht, $F(13,436)=3.44$. $p < .001$. Voor drie variabelen geldt dat jongens gemiddeld hoger scoren dan meisjes. In Tabel 3 zijn de gemiddelden en standaarddeviaties voor deze drie taken voor jongens en meisjes weergegeven. Om een eventueel confounder effecten uit te sluiten wordt geslacht in de verdere analyses meegenomen als controlevariabele.

Verschillen tussen de drie groepen met verschillende leerlinggewichten

Door middel van een MANOVA is de invloed van de onafhankelijke en afhankelijke variabelen tussen de drie groepen met verschillende leerlinggewichten nagegaan. Leerlinggewicht heeft geen effect, $F(26,870)=1.08$. $p = .36$. Er is voor geen enkele variabele een verschil tussen de drie groepen. Daarom zal leerlinggewicht in de verdere analyses niet worden meegenomen als controlevariabele.

Analyse hypothese

De rekenvaardigheidsscore van groep 2 is een goede voorspeller van de Cito-score voor rekenen van groep 6.

Door middel van een hiërarchische regressieanalyse met drie stappen is de invloed van de controlevariabelen nagegaan. De scores op de numerieke en werkgeheugentaken, voorbereidende rekenvaardigheid op de Cito-score rekenen (m6) zijn hiertoe in de analyse betrokken. In stap 1 zijn de controlevariabelen leeftijd en geslacht meegenomen. In stap 2 zijn de numerieke en werkgeheugentaken toegevoegd. In het derde stap is rekenvaardigheidsscore toegevoegd als voorspeller.

In stap 1 (zie Tabel 4) is het effect van de controlevariabelen leeftijd en geslacht nagegaan. Dit model heeft een verklaarde variantie van 2% ($R^2 = .02$), $F(2,493) = 6.16$. $p = .002$.

In stap 2 zijn de scores op de numerieke en werkgeheugentaken toegevoegd. Dit model heeft een toevoegde verklaarde variantie van 24% ($R^2 = .24$), $F(10,483) = 16.06$. $p < .001$. Er is

een significant positieve invloed van Word recall backwards, Dot matrix, Odd one out en van Getallen benoemen 100 en Getallenlijn 100.

In stap 3 is de voorbereidende rekenvaardigheidsscore toegevoegd. Deze heeft een toevoegde verklaarde variantie van 2% ($R^2 = .02$), $F(1,482) = 12.18$. $p = .001$.

Tabel 3

Verschillen in gemiddelden tussen jongens en meisjes

	Gender	N	M	SD	F	P
Leeftijd in maanden	Jongen	274	71.56	3.68	2,206	,840
	Meisje	246	71.49	3.83		
Utrechts getalbegrip meting 4	Jongen	274	30.46	4.92	,180	,230
	Meisje	246	29.92	5.28		
Word recall forwards	Jongen	260	14.00	2.30	3,635	,114
	Meisje	238	13.69	2.06		
Word recall backwards	Jongen	259	5.22	1.54	,003	,918
	Meisje	238	5.21	1.55		
Dot matrix	Jongen	260	15.45	3.68	,012	,613
	Meisje	239	15.29	3.58		
Odd one out	Jongen	260	9.68	2.71	1,472	,601
	Meisje	238	9.55	2.83		
Totaal goed non symbolisch	Jongen	273	27.37	2.50	,172	,413
	Meisje	244	27.56	2.59		
Totaal goed symbolisch	Jongen	273	26.99	3.24	,000	,078
	Meisje	244	26.48	3.31		
Getallen benoemen 10	Jongen	274	9.82	.69	1,949	,457
	Meisje	246	9.86	.54		
Getallen benoemen 100***	Jongen	273	7.88	3.53	19,859	,000
	Meisje	246	6.30	3.10		
Resultaat getallenlijn 10	Jongen	274	.80	.18	1,155	,251
	Meisje	246	.82	.16		
Resultaat getallenlijn 100***	Jongen	274	.48	.31	21,245	,000
	Meisje	245	.37	.25		
Cito rekenen meting 6***	Jongen	275	88.96	13.85	1,185	,001
	Meisje	249	84.73	14.66		

Noot. * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

Tabel 4

Resultaten hiërarchische regressieanalyse

Afhankelijke variabelen CITO_REKENEN_M6

	B	SE	Observaties (aantal data)	R ²	F	DF
Stap 1			520	.02	5.99**	2; 517
Constant (Intercept)	81.27***	12.00				
Gender	-4.26***	1.25				
LEEFTIJD	.11	.17				
Stap 2			496	.27	14.72***	12; 483
Constant	56.25***	14.59				
Gender	-2.02	1.17				
LEEFTIJD	-.19	.16				
Word recall forwards	.33	.29				
Word recall backwards	1.13**	.41				
Dot matrix	.43*	.17				
Odd one out	.74**	.23				
Totaal goed non symbolisch	.49 (.25)	.25				
Totaal goed symbolisch	.23 (.22)	.255				
Getallen benoemen 10	-.42	.92				
Getallen benoemen 100	.86***	.20				
Getallen lijn 10	-2.96	3.28				
Getallen lijn 100	6.09**	2.33				
Stap 3			496	.29	14.84***	13; 482
Constant	57.85***	14.43				
Gender	-2.20	1.16				
LEEFTIJD	-.25	.15				
Word recall forwards	.20	.29				
Word recall backwards	1.03*	.40				
Dot matrix	.34	.17				
Odd one out	.60**	.23				
Totaal goed non symbolisch	.45	.25				
Totaal goed symbolisch	.15	.21				
Getallen benoemen 10	-.56	.91				
Getallen benoemen 100	.69***	.21				
Getallen lijn 10	-3.50	3.24				
Getallen lijn 100	5.31*	2.32				
Utrechts getalbegrip meting 4	.47***	.13				

Noot: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

Tabel 5

*Verschillen tussen drie onderscheiden groepen (1: zwakste 33%, 2: middelste 33 3: hoogste 33
%)*

Afhankelijke variabele	Groep	Groep	M diff	p
UGT-R	1	2	-2.27*	0
	1	3	-4.67*	0
	2	3	-2.41*	0
Word recall forwards	1	2	-0.51	0.1
	1	3	-1.20*	0
	2	3	-.70*	0.01
Word recall backwards	1	2	-.44*	0.02
	1	3	-.86*	0
	2	3	-.42*	0.04
Dot matrix	1	2	-0.39	0.91
	1	3	-2.30*	0
	2	3	-1.91*	0
Odd one out	1	2	-.73*	0.04
	1	3	-1.80*	0
	2	3	-1.07*	0
Totaal goed non symbolisch	1	2	-0.42	0.35
	1	3	-.90*	0
	2	3	-0.48	0.24
Totaal goed symbolisch	1	2	-0.8	0.06
	1	3	-1.71*	0
	2	3	-.91*	0.03
Getallen benoemen 10	1	2	0.16	0.06
	1	3	-0.09	0.6
	2	3	-.25*	0
Getallen benoemen 100	1	2	-0.5	0.45
	1	3	-2.50*	0
	2	3	-2.00*	0
Resultaat getallenlijn 10	1	2	0.01	1
	1	3	0.01	1
	2	3	0	1
Resultaat getallenlijn 100	1	2	-0.04	0.6
	1	3	-.19*	0
	2	3	-.15*	0

Een hogere score van groep 2 voor werkgeheugen, taal en numerieke vaardigheidsscore hangt samen met een hogere groepsclassificatie van groep 6 voor de Citoscore voor rekenen.

De Cito-score rekenen m6 is qua niveau ingedeeld in drie groepen. Hierna zijn de verschillen tussen deze drie groepen bekeken op werkgeheugen, rekentaal en numerieke vaardigheidsscores gemeten in groep 2 door middel van een MANOVA met Bonferroni correctie (Field, 2013).

Leeftijd en geslacht zijn meegenomen als controlevariabelen, omdat er uit de literatuur blijkt dat zowel geslacht als leeftijd invloed hebben op de afhankelijke variabelen en omdat deze variabele ook samenhangen met de onafhankelijke variabele. Uit de MANOVA blijkt er een significant verschil tussen de 3 onderscheiden groepen te zijn op de factoren gemeten in eind groep 2, $F(22,962)=7,08$. $p<.001$. Deze drie groepen verschillen significant op alle werkgeheugen en numerieke taken behalve op Getallenlijn 10. Dus een hoge score op werkgeheugen, specifieke rekentaal en voorbereidende rekenvaardigheid eind groep 2, heeft een sterke samenhang met een hogere groepsclassificatie midden groep 6. In Tabel 5 zijn de resultaten weergegeven.

Conclusie/ Discussie

In dit onderzoek is nagegaan in welke mate de Cito-rekenscores in groep 6 te voorspellen zijn op basis van de voorbereidende rekenvaardigheidsscore die gemeten is in groep 2. Het is zinvol om achterstanden in voorbereidende rekenvaardigheid te bestrijden (Toll & Van Luit, 2012; 2014). Dit voornamelijk omdat vroege rekenvaardigheid gezien kan worden als een belangrijke voorwaarden voor latere rekenprestaties (Clements & Sarama, 2011).

Uit de resultaten blijkt dat een zwak verband is gevonden tussen de factoren rekentaal, werkgeheugen en numerieke taken, gemeten op de kleuterleeftijd, en de Cito-rekenscore in midden groep 6. De belangrijkste voorspellers bleken de scores op de werkgeheugentaken te zijn. Leerlingen met een hogere werkgeheugencapaciteit behalen vier jaar later hogere rekenprestaties. Dit resultaat is in overeenstemming met eerder onderzoek waarin aangetoond werd dat onder andere werkgeheugenprocessen een groot deel verklaren van de verschillen in rekenvermogen, ook op latereleeftijd (Raghubar, Barnes, & Hecht, 2010). Uit eerdere onderzoek komt naar voren dat er een relatie is tussen leeftijd van kinderen, en de rol van visueel en verbaal werkgeheugen. Leerlingen in de bovenbouw maken meer gebruik maken van hun verbale

werkgeheugen, dan van hun visueel-ruimtelijke werkgeheugen (McKenzie, Bull, & Gray, 2003). Dit kan verklaard worden doordat deze leerlingen in de bovenbouw de antwoorden van de sommen voornamelijk verbaal opslaan. Doordat deze kennis verbaal opgeslagen en geautomatiseerd is, hebben zij de meeste antwoorden van de rekensommen vlot paraat (Raghubar, et al., 2010). Word Recall Forwards meet het verbale korte termijngeheugen (Alloway, 2007). De werkgeheugen taken zijn gemeten eind groep 2, waarbij visuele werkgeheugen een belangrijk rol speelt. Dit kan verklaren waarom, voor die taak geen significant verschil is gevonden.

Daarnaast is onderzocht of een hoge score op werkgeheugen, rekentaal en numerieke vaardigheid in groep 2 samenhangt met een hogere groepsclassificatie van de Cito-rekenscore in groep 6. Uit de resultaten blijkt dat de drie onderscheiden groepen significant verschillen op alle werkgeheugen en numerieke taken, behalve bij Getallen benoemen 10 en Getallenlijn 10. Bij de beschrijvende statistieken zien we ook terug dat deze twee variabelen een plafondeffect laten zien. Dit betekent dat het kunnen tellen en herkennen van cijfers tot en met 10 taken zijn waarop de meeste kinderen maximaal scoorden. We kunnen concluderen dat er tussen zwakke rekenaars (33,3% met zwakste rekenscores) en de goede rekenaars (33,3% met hoogste rekenscores) een duidelijk verschil is gevonden tussen alle componenten die in dit onderzoek betrokkenen zijn, ook op de werkgeheugen taken. Dus een hogere score in groep 2 op de in dit onderzoek onderzochte factoren, laat een sterke samenhang zien met een hogere score op de rekentoets in groep 6. Een hoge score op de voorbereidende rekenvaardigheid en een hoge score op Cito-rekentoets in groep 6 kan verklaard worden, doordat ze beide rekenvaardigheid meten en dus een sterke samenhang hebben. Tevens blijkt uit het onderzoek dat kinderen die een hoge score op de Cito-toets van rekenen behalen ook een hoge score behalen op numerieke taken en werkgeheugen taken. Dit komt overeen met eerder onderzoek. Factoren die achterstanden in rekenvaardigheid kunnen voorspellen zijn rekentaal (getallen benoemen), werkgeheugen en specifieke numerieke vaardigheden (Van Luit & Toll, 2013). Een goed werkgeheugen gaat samen met goede rekenvaardigheid (Miller & Bichsel, 2004).

De resultaten komen overeen met onderzoek waarin is aangetoond dat aanvankelijk goed presterende kinderen een grotere toename in prestaties vertoonden in hun verdere

schoolloopbaan, in vergelijking met leerlingen die begonnen met een lager rekenniveau (Muthén & Khoo, 1998; Williamson et al., 1991). Dit kan verklaard worden door het feit dat kinderen zich steeds meer ontwikkelen door de jaren heen. Bij vergelijkbare stijgingspercentages profiteren de leerlingen met goed ontwikkeld vermogen meer dan leerlingen met minder goed ontwikkelde vermogens. De ontwikkeling in wiskunde kan door de jaren heen volgens twee ontwikkelingspaden verlopen. Het eerste pad is dat leerlingen door de jaren heen geleidelijk kennis en vaardigheden leren en deze voortzetten. Leerlingen die adequate kennis bezitten in rekenen verhogen hun prestaties door de jaren heen meer, dan leerlingen met slechtere vaardigheden. Het aanvankelijke prestatieniveau voorspelt verdere groei in prestaties (Aunola, Leskinen, Onatsu-Arvilommi, & Nurmi, 2002; Bast & Reitsma, 1997). Echter is er nog een andere mogelijkheid, namelijk dat leerlingen die met onvoldoende of beperkte vaardigheden en kennis beginnen op schoolmeer systematische ondersteuning krijgen, waardoor het mogelijk is om een inhaalslag te maken (Leppänen, Niemi, Aunola & Nurmi, 2004; Parrila, Aunola, Leskinen, Nurmi, & Kirby 2005).

Bij het interpreteren van de resultaten moet rekening worden gehouden met mogelijke kanttekeningen. Uit het onderzoek komt naar voren dat werkgeheugen, numerieke vaardigheden, specifieke rekentaal en voorbereidende vaardigheden van belang zijn voor het uitvoeren van rekenaars. Echter is bij het analyseren van de eerste deelvraag bij Tabel 3 in stap 2 meerdere variabelen tegelijkertijd toegevoegd, waardoor de verklaarde variantie hoog is uitgekomen, waardoor je niet precies weet welke verklaarde variantie tot welke variabelen behoort. Dit kan een vertekend beeld geven van de resultaten. Tevens zijn er variabelen die niet binnen het onderzoek betrokken zijn en die een belangrijke rol kunnen spelen. Individuele kindkenmerken, zoals ervaring, intelligentie, strategiegebruik, instructie- en taalfactoren die gerelateerd zijn aan rekenprestaties, zijn niet meegenomen (Raghubar et al., 2010). In vervolgtraject kan gekeken worden of deze variabelen meegenomen kunnen worden. Tevens kan er niet met volledige zekerheid worden gezegd dat de testen alomvattend de constructen meten zoals werkgeheugen, omdat de betrouwbaarheid van sommige subtesten een $\alpha < 0.80$ hebben. Er kan dan niet met zekerheid bevestigd worden of de subtesten volledig de constructen meten zoals bedoeld. Door deze limitaties kunnen de resultaten mogelijk een vertekend beeld vertonen.

Dit onderzoek levert een bijdrage aan het onderwijs, omdat is aangetoond dat specifieke numerieke vaardigheden (non-symbolisch en symbolisch), werkgeheugen (visueel en verbaal), rekentaal en voorbereidende rekenvaardigheid de Cito-rekenscore van groep 6 leerlingen voorspellen. Dus hoe beter de voorbereidende rekenvaardigheid, numerieke vaardigheid en werkgeheugen des te beter zijn de rekenresultaten in groep 6.

Samenvattend kan gesteld worden dat de factoren die gemeten zijn in de kleuterleeftijd een voorspellend effect hebben op de Cito-score voor rekenen in groep 6. Dus een zwak, gemiddeld of goede voorbereidende rekenvaardigheid tijdens de kleuterperiode leidt tot een zwak, gemiddeld of goede Cito-score voor rekenen in 6. Daarom is het belangrijk om vroegtijdig beperkte voorbereidende vaardigheid te signaleren en aan te pakken.

Referenties

- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. London: Pearson.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliot, J. (2008). Evaluating the validity of the Automated Working Memory Assessment. *School of Education, 28*, 725-734. doi:10.1080/01443410802243828
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial shortterm and working memory in children: Are they separable? *Child Development, 77*, 1698-1716. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00968.
- Aunio, P., Hautamäki, J., Sajaniemi, N., & Van Luit, J. E. H. (2009). Early numeracy in low-performing young children. *British Educational Research Journal, 35*, 25-46. doi:10.1080/01411920802041822
- Aunola, K., Leskinen, E., Onatsu-Arvilommi, T., & Nurmi, J.-E. (2002). Three methods for studying developmental change: A case of reading skills and self-concept. *British Journal of Educational Psychology, 72*, 343–363.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Science, 4*, 417-423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G.A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation* (pp. 47–89). New York: Academic Press
- Barbarese, W. J., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A. L., & Jacobsen, S. J. (2005). Math learning disorder: Incidence in a population-based birth cohort, 1976-82, *Ambulatory Pediatrics, 5*, 281-289.
- Barth, H., La Mont, K., Lipton, J., Dehaene, S., Kanwisher, N., & Spelke, E. (2006). Non-symbolic arithmetic in adults and young children. *Cognition, 98*, 199-222. doi:10.1016/j.cognition.2004.09.011
- Bast, J., & Reitsma, P. (1998). Analyzing the development of individual differences in terms of Matthew effects in reading: Results from a Dutch longitudinal study. *Developmental Psychology, 34*, 1373–1399.

- Braams, T., & Denis, D. (2003). Getalbegrip: een noodzakelijke voorwaarde voor het leren rekenen. *Tijdschrift voor Remedial Teaching*, 2, 16-20.
- Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual Reviews Psychology*, 53, 371-99.
- Boonen, A. J. H., Kolkman, M. E., & Kroesbergen, E. H. (2011). The relation between teachers' math talk and the acquisition of number sense within kindergarten classrooms. *Journal of School Psychology*, 49, 281-299. doi: 10.1016/j.jsp.2011.03.002
- Booth, J. L., & Siegler, R. S. (2006). Developmental and individual differences in pure numerical estimation. *Developmental Psychology*, 41, 189-201. doi: 10.1037/0012-1649.41.6.189
- Carr, M., Hettlinger-Steiner, H., Kyser, B., & Biddlecomb, B. (2008). A comparison of predictors of early emerging gender differences in mathematics competency. *Learning and Individual Differences*, 18, 61-75.
- Centrale Financiën Instellingen (2006). Nieuwe gewichtenregeling basisonderwijs. Verkregen op 05-05-2016 via <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/leerachterstand/documenten-en-publicaties/rapporten/2006/04/26/nieuwe-gewichtenregelingbasisonderwijs.html>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, 333, 968-970. doi: 10.1126/science.1204537
- Desoete, A., Ceulemans, A., De Weerd, F., & Pieters, S. (2012). Can we predict mathematical learning disabilities from symbolic and non-symbolic comparison tasks in kindergarten? findings from a longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, 82, 64-81. doi: 10.1348/2044-8279.002002
- DeStefano, D., & LeFevre, J. A. (2004). The role of working memory in mental arithmetic, *European Journal of Cognitive Psychology*, 16, 353-386. doi:10.1080/09541440244000328
- Dowker, A. (2005). Early identification and intervention for students with mathematics

- difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 324-332.
doi: 10.1177/00222194050380040801
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., . . .
Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43,
1428-1446. doi: 10.1037/0012-1649.43.6.1428
- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. (2004).
The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool
children. *Developmental Neuropsychology*, 26, 465-486. doi:
10.1207/s15326942dn2601_6
- Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (4th edition). London: Sage
publications.
- 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
- Gebuis, T., Kadosh, R. C., de Haan, E., & Henik, A. (2009). Automatic quantity processing in 5-
year olds and adults. *Cognitive Processing*, 10(2), 133-142. doi: 10.1007/s10339-008-
0219-x.
- Gersten, R., & Chard, D. (1999). Number sense rethinking arithmetic instruction for students
with mathematical disabilities. *The Journal of special education*, 33(1), 18-28.
- Heckman, J. J. (2006). Skill formation and the economics of investing in disadvantaged children.
Science, 312, 1900-1902. doi:10.1126/science.1128898
- Holloway, I. D., & Ansari, D. (2009). Mapping numerical magnitudes onto symbols: The
numerical distance effect and individual differences in children's mathematics
achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 17-29. doi:
10.1016/j.jecp.2008.04.001
- Holmes, J., & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills:
Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational
Psychology*, 26, 339-366. doi:10.1080/01443410500341056
- Hooper, S. R., Roberts, J., Sideris, J., Burchinal, M., & Zeisel, S. (2010). Longitudinal predictors

- of reading and math trajectories through middle school for African American versus Caucasian students across two samples. *Developmental Psychology*, 46, 1018-1029. doi: 10.1037/a0018877.
- Janssen, J., Scheltens, F., & Kraemer, J. M. (2005). Leerling- en onderwijsvolgsysteem rekenen-wiskunde. Arnhem: Cito.
- 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.
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with comorbid mathematics and reading difficulties. *Child Development*, 73, 834-850.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Ola'h, L., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development*, 77, 153-177.
- Kolkman, M.E., Kroesbergen, E.H., Leseman, P.P.M. (2013): Early numerical development and the role of non-symbolic and symbolic skills. *Learning and Instruction* pp. 95 - 103
- Kroesbergen, E. H., Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (2007). Working memory and early mathematics: Possibilities for early identification of mathematics learning disabilities. *Advances in Learning and Behavioral Disabilities*, 20, 1-19.
- Kroezen, K. P. Kluter, S., Bos, N., & Van de Rijt, B. A. M. (2010). Verschil in voorbereidende rekenvaardigheid tussen kinderen in groep 1 en 2 (ongepubliceerde Bachelor thesis). Pedagogische wetenschappen, Utrecht.
- Kyttälä, M., Aunio, P., & Hautamäki, J. (2009). Working memory resources in young children with mathematical difficulties. *Scandinavian Journal of Psychology*, 51, 1-15. doi: 10.1111/j.1467-9450.2009.00736.x
- Laski, E., & Siegler, R. S. (2007). Is 27 a big number? Correlational and causal connections among numerical categorization, number line estimation, and numerical magnitude comparison. *Child Development*, 78, 1723-1743. doi: 10.1111/j.1467-8624.2007.01087.x

- Lee, J., Autry, M. M., Fox, J., & Williams, C. (2008). Investigating children's mathematics readiness. *Journal of Research in Childhood Education*, 22, 316-328.
- LeFevre, J., Fast, L., Skwarchuk, S., 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.1467-8624.2010.01508.x
- Leppänen, U., Niemi, P., Aunola, K., & Nurmi, J. E. (2004). Development of reading skills among preschool and primary school pupils. *Reading Research Quarterly*, 39(1), 72-93.
- Mazzocco, M. M. M. (2005). Challenges in identifying target skills for math disability screening and intervention. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 318-323.
doi:10.1177/00222194050380040701
- Mazzocco, M. M. M., & Thompson, R. E. (2005). Kindergarten predictors of math learning disability. *Learning Disabilities Research and Practice*, 20, 142-155. doi:
10.1111/j.1540-5826.2005.00129.x
- McClelland, M. M., Acock, A. C., & Morrison, F. J. (2006). The impact of kindergarten learning-related skills on academic trajectories at the end of elementary school. *Early Childhood Research Quarterly*, 21, 471-490. doi:10.1016/j.ecresq.2006.09.003
- McKenzie, B., Bull, R., & Gray, C. (2003). The effects of phonological and visual-spatial interference on children's arithmetic performance. *Education and Child Psychology*, 20, 93-108.
- 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
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100. doi:
10.1006/cogp.1999.0734
- Morgan, P. L., Farkas, G., & Wu, Q. (2009). Five-year growth trajectories of kindergarten children with learning difficulties in mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 42, 306-321. doi:10.1177/0022219408331037

Muthe'n, B. O., & Khoo, S. T. (1998). Longitudinal studies of achievement growth using latent variable modeling. *Learning and Individual Differences*, *10*, 73–102

Parrila, R., Aunola, K., Leskinen, E., Nurmi, J. E., & Kirby, J. R. (2005). Development of individual differences in reading: Results from longitudinal studies in English and Finnish. *Journal of Educational Psychology*, *97*(3), 299.

Passolunghi, M. C., & Lanfranchi, S. (2012). Domain-specific and domain-general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. *British Journal of Educational Psychology*, *82*, 42-63.
doi:10.1111/j.20448279.2011.02039.x

Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, *88*, 348-367. doi:10.1016/j.jecp.2004.04.002

Romano, E., Babchishin, L., Pagani, L. S., & Kohen, D. (2010). School readiness and later achievement: Replication and extension using a nationwide Canadian survey. *Developmental Psychology*, *46*, 995. doi: 10.1037/a0018880

Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2004).
Rekenproblemen en dyscalculie: Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling.
Rotterdam: Lemniscaat Publishers.

Spelke, E. S., & Tsivkin, S. (2001) Language and number: A bilingual training study. *Cognition*, *78*, 45-88. doi: 10.1016/S0010-0277(00)00108-6

Stock, P., Desoete, A., & Roeyers, H. (2010). Detecting children with arithmetic disabilities from kindergarten: Evidence from a 3-year longitudinal study on the role of preparatory arithmetic abilities. *Journal of Learning Disabilities*, *43*, 250-268.
doi:10.1177/0022219409345011

Toll, S. W. M., & Van Luit, J. E. H. (2012). Early numeracy intervention for low-performing kindergartners. *Journal of Early Intervention*, *34*, 243-264.
doi: 10.1177\10053815113477205.

- Toll, S. W. M., & Van Luit, J. E. H. (2014). Explaining numeracy development in weak performing kindergartners. *Journal of Experimental Child Psychology*, 124, 97-111. doi: 10.1016/j.jecp.2014.02.001
- Torbeyns, J., Van den Noortgate, W., Ghesquière, P., Verschaffel, L., Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (2010). Development of early numeracy in 5- to 7-year-old children: A comparison between Flanders and The Netherlands. *Educational Research and Evaluation*, 8, 249-275. doi:10.1076/edre.8.3.249.3855
- Van de Rijt, B. A. M., Godfrey, R., Aubrey, C., Van Luit, J. E. H., Ghesquière, P., Torbeyns, J., . . . Tzouriadou, M. (2003). The development of early numeracy in Europe. *Journal of Early Childhood Research*, 1, 155-180. doi:10.1177/1476718X030012002
- Van de Rijt, B. A. M., Van Luit, J. E. H., Pennings, A. H. (1999). The construction of the Utrecht early mathematical competence scales. *Educational and Psychological Measurement*, 59, 289-309. doi: 10.1177/0013164499592006
- Van der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, 35, 427-449. doi: 10.1016/j.intell.2006.09.001
- Van Luit, J. E. H., & Toll, S. W. M. (2013). *Op weg naar rekenen. Remediërend programma voor kleuterrekenen*. Doetinchem: Graviant.
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Handleiding Utrechtse Getalbegrip Toets – Revised*. Doetinchem: Graviant.
- 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
- Wicks-Nelson, R., & Israel, A. C. (2009). *Abnormal child and adolescent psychology* (7th ed.). seventh edition. New Jersey, NJ: Pearson Practice Hall.
- Williamson, G. L., Appelbaum, M., & Epanchin, A. (1991). Longitudinal analyses of academic achievement. *Journal of Educational Measurement*, 28, 61-76.