

**Het effect van een interventie gericht op voorbereidende
rekenvaardigheden voor kinderen met een zwak werkgeheugen of
een lage intelligentie.**

Masterthesis
Universiteit Utrecht
Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen
Masterprogramma Orthopedagogiek

Auteur: J. K. van der Meulen – 3370070
Onder begeleiding van: J. E. H. Van Luit
Tweede beoordelaar: S. W. M. Toll

Datum: 13 juni 2013

Samenvatting

De methode ‘Op Weg Naar Rekenen’ (Van Luit & Toll, 2013) heeft als doel de voorbereidende rekenvaardigheden van kleuters zodanig op peil te brengen, dat ze in groep drie zonder rekenachterstand met het formele rekenonderwijs kunnen starten. Een groep kinderen die daarbij speciale interesse heeft, is de groep kinderen die naast een rekenachterstand, ook een zwak werkgeheugen of een lage intelligentie hebben. In dit onderzoek wordt het effect van de interventie op deze specifieke groepen kinderen onderzocht. Uit een steekproef van 933 kinderen, werden de kinderen met benedengemiddelde rekenvaardigheden en benedengemiddelde scores op werkgeheugen of intelligentie geselecteerd en in zes groepen verdeeld: drie interventiegroepen met een zwak werkgeheugen, een lage intelligentie of beide, en drie controlegroepen met een zwak werkgeheugen, een lage intelligentie of beide. Alle groepen zijn voor een periode van twee jaar gevolgd waarbij op vijf momenten metingen zijn verricht. De groepen zijn met elkaar vergeleken op rekenvaardigheid. De interventie blijkt zeer effectief voor zowel de groep kinderen met een zwak werkgeheugen, als de groep kinderen met een lage intelligentie als voor de groep kinderen met een zwak werkgeheugen én een lage intelligentie. Het effect is een half jaar na afloop van de interventie nog steeds significant. Deze bevindingen worden besproken en er wordt ingegaan op zwakke punten en mogelijke implicaties van dit onderzoek.

Summary

The aim of the intervention method ‘The Road to Mathematics’ (Toll & Van Luit, 2013) is to provide early numeracy skills to young children, in order for the children to be able to start the formal mathematics education at age six without educational disadvantage. A special interest group in this field is the group of children that, besides lagging behind on early numeracy, also scores below average on working memory and/or intelligence. This article examines the effect of the intervention on these groups of children. From a sample of 933 children, the children with early numeracy ability below average and below average scores on working memory or intelligence were selected and assigned into six groups: three intervention groups with either limited working memory skills, low intelligence or both and three control groups with limited working memory skills, low intelligence or both. All groups were followed for two years in which five measurements were carried out. The groups were compared on early numeracy development. The intervention proved to be effective for all three intervention groups. Moreover, even half a year after the intervention period had been ended, the effect remained significant. These findings are discussed in the light of several limitations and implications.

1. Introductie

Het is belangrijk dat kinderen over voldoende voorbereidende rekenvaardigheden beschikken voordat ze in groep 3 starten met het formele rekenonderwijs. Een belangrijke voorspeller voor latere rekenvaardigheid is getalbegrip, waaronder vaardigheden worden verstaan als het (her)kennen van de getallen, het kunnen vergelijken van hoeveelheden, nonverbaal tellen en ordenen (Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010). In de kleuterklassen wordt aan deze vaardigheden aandacht besteed. Toch zijn er kinderen die aan de rekenmethodes die gebruikt worden in de kleutergroepen van het regulier onderwijs, niet genoeg hebben en met een achterstand moeten starten in groep drie. Voor deze kinderen is de methode ‘Op Weg Naar Rekenen’ (Van Luit & Toll, 2013) ontwikkeld.

Dit onderzoek richt zich op de vraag of kinderen die, naast zwakke voorbereidende rekenvaardigheden, ook een zwak werkgeheugen en/of een lage intelligentie bezitten, toch kunnen profiteren van deze methode.

1.1 Werkgeheugen

De term ‘werkgeheugen’ verwijst naar de capaciteit om informatie op te slaan en te manipuleren gedurende korte tijdsperioden. Aanvankelijk werd een model met drie componenten ontwikkeld: een central executive, een fonologische lus en het visuo-spatiële schetsblok (Baddeley, 2003). Later voegde Baddeley (2000) hier nog een vierde component aan toe, namelijk de episodische buffer. De ‘central executive’ is het ‘oppersysteem’, dat de aandacht stuurt en de informatie verwerkt en verdeelt over de beide zogeheten ‘slaafsystemen’: de fonologische lus voor de opslag en manipulatie van auditieve informatie, en het visuo-spatiële schetsblok voor de opslag en manipulatie van visuele informatie. Tussen beide slaafsystemen staat de episodische buffer, die voor integratie van het korte- en langetermijngeheugen zorgt (Baddeley, 2000).

Het werkgeheugen speelt een belangrijke rol in allerlei cognitieve processen tijdens de ontwikkeling van kinderen. Verstoringen in het werkgeheugen kunnen op verschillende gebieden problemen of vertragingen in de ontwikkeling veroorzaken. Uit onderzoek van Alloway en Alloway (2010) blijkt dat het werkgeheugen een aparte cognitieve vaardigheid representeert, die zes jaar na het meten ervan, een krachtiger voorspeller is van academisch succes dan een IQ-score.

1.2 Werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden

Werkgeheugen is een belangrijke voorspeller voor de ontwikkeling van rekenvaardigheid aan het begin van het basisonderwijs (Espy, et al., 2004; Passolungi, Vercelloni, & Schadee,

2007). Toch bestaat er nog veel onduidelijkheid over deze relatie, en de invloed van de verschillende onderdelen van het werkgeheugen op rekenvaardigheid (Raghubar, Barnes, & Hecht, 2010).

Noël (2009) stelt dat de fonologische lus en de ‘central executive’ van invloed zijn op de algemene en numerieke woordenschat en op de vaardigheid optellen. Ook Andersson en Lyxell (2006) vonden aanwijzingen voor de invloed van de ‘central executive’ en de fonologische lus op de ontwikkeling van rekenvaardigheden.

Uit onderzoek van Passolunghi, Vercelloni, en Schadee (2007) blijkt dat verstoringen in de ‘central executive’ mogelijk aan de basis liggen van de rekenproblemen van kinderen, en niet in één van de slaafsystemen. Bull, Espy, en Wiebe (2008) vonden juist het visuo-spatieële korte termijngeheugen en het visuo-spatieële werkgeheugen als voorspellers voor rekenvaardigheden in de kleuterleeftijd. Ook Holmes en Adams (2006) vonden een verband tussen het visuo-spatieële schetsblok en rekenuitkomsten. Gathercole (2006) echter, vond geen verband tussen visuo-spatieel korte termijn- of werkgeheugen en rekenvaardigheden, maar wel tussen het fonologische korte termijn geheugen en rekenvaardigheid.

Een verklaring voor deze tegenstrijdige resultaten kan zijn, dat het type test dat gebruikt wordt in de verschillende onderzoeken, bepaalt van welk onderdeel van het werkgeheugen er een invloed wordt vastgesteld. Tellen is een verbale taak, terwijl andere getalbegripstaken een beroep doen op de visuele perceptie (Toll & Van Luit, 2013b).

Interventies specifiek gericht op de rekenvaardigheid van kinderen met een zwak werkgeheugen worden weinig beschreven in de recente wetenschappelijke literatuur. Raghubar et al. (2010) doen een aantal suggesties voor rekenonderwijs aan kinderen met een zwak werkgeheugen. De instructie moet zo kort en simpel mogelijk zijn en er moet sprake zijn van voldoende herhaling om het gebruik van het werkgeheugen te beperken. Visuele ondersteuning kan gebruikt worden om het werkgeheugen verder te ontlasten. Daarnaast hebben deze kinderen een leerkracht nodig die sensitief is voor de specifieke werkgeheugenproblemen en die tegelijk met het rekenonderwijs, de ontwikkeling van het werkgeheugen stimuleert.

1.3 Intelligentie

Naast het werkgeheugen wordt ook intelligentie gezien als een belangrijke voorspeller voor schools succes (Colom & Flores-Mendoza, 2007; Spinath, Spinath, Harlaar, & Plomin, 2006). De concepten ‘fluid’ en ‘crystallized intelligence’ zijn deel van het twee-factor model van intelligentie (Cattell, 1971; Horn, 1968). ‘Fluid intelligence’ verwijst naar de mogelijkheid om nieuwe problemen op te lossen, terwijl ‘crystallized intelligence’ geassocieerd wordt met

eerder opgedane kennis die zich ontwikkelt naarmate iemand ouder wordt en meer onderwijs heeft genoten. Specifiek voor de ontwikkeling van rekenvaardigheid is fluid intelligence van belang (Floyd, Evans, & McGrew, 2003).

Een andere bekende visie op intelligentie is die van Spearman (1904), waarin gesteld wordt dat er één algemene cognitieve factor is ('g') die aan de basis ligt van intelligentie, met daaronder specifieke intelligenties voor verschillende mentale taken. Deze theorie wordt vaak gehanteerd wanneer de relatie tussen intelligentie en werkgeheugen wordt onderzocht (Ackerman, Beier, & Boyle, 2005).

1.4 Intelligentie en voorbereidende rekenvaardigheden

Onderzoek van Stock, Desoete, en Roeyers (2009) toont aan dat intelligentie een belangrijke invloed op voorbereidende rekenvaardigheid heeft. Kinderen met een lage intelligentie scoren op voorbereidende rekenvaardigheden lager dan kinderen met een normale intelligentie (Aunio, Hautamäki, Sajaniemi, & Van Luit, 2009). Daarnaast lijkt het erop dat kinderen met een lichte verstandelijke beperking ($IQ < 78/85$) specifieke problemen vertonen op taken die het kennen en bewerken van numerieke hoeveelheden betreffen (Brankaer, Ghesquière, & De Smedt, 2011; Geary, Hoard, & Hamson, 1999).

Bij kinderen met een lage intelligentie blijkt, bij het aanleren van basisvaardigheden, directe instructie effectiever te zijn dan het stimuleren van kinderen om zelf tot een oplossing te komen (Kroesbergen & Van Luit, 2003; 2005). Deze kinderen kunnen maar tot beperkte hoogte zelf probleemoplossend te werk gaan en hebben meer directe instructie nodig dan kinderen met een gemiddelde intelligentie.

1.5 Intelligentie en werkgeheugen

Colom, Flores-Mendoza, en Rebollo (2003) stellen dat het werkgeheugen gezien moet worden als één algemene cognitieve factor, maar dat deze sterk gerelateerd is aan intelligentie. Er zijn, volgens Kyttälä, Aunio, en Hautamäki (2010) twee perspectieven op deze relatie. Enerzijds zou het zo kunnen zijn dat werkgeheugen en intelligentie zo sterk correleren dat ze één algemeen construct vertegenwoordigen. Anderszijds is het mogelijk dat werkgeheugen inderdaad bepaalde psychometrische eigenschappen deelt met intelligentie, maar dat het een op zichzelf staand construct blijft. In de meta-analyse van Ackerman, Beier, en Boyle (2005) wordt aangetoond dat werkgeheugen en fluid intelligence ongeveer 20% van de variantie delen. Conway, Kane, en Engle (2003) stellen daarnaast dat werkgeheugen ten minste één derde, en misschien wel de helft van de variantie in Spearman's 'g' verklaart. Dit zou betekenen dat, alhoewel beide constructen gerelateerd lijken te zijn, ze toch los van elkaar gezien moeten worden.

1.6 Belang van dit onderzoek

In dit onderzoek wordt gekeken naar de rol van werkgeheugen en intelligentie in het effect van een remediërend programma op de voorbereidende rekenvaardigheden van kleuters. Alhoewel de wetenschappelijke literatuur relatief veel informatie biedt over de herkomst van rekenproblemen in het werkgeheugen, is er weinig informatie beschikbaar over interventies voor jonge kinderen met zwakke voorbereidende rekenvaardigheden in combinatie met een zwak werkgeheugen of een lage intelligentie. Dit onderzoek draagt bij aan het uitbreiden van het aantal ‘evidence based’-interventies dat beschikbaar is voor het onderwijs. Daarnaast biedt dit onderzoek informatie over de toepasbaarheid bij kinderen met specifieke onderwijsbehoeften.

1.7 Onderzoeksvragen en hypothesen

De volgende onderzoeksvragen en verwachtingen zullen onderzocht worden:

1. In welke mate profiteren kinderen met een beneden gemiddelde intelligentie van deze interventie?

De verwachting is dat er een significant effect zal zijn van de interventie voor kinderen met een beneden gemiddelde intelligentie. Voor kinderen met zwakke voorbereidende rekenvaardigheden wordt expliciete instructie op een adequaat tempo aangeraden (Pedrotty & Bryant, 2005). Deze interventie bevat veel expliciete instructie en wordt in kleine groepen aangeboden.

2. In welke mate profiteren kinderen met een zwak werkgeheugen van deze interventie?

De verwachting is, ook naar aanleiding van eerder onderzoek van Toll en Van Luit (2013a) naar dezelfde interventie bij kinderen mét en zonder werkgeheugenproblemen, dat deze kinderen zullen profiteren van de interventie.

3. In welke mate profiteren de kinderen die op zowel werkgeheugen als IQ lager scoren van de interventie?

Werkgeheugen is sterk gerelateerd aan intelligentie (Colom et al., 2003; Maehler & Schuchardt, 2009) maar de twee constructen lijken toch ook van elkaar te onderscheiden te zijn (Ackerman et al., 2005). Kinderen die op beide onderdelen laag scoren, zouden daarom met de grootste achterstand beginnen aan de interventie. Het is daarom interessant om te onderzoeken of deze kinderen ook profiteren van de

interventie. De verwachting is dat er ook voor deze groep kinderen een significant effect van de interventie op rekenvaardigheden gevonden wordt.

2. Methoden

2.1 Participanten

Dit onderzoek maakt deel uit van een groot longitudinaal onderzoeksproject dat zich richt op de effectiviteit van een rekenmethode voor kleuters met zwakke rekenvaardigheden. Aan het project doen 26 scholen (25 reguliere basisscholen en één school voor speciaal onderwijs) uit verschillende regio's van Nederland mee. Deze zijn zo geselecteerd dat ze de spreiding van scholen in Nederland, qua aantal kinderen en sociaal-economische achtergrond van de kinderen, reflecteren. Er deden in totaal 933 kinderen (497 jongens, 51,3%) mee in het eerste jaar van het kleuteronderwijs. Er is voorafgaand aan het project toestemming verkregen van alle ouders van de deelnemende kinderen.

Voor dit onderzoek zijn van de hele participantengroep de laagst scorende leerlingen geselecteerd. Hierbij werd als richtlijn aangehouden, dat iedere groep ten minste 30 leerlingen moest bevatten, en er van iedere leerling informatie over het leerlinggewicht aanwezig moest zijn. De 20% laagst scorende kinderen op intelligentie en werkgeheugen werden geselecteerd. De kinderen waren voorafgaand aan deze selectie al gematched en willekeurig toegewezen aan één van de drie condities: twee interventiecondities en één controleconditie. De kinderen in de eerste interventiegroep kregen gedurende anderhalf jaar de interventie (midden groep 1 tot en met eind groep 2), de kinderen in de tweede interventieconditie kregen een ingekorte versie van de interventie gedurende een half jaar (midden groep 2 tot en met eind groep 2). De controlegroep kreeg het rekenonderwijs zoals dat normaliter op de scholen wordt gegeven. Voor dit onderzoek is alleen gekeken naar de langdurige interventieconditie en de controleconditie en is de korte interventieconditie buiten beschouwing gelaten omdat het onderzoek anders te veelomvattend zou worden.

Dit resulteerde in zes groepen kinderen (drie interventie- en drie controlegroepen) die in dit onderzoek besproken worden, namelijk één interventiegroep die startte met een benedengemiddelde score op werkgeheugen, één interventiegroep met een benedengemiddelde intelligentie, één controlegroep met een benedengemiddelde score op werkgeheugen, en één controlegroep met een benedengemiddelde score op intelligentie. Voor het beantwoorden van de derde onderzoeksvraag, werden de kinderen die op beide toetsen (voor werkgeheugen en intelligentie) benedengemiddeld scoorden, samengevoegd en in de controle- en interventiegroep ingedeeld.. Voor alle groepen geldt, dat zij op

meetmoment één een benedengemiddelde score op voorbereidende rekenvaardigheid behaalden. In tabel 1 zijn de beschrijvende statistieken met betrekking tot aantal kinderen, geslacht, leeftijd en sociaal-economische status (leerlinggewicht) weergegeven. Van sociaal-economische status (SES) missen in totaal van 46 kinderen de gegevens.

Uit analyse voorafgaand aan het onderzoek bleek geen interactie-effect van leeftijd voor de interventie- en controlegroep met een zwak werkgeheugen ($t(109) = -.09, p = .93$). Ook de interventie- en controlegroep met een lage intelligentie lieten geen interactie-effect zien van leeftijd op rekenvaardigheid ($t(89) = 1.85, p = .07$). Voor de groep kinderen die op zowel intelligentie als werkgeheugen zwak scoorden, werd voor de interventie- en controlegroep ook geen interactie-effect van leeftijd gevonden ($t(45) = 1.64, p = .11$).

Voor geslacht is ook geen interactie-effect gevonden voor de groep met een zwak werkgeheugen ($\chi^2(1) = 3.85, p = .27$), lage intelligentie ($\chi^2(1) = .27, p = .96$), of allebei ($\chi^2(1) = 1.68, p = .64$).

Deze variabelen hoefden in de data-analyse niet meegenomen te worden als covariaat, wat de interpretatie van het model eenvoudiger maakte. Wel werd als covariaat leerlinggewicht meegenomen, omdat uit verschillend onderzoek blijkt, dat sociaal-economische status gerelateerd is aan het beginniveau van getalbegrip, en aan de ontwikkeling hiervan (Anders et al., 2012).

Tabel 1

Aantal kinderen, geslacht, leeftijd en sociaal-economische status

	N	Geslacht		Leeftijd		SES			
		Jongens	Meisjes	M	SD	0	0.3	1.2	missing
INWH	54	26	28	52.94	4.36	33	5	4	12
CTWH	57	35	22	53.02	4.53	45	3	1	8
INRA	43	21	22	54.14	4.11	26	4	3	10
CTRA	51	26	25	52.50	4.32	39	2	2	8
INCO	23	14	9	53.13	4.49	13	2	2	6
CTCO	24	14	10	51.13	3.88	19	2	1	2

INWH = interventiegroep werkgeheugen; CTWH = controlegroep werkgeheugen, INRA = interventiegroep intelligentie; CTRA = controlegroep intelligentie, INCO = interventiegroep combinatie werkgeheugen en intelligentie, CTCO = controlegroep combinatie.

2.2 Meetinstrumenten

2.2.1 Werkgeheugen

Voor het meten van het werkgeheugen werd gebruik gemaakt van de Automated Working Memory Assessment (AWMA; Alloway, 2007), die in het Nederlands vertaald werd. Deze test heeft een stabiele constructvaliditeit en goede diagnostische validiteit voor kinderen met

zwakke werkgeheugenvaardigheden. De test-hertestbetrouwbaarheid van de vier taken is respectievelijk .83, .81, .76 en .74 (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliot, 2008). De vier taken van de test representeren elk één van de componenten van het model van Alloway, Gathercole, en Pickering (2006) en starten met een korte oefensessie. De taken worden automatisch afgebroken bij drie verkeerde antwoorden. De test is individueel afgenomen door getrainde testassistenten.

2.2.2 Getalbegrip

Vroege rekenvaardigheid werd gemeten met de Utrechtse Getalbegripstoets-Revised (UGT-R; Van Luit & Van de Rijt, 2009). Deze test is bedoeld voor kinderen tussen vier en zeven jaar oud en wordt individueel afgenomen met behulp van pen, papier en losse materialen (pionnen). De UGT-R bestaat uit 45 items, die verdeeld kunnen worden over acht verbale taken (vergelijken, hoeveelheden koppelen, één-op-één-correspondentie, ordenen, telwoorden gebruiken, synchroon tellen, verkort tellen en toepassen van kennis van getallen) en één non-verbale taak (schatten). Elk onderdeel bestaat uit vijf opeenvolgende onderdelen. Het totaal aantal goede antwoorden wordt gebruikt om de score te bepalen. Er zijn twee versies van de test. Op meetmoment één, drie en vijf is versie A, en op meetmoment twee en vier is versie B afgenomen. Het betrouwbaarheidscoëfficiënt van beide versies van de test is goed ($\alpha = .94$).

2.2.3 Intelligentie

Intelligentie werd gemeten met de RAVEN intelligentietest (Raven, Court, & Raven, 1984). Deze non-verbale intelligentietest voor kinderen van 5 tot 11 jaar bestaat uit 36 schriftelijke opgaven waarbij kinderen het stukje van het plaatje moeten kiezen dat het beste in het grotere geheel past. De test is groepsgewijs afgenomen. De Commissie Testaangelegenheden (COTAN; Evers et al., 2009-2012) beoordeelt de test op betrouwbaarheid, begripsvaliditeit en criteriumvaliditeit als voldoende, maar beoordeelt de normen wegens veroudering als onbruikbaar. Daarom is er in dit onderzoek voor gekozen om de kinderen die onder het 20^e percentiel scoren, te selecteren voor de interventiegroep.

2.3 De interventie

2.3.1 Leerkrachtinstructie

Iedere leerkracht heeft, voor aanvang van de interventie en na afloop, een trainingsprogramma van in totaal vijf dagen gevolgd. Dit programma besteedde aandacht aan de ontwikkeling van getalbegrip, rollenspellen, video-interactief feedback en het uitwisselen van ervaringen. Op iedere school werd één vrouwelijke leerkracht aangewezen om met de methode ‘Op Weg Naar Rekenen’ (Van Luit & Toll, 2013) het onderwijs te geven aan de interventiegroep.

2.3.2 Kenmerken van de interventie

De interventie ‘Op Weg Naar Rekenen’ (OWNR; Van Luit & Toll, 2013) heeft als doel kleuters met een zwak getalbegrip een serie van numerieke concepten en rekenbegrippen bij te brengen en de stagnatie bij de overgang naar groep 3 te beperken. De interventie besteedt aandacht aan verschillende domeinen van voorbereidende rekenvaardigheden: rekentaal, redeneervaardigheden, tellen, structuren, meten, getallenlijnen en het uitvoeren van simpele sommen. De interventie heeft drie kenmerken die belangrijk zijn gebleken voor effectief onderwijs.

- **Vorm van instructie.** Alle taken worden in twee verschillende instructiestappen aangeboden. Eerst wordt het kind gestimuleerd zelf tot een oplossing te komen, waarbij de leerkracht open vragen stelt (kind-gecentreerd leren). Wanneer het kind niet in staat is de taak te volbrengen, gaat de leerkracht over op stap twee en brengt structuur aan (leerkracht-gecentreerd leren) door directe instructie te geven.
- **Het gebruik van reken-taal.** Er wordt een onderscheid gemaakt tussen ‘rekentaal’, begrippen die nodig zijn om bepaalde problemen op te lossen (zoals één, meer of kleiner) en ‘instructietaal’, taal die nodig is om een probleem uit te leggen (zoals één voor één, of ‘in een rij’). Suggesties voor het gebruik van deze twee taalvormen zijn in de methode in een apart kader ondergebracht, zodat de leerkracht de begrippen uitgebreid aan bod laten komen en de leerlingen zich de begrippen eigen kunnen maken.
- **Het belang van internalisatie.** Dit kenmerk is gebaseerd op een theorie die stelt dat het internaliseren van een mentale operatie op drie niveaus gebeurt (Pape & Tchoshanov, 2001). OWNR gebruikt daarom drie niveaus van materialen: concrete materialen zoals blokjes en vingers; semi-concrete materialen zoals afbeeldingen van dobbelstenen; en abstracte symbolen: de getallen. In de eerste fase van de interventie wordt met name met de concrete materialen gewerkt, waarna de kinderen geleidelijk de transitie doormaken die eindigt in het begrijpen en kunnen toepassen van numerieke symbolen bij het uitvoeren van rekentaken.

2.4 Procedure

Het eerste meetmoment werd midden groep één gehouden. De kinderen die in de interventiegroepen werden ingedeeld, kregen twee keer per week, 30 minuten per keer, instructie volgens OWNR. Deze kinderen volgden geen reguliere rekenlessen in de klas. De kinderen in de controlegroep kregen een uur per week regulier rekenonderwijs,

gegeven volgens een gestandaardiseerde rekenmethode.

Gedurende het onderzoek zijn er vijf meetmomenten geweest, in het midden (januari) en einde (juni) van het schooljaar, toen de kinderen in groep één, twee en drie zaten. De tests werden afgenomen door studenten met een master psychologie of pedagogiek. Elke testassistent kreeg, voorafgaand aan het meetmoment, een drie uur durende training waarna de assistenten een proefafname deden waarop ze feedback kregen. De kinderen werden individueel getest (met uitzondering van de groepsgewijs afgenomen intelligentietest) in een rustige ruimte op school. Afhankelijk van het meetmoment werden er één of twee sessies met ieder kind gepland. De tests werden in een vaste volgorde afgenomen.

Om ervoor te zorgen dat iedere leerkracht de methode op dezelfde manier inzette, werden drie controles uitgevoerd. Na iedere sessie vulde de leerkracht een gestandaardiseerde digitale evaluatie in waarin ingegaan werd op de uitvoering en het gedrag van de kinderen. Eens per twee weken werd iedere vierde sessie op video opgenomen waarna deze op negen implementatiecriteria werd gecontroleerd. Daarnaast werd iedere school één maal bezocht en werd het proces gecontroleerd door tweemaandelijks telefonisch contact.

2.5 Data-analyse

Allereerst zijn er op basis van de statistische gegevens zes groepen gevormd zoals hierboven beschreven. De CTWH- en INWH-groepen (de controlegroep werkgeheugen en de interventiegroep werkgeheugen) werden gevormd door de scores op de vier werkgeheugentaken, die op meetmoment één werden afgenomen, samen te voegen. De kinderen die in de laagste 20% van de test scoorden, werden geïnccludeerd. De CTRA- en INRA-groepen (de controlegroep intelligentie en interventiegroep intelligentie) werden gevormd door de 20% laagst scorende kinderen op de intelligentietest samen te voegen. De CTCO- en INCO-groepen (de controlegroep combinatie en interventiegroep combinatie) werden gevormd door de kinderen te selecteren die op beide onderdelen in de laagste 20% scoorden. Hierbij werd als criterium aangehouden dat er minimaal 30 kinderen in elke groep moesten zitten.

Er werd een repeated measures ANOVA uitgevoerd om te onderzoeken of de vooruitgang per groep op de 5 meetmomenten verschilde. Er werd gekeken of de kinderen met een benedengemiddelde intelligentie in de interventiegroep meer vooruitgang lieten zien op de getalbegripstoets dan de kinderen met een benedengemiddelde intelligentie in de controlegroep (onderzoeksvraag 1). Ditzelfde werd gedaan voor de kinderen met een

zwak werkgeheugen in de interventie- en controlegroep (onderzoeksvraag 2). Als laatste werd gekeken naar de kinderen die startten met zowel een zwak werkgeheugen als een lage intelligentie en de verschillen tussen deze controle- en interventiegroep (onderzoeksvraag 3).

Mauchly's test voor sfericiteit werd uitgevoerd. Er werd voor de drie analyses niet voldaan aan de voorwaarde voor sfericiteit, waarna een Greenhouse-Geisser correctie is uitgevoerd. Als post hoc test werd hierom de Bonferroni gebruikt. Naast de p-waarden, werd ook de effectgrootte telkens berekend, waarbij de partial-eta-squared-toets werd gebruikt. De kritische waarden die hierbij gelden, zijn .01 voor een klein effect, .06 voor een medium effect en .14 voor een groot effect (Cohen, 1988).

Leerlinggewicht werd gebruikt als covariaat, om te kunnen controleren voor verschillen die bestonden vóór de voortest. Dit werd gedaan om te controleren voor eventuele voorkennis van rekenen die kinderen vanuit hun omgeving wel of niet mee hebben gekregen, en om de onverklaarde variantie te kunnen verkleinen.

3. Resultaten

3.1 Beschrijvende statistieken

Er is gekeken of, met het criterium van 20% per groep tenminste 30 kinderen geïncludeerd konden worden (tabel 2) waarbij er voor ieder kind ook informatie over het leerlinggewicht aanwezig moest zijn. Voor de groep kinderen die op zowel intelligentie als werkgeheugen in het laagste gedeelte van de tests scoorden, waren deze percentielen niet voldoende. De interventie- (N = 17) en controlegroep (N = 21) bestaan voor deze onderzoeksvraag uit te weinig kinderen om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen. De resultaten van deze analyses worden in dit onderzoek wel gepresenteerd, maar moeten met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.

In tabel 2 zijn de scores op getalbegrip per groep op elk van de vijf meetmomenten weergegeven. Er is te zien dat de interventiegroepen een grotere stijging op getalbegrip doormaakten dan de controlegroepen.

Tabel 2

Scores op getalbegrip van de zes groepen op vijf meetmomenten

	MM1			MM2			MM3			MM4			MM5		
	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD
INWH	37	7.43	2.96	37	11.54	3.52	37	25.97	5.54	37	27.46	4.98	37	31.95	5.00
CTWH	36	7.64	3.01	36	10.50	3.53	36	17.03	5.21	36	24.00	5.49	36	31.46	7.28
INRA	33	8.18	3.46	33	12.73	3.69	33	25.18	5.99	33	27.21	4.44	33	32.55	4.60
CTRA	39	8.23	3.17	39	11.00	3.83	39	18.13	5.89	39	19.82	6.47	39	28.56	7.04
INCO	17	6.59	2.43	17	11.41	3.28	17	23.82	6.62	17	26.06	4.44	17	31.24	3.88
CTCO	21	7.86	3.50	21	9.38	2.99	21	15.71	4.91	21	17.24	4.75	21	25,43	7.38

INWH = interventiegroep werkgeheugen; CTWH = controlegroep werkgeheugen, INRA = interventiegroep intelligentie; CTRA = controlegroep intelligentie, INCO = interventiegroep combinatie werkgeheugen en intelligentie, CTCO = controlegroep combinatie; MM = meetmoment.

3.2 Repeated measures ANCOVA

Er blijkt voor zowel de kinderen met een zwak werkgeheugen, als de kinderen met een lage intelligentie, als voor de kinderen die op beide onderdelen laag scoorden, een hoofdeffect van tijd en groep (tabel 3, figuur 1, 2 en 3).

3.2.1 Werkgeheugen

De repeated measures ANCOVA laat een groot hoofdeffect zien van tijd, $F(4, 280) = 367.32$, $p < .001$, $\eta^2 = .84$. Dit geldt voor alle meetmomenten. Er is ook een hoofdeffect van groep, $F(1, 70) = 29.67$, $p < .001$, $\eta^2 = .30$, waarbij de interventiegroep significant hoger scoort dan de controlegroep. Beide effecten zijn groot te noemen (Cohen, 1988). Ook is er een interactie-effect van tijd en groep, $F(4, 280) = 22.26$, $p < .001$, $\eta^2 = .24$, wat betekent dat de stijging die de de kinderen doormaken over de vijf meetmomenten, afhankelijk is van de groep waarin ze zitten en dat deze ontwikkeling voor beide groepen niet hetzelfde verloopt. Wel blijkt uit de ANCOVA dat de score van de interventiegroep voor alle meetmomenten significant hoger is dan de score van de controlegroep (hoofdeffect van tijd).

3.2.2 Intelligentie

De repeated measures ANCOVA laat een groot hoofdeffect zien van tijd, $F(4, 276) = 331,51$, $p < .001$, $\eta^2 = .83$. Dit geldt voor alle vijf de meetmomenten. Daarnaast is er een hoofdeffect van groep: de interventiegroep scoort significant hoger dan de controlegroep, $F(1, 69) = 20.55$, $p < .001$, $\eta^2 = .23$. Er is ook sprake van een interactie-effect, $F(4, 276) = 12.93$, $p < .001$, $\eta^2 = .16$. Ook voor de groep kinderen met een lage intelligentie geldt, dat de mate waarin zij over de vijf meetmomenten vooruitgaan afhankelijk is van de groep waarin ze zitten.

3.2.3 Werkgeheugen en intelligentie

Ook hier geldt een groot hoofdeffect van tijd voor alle meetmomenten, $F(4, 140) = 162.52$, p

= < .001, $\eta^2 = .82$, met uitzondering van meetmoment 3 en . Ook is er een hoofdeffect van groep $F(1, 35) = 17.81, p = < .001, \eta^2 = .34$. Ook blijkt er een interactie-effect van tijd en groep, $F(4, 140) = 12.04, p = < .001, \eta^2 = .25$. De vooruitgang op rekenvaardigheid is afhankelijk van het meetmoment en de groep waarin het kind zit. De gevonden effecten zijn groot te noemen (Cohen, 1988).

Tabel 3

Vergelijking tussen groepen op getalbegripsscores over vijf meetmomenten

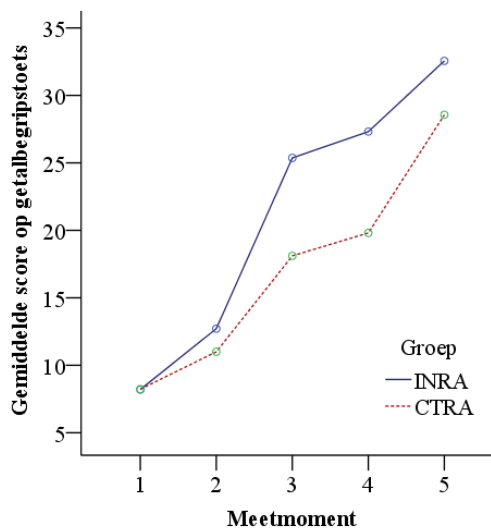
Groep (I)	Groep (J)	MD (I-J)	SD	p
INWH	CTWH	4.50	.83	<.001
INRA	CTRA	4.00	.88	<.001
INCO	CTCO	4.58	1.09	<.001

INWH = interventiegroep werkgeheugen; CTWH = controlegroep werkgeheugen, INRA = interventiegroep intelligentie; CTRA = controlegroep intelligentie, INCO = interventiegroep combinatie werkgeheugen en intelligentie, CTCO = controlegroep combinatie.

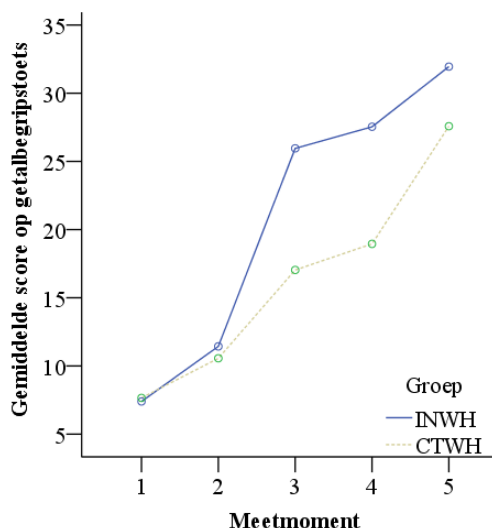
2.2.4 Interactie-effect

Zoals aangegeven bij de verschillende onderdelen is er sprake van een interactie-effect. In figuur 1, 2 en 3 is te zien dat de scores van de kinderen uit de interventiegroepen in vergelijking met de controlegroep de grootste stijging laten zien tussen meetmoment twee en drie (eind groep 1 en midden groep 2).Tussen meetmoment drie en vier (midden en eind groep 2) doet zich voor zowel de interventie- als de controlegroep een kleinere stijging voor (figuur 1, 2 en 3). Tussen meetmoment 4 en 5 laten de controlegroepen een sterkere stijging zien dan de interventiegroepen.Op meetmoment vijf is er nog steeds een significant verschil tussen de interventie- en controlegroep.

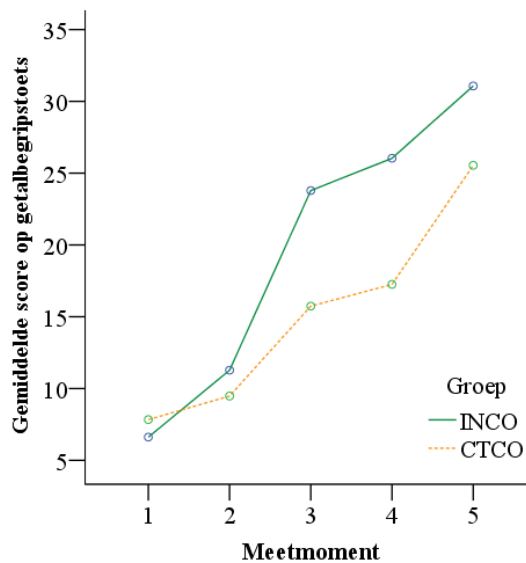
Figuur 1. Getalbegripsscores voor kinderen met een zwak werkgeheugen uit de interventie- en controlegroep.



Figuur 2. Getalbegripsscores voor kinderen met een lage intelligentie uit de interventie- en controlegroep.



Figuur 3. Getalbegripsscores voor kinderen met een zwak werkgeheugen en een lage intelligentie uit de interventie- en controlegroep.



4. Discussie en conclusie

In dit onderzoek is gekeken of kinderen met een zwak werkgeheugen en/of een lage intelligentie kunnen profiteren van een interventieprogramma gericht op kleuters met zwakke voorbereidende rekenvaardigheden. Deze wetenschappelijk onderbouwde interventie kan gebruikt worden in het onderwijs aan kinderen met zwakke voorbereidende rekenvaardigheden en mogelijk aan kinderen met specifieke onderwijsbehoeften zoals een lage intelligentie of een zwak werkgeheugen.

Uit de resultaten blijkt, dat het interventieprogramma een positieve invloed heeft op de ontwikkeling van voorbereidende rekenvaardigheden bij de kinderen met een zwak werkgeheugen, een lage intelligentie of een combinatie van beiden. Deze kinderen lieten een grotere ontwikkeling zien op de vijf meetmomenten dan de kinderen in de controlegroep. Ook op meetmoment vijf, een half jaar na afloop van de interventie, scoorden de interventiegroepen hoger dan de controlegroepen. De effecten waren voor alle interventiegroepen groot te noemen (Cohen, 1988).

Ook was er sprake van een interactie-effect. Alhoewel de verschillen tussen de interventie- en controlegroepen voor alle meetmomenten significant zijn, laten de interventiegroepen tussen meetmoment twee en drie de grootste vooruitgang zien, terwijl de controlegroepen tussen meetmoment vier en vijf (eind groep 2 en midden groep 3) de grootste ontwikkeling doormaken. Dit kan te maken hebben met de start van het formele

rekenonderwijs dat in deze periode plaatsvindt, waardoor kinderen ineens hoger scoren op de test voor getalbegrip, die dan relatief makkelijker wordt. De interventiegroepen scoren ook op meetmoment vijf echter nog steeds hoger dan de controlegroepen.

Naar aanleiding van eerder onderzoek naar deze interventie bij kinderen met een zwak werkgeheugen (Van Luit en Toll, 2013a) is dit effect voor de interventie groep met een zwak werkgeheugen, verwacht.

Onderzoek bij kinderen met speciale onderwijsbehoeften, waaronder kinderen met een lage intelligentie, wees al eerder uit dat een vroege interventie gericht op het aanleren van voorbereidende rekenvaardigheden effect heeft (Van Luit & Schopman, 2000). Directe instructie blijkt effectiever te zijn dan het stimuleren van het zelfoplossend vermogen (Kroesbergen & Van Luit, 2003; 2005). Wellicht is dit een van de redenen waarom ook bij deze groep kinderen de interventie effectief is gebleken. OWNOR biedt beide manieren van leren aan, waardoor kinderen, wanneer deze niet in staat blijken te zijn zelf de oplossing te vinden, met instructie van de leerkracht toch de vaardigheid aan kunnen leren.

Alhoewel de groep kinderen met zowel een lage intelligentie als een zwak werkgeheugen niet voldeed aan het criterium voor groeps grootte kan er wel een voorzichtige bewering worden gedaan over de gevonden resultaten. Uit onderzoek blijkt dat werkgeheugen en intelligentie (sterk) aan elkaar gerelateerd zijn (Colom, Flores-Mendoza, & Rebollo, 2003; Conway, Kane, & Engle, 2003; Kyttälä, Aunio, & Hautamäki, 2010). Het zou kunnen dat, omdat beide constructen gerelateerd zijn, de kenmerken van de interventie (directe instructie en het aanleren van basisvaardigheden) die voor kinderen met een zwak werkgeheugen effectief zijn, dat ook voor kinderen met een lage intelligentie, en dus voor ook voor kinderen met beide problemen, zijn.

Een beperking van dit onderzoek is het ontbreken van een vergelijking met kinderen die een typische ontwikkeling doormaken en geen zwak werkgeheugen of lage intelligentie hebben. Eerder onderzoek (Toll & Van Luit, 2012) naar deze interventie heeft die groep al beschreven. Er bleek eenzelfde effect van de interventie voor kinderen met een typische ontwikkeling. Er is nu voor gekozen specifieke groepen kinderen te onderzoeken die wellicht ook mét de interventie een afwijkende ontwikkeling laten zien.

Ook de relatief kleine groeps grootte van de kinderen met een lage intelligentie én een zwak werkgeheugen is een beperking. De betreffende resultaten moeten met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.

Een beperking in de onderzoeksopzet, die ook is beschreven door Toll en Van Luit (2013a), is het feit dat de kinderen in de interventiegroep in groepen van vijf kinderen les

kregen, terwijl de groepsgrootte voor de controlegroepen varieerde van 3 tot 15 kinderen. Hierdoor zou het gevonden effect deels toe te schrijven kunnen zijn aan de groepsgrootte, in plaats van aan de interventie. Dit toont wél aan dat onderwijs in kleine groepen aan kinderen met zwakke voorbereidende rekenvaardigheden (en bijkomende problematiek zoals een zwak werkgeheugen of een lage intelligentie), effectiever is dan groepsgewijze instructie in grotere groepen.

Verder onderzoek zou zich kunnen richten op de vraag waarom deze methode precies effectief is voor kinderen met een zwak werkgeheugen of een lage intelligentie. Wellicht kunnen hieruit aanbevelingen voortvloeien voor (evidence-based) interventies gericht op andere academische vaardigheden. Ook is het interessant om de nu gevonden resultaten te vergelijken met de vooruitgang die kinderen met een normale intelligentie en werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheden laten zien.

Concluderend kan gesteld worden, dat onderwijs volgens de methode ‘Op Weg Naar Rekenen’ voor kinderen met een zwak werkgeheugen of een lage intelligentie leidt tot een grotere vooruitgang dan wanneer zij in de kleutergroepen het reguliere rekenonderwijs volgen. De onderzochte interventie kan deze kinderen helpen ondanks hun specifieke onderwijsbehoeften een stevige basis te ontwikkelen op het gebied van rekenvaardigheid zodat zij in groep 3 succesvol kunnen starten met het formele rekenonderwijs.

Literatuurlijst

- Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs? *Psychological Bulletin*, *131*, 30-60.
- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment (AWMA)*. Londen: Pearson Assessment.
- Alloway, T. P. & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, *106*, 20-29.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliot, J. (2008). Evaluating the validity of the automated working memory assessment. *Educational Psychology*, *28*, 725-734.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development*, *77*, 1698-1716.
- Anders, Y., Rossbach, H., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehl, S., & Von Maurice, J. (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the

- development of early numeracy skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 27, 231-244.
- Andersson, U., & Lyxell, B. (2006). Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 197-228.
- Aunio, P., Hautamäki, J., Sajaniemi, N., & Van Luit, J. E. H. (2009). Early numeracy in low-performing young children. *British Education Research Journal*, 35, 25-46.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews*, 4, 829-839.
- Brankaer, C., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2011). Numerical magnitude processing in children with mild intellectual disabilities. *Research in developmental disabilities*, 32, 2853-2859.
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33, 205-228.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their structure, growth and action*. Boston: Houghton Mifflin.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analyses for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Colom, R., & Flores-Mendoza, C. E. (2007). Intelligence predicts scholastic achievement irrespective of SES factors: Evidence from Brazil. *Intelligence*, 35, 243-251.
- Colom, R., Flores-Mendoza, C., & Rebollo, I. (2003). Working memory and intelligence. *Personality and Individual Differences*, 34, 33-39.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 547-562.
- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematics skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26, 465-486.
- Evers, A., Egberink, I.J.L., Braak, M.S.L., Frima, R.M., Vermeulen, C.S.M., & Van Vliet-Mulder, J.C. (2009-2012). *COTAN Documentatie*. Amsterdam: Boom test uitgevers.
- Floyd, R. G., Evans, J. J., & McGrew, K. S. (2003). Relations between measures of Cattell-Horn-Carroll (CHC) cognitive abilities and mathematics achievement across the school-age years. *Psychology in the Schools*, 40, 155-171.

- Geary, D.C., Hoard, M. K., & Hamson, C. O. (1999). Numerical and arithmetical cognition: patterns of functions and deficits in children at risk for a mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology, 74*, 213-239.
- Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C., & Adams, A. M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology, 93*, 265-281.
- 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.
- Horn, J. L. (1968). Organization of abilities and the development of intelligence. *Psychological Review, 75*, 242-259.
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences, 20*, 82-88.
- Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs. A meta-analysis. *Remedial and Special Education, 24*, 97-114.
- Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2005). Constructivist mathematics education for students with mild mental retardation. *European Journal of Special Needs Education, 20*, 107-116.
- Kyttälä, M., Aunio, P., & Hautamäki, J. (2010). Working memory resources in young children with mathematical difficulties. *Scandinavian Journal of Psychology, 51*, 1-15.
- Maehler, C., & Schuchardt, K. (2009). Working memory functioning in children with learning disabilities: Does intelligence make a difference? *Journal of Intellectual Disability Research, 53*, 3-10.
- Noël, M. (2009). Counting on working memory when learning to count and to add: A preschool study. *Developmental Psychology, 45*, 1630-1643.
- Pape, S. J., & Tchoshanov, M. A. (2001). The role of representation(s) in developing mathematical understanding. *Theory into Practice, 40*, 118-127.
- Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working on memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development, 22*, 165-184.
- Pedrotty, B. D., (2005). Commentary on early identification and intervention for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 38*, 340-345.

- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences, 20*, 110-122.
- Raven, J.C., Court, J.H. & Raven, J. (1984). *Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales. Section 2. Coloured Progressive Matrices (1984 Edition)*. London: H.K. Lewis & Co.
- Spearman, C. (1904). General intelligence, objectively determined and measured. *American Journal of Psychology, 15*, 201-293.
- Spinath, B., Spinath, F. M., Harlaar, N., & Plomin, R. (2006). Predicting school achievement from general cognitive ability, self-perceived ability, and intrinsic value. *Intelligence, 34*, 363-374.
- Stock, P., Desoete, A., & Roeyers, H. (2009). Predicting arithmetic abilities. The role of preparatory arithmetic markers and intelligence. *Journal of Psychoeducational Assessment, 27*, 237-251.
- Toll, S. W. M., & Van Luit, J. E. H. (2012). Early numeracy intervention for low-performing kindergartners. *Journal of Early Intervention, 34*, 243-264.
- Toll, S. W. M., & Van Luit, J. E. H. (2013a). Accelerating the early numeracy development of kindergartners with limited working memory skills through remedial education. *Research in developmental disabilities, 34*, 745-755.
- Toll, S. W. M., & Van Luit, J. E. H. (2013b). The development of early numeracy ability in kindergartners with limited working memory skills. *Learning and Individual Differences, 25*, 45-54.
- Van Luit, J. E. H., & Schopman, E. A. M. (2000). Improving early numeracy of young children with special educational needs. *Remedial and Special Education, 21*, 27-40.
- Van Luit J. E. H., & Toll, S. W. M. (2013). *Op weg naar rekenen (OWNR)*. Doetinchem: Graviant.
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse Getalbegrip Toets – Revised (UGT-R)*. Doetinchem: Graviant.