



Het verschil in vooruitgang wat betreft getalbegrip tussen kinderen in verschillende trainingscondities

Annelies C.E. Coers (3954358), Lianne A.E. Heining (3956342), Anique J. Hoogerland (3658031), Marinda H. Plas (3643018)

Begeleidster: Ilona Friso-Van den Bos

Universiteit Utrecht

23 juni 2013

Samenvatting

Getalbegrip wordt in de literatuur omschreven als het vermogen om numerieke eenheden (hoeveelheden) te begrijpen, te verwerken en hieromtrent inschattingen te kunnen maken. Getalbegrip is een goede voorspeller van de latere rekenvaardigheid van kinderen en een onderontwikkeling hiervan kan leiden tot heftige en persistente rekenproblemen. Getalbegrip bestaat uit drie facetten: non-symbolisch getalbegrip, symbolisch getalbegrip en mapping. In dit onderzoek is de effectiviteit van een specifieke training voor getalbegrip bepaald. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen twee trainingscondities, te weten een *paper-and-pencil* conditie (n=28) en een computerconditie (n=28), welke vergeleken zijn met een controleconditie (n=29). Door middel van het uitvoeren van een ANCOVA is gebleken dat de training, evenals de trainingscondities, geen significant effect heeft op de te onderscheiden facetten van getalbegrip en het totale getalbegrip. Een mogelijke verklaring voor dit resultaat is de gebruikte populatie, waarbij zowel sterke als zwakke rekenaars deelnamen aan de trainingen. Verwacht wordt dat zwakke rekenaars meer baat hebben bij de getalbegripstraining. Daarnaast is de invloed van sekse op mapping gemeten. Uit de ANCOVA blijkt dat sekse geen significante invloed heeft op mapping. Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek worden gegeven.

Zoektermen: Getalbegrip, non-symbolisch, symbolisch, mapping, sekse, training

Inleiding

Getalbegrip wordt gezien als een belangrijke domeinspecifieke vaardigheid in de rekenontwikkeling van kinderen (o.a. Wilson, Revkin, Cohen, Cohen, & Dehaene, 2006; Von Aster & Shalev, 2007). Al op jonge leeftijd wordt van kinderen verwacht dat ze de getallen kunnen herkennen en deze getallen kunnen koppelen aan hoeveelheden. Op de kleuterschool wordt hier volop aandacht aan gegeven (Barbaresi, Katusic, Colligan, Weaver, & Jacobsen, zoals geciteerd in Jordan, Kaplan, Locuniak, & Raimineni, 2007). Getalbegrip wordt in de literatuur omschreven als het vermogen om numerieke eenheden (hoeveelheden) te begrijpen, te verwerken en hieromtrent inschattingen te kunnen maken (Dehaene, 1997). Oftewel, getalbegrip zegt wat over de mate waarin kinderen begrip hebben van de waarde van een getal of hoeveelheid en over de manier waarop kinderen deze kennis vervolgens kunnen inzetten voor bijvoorbeeld het maken van een optelsom. Getalbegrip is een goede voorspeller van de latere rekenvaardigheid van kinderen (Boonen, Kolkman, & Kroesbergen, 2011; Booth & Siegler, 2008; Griffin, Case, & Siegler, 1994 in Gersten & Chard, 1999; Jordan, et al., 2007; Landerl & Kölle, 2009; Siegler & Booth, 2004) en een onderontwikkeling hiervan kan leiden tot heftige en persistente leerproblemen (Gullick, Sprute, & Temple, 2011; Jordan, Glutting, Dyson, Hassinger-Das, & Irwin, 2012; Booth & Siegler, 2008; Siegler & Booth, 2004). Sekse is mogelijk van invloed op getalbegrip. Enerzijds blijkt uit de literatuur dat binnen het onderwijs een verschil zichtbaar is tussen de prestaties van jongens en meisjes (Kristjansson & Sigfusdottir, 2009). Meisjes presteren op school over het algemeen op een hoger niveau dan jongens (Mensah & Kiernan, 2010). Anderzijds wordt er geen verschil in sekse gevonden wat betreft rekenvaardigheid (Aunio, Aubrey, Godfrey, Pan, & Liu, 2008; Ee, Wong, & Aunio, 2006).

In dit onderzoek wordt een antwoord gegeven op de vraag of er een verschil in vooruitgang bestaat wat betreft getalbegrip tussen kinderen in verschillende trainingscondities. Dit zal worden gedaan door een computergestuurde training, een *paper-and-pencil* training en een controlegroep te vergelijken. Tevens zal worden gekeken naar de invloed van sekse op getalbegrip. Het antwoord op de onderzoeksvraag is relevant, omdat het belangrijk is voor latere wiskundige vaardigheden om de ontwikkeling van getalbegrip te stimuleren in de kinderjaren (Desoete, Ceulemans, De Weerdt, & Pieters, 2012; Kesler, Sheau, Koovakkattu, & Reiss, 2011). Hierbij is het nodig te weten of het trainen van getalbegrip effectief is. Wanneer het trainen van getalbegrip baat heeft, is het van belang te weten welke trainingsconditie de beste resultaten geeft zodat effectieve interventies ontwikkeld kunnen worden.

Getalbegrip kan worden opgedeeld door te kijken naar de manier waarop het getal gepresenteerd wordt, namelijk non-symbolisch en symbolisch. Onder non-symbolisch getalbegrip wordt de vaardigheid verstaan om hoeveelheden van

bijvoorbeeld objecten te begrijpen en te manipuleren (Kolkman, Kroesbergen, & Leseman, 2013). Verondersteld wordt dat non-symbolische informatie verwerkt wordt middels mentale representaties op een zogenoemde 'mentale getallenlijn' (Dehaene, 2001). Onder symbolisch getalbegrip wordt de presentatie verstaan van het verbale cijfer 'drie' of het Arabische cijfer '3' (Dehaene & Cohen, 1995; Verguts & Fias, 2008). Het woord of symbool geeft geen enkele aanwijzing over de waarde van het getal, wat het begrijpen ervan moeilijk maakt (Kolkman, et al., 2013). Kinderen moeten leren welke woorden en symbolen voor welke hoeveelheden staan, dit is geen aangeboren vaardigheid (Dehaene, 2001). Echter, na jaren van training kan het menselijk brein leren om telwoorden en Arabische getallen meteen te herkennen en om te zetten van het symbool naar de mentale hoeveelheidsrepresentatie of waarde van het getal (Dehaene, 2001). Symbolisch getalbegrip is geen vervanging van het non-symbolische getalbegrip, deze twee vormen van getalbegrip worden uiteindelijk gekoppeld (Mundy & Gilmore, 2009). Het proces van koppelen tussen het symbolische en non-symbolische systeem wordt mapping genoemd (Kolkman et al., 2013). Op jonge leeftijd ontwikkelen non-symbolische vaardigheden, symbolische vaardigheden en mapping zich los van elkaar. Met het ouder worden lijken deze vaardigheden zich meer te integreren tot één vaardigheid (Kolkman et al., 2013). Kortom, er zijn drie aspecten van getalbegrip te onderscheiden. Hieronder wordt verder ingegaan op de ontwikkeling van deze aspecten.

Non-symbolisch getalbegrip is al in de vroege ontwikkeling van kinderen aanwezig (Dehaene, 1997). Volgens Dehaene (2001) zouden kinderen al bij de geboorte beschikken over een aangeboren 'systeem' voor het verwerken van non-symbolische informatie (Kolkman et al., 2013). Ondersteuning voor deze hypothese wordt geboden door verschillende onderzoeken die de laatste decennia hebben plaatsgevonden (Wynn, Bloom, & Chiang, 2002; Xu & Spelke, 2000). Aangenomen wordt dat kinderen rond zes maanden al grote verschillen tussen hoeveelheden (weergegeven door stippen, bijvoorbeeld acht en zestien) kunnen waarnemen (Xu & Spelke, 2000). Onder invloed van het klassikale onderwijs en stimulatie uit de thuisomgeving ontwikkelt het non-symbolisch getalbegrip zich (Boonen, et al., 2011). Op vijfjarige leeftijd, wanneer de verschillende getalbegripsvaardigheden meer geïntegreerd zijn tot één proces (Kolkman et al., 2013), zouden kinderen non-symbolische kennis gebruiken voor het oplossen van symbolische taken (Gilmore, McCarthy, & Spelke, 2010).

Symbolisch getalbegrip is het begrip van het taalsysteem waarmee mensen hoeveelheden en de relaties daartussen kunnen benoemen en er onderling over kunnen praten. De taal bestaat uit afspraken waarbij woorden en cijfers staan voor getallen (Ruijsenaars, Van Luit, & Van Lieshout, 2004). Kinderen leggen spelenderwijs al vroeg de basis voor symbolisch getalbegrip. Dit wordt in het formele onderwijs verder uitgebreid, wat zich uit in kennis van grotere getallen en het ontstaan van sterkere

relaties tussen getallen en hoeveelheden (Ruijsenaars, et al., 2004). Het blijkt dat symbolisch getalbegrip zich nog lang ontwikkelt (Ansari, Garcia, Lucas, Hamon & Dhital, 2005; Dehaene, 2001). Symbolisch getalbegrip is om verschillende redenen essentieel voor het totale getalbegrip. Ten eerste is het nodig bij abstracte bewerkingen, zoals optellen en aftrekken (Dehaene, 2011). Symbolisch getalbegrip is daarom onmisbaar voor het ontwikkelen van rekenbegrip en het uitvoeren van rekenkundige bewerkingen (Dehaene, 2011). Doordat veel praktische rekenkundige bewerkingen abstract zijn, en in het dagelijkse leven vaak symbolen voor getallen worden gebruikt, ondervinden kinderen met een grote achterstand in symbolisch getalbegrip ernstige problemen in zowel dagelijks als academisch functioneren (Holloway & Ansari, 2009).

De vaardigheid mapping, de koppeling tussen non-symbolische en symbolische informatie, ontstaat rond de leeftijd van drie jaar. Kinderen leren dat het woordje 'één' gelijk staat aan één object. Na ongeveer een jaar beheersen kinderen ook de hoeveelheden 'twee' en 'drie' op deze manier. Voor het leren beheersen van deze getallen moeten kinderen veel moeite doen, omdat zij de logica nog niet snappen. Wanneer kinderen het proces van mapping na een paar maanden ook bij 'vier' machtig zijn, hebben ze het systeem door, namelijk dat elk getal uit een telrij gelijk is aan de waarde van het woord daarvoor, plus één (Lipton & Spelke, 2005). In de jaren hierna neemt mapping een steeds belangrijkere plaats in en blijkt mapping een cruciale voorspeller voor latere rekenvaardigheden (Kolkman et al., 2013). Ook wordt verondersteld dat zowel non-symbolische als symbolische vaardigheden een rol spelen bij de latere rekenvaardigheden (Gilmore, et al., 2010; Kolkman et al., 2013).

Samenvattend kan gezegd worden dat getalbegrip uit drie onmisbare vaardigheden bestaat, namelijk non-symbolisch getalbegrip, symbolisch getalbegrip en mapping. Deze vaardigheden ontwikkelen zich allereerst onafhankelijk van elkaar, maar op latere leeftijd worden deze vaardigheden samengevoegd. Het is bekend dat het totale getalbegrip onmisbaar is voor het schoolse en dagelijkse functioneren.

Op basis van het voorgaande zijn de eerste drie deelvragen opgesteld. Ten eerste wordt antwoord gegeven op de vraag of er verschil in vooruitgang is tussen de condities (computerconditie, *paper-and-pencil* conditie en controleconditie) op non-symbolisch getalbegrip. Ten tweede zal antwoord worden gegeven op de vraag of er verschil in vooruitgang is tussen de condities op symbolisch getalbegrip. Ten derde zal het verschil in vooruitgang tussen de condities bekeken worden wat betreft mapping.

Naast de verschillende aspecten van getalbegrip heeft sekse mogelijk ook invloed op getalbegrip. Eerdere onderzoeken laten uiteenlopende resultaten zien (Aunio et al., 2008; Dehaene, 1997; Demie, 2001; Ee et al., 2006; Else-Quest, Hyde, & Linn, 2010; Gillborn & Mirza, 2000; Lachance & Mazzocco, 2006; Mensah & Kiernan, 2010; Royer, Tronsky, Chan, Jackson & Marchant, 1999). Enerzijds wordt geen verschil gevonden

tussen jongens en meisjes op de beginnende rekenvaardigheid (Aunio et al., 2008; Dehaene, 1997; Ee et al., 2006; Else-Quest, et al., 2010; Lachance & Mazzocco, 2006). Mogelijk is leeftijd hierbij bepalend, er zouden verschillen in sekse kunnen ontstaan op latere leeftijd (Arnup, Murrihy, Roodenburg & McLean, 2013; Ee et al., 2006; Else-Quest et al., 2010; Kristjansson & Sigfusdottir, 2009; Rosselli, Ardila, Matute, & Inozemtseva, 2009). Anderzijds laten meisjes betere rekenkundige resultaten zien dan jongens (Demie, 2001; Gillborn & Mirza, 2000; Mensah & Kiernan, 2010). In de laatste deelvraag, die hieruit voortvloeit, wordt gemeten wat de invloed van sekse is op mapping.

De bovengenoemde deelvragen geven gezamenlijk antwoord op de hoofdvraag: Is er een verschil in vooruitgang wat betreft getalbegrip tussen kinderen in verschillende trainingscondities? Bij het beantwoorden van de deelvragen worden de computerconditie, *paper-and-pencil* conditie en de controleconditie vergeleken.

In dit onderzoek wordt gekeken naar effectiviteitsverschillen tussen condities op een getalbegripstraining. Daarom is het allereerst van belang om te weten dat het trainen van getalbegrip zinvol is (Fuchs, et al., 2008; Kesler, et al., 2011). Het is van toegevoegde waarde om te weten welke trainingscondities bepalend zijn voor de effectiviteit van een training. Hiernaar zijn de afgelopen decennia diverse onderzoeken verricht (o.a. Podell, Tournaki- Rein, & Lin, 1992 in Kroesbergen & Van Luit, 2003; Wilson, Majsterek, & Simmons, 1996). Uit deze onderzoeken blijkt dat *paper-and-pencil* trainingen, waarbij mondelinge instructie wordt gegeven, beduidend effectiever zijn dan trainingen met computergestuurde instructies (Kroesbergen & Van Luit, 2003). Daarentegen laat de literatuur ook positieve resultaten zien ten aanzien van computergestuurde instructie bij het trainen van voorbereidende rekenvaardigheden (Kesler et al., 2011). Dat hierover nog weinig eenduidigheid bestaat, maakt duidelijk waarom vervolgonderzoek relevant is. In eerder onderzoek is ofwel gekeken naar het effect van training op deelaspecten van getalbegrip (Kesler et al., 2011; Wilson et al., 2006) ofwel naar het effect van de verschillende trainingscondities op getalbegrip in zijn geheel (Fuchs et al., 2008; Jordan et al., 2012). Het is daarom relevant om onderzoek te doen naar de vooruitgang van de verschillende trainingscondities op de deelaspecten van getalbegrip.

Voor de hoofdvraag en de eerste drie deelvragen wordt verwacht dat de trainingscondities meer vooruitgaan dan de controleconditie. Daarnaast wordt verwacht dat de *paper-and-pencil* conditie een grotere vooruitgang laat zien ten opzichte van de computerconditie. Wat betreft sekse wordt er geen verschil verwacht van sekse op mapping.

Methoden

Participanten

De onderzoeksgroep bestaat uit 85 kinderen waarvan 35 jongens en 50 meisjes. De leeftijd verschilt van 5;1 jaar tot 6;9 jaar, met een gemiddelde van $M = 5;8$ jaar, $SD = 0.48$ jaar. De kinderen kwamen van tien scholen, en werden onderzocht en getraind door veertien onderzoekers. Aan de ouders van de kinderen werd toestemming gevraagd voor deelname van hun kind aan het onderzoek. De zes kinderen zijn geordend van laag naar hoog op prestatie in optelvaardigheden. Vervolgens zijn de kinderen 1 en 3; 2 en 4; 5 en 6 gepaard. De paren zijn evenredig verdeeld over de drie condities. De controleconditie bestond uit 29 kinderen (12 jongens, 17 meisjes), de computer conditie uit 28 kinderen (13 jongens, 15 meisjes) en de *paper-and-pencil* conditie uit 28 kinderen (10 jongens, 18 meisjes). Met behulp van het uitvoeren van een *Analysis of Variance* (ANOVA) werd beoordeeld of er een significant verschil bestond wat betreft de verdeling van leeftijd in trainingscondities. Dit verschil was niet significant, $F(2, 82) = 1.07$, $p = .35$. Met behulp van een Chi-kwadraat toets is beoordeeld of er een significant verschil is in de verdeling van sekse over de condities. Het verschil bleek niet significant, $\chi^2(1, N = 85) = .66$, $p = .72$.

Instrumenten

Testinstrumenten

Vergelijkentaak non-symbolisch 0-100. Deze taak richt zich op het meten van non-symbolisch getalbegrip. Er werden bij deze taak telkens twee kaders met stippen (1 tot 100) aangeboden via een computerscherm, waarbij aan het kind gevraagd werd om het kader met de meeste stippen aan te wijzen. In totaal werden twintig keer twee keuzeopties aangeboden. Onderzoek van Mundy en Gilmore (2009), waarbij een vergelijkbare taak werd gebruikt, laat zien dat de vergelijkentaak non-symbolisch voldoende begripsvalide is. Over de betrouwbaarheid kan echter niets gezegd worden. De gelijknamige taak op symbolisch niveau laat daarentegen wel zien voldoende betrouwbaar te zijn (Clarke & Shinn, 2004).

Getallenlijntaak symbolisch 0-10. Met deze taak wordt gekeken naar mapping. Op een computerscherm was een getallenlijn zichtbaar met aan de linkerkant het getal één en aan de rechterkant het getal tien. De onderzoeker wees de positie van de getallen één en tien aan en vroeg het kind de positie van het door de computer aangeboden getal aan te wijzen. De getallen 1 tot en met 9 werden aangeboden. De geschatte positie van het getal door het kind en de exacte positie van het getal werden met elkaar vergeleken. De mate waarin dit overeenkwam, gaf de score van het kind aan op de taak. Eerder onderzoek laat zien dat de begrips- en predictieve validiteit van de getallenlijntaak voldoende is (Booth & Siegler, 2008; Friso-van den Bos, Kolkman, Kroesbergen, & Leseman, in druk).

Utrechtse Getalbegriptoets - Revised, verkorte PC versie. De Utrechtse Getalbegriptoets - Revised (UGT-R) (Van Luit & Van de Rijt, 2009) is gebruikt om symbolisch getalbegrip te meten. De oorspronkelijke versie van de UGT-R bestaat uit twee versies (A en B), elk bestaande uit negen subschalen. In dit onderzoek is een verkorte en computergestuurde versie gebruikt waarbij items uit versie A zijn samengevoegd. Dit betreffen items van de subschalen telwoorden gebruiken, synchroon en verkort tellen, resultaatief tellen en toepassen van kennis van getallen. Wat betreft de interne consistentie (betrouwbaarheid) van de gehele UGT-R kan gezegd worden dat deze, met een gemiddelde Cronbach's alfa van .93 voor de versies A en B tezamen, voldoet. Ook onderzoek in Finland naar de voorbereidende rekenvaardigheid van kinderen, gemeten met de Engelstalige variant van de UGT-R, laat zien dat er sprake is van een goede interne consistentie (Aunio, Hautamäki, Heiskari, & Van Luit, 2006). In hoeverre de UGT-R voldoende begripsvalide en criteriumvalide is, kan op dit moment onvoldoende worden vastgesteld (Evers et al., 2009-2012). De betrouwbaarheid van de verkorte en computergestuurde versie van de UGT-R is vastgesteld op $\alpha = .69$ (Kolkman et al., 2013). Dit is voldoende voor het type beslissingen binnen dit onderzoek (Evers, Lucassen, Meijer, & Sijtsma, 2010).

Trainingsinstrumenten

Onderstaande trainingsinstrumenten zijn gebruikt tijdens de acht trainingen. Telkens werd een combinatie van drie spellen gebruikt. De combinatie van de spellen tussen de trainingscondities verliep synchroon over de trainingen. De spellen zijn niet eerder gebruikt als trainingsinstrument.

De giraffe. Bij dit spel moest het juiste cijfersymbool worden gekoppeld aan een gesproken getal. In beeld waren een giraffe en een boom met pruimen waarop een getal stond. Aan het kind werd gevraagd de pruim aan te klikken met het getal dat genoemd werd door de giraffe. In de *paper-and-pencil* conditie moesten de kinderen om beurten het kaartje van de pruim pakken dat correspondeerde met het getal dat de onderzoeker noemde.

De kikker. Bij dit spel moest het juiste cijfersymbool gezocht worden bij een non-symbolische aanduiding van een hoeveelheid, weergegeven door stippen. In beeld was een kikker zichtbaar met daarboven een denkwolk met een bepaald aantal stippen. Het kind werd gevraagd het lieveheersbeestje met het corresponderende getal aan te klikken. Als bijdrage aan het spelelement waren er wespen die ontweken moesten worden. Bij de *paper-and-pencil* conditie nam de onderzoeker de taken van de computer over en werd de instructie mondeling aangeboden.

De trein. Bij dit spel moest een non-symbolische hoeveelheid gekoppeld worden aan een cijfersymbool in een getalrij. In beeld was een trein met wagons met daarop het getal van het aantal bananen dat door het kind gepakt moest worden. De bananen

vielen in verschillende hoeveelheden uit de lucht. Het kind stuurde 'Pip' de aap om het aantal bananen te vangen wat paste bij het getal op de wagon. Om bij te dragen aan het spelelement, vielen er kokosnoten naar beneden en waren sommige bananen bedekt door bladeren. In de *paper-and-pencil* conditie legde de onderzoeker de bananen op drie stapels met een snelheid van één kaartje per 2-3 seconden. Het kind moest het juiste aantal bananen pakken.

De kameleon. Het spel van de kameleon leek op het spel van de kikker. Bij dit spel moest een getal gekoppeld worden aan een non-symbolische hoeveelheid. In beeld was een kameleon met een denkwolk waarin een getal stond. Het kind moest vervolgens de libelle aanklikken met het aantal stippen dat correspondeerde met het getal in de denkwolk. Voor het spelelement hadden sommige libelles jasjes aan, welke verdwenen door op de libelle te klikken. Opnieuw waren er wespen. In de *paper-and-pencil* conditie nam de onderzoeker de taken van de computer waar.

De olifant. Bij het spel van de olifant moest het kind bij een getal de juiste non-symbolische hoeveelheid pakken en deze vervolgens plaatsen in de telrij (olifantjes van klein naar groot). In beeld was 'Ollie' de olifant te zien met daaronder een rij kleine olifantjes en twee bomen met appels. Het kind moet het juiste aantal appels verzamelen in een ton en deze aan de kleine olifantjes voeren. In de *paper-and-pencil* conditie lagen er nummerkaartjes bij de olifantjes en moesten de kinderen elk olifantje het juiste aantal appels 'voeren'.

De vissen. Bij het spel van de vissen moest het kind een cijfersymbool van een tiental (tot en met 100) koppelen aan een non-symbolische hoeveelheid. In beeld waren twee scholen met vissen en een beker popcorn met daarop een getal. Het kind werd gevraagd het aantal vissen dat correspondeerde met het tiental aan te wijzen. In de *paper-and-pencil* versie legde de onderzoeker de tientallen en de scholen met vissen neer en kozen de kinderen om de beurt welk plaatje bij het tiental paste.

Procedure

De procedure was afhankelijk van de conditie waarin een kind zat. Wat voor alle condities hetzelfde was, was het maken van een voor- en natest. Beiden werden in een afgesloten ruimte op de computer afgenomen. De voortest bestond uit een grote testbatterij die verdeeld over twee dagen werd afgenomen, waarbij de eerste testsessie ongeveer 28 minuten en de tweede testsessie ongeveer 25 minuten duurde. De testen die gebruikt werden in het huidige onderzoek zijn de non-symbolische vergelijktaak, de symbolische getallenlijntaak, en de verkorte en computergestuurde versie van de UGT-R. De natest bestond uit een kleinere testbatterij van een dag, waarbij onder andere bovengenoemde testen nogmaals afgenomen werden. Bij sommige testonderdelen werd instructie via de computer gegeven, bij andere onderdelen werd instructie door de onderzoeker gegeven. Tussendoor werden de kinderen verbaal beloond voor hun inzet

en aan het eind kregen zij een sticker. Voor de computerconditie volgden de kinderen in de periode tussen de voor- en natest een computergestuurde training. De training bestond uit verschillende, hierboven beschreven, spellen die oplopend in moeilijkheidsgraad gedurende de trainingssessies individueel werden aangeboden in een afgesloten ruimte. In de eerste paar sessies stonden de getallen 1 t/m 5 centraal, in de hierna volgende sessies de getallen 1 t/m 10 en in de laatste twee sessies de getallen 11 t/m 20. In totaal werden acht trainingssessies, twee per week, aangeboden. Wanneer de computergestuurde instructie niet voldoende bleek, werd mondeling aanvullende instructie door de onderzoeker gegeven. Tussendoor en na afloop werden de kinderen verbaal beloond voor hun inzet. Voor de *paper-and-pencil* conditie gold dezelfde procedure. Echter, in plaats van een computergestuurde training werd een papieren versie aangeboden, waarbij instructies mondeling door de onderzoeker werden gegeven. Ook werden kinderen in deze conditie in tweetallen getraind in plaats van individueel. De controleconditie deed zowel de voor- als de natest, en volgde daarnaast alleen het reguliere lesaanbod.

Resultaten

In de hypothesen werd verwacht dat zowel de computerconditie als de *paper-and-pencil* conditie, in vergelijking met de controlegroep, significant vooruit zouden gaan op non-symbolisch en symbolisch getalbegrip en mapping. Tevens werd verwacht dat de *paper-and-pencil* conditie een grotere vooruitgang zou laten zien ten opzichte van de computerconditie. Wat betreft de invloed van sekse op mapping werd geen verschil verwacht.

Voor het toetsen van de resultaten is de *ANCOVA* gebruikt. Voor de deelvraag betreffende symbolisch getalbegrip werd aan alle assumpties voldaan. Voor de overige deelvragen werd de assumptie betreffende homogene regressie geschonden. Door gebrek aan een geschikte non-parametrische toets (Field, 2009) is gekozen om de *ANCOVA* alsnog te gebruiken, door middel van het splitsen van de data.

Voor elke deelvraag werd besloten dat de hypothesen werden aangenomen wanneer $p < .05$. Om eventuele verschillen in vooruitgang tussen de drie condities adequaat te kunnen beoordelen, werden de scores op de voortest als covariaat in de analyse meegenomen. Hieronder zullen de resultaten voor de onderscheiden deelvragen weergegeven worden.

Non-symbolisch getalbegrip

Bij het uitvoeren van de *ANCOVA* kwam door toevoeging van de interactieterm *conditie*voortest* naar voren dat er sprake is van een significante invloed van de covariaat voortest op het experimentele effect, $F(2,73) = 3,23$, $p = .045$. Gekozen is om de dataset te splitsen, waarbij de hoogscorende groep een score had van meer dan 17, en de laagscorende groep een score van minder dan 17 op de pretest. De covariaat heeft

geen significante invloed op de resultaten van de natest van de hoogscorende groep $F(2,39) = .11, p = .89$. De ANCOVA is zodoende uitgevoerd voor de hoogscorende groep, aangezien daarbij werd voldaan aan de assumpties.

De gemiddelde scores en standaardafwijkingen van de voor- en de natest op de vergelijkentaak non-symbolisch staan weergegeven in Tabel 1. De ANCOVA laat zien dat er geen significant effect is van conditie op de scores van de hoogscorende groep op de vergelijkentaak non-symbolisch op de natest, waarbij gecorrigeerd is voor de scores op de voortest, $F(2,41) = .29, p = .75$. Beide hypothesen worden verworpen. Zowel bij de computertraining als bij de *paper-and-pencil* training werd geen significant verschil gevonden in de scores op non-symbolisch getalbegrip.

Tabel 1

Beschrijvende Statistieken van Resultaten op de Voor- en Natest van de Computerconditie (n=26), de Paper-and-pencil Conditie (n=26) en Controleconditie (n=27)

Groep	Trainingsconditie	Gemiddelde (SD)	
		Voortest	Natest
Laag presterend	Computer	14.42 (3.80)	14.17 (3.61)
	<i>Paper-and-pencil</i>	15.00 (4.47)	13.00 (4.08)
	Controle	16.92 (1.56)	14.17 (2.04)
Hoog presterend	Computer	17.64 (1.65)	17.86 (1.10)
	<i>Paper-and-pencil</i>	17.56 (1.67)	17.94 (.93)
	Controle	17.93 (1.62)	17.67 (.82)

Symbolisch getalbegrip

Tabel 2 laat de beschrijvende statistiek van de resultaten op de UGT zien. Uit de resultaten van de ANCOVA is gebleken dat er geen significant verschil is op de natest tussen de drie condities, $F(2,81) = 1.08, p = .35$. Beide hypothesen werden verworpen. Zowel bij de computertraining als bij de *paper-and-pencil* training werd geen significant verschil gevonden in de scores op symbolisch getalbegrip.

Tabel 2

Beschrijvende Statistiek van de Resultaten op de Voor- en Natest van de UGT van de Computerconditie (n=26), de Paper-and-pencil Conditie (n=26) en Controleconditie (n=27)

Trainingsconditie	Gemiddelden (SD)	
	Voortest	Natest
Computer	11.11 (3.41)	13.82 (2.65)
<i>Paper-and-pencil</i>	12.00 (3.14)	14.29 (3.86)
Controle	11.86 (3.86)	13.41 (3.45)

Mapping

Bij het uitvoeren van de ANCOVA kwam door toevoeging van de interactieterm *conditie*voortest* naar voren dat er sprake is van een significante invloed van de covariaat voortest op het experimentele effect, $F(2,79) = 19.89, p < .001$. Het gehele dataset voor de beide deelvragen betreffende mapping is op basis van de mediaan gesplitst, waarbij de hoogst scorende groep een score had van meer dan .949 en de laag scorende groep een score van minder dan .949 op de pretest. De covariaat heeft geen significante invloed op de hoog scorende groep $F(2,37) = 1.37, p = .27$. Op de hoog scorende groep ($n=43$) zijn de analyses vervolgens uitgevoerd.

Tabel 3 laat de beschrijvende statistiek van de correlatie van de gegeven positie op de symbolische getallenlijntaak en de werkelijke score zien. Uit de resultaten blijkt dat er geen significant verschil bestaat in vooruitgang in mapping tussen de verschillende condities $F(2,39) = .39, p = .68$. Beide hypothesen worden verworpen. Zowel bij de computertraining als bij de *paper-and-pencil* training werd geen significant verschil gevonden in de scores op mapping.

Tabel 3

Beschrijvende Statistiek van de Correlatie van de Gegeven Positie op de Symbolische Getallenlijntaak en de Werkelijke Score op de Taak (r) voor de Computerconditie (n=26), de Paper-and-pencil Conditie (n=26) en Controleconditie (n=27) van de Laagpresterende groep (n=42) en de Hoogpresterende groep (n=43).

Groep	Trainingsconditie	Gemiddelde (SD)	
		Voortest	Natest
Laag presterend	Computer	.80 (.22)	.93 (.07)
	<i>Paper-and-pencil</i>	.78 (.27)	.83 (.28)
	Controle	.79 (.26)	.84 (.31)
Hoog presterend	Computer	.97 (.02)	.95 (.04)
	<i>Paper-and-pencil</i>	.97 (.01)	.96 (.05)
	Controle	.97 (.02)	.96 (.03)

Sekse

Voor het beantwoorden van deze deelvraag is dezelfde analyseprocedure toegepast als bij mapping, aanvullend is sekse als factor toegevoegd. Wederom is gekozen voor het splitsen van de data, vanwege schending van de assumptie van homogene regressie.

Tabel 4 laat de beschrijvende statistiek van de hoogscorende groep van de natest gecorrigeerd voor de voortest zien. Er is geen significant verschil gevonden tussen sekse en de scores op de natest symbolische getallenlijntaak, gecorrigeerd voor prestatie op de voortest, $F(1,36) = .08$, $p = .78$. Hiermee wordt de hypothese aangenomen. Sekse heeft geen significante invloed op de vooruitgang van mapping.

Tabel 4

Beschrijvende Statistieken op de Natest van de Hoogscorende Groep, Gecorrigeerd op de Voortest, op de Computerconditie (n=12), de Paper-and-pencil conditie (n=15) en Controleconditie (n=16) en de Jongens (n=17) en Meisjes (n=26)

Conditie	Gemiddelde (SD)	
	Jongens	Meisjes
Computer	.92 (.07)	.97 (.01)
<i>Paper-and-pencil</i>	.96 (.02)	.95 (.06)
Controle	.97 (.01)	.96 (.04)

Conclusie en discussie

De gestelde hypothesen, waarin verwacht werd dat de trainingscondities significant meer vooruit zouden gaan dan de controleconditie op de drie aspecten van getalbegrip (Kolkman et al., 2013), worden met dit onderzoek verworpen. Tevens kan niet worden bevestigd dat er verschil in vooruitgang is wat betreft sekse, waardoor deze hypothese aangenomen wordt. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat het totale getalbegrip niet significant verbetert na de gegeven trainingen.

Voor de gevonden resultaten zijn verschillende verklaringen mogelijk. In het onderzoek is gebruik gemaakt van een relatief kleine onderzoeksgroep ($n = 85$). Als gevolg hiervan is er bij een dergelijke toets als de ANCOVA sprake van een kleine power (Field, 2009), wat minder snel leidt tot een significant resultaat. Tevens is bij de drie deelvragen betreffende non-symbolisch getalbegrip, mapping en de invloed van sekse op mapping gekozen voor het splitsen van de onderzoeksgroep in een laagpresterende groep en een hoogpresterende groep, waarbij alleen de laatstgenoemde groep is meegenomen in verdere analyses. Dit vanwege schending van de assumptie van homogene regressie, welke zeer strikt is. Naast het feit dat de onderzoeksgroep zodoende kleiner wordt, schetsen de resultaten op deze manier geen beeld dat van toepassing is op de gehele onderzoeksgroep. Het is belangrijk op te merken dat de splitsing geen significante verschillen heeft opgeleverd in het voordeel van de hoog- of laagpresterende groep wat betreft vooruitgang.

Op basis van de ruwe scores lijkt de laagpresterende groep meer vooruitgang te vertonen dan de hoogpresterende groep. Dit kan verklaard worden door het feit dat kinderen uit de hoogpresterende groep een hoger instapniveau hadden bij aanvang van de training. Wellicht beheersten deze kinderen al bepaalde vaardigheden die ook in de training aan bod kwamen, waardoor deze kinderen minder baat hadden bij de training dan de laagpresterende groep.

Het is daarnaast denkbaar dat de motivatie van kinderen ook een rol heeft gespeeld in dit onderzoek. Er blijkt een correlatie te zijn tussen de motivatie van kinderen en de leerprestaties (Deci & Ryan, 2008). Daarnaast bleek uit de reacties van een aantal kinderen dat de training onvoldoende uitdagend was. Het kan zijn dat de training voor de laagpresterende groep uitdagender was, waardoor deze kinderen meer gemotiveerd waren en er betere prestaties behaald zijn.

Verder kan het lesaanbod in de klas van belang zijn geweest. In de maanden dat de training op de scholen plaatsvond, waren veel leerkrachten in de klas bezig met het aanleren van de getallen 11 tot en met 20. De meeste leerlingen hebben voldoende aan de klassikale instructie. Slechts 25% van de kinderen heeft aanvullende instructie nodig (Ruijsenaars et al., 2004). Het is waarschijnlijk dat de kinderen uit de laagpresterende groep in dit onderzoek behoren bij de groep voor wie aanvullende instructie

mogelijkerwijs zinvol is. Dit kan tevens een van de redenen waarom de laagpresterende groep meer vooruitgang heeft laten zien in de ruwe scores in vergelijking met de hoogpresterende groep.

Daarentegen wordt indirect bewijs gevonden voor een andere hypothese, waardoor mogelijk verklaard kan worden waarom er in dit onderzoek juist geen significante verschillen gevonden zijn in vooruitgang tussen de laag- en hoogpresterende groep. Uit de literatuur komt naar voren dat getalbegrip sterk samenhangt met het werkgeheugen (Epsy, McDiarmid, Cwik, Stalets, Hamby, & Senn, 2004; Kroesbergen, Van de Rijt, & Van Luit, 2007). Kinderen die lager scoren op werkgeheugentaken scoren over het algemeen laag op alle beginnende rekenvaardigheden, waaronder getalbegrip (Toll & Van Luit, 2013b). Voorts is bekend dat kinderen die lager scoren op werkgeheugentaken niet meer profiteren van een getalbegripstraining dan kinderen die gemiddeld scoren (Toll & Van Luit, 2013a). Theoretisch gezien is het om deze redenen denkbaar dat de kinderen uit de laagpresterende groep in dit onderzoek lager zullen scoren op werkgeheugentaken. Doordat deze kinderen niet meer profijt zouden hebben van een training is mogelijk te verklaren waarom er geen significant verschil gevonden is.

Kijkend naar het onderzoek zijn er enkele limitaties te noemen ten aanzien van de onderzoeksprocedure, de duur van de training en de gebruikte meetinstrumenten. Ten eerste werd de training op de scholen door verschillende onderzoekers aangeboden. Een gestandaardiseerde handleiding heeft ervoor gezorgd dat instructies en dergelijke op eenzelfde manier werden aangeboden. Toch kunnen kleine verschillen tussen de onderzoekers in het aanbieden van de training geleid hebben tot een kleine vertekening van de resultaten, zowel in negatief als in positief opzicht. Ten tweede kan de duur van de training een bepalende rol hebben gespeeld. In een tijdsbestek van slechts enkele weken werden de acht trainingen met korte tussenpozen aangeboden. Wellicht hebben kinderen van deze leeftijd meer tijd nodig om de oefenstof te verwerken en was het beter geweest om de natest enkele weken later af te nemen. Het is echter onwaarschijnlijk dat er sprake is van een leereffect van de voortest op de natest. Onderzoek van Kroesbergen en Van Luit (2003) bevestigt dat langdurigere trainingen effectiever zijn wanneer het totale getalbegrip beoogd wordt. Tevens kan het moment waarop de training gegeven werd van belang zijn geweest. Mogelijk heeft de naderende meivakantie en de heersende griepepidemie ervoor gezorgd dat kinderen minder goed gescoord hebben op de natest dan op de voortest. Gewenning aan de procedure kan de motivatie van de kinderen negatief beïnvloed hebben, waardoor de resultaten lager zijn.

Tot slot kunnen de gebruikte meetinstrumenten van invloed zijn geweest. Op basis van eerder gevonden correlaties tussen meetinstrumenten betreffende getalbegrip en leeftijden (Kolkman et al., 2013), werd vooraf aan dit onderzoek bepaald met welke

taken de verschillende componenten van getalbegrip, alsmede eventuele vooruitgang, gemeten zouden worden. Om het vergelijken tussen groepen mogelijk te maken, is gekozen voor één specifieke taak van de testbatterij om non-symbolisch getalbegrip en mapping te meten. Hierbij is het belangrijk om te weten dat de correlaties tussen bepaalde taken en kinderen op vier- en vijfjarige leeftijd nog erg kunnen wisselen (Kolkman et al., 2013). Mogelijk geldt dit ook voor zesjarige leerlingen. Het is mogelijk dat de gebruikte testen voor de oudere kinderen van de onderzoeksgroep minder geschikt waren.

Een ander aspect dat binnen dit onderzoek werd bekeken, was de invloed van sekse. Dat er voor deze onderzoeksvraag geen significant resultaat werd gevonden, heeft mogelijk te maken met leeftijd. Uit eerder onderzoek bleek eveneens nog geen verschil in sekse wat betreft de rekenvaardigheid van jonge kinderen (Ee et al., 2006). Zodoende kan geconcludeerd worden dat er bij het aanleren van beginnende rekenvaardigheden in de kleuterklas, ofwel in een training, nog geen rekening gehouden hoeft te worden met verschillen tussen jongens en meisjes. De al bestaande methoden lijken op dit punt te voldoen.

De trainingen zoals die nu gegeven zijn, hebben geen significant effect gehad op getalbegrip. Echter, onder andere omstandigheden, en met een andere doelgroep kan het zijn dat de trainingen wel een significante verbetering op getalbegrip kunnen opleveren. Uit dit onderzoek is gebleken dat de trainingen geen significant effect hebben op getalbegrip bij een representatieve onderzoeksgroep voor de schoolpopulatie uit groep 2. Dit betekent dat het lesaanbod voldoende lijkt aan te sluiten bij wat er op deze leeftijd verwacht mag worden van deze kinderen.

Aanbevelingen voor verder onderzoek

In toekomstig onderzoek kan gebruik gemaakt worden van een grotere onderzoeksgroep, waardoor de ANCOVA meer betrouwbaar is. Om de afzonderlijke constructen van getalbegrip volledig te meten, kunnen meerdere taken uit de natest vergeleken worden. Bij minder onderzoekers zou de training beter gestandaardiseerd zijn waardoor de resultaten beter vergelijkbaar zijn. Ook kan overwogen worden om de onderzoekers een training aan te bieden om zodoende de betrouwbaarheid tijdens de trainingen en testafnames te verhogen. Wanneer het totale getalbegrip beoogd wordt, kan gebruik gemaakt worden van een langdurige training. Bij toekomstige getalbegripstrainingen kan er aandacht besteed worden aan het werkgeheugen.

Verder onderzoek naar de trainbaarheid van de afzonderlijke componenten van getalbegrip bij een grotere onderzoeksgroep is nodig. Daarnaast is onderzoek nodig naar het aanbieden van deze training aan kinderen met rekenproblemen. Op basis van dit onderzoek wordt verwacht dat kinderen met rekenproblemen wel baat zouden hebben

met deze training. Ook is het interessant om te bepalen of een langdurigere training (langer dan vier weken) meer effect geeft.

Besluit

Dit onderzoek is relevant, omdat het een uitbreiding is op de al bestaande theorie betreffende getalbegrip. In voorgaande onderzoeken is onderzocht wat het effect is van training op getalbegrip in zijn geheel, evenals het effect van trainingsconditie op een specifiek component van getalbegrip. Voor zover bekend is niet eerder de combinatie van verschillende trainingscondities én de verschillende componenten van getalbegrip meegenomen in onderzoek. Verder kan dit onderzoek, in combinatie met de trainingen, gebruikt worden als basis voor toekomstig onderzoek naar de effectiviteit van trainingen op getalbegrip.

Referenties

- Ansari, D., Garcia, N., Lucas, E., Hamon, K., & Dhital, B. (2005). Neural correlates of symbolic number processing in children and adults. *Neuroreport*, *16*, 1769-1773. doi:10.1097/01.wnr.0000183905.23396.f1
- Aunio, P., Aubrey, C., Godfrey, F., Pan, Y., & Liu, Y. (2008). Children's early numeracy in England, Finland and People's Republic of China. *International Journal of Early Years Education*, *16*, 203-221. doi:10.1080/09669760802343881
- Aunio, P., Hautamaki, J., Heiskari, P., & Van Luit, J. E. H. (2006). The Early Numeracy Test in Finnish: Children's norms. *Scandinavian Journal of Psychology*, *47*, 369-378. doi:10.1111/j.1467-9450.2006.00538.x
- Arnup, J. L., Murrihy, C., Roodenburg, J., & McLean, L. A. (2013). Cognitive style and gender differences in children's mathematics achievement. *Educational Studies*. Online voorpublicatie. doi:10.1080/03055698.2013.767184
- 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.
- Booth, J. L., & Siegler, R. S. (2008). Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. *Child Development*, *79*, 1016-1031. doi:10.1111/j.1467-8624.2008.01173.x
- Clarke, B., & Shinn, M. R. (2004). A preliminary investigation into the identification and development of early mathematics curriculum-based measurement. *School Psychology Review*, *33*, 234-248.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2008). Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology*, *49*, 182-185. doi:10.1037/a0012801
- Dehaene, S. (1997). *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind & Language*, *16*, 16-36. doi:10.1111/1468-0017.00154
- Dehaene, S. (2011). *The number sense. How the mind creates mathematics. Revised edition*. Oxford: Oxford University Press Inc.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, *1*, 83-120.
- Demie, F. (2001). Ethnic and gender differences in educational achievement and implications for school improvement strategies. *Educational Research*, *43*, 91-106. doi:10.1080/00131880110040968
- 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
- Ee, J., Wong, K. Y., & Aunio, P. (2006). Numeracy of young children in Singapore, Beijing & Helsinki. *Early Childhood Education Journal*, 33, 325-332. doi:10.1007/s10643-006-0088-9
- Else-Quest, N., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136, 103-127. doi:10.1037/a0018053
- Epsy, 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.
- 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.
- Evers, A. V. A. M., Sijtsma, K., Lucassen, W., & Meijer, R. R. (2010). The Dutch review process for evaluating the quality of psychological tests: History, procedure and results. *International Journal of Testing*, 10, 295-317. doi:10.1080/15305058.2010.518325
- Field, A. (2009). *Discovering Statistics Using SPSS*. Thousand Oaks: SAGE Publications Ltd..
- Friso-van den Bos, I., Kolkman, M. E., Kroesbergen, E. H., & Leseman, P. P. M. (in druk). Explaining variability: Numerical representations in 4- to 8-year old children. *Journal of Cognition and Development*.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Craddock, C., Hollenbeck, K. N., Hamlett, C. L., Schatschneider, C. (2008). Effects of small-group tutoring with and without validated classroom instruction on at-risk students' math problem solving: Are two tiers of prevention better than one? *Journal of Educational Psychology*, 100, 491-509. doi:10.1037/0022-0663.100.3.491
- Gersten, R., & Chard, D. (1999). Number sense: Rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *Journal of Special Education*, 33, 18-28.
- Gillborn, D., & Mirza, H. (2000). *Educational inequality: Mapping 'race', class and gender a synthesis of research evidence*. London: OFSTED
- Gilmore, C. K., McCarthy, S. E., & Spelke, E. S. (2010). Non-symbolic arithmetic abilities and mathematics achievement in the first year of formal schooling. *Cognition*, 115, 394-406. doi:10.1016/j.cognition.2010.02.002
- Gullick, M. M., Sprute, L. A., & Temple, E. (2011). Individual differences in working memory, nonverbal IQ, and mathematics achievement and brain mechanisms

- associated with symbolic and nonsymbolic number processing. *Learning and Individual Differences*, *21*, 644-654. doi:10.1016/j.lindif.2010.10.003
- 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
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research*, *22*(1), 36-46. doi:10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x
- Jordan, N. C., Glutting, J., Dyson, N., Hassinger-Das, B., & Irwin, C. (2012). Building kindergartners' number sense: A randomized controlled study. *Journal of Educational Psychology*, *104*, 647-660. doi:10.1037/a0029018
- Kesler, S. R., Sheau, K., Koovakkattu, D., & Reiss, A. L. (2011). Changes in frontal-parietal activation and math skills performance following adaptive number sense training: Preliminary results from a pilot study. *Neuropsychological Rehabilitation*, *21*, 433-454. doi:10.1080/09602011.2011.578446
- 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*, *25*, 95-103. doi:10.1016/j.learninstruc.2012.12.001
- Kristjansson, A. L., & Sigfusdottir, I. D. (2009). The role of parental support, parental monitoring, and time spent with parents in adolescent academic achievement in Iceland: A structural model of gender differences. *Scandinavian Journal of Educational Research*, *53*, 481-496. doi:10.1080.00313830903180786
- Kroesbergen, E. H. & Van Luit, J. E. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs: A meta-analysis. *Remedial and Special Education*, *24*, 97-114.
- 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.
- Lachance, J. A., & Mazzocco, M. M. M. (2006). A longitudinal analysis of sex differences in math and spatial skill in primary school age children. *Learning and individual differences*, *16*, 195-216.
- Landerl, K., & Kölle, C. (2009). Typical and atypical development of basic numerical skills in elementary school. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*, 546-565. doi:10.1016/j.jecp.2008.12.006
- Lipton, J. S., & Spelke, E. S. (2005). Preschool children's mapping of number words to nonsymbolic numerosities. *Child Development*, *5*, 978-988. doi:10.1111/j.1467-8624.2005.00891.x

- Mensah, F. K., & Kiernan, K. E. (2010). Gender differences in educational attainment: Influences of the family environment. *British Educational Research Journal, 36*, doi:10.1080/01411920902802198
- Mundy, E., & Gilmore, C. K. (2009). Children's mapping between symbolic and nonsymbolic representations of number. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 490-502. doi:10.1016/j.jecp.2009.02.003
- Rosselli, M., Ardila, A., Matute, E., & Inozemtseva, O. (2009). Gender differences and cognitive correlates of mathematical skills in school-aged children. *Child Neuropsychology, 15*, 216-231. doi:10.1080/09297040802195205
- Royer, J. M., Tronsky, L. N., Chan, Y., Jackson, S. J., & Marchant, H. (1999). Math-fact retrieval as the cognitive mechanism underlying gender differences in math test performance. *Contemporary Educational Psychology, 24*, 181-266. doi:10.1006.ceps.1999.1004
- 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.
- Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child Development, 75*, 428-444. doi:10.1111/j.1467-8624.2004.00684.x
- 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. doi:10.1016/j.ridd.2012.09.003
- 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. doi:10.1016/j.lindif.2013.03.006
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised, UGT-R*. Doetinchem: Graviant Educatieve Uitgaven.
- Verguts, T., & Fias, W. (2008). Symbolic and nonsymbolic pathways of number processing. *Philosophical Psychology, 21*, 539-554. doi:10.1080/09515080802285545
- Von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine and Child Neurology, 49*, 868-873. doi:10.1111/j.1469-8749.2007.00868.x
- Wilson, R., Majsterek, D., & Simmons, D. (1996). The effects of computer assisted versus teacher-directed instruction on the multiplication performance of elementary students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 29*, 382-390.

- Wilson, A. J., Revkin, S. K., Cohen, D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2006). An open trial assessment of 'The Number Race' computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions, 2*, 1-16. doi:10.1186/1744-9081-2-20
- Wynn, K., Bloom, P., & Chiang, W. C. (2002). Enumeration of collective entities by 5-month old infants. *Cognition, 83*, 55-62. doi:10.1016/S0010-0277(02)0008-2
- Xu, F., & Spelke, E. S. (2000). Large number discrimination in 6-month old infants. *Cognition, 74*, 1-11. doi:10.1016/S0010-0277(99)00066-9