

Invloed van Getalbegrip op Rekenvaardigheden van Kinderen in Groep 2

Master Thesis

2013-2014

Naam: Marleen Rauwenhoff

Studentennummer: 3499634

Docent: Evelyn Kroesbergen

2<sup>o</sup> beoordelaar: Sanne van der Ven

Datum: 26 juni 2014

Onderwerp: The Number Sense Game

Masteropleiding: Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma: Orthopedagogiek

Werkveld: Leerlingenzorg

Universiteit Utrecht

### Voorwoord

Voor u ligt mijn master thesis, geschreven als onderdeel van de master Pedagogische Wetenschappen. Samen met twee andere studenten, Linda en Anique, werd ons gevraagd te kijken naar de effectiviteit van 'The Number Sense Game'. Een taak die wij graag op ons wilden nemen. Een training geven aan kinderen, klonk ons als muziek in de oren en we hebben het met plezier gedaan. Elke student had een eigen onderzoeksvraag, maar de onderzoeken hadden veel overeenkomsten. Om deze reden zijn er stukken deels samen geschreven. Zo hebben Linda en ik samen de eerste versie van de methode geschreven, maar uiteindelijk onze eigen draai eraan gegeven. Tevens is er overleg geweest over mogelijk verklarende factoren voor de gevonden resultaten. Daarom gaat mijn dank naar haar uit. De samenwerking is mij erg goed bevallen en heeft mij geholpen de scriptie te maken, zoals het nu is. Ook wil ik Linda en Anique bedanken voor het gezamenlijk data verzamelen. Door deze samenwerking hadden we een groot aantal kinderen voor ons onderzoek.

Tevens wil ik Evelyn bedanken voor het begeleiden bij het maken van deze thesis. Dankzij haar hulp en feedback ligt hier nu een thesis waar ik trots op ben. Ook wil ik graag de scholen bedanken waar we twaalf weken lang hebben mogen trainen. De leerkrachten dachten goed met ons mee en vonden het geen probleem als er kinderen uit de klas werden gehaald. Tevens waren we erg blij met de aparte ruimte die beschikbaar was om de training te geven. Als laatste wil ik graag mijn vader en vriendin Marianne bedanken die mijn scriptie door hebben willen lezen en mij hebben voorzien van feedback.

Marleen Rauwenhoff

Utrecht, 28-05-2014

### Samenvatting

Een zwak getalbegrip bij kinderen heeft nadelige gevolgen tijdens de basisschool en is zichtbaar tot in de volwassenheid. In dit onderzoek is gekeken naar het effect van de training ‘The Number Sense Game’ op het getalbegrip en de invloed van getalbegrip op de rekenvaardigheden. Verwacht werd dat de training een positief effect zou hebben op het getalbegrip en dat een verbetering van het getalbegrip ook de rekenvaardigheden ten goede zou komen. Het onderzoek heeft plaatsgevonden bij 90 kinderen in groep twee uit het reguliere basisonderwijs. Begonnen is met het meten van het niveau van de kinderen, met behulp van de UGT-R, waarna 36 kinderen trainingsvorm A aangeboden kregen. Hierna volgde een tussenmeting, om vervolgens met 35 andere kinderen te starten met trainingsvorm B. Als laatste volgde een nameting om het niveau achteraf aan de training te meten. De verschillende trainingsvormen bestonden elk uit acht sessies, met als doel het verbeteren van het getalbegrip. Trainingsvorm A en B verschilden van elkaar in mate van interactie. De spellen van trainingsvorm A hadden een hoge mate van interactie, terwijl de spellen van trainingsvorm B geen interactie hadden. Uit de resultaten bleek dat trainingsvorm A een positief effect had op de rekenvaardigheden van de kinderen. Er kan echter niet met dit onderzoek vastgesteld worden dat getalbegrip een positief effect heeft op de rekenvaardigheden van de kinderen.

*Trefwoorden:* getalbegrip, mapping skills, rekenvaardigheden, training, kinderen

### Abstract

A weak number sense in children has negative consequences during the elementary school and is visible towards adulthood. Therefore this research investigated the effect of the training 'The Number Sense Game' on number sense and the influence of number sense on arithmetic skills. The expectations are that the training has a positive effect on number sense and that this effect has a positive consequence for arithmetic skills. The research investigated 90 children, who are in grade 2 of regular primary schools. This research began with determining the level of the children, with the UGT-R, before the training started. After this 36 of the children started with training A. Then the level of all the children was determined again. After this 35 different children started with training B, where after the level of number sense and arithmetic skills of all the children was determined for the last time. The training had eight sessions, with the goal to improve the number sense. There was a difference between training A en training B. The games in training A had a high level of interaction, whereas the games in training B had no interaction. From the results there seems a positive result for arithmetic skills after training A, but not for training B. With this research it was not possible to determine an effect of number sense on arithmetic skills.

*Keywords:* number sense, mapping skills, arithmetic skills, training, children

### Invloed van Getalbegrip op Rekenvaardigheden van Kinderen in Groep Twee

Dieren blijken een gevoel voor hoeveelheden te hebben. Zij kunnen namelijk onderscheid maken tussen verschillende aantallen (Ifrah, Harding, Bellos, & Wood, 2000 in Ruijsenaars & Van Luit, 2013). Bij zes maanden blijken kinderen een vergelijkbaar gevoel voor hoeveelheden te hebben als dieren (Xu & Arriaga, 2007). Bij kinderen van zes maanden is er namelijk een systeem van getalrepresentaties aanwezig (Xu, Spelke, & Goddard, 2005). Dit getsysteem zorgt ervoor dat kinderen bij zes maanden al onderscheid kunnen maken in hoeveelheden. Met de ontwikkeling van taal weten kinderen vervolgens hoeveelheden te koppelen aan een woord en uiteindelijk leren ze op deze manier tellen (Resnick, 1989). Dit is van belang voor het creëren van begrip voor getallen (getalbegrip) en op latere leeftijd voor het ontwikkelen van rekenvaardigheden (Ruijsenaars, Van Luit, & Van Lieshout, 2004). Voor veel kinderen is dit een natuurlijk proces (Ginsburg, Lee, & Boyd, 2008), er zijn echter veel individuele verschillen in rekenkennis bij kinderen aan het begin van de basisschool (Klibanoff, Levine, Huttenlocher, Vasilyeva, & Hedges, 2006). Dit verschil in rekenkennis zou liggen aan een verschil in het niveau van getalbegrip (Aunio, Hautamäki, & Van Luit, 2005). Zo blijkt dat getalbegrip een voorspellende waarde heeft voor latere rekenprestaties (Chard et al., 2005; Gersten, Jordan, & Flojo, 2005). Een achterstand in getalbegrip bij het begin van de basisschool blijft vaak gedurende de hele schoolloopbaan bestaan (Aunio, Hautamäki, Heiskari, & Van Luit, 2006). Omdat kinderen die achterstand niet meer inhalen (Jordan, Kaplan, Ramineni, & Locuniak, 2009) kunnen tot in de volwassenheid nadelige gevolgen ondervonden worden van deze achterstand (Dougherty, 2003). Door het niveau van getalbegrip vroeg in kaart te brengen, kunnen eventuele rekenproblemen op tijd aangepakt worden. Om nadelige consequenties van een laag getalbegrip te verminderen is in Nederland de training ‘The Number Sense Game’ ontwikkeld voor kinderen in groep 2. Het doen van dit onderzoek is van maatschappelijk belang, omdat nadelige gevolgen hierdoor voorkomen kunnen worden. Dit onderzoek zal zich gaan richten op het effect van deze training op het getalbegrip van kinderen en de invloed van getalbegrip op rekenvaardigheden. Ten eerste zal uitgelegd worden wat getalbegrip is, waarna de verwachtingen van de training worden besproken.

### **Getalbegrip**

Ondanks het feit dat verschillende onderzoekers het concept getalbegrip anders definiëren (Gersten et al., 2005), is er overeenstemming over de volgende kenmerken van getalbegrip: het vermogen tot het in één keer zien van kleine hoeveelheden, het onderscheiden

van getalpatronen, tellen en het schatten van aantallen (Berch, 2005). Jordan, Kaplan, Nabors Ola'h, en Locuniak (2006) beschrijven deze kenmerken in de volgende vijf componenten: tellen, getalkennis, getaltransformaties, schatten en getalpatronen.

De eerste component is tellen. Het leren tellen ontstaat samen met de ontwikkeling van taal, kinderen gaan namelijk hoeveelheden koppelen aan een woord (Resnick, 1989). Kinderen leren de telvolgorde in eerste instantie door informele ervaringen met getallen (Briars & Siegler, 1984), er wordt namelijk met anderen via taal gecommuniceerd over het tellen, hoeveelheden en relaties tussen getallen (Ruijssenaars et al., 2004). Met het naar school gaan leren ze meer telvaardigheden, zoals het terugtellen, tellen met twee en het opsommen van getallen boven de tien (Ginsburg, 1989 in Jordan et al., 2006). Bij tellen gaat het echter niet alleen om het daadwerkelijke tellen, maar ook dat kinderen begrijpen dat getallen meerdere functies of betekenissen hebben (Ruijssenaars et al., 2004). De component tellen blijkt een voorspellende waarde te hebben voor latere rekenvaardigheden (Geary, Hoard, & Hamson, 1999). Het vermogen om te tellen, begrip van hoe te tellen en kennis van de volgorde van getallen zijn namelijk belangrijke factoren voor de ontwikkeling van het getalbegrip (Gallistel & Gelman, 2000). Een vroege achterstand in tellen voorspelt latere moeilijkheden met getalberekeningen (Geary et al., 1999).

De tweede component is getalkennis. Bij het zien van twee bakjes met lekkers erin weten kinderen heel goed waar meer en waar minder in zit. Kinderen van ongeveer vier jaar vertrouwen daarbij met name op hun visuele perceptie en minder op hun telvaardigheden (Xu & Spelke, 2000). Op ongeveer zesjarige leeftijd maken kinderen meer gebruik van hun telvaardigheden. Doordat de kinderen hun getalkennis met hun telvaardigheden samenvoegen, ontstaat er een mentale getallenlijn. De kinderen leren door het samenvoegen tevens dat getallen later op de getallenlijn een grotere hoeveelheid hebben dan eerdere getallen (Siegler & Booth, 2004). Deze getalkennis helpt kinderen bij het oplossen van rekenproblemen en is hierdoor net als de eerste component een sterke voorspeller voor latere rekenprestaties (Jordan et al., 2006).

Bij getaltransformaties, de derde component, gaat het om het vermogen tot simpele optel- en aftreksommen (Jordan, Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007). Deze getaltransformaties worden non-verbaal en met objecten aangeboden aan kinderen. Op jonge leeftijd hebben kinderen namelijk nauwelijks succes bij verbaal gepresenteerde rekenproblemen. Het oplossen van rekenproblemen die non-verbaal worden aangeboden, is een voorloper op de rekenproblemen die verbaal opgelost kunnen worden (Jordan et al.,

2006). Er blijkt een positieve relatie te zijn tussen vaardigheden die met wiskundige berekeningen te maken hebben en het vermogen om te schatten (Rubenstein, 1985 in Jordan et al., 2006). Schatten is het beoordelen van een hoeveelheid, waarbij gebruik gemaakt wordt van referentiepunten en is de vierde component van getalbegrip (Jordan et al., 2006). Voordat kinderen complexere rekenproblemen kunnen oplossen, leren ze eerst schatten.

De vijfde en laatste component is die van getalpatronen. Hierbij gaat het om het verbaal optellen en aftrekken, en het gaat hier om het besef dat er binnen en tussen getallen patronen zijn. Zo kan het getal zes gemaakt worden door drie en drie op te tellen, maar zes kan ook gemaakt worden door vier (wat één meer is dan drie) en twee (wat één minder is dan drie) bij elkaar op te tellen. Het herkennen en gebruik maken van deze getalpatronen vergroot het vermogen om getallen te combineren (Jordan et al., 2006) en heeft invloed op de rekenvaardigheden van kinderen (Gray & Tall, 1994).

Voor veel kinderen is het ontwikkelen van deze componenten van getalbegrip een natuurlijk proces (Ginsburg et al., 2008). Voor de kinderen waarbij dit geen natuurlijk proces is, is het belangrijk zo vroeg mogelijk een interventie te starten om het getalbegrip te verbeteren (Wilson, Dahan, Dubois, & Fayol, 2009). Dit omdat rekenen hiërarchisch is opgebouwd, waarbij elke stap binnen het getalbegrip leunt op vorige stappen (Entwisle & Alexander, 1990). Vandaar dat veel interventies met betrekking tot rekenen zich richten op *mapping skills*. *Mapping skills* bestaan uit de eerste twee componenten (tellen en getalkennis) van het getalbegrip. Dit zijn vaardigheden die te maken hebben met het begrip dat het getal '3' overeenkomt met drie objecten en het begrip dat het getal '89' groter is dan het getal '23' (Kolkman, Kroesbergen, & Leseman, 2013). Deze vaardigheden blijken een belangrijke voorspeller te zijn voor de andere componenten van het getalbegrip (getaltransformaties, schatten en getalpatronen; Entwisle & Alexander, 1990), maar ook voor rekenprestaties (Kolkman et al., 2013). Wanneer interventies zich richten op dit concept, wordt ingespeeld op de basis van het getalbegrip en kunnen nadelige gevolgen voorkomen worden (Arnold, Fisher, Doctoroff, & Dobbs, 2002). Wilson en collega's (2009) stellen tevens vast dat om een achterstand te voorkomen of te verminderen, een interventie gestart moet worden in de jaren voor of de eerste jaren op school en dat het concept *mapping skills* een goed uitgangspunt daarvoor is.

### **Interventie**

Het stimuleren van een zwak getalbegrip kan een positief effect hebben op de rekenvaardigheden van kinderen (Clements & Sarama, 2011). Een eventuele achterstand kan

namelijk snel ingehaald worden wanneer kinderen op de juiste manier en in de juiste mate instructie ontvangen (Gersten et al., 2005). Verscheidene studies hebben de effectiviteit van instructies, ontwikkeld om getalbegrip te verbeteren, bevestigd (Yang, 2002 & Yang & Keys, 2001 in Yang, 2003). Zo hebben Wilson en collega's (2009) in Frankrijk 'The Number Race' ontwikkeld. Dit spel is erop gericht om het getalbegrip bij kinderen te verbeteren en kan door kinderen zelf op de computer gespeeld worden. Uit onderzoek blijkt dat het getalbegrip inderdaad wordt verbeterd, dankzij het spel.

Ook Dyson, Jordan en Glutting (2013) hebben onderzoek gedaan naar een interventie gericht op het verbeteren van het getalbegrip en rekenvaardigheden. Deze interventie richt zich op het verbeteren van *mapping skills*. Bij deze interventie worden Engelse kinderen door een instructeur in groepjes van vier uit de klas gehaald voor een sessie van ongeveer 30 minuten (drie keer per week) gedurende acht weken. Tijdens deze sessie krijgen kinderen extra instructies met betrekking tot *mapping skills*. Uit de resultaten komt naar voren dat dankzij de interventie de kinderen vooruitgang lieten zien op getalbegrip.

Uit het onderzoek van Dyson en collega's (2013) en Wilson en collega's (2009) komt naar voren dat getalbegrip verbeterd kan worden door middel van een interventie. Echter is in Nederland nog geen interventie beschikbaar voor het verbeteren van *mapping skills*. Terwijl het van groot belang kan zijn om deze te verbeteren, zodat nadelige gevolgen voorkomen of verkleind kunnen worden. Daarom is in Nederland het afgelopen jaar een nieuwe training 'The Number Sense Game' ontwikkeld. Deze training wordt op een tablet gespeeld en heeft als doel het verbeteren van het getalbegrip bij kinderen in groep 1 en 2 in het reguliere onderwijs. De training is gebaseerd op het concept *mapping skills*, omdat deze vaardigheden belangrijk blijken te zijn voor de latere componenten van het getalbegrip (Entwisle & Alexander, 1990), maar ook voor rekenprestaties (Kolkman et al., 2013). Daarnaast is gekozen voor een spel op de tablet, omdat zij het potentieel hebben om kinderen te vermaken, maar ook taken aan kunnen passen aan het niveau van het kind (Wilson et al., 2009).

Op basis van de literatuur wordt verwacht dat 'The Number Sense Game' een positieve invloed heeft op het getalbegrip van kinderen en er wordt verwacht dat het verbeteren van dit getalbegrip zorgt voor een verbetering van de rekenresultaten van kinderen in groep 2. Door het verbeteren van het getalbegrip en daarmee de rekenvaardigheden van kinderen wordt verwacht dat een achterstand aan het begin van de basisschool verkleind kan worden en negatieve latere gevolgen hierdoor voorkomen of verminderd kunnen worden. Het is daarom van belang na te gaan of de training daadwerkelijk een positieve invloed heeft op



het getalbegrip en daarmee op de rekenvaardigheden van kinderen in groep 1 en 2. Dit zal gedaan worden aan de hand van de volgende vraag:

Heeft verbetering van getalbegrip door middel van ‘The Number Sense Game’ invloed op de rekenvaardigheden van kinderen in groep 2?

### Methode

#### Participanten

De participanten voor dit onderzoek zijn select geworven door drie studenten van de Universiteit Utrecht. Elke student heeft een basisschool benaderd waarbij 30 kinderen per school deelnamen. In dit onderzoek hebben in totaal 90 leerlingen meegedaan, waarvan 43 meisjes, die op moment van onderzoek in groep 2 zaten. De leeftijd varieerde van 62 maanden tot 78 maanden ( $M = 69.22$ ,  $SD = 4.16$ ).

Tabel 1

*Aantal kinderen die hebben deelgenomen aan het onderzoek*

	Conditie A	Conditie B	Conditie C
Meisjes	15	19	9
Jongens	21	16	10
Totaal	36	35	19

#### Meetinstrumenten

Met behulp van de Utrechtse Getalbegrip Toets Revised (UGT-R) zijn het getalbegrip en de rekenvaardigheden van de kinderen gemeten. Deze toets maakt vroegtijdige onderkenning van een achterstand in de ontwikkeling van rekenvaardigheden mogelijk en ook in de praktijk blijkt de toets effectief om na te gaan of de rekenvaardigheden voldoende zijn ontwikkeld (Van Luit, Van de Rijt, & Pennings, 1998). De COTAN heeft de betrouwbaarheid en begripsvaliditeit van de UGT-R als voldoende beoordeeld (Commissie Testaangelegenheden Nederland Beoordeling, 2010). 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, Sijtsma, Lucassen, & Meijer, 2010).

De UGT-R kent negen onderdelen, waarvan er vier zijn afgenomen om de rekenvaardigheden van de kinderen vast te stellen (Van Luit & Van de Rijt, 2009). Het aantal goed op deze vier taken vormen samen het niveau van de kinderen met betrekking tot de rekenvaardigheid en worden daarom samengenomen tijdens het uitvoeren van de analyses.

(1) Telwoorden gebruiken: er wordt gekeken naar de telvaardigheid en naar het gebruik van kardinale (totaal aantal elementen) en ordinale getallen (positie van een element in een

rij). Met dit onderdeel wordt het akoestisch tellen onderzocht en daarnaast wordt nagegaan of kinderen gebruik weten te maken van kardinale en ordinale getallen tot twintig.

(2) Synchron en verkort tellen: hierbij gaat het om het tellen van objecten met behulp van wijzen. Daarnaast wordt met dit onderdeel nagegaan of bepaalde dobbelsteenstructuren direct herkend worden.

(3) Resultatief tellen: dit onderdeel kijkt naar het tellen van gestructureerde, ongestructureerde en bedekte hoeveelheden, waarbij de kinderen tijdens het tellen hun vingers niet mogen gebruiken om de voorwerpen in de verzameling aan te wijzen.

(4) Algemene kennis: met dit onderdeel wordt nagegaan of kinderen getallen onder de twintig in eenvoudige alledaagse probleemsituaties kunnen gebruiken (Van de Rijt & Van Luit, 1999).

Voor het vaststellen van het getalbegrip wordt gebruik gemaakt van twee andere taken (Kolkman et al., 2013).

(1) Vergelijken: in dit onderdeel wordt nagegaan of kinderen de begrippen beheersen die in vergelijkingen voorkomen. Hierbij moeten kinderen objecten op kwantitatieve kenmerken vergelijken. Kinderen krijgen steeds twee getallen te zien, waarbij de kinderen het grootste getal aan moeten wijzen. Eerst worden de getallen 1 tot en met 10 op willekeurige volgorde aangeboden, waarna de getallen 1 tot en met 100, met willekeurige volgorde, volgen. Bieden hadden twintig items. Bij deze taak wordt gekeken hoeveel vragen de kinderen goed hebben en hoeveel milliseconden zij nodig hebben de vragen te beantwoorden. Voor het aantal milliseconden wordt per kind een gemiddelde berekend.

(2) Lijnen: hierbij wordt gekeken of kinderen betekenis kunnen geven aan de grootte van getallen op de getallenlijn. Kinderen krijgen een getal te zien en moeten dit getal op de juiste plek op de getallenlijn plaatsen. Hier worden eerst negen items met de getallen 1 tot en met 10 op willekeurige volgorde aangeboden, waarna twintig items met de getallen 1 tot en met 100, met willekeurige volgorde, volgen. Bij deze taak wordt gekeken naar de afstand tussen het gegeven antwoord en het juiste antwoord. Voor deze afstand wordt per kind het gemiddelde berekend.

Deze twee taken meten samen het getalbegrip van de kinderen in groep 2. Bij de analyses zullen deze taken samen het getalbegrip vormen, maar er wordt echter ook naar elke taak apart gekeken. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen de taken met de getallen 1 tot en met 10 en de getallen 1 tot en met 100. Tevens is voor de taak vergelijken het aantal

goed en de hoeveelheid milliseconden apart opgenomen. In totaal zijn er dus zes variabelen die samen het getalbegrip meten.

### **Training**

Met behulp van ‘The Number Sense Game’, hierna te noemen de training, is getracht het getalbegrip van de kinderen te verbeteren. De training werd uitgevoerd met een tablet en had het thema dierentuin. In totaal waren er zes dieren, waarbij elk dier een ander spel voorstelde. Bij elk dier moest er een getal gekoppeld worden aan het juiste aantal stippen of andersom. Bij de aap, bijvoorbeeld, kwam er een getal in beeld, waarna de het juiste aantal bananen gevangen moest worden en naast de kikker was een hoeveelheid stippen zichtbaar waar de vlieg met het juiste getal bij gezocht moest worden. Met tien items per spel werd getracht de *mapping skills* van de kinderen te verbeteren. Bij elke trainingssessie werden drie spellen gespeeld, waarna in de daaropvolgende trainingssessie de andere drie gespeeld werden. Binnen dit onderzoek zijn twee verschillende vormen van training te onderscheiden. De verschillen tussen de trainingvormen liggen in de mate van interactie, de spellen van trainingvorm A hadden een hoge mate van interactie, terwijl de spellen binnen trainingvorm B geen interactie bevatten. Hiervoor is gekozen, omdat vervolgonderzoek zal gaan kijken naar de werkzame elementen van de training. Binnen dit onderzoek zal hier verder geen aandacht aan besteed worden.

Bij trainingvorm A speelden de kinderen individueel ‘The Number Sense Game’. Bij deze spellen waren de kinderen actief bezig met de getallen, zij moesten zelf het antwoord aanklikken. Wanneer zij het goede antwoord hadden aangewezen, volgde het volgende item, bij een verkeerd antwoord werd het zelfde getal opnieuw aangeboden totdat het juiste antwoord werd gegeven. Tijdens de training werd bijgehouden hoeveel fouten de kinderen maakten. Op basis van het aantal fouten werd bepaald of zij door mochten naar het volgende niveau of tijdens volgende trainingssessie op hetzelfde niveau zouden blijven spelen. Alle kinderen begonnen met de getallen één tot en met vijf. Wanneer de kinderen minder dan drie fouten maakten, mochten zij door naar het niveau met de getallen één tot en met tien. Maakten zij op dit niveau weer minder dan drie fout, mochten zij door naar het laatste niveau met de getallen elf tot en met twintig. Naast een hoge mate van interactie bij de spellen, was trainingvorm A dus ook adaptief.

Bij trainingvorm B vond er geen interactie plaats. Bij deze trainingvorm zijn de kinderen in groepjes van drie uit de klas genomen. Op een rustige plek binnen de school keken de kinderen naar hoe de training werd uitgevoerd door iemand anders. Daarbij was er

een groep die naar een film keek en de tweede groep kreeg een training in de vorm van een boek. Zij hoefden in beiden groepen het juiste antwoord niet aan te klikken en hadden dus geen invloed op de training. Hierbij werden bij de eerste twee trainingen de getallen één tot en met vijf gepresenteerd, waarna vier trainingen met de getallen één tot en met tien werden aangeboden. De laatste twee trainingen bevonden zich op het laatste niveau met de getallen elf tot en met twintig.

### **Procedure**

Bij aanvang van het onderzoek werd bij elke leerling de vier onderdelen van de UGT-R afgenomen om de rekenvaardigheden te meten, ook werden de twee taken om het getalbegrip te meten afgenomen. Deze afname werd individueel gedaan in een rustige ruimte binnen de school. Deze zes taken zijn samen de voormeting. Vervolgens zijn alle leerlingen random ingedeeld in drie groepen. Kinderen in de eerste twee groepen ontvingen op verschillende momenten de training, naast dat zij het reguliere onderwijs volgden. De derde groep heeft geen training ontvangen en dient als controlegroep. Zij volgden het reguliere onderwijs. De indeling van de groepen ziet er als volgt uit:

*Conditie A:* Voormeting, trainingsvorm A en regulier onderwijs, tussenmeting, regulier onderwijs, nameting.

*Conditie B:* Voormeting, regulier onderwijs, tussenmeting, trainingsvorm B en regulier onderwijs, nameting.

*Conditie C:* Voormeting, regulier onderwijs, tussenmeting, regulier onderwijs, nameting.

De trainingen vonden gedurende vier weken, tweemaal per week plaats. Een training nam ongeveer twintig minuten in beslag, waarbij het bestond uit drie spellen, oplopend in moeilijkheidsgraad. Kinderen werden tussendoor verbaal beloond en aan het eind van een training mochten ze een sticker uitzoeken.

Na afloop van de eerste trainingsronde vond een tussenmeting plaats. Bij deze tussenmeting werden dezelfde testen afgenomen als bij de voormeting. Na afloop van de laatste trainingsperiode werden bij alle kinderen als nameting weer de vier onderdelen van de UGT-R en de twee taken om getalbegrip te meten afgenomen. De voor-, tussen- en nameting werden allemaal afgenomen op de tablet. Bij de testonderdelen werd instructie gegeven door de student. Tijdens het maken van de verschillende testen werden de kinderen verbaal en achteraf met een sticker beloond voor hun inzet.

### **Data analyse**

De onderzoeksresultaten zijn geanalyseerd met behulp van het computerprogramma SPSS. De data is gecontroleerd voordat analyses uitgevoerd zijn. Dit controleren is gedaan door onder andere het bekijken van de frequentietabellen van elke variabele. Opvallende data is aan de hand van de frequentietabellen gecontroleerd en mogelijk eruit gehaald. Wanneer de kinderen een tijd onder de 700 milliseconden op de taak vergelijken hadden, werden deze waarden en bijbehorende scores omgezet in *missing values*. Ook wanneer bij de taak lijnen de waarde 1,00 was ingevoerd, werd deze omgezet in een *missing value*. Deze waarden werden omgezet naar *missing values*, omdat dit de default waarde in de taak is en het kind dus vermoedelijk geklikt heeft zonder daadwerkelijk antwoord te geven. Wanneer kinderen meerdere keren (>3) *missing values* achter elkaar hebben, worden alle waarden en bijbehorende scores omgezet tot *missing values*, vanwege het doorklikken omdat kinderen het te moeilijk vonden (zie Tabel 2). Het doorklikken is vaker gebeurd bij de taken met de getallen 1 tot en met 100, omdat kinderen deze taak vaak moeilijker vonden.

Tabel 2

*Aantal doorklikkers en percentage*

	Vergelijken		Lijnen	
	10	100	10	100
Voormeting	0 (0.00%)	16 (17.78%)	1 (1.11%)	28 (31.00%)
Tussenmeting	2 (2.22%)	7 (7.78%)	0 (0.00%)	18 (20.00%)
Nameting	3 (3.33%)	10 (11.11%)	1 (1.11%)	20 (22.22%)

Daarnaast is voor elke variabele een gestandaardiseerde score berekend. Hiermee kon gecontroleerd worden of er nog outliers in de data staan. Waarden die meer dan drie SD onder of boven het gemiddelde zaten, zijn omgezet naar drie SD onder of boven het gemiddelde. Vervolgens is gekeken of aan de voorwaarden wordt voldaan om de analyses te kunnen uitvoeren, door te kijken naar de *skewness* en *kurtosis* van de variabelen. Een *skewness* waarde kijkt naar de scheefheid van de verdeling, waarbij een positieve of negatieve score aanduidt dat er uitschieters zijn met respectievelijk een hoge of lage waarde, terwijl een *kurtosis* waarde iets zegt over de welving van de verdeling ten opzichte van de normaal verdeling. Bij een positieve of negatieve waarde ligt de top hoger of lager in verhouding tot de normaal verdeling. Uit de waarden komt naar voren dat niet alle variabelen voldoen aan de *skewness* en *kurtosis* voorwaarden, maar in het kader van de doelstelling van het onderzoek is besloten met deze data de analyses zoals gepland uit te voeren.

Voor de analyses zijn voor alle kinderen de totale score op de UGT en de taak vergelijken berekend, maar ook werd het gemiddelde berekend van het aantal milliseconden

op de taak vergelijken. Tevens werd het gemiddelde berekend van de score op de taak lijnen. Het vaststellen van een effect van de training is gedaan aan de hand van een ANOVA en een MANOVA. Dit zijn analyses die worden gebruikt om de trainingsgroep en controlegroep met elkaar te vergelijken. Een ANOVA wordt gebruikt om twee of meer groepen op één variabele te vergelijken, terwijl een MANOVA wordt gebruikt om bij twee of meer groepen meerdere variabelen met elkaar te vergelijken, waarbij de verschillende variabelen afhankelijk van elkaar zijn. Afhankelijke variabelen zijn bijvoorbeeld te zien bij de taken vergelijken en lijnen, omdat zij samen het getalbegrip meten. Met de UGT-R en de taken vergelijken en lijnen wordt dus gekeken of er verschillen waren tussen de groepen op de voor-, tussen- en nameting, waarbij  $\alpha = .05$  is gehanteerd.

### Resultaten

Om vast te stellen of er invloed was van 'The Number Sense Game' op het getalbegrip en de rekenvaardigheden van de kinderen in groep 2 zijn verschillende analyses uitgevoerd. In eerste instantie is gekeken naar trainingsvorm A. Daarvoor zijn er twee groepen gemaakt. Conditie A heeft wel de training ontvangen. Conditie B en C hebben geen training ontvangen en worden daarom samengenomen (controlegroep). Met behulp van een MANOVA is vastgesteld dat er geen significante verschillen zijn tussen de groepen op de voormeting met betrekking tot het getalbegrip (vergelijken en lijnen;  $F(1, 69) = 1.29, p = .281$ ). Tevens zijn de verschillende taken van het getalbegrip in deze analyse apart bekeken, waarbij geen significante verschillen zijn gevonden tussen de controle- en de trainingsgroep (zie Tabel 3). Een ANOVA liet zien dat er geen significante verschillen waren tussen de controlegroep en de trainingsgroep op de voormeting voor rekenvaardigheden,  $F(1, 88) = 0.27, p = .606$ . De groepen waren voorafgaand aan de training dus vergelijkbaar op alle metingen.

Vervolgens zijn weer een MANOVA voor het getalbegrip en ANOVA voor de rekenvaardigheden uitgevoerd, maar nu voor de tussenmeting. Met deze analyses is gekeken of trainingsvorm A effect had op het getalbegrip en rekenvaardigheden van kinderen. Uit de ANOVA kwam naar voren dat er een significant verschil was tussen de groepen op de tussenmeting voor de UGT,  $F(1, 88) = 4.81, p = .031, \eta^2 = .052$ . Er zijn echter geen significante verschillen tussen de groepen gevonden voor het getalbegrip ( $F(1, 75) = 0.80, p = .571$ ) en voor de taken van het getalbegrip apart bekeken (zie Tabel 4).

Tabel 3

*Vergelijken van rekenvaardigheden van conditie B en C met conditie A op de voormeting*

	Mean (SD)		<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
	Experimentele groep	Controle groep			
UGT	11.81(3.47)	11.41 (3.65)	0.27	.606	.003
Vergelijken 10 (goed)	17.90 (0.50)	17.78 (0.43)	0.03	.856	.000
Vergelijken 10 (tijd)	4225.29 (344.15)	3768.73 (294.39)	1.02	.317	.015
Vergelijken 100 (goed)	12.93 (0.67)	12.39 (0.57)	0.38	.538	.006
Vergelijken 100 (tijd)	8027.22 (2599.61)	4625.61 (2223.70)	0.99	.324	.014
Lijnen 10	1.35 (0.11)	1.13 (0.09)	2.50	.118	.035
Lijnen 100	28.21 (1.19)	25.99 (1.02)	2.01	.160	.028

Tabel 4

*Vergelijken van rekenvaardigheden van conditie B en C met conditie A op de tussenmeting*

	Mean (SD)		<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
	Experimentele groep	Controle groep			
UGT	14.67 (3.09)	13.04 (3.68)	4.81	<b>.031</b>	.052
Vergelijken 10 (goed)	18.26 (0.37)	18.32 (0.32)	0.02	.899	.000
Vergelijken 10 (tijd)	2899.33 (155.25)	2983.94 (133.97)	0.17	.681	.002
Vergelijken 100 (goed)	13.57 (0.55)	13.32 (0.47)	0.12	.728	.002
Vergelijken 100 (tijd)	4076.73 (250.00)	3699.62 (215.74)	1.30	.257	.016
Lijnen 10	1.40 (0.12)	1.59 (0.10)	1.53	.220	.019
Lijnen 100	25.32 (1.34)	26.64 (1.15)	0.56	.459	.007

Daarna is gekeken of er significante verschillen waren voor trainingsvorm B op het getalbegrip en de rekenvaardigheden. Conditie B heeft hier wel een training ontvangen. Zowel conditie C als conditie A hebben geen training ontvangen op het moment dat conditie B wel een training ontving, maar omdat conditie A al eerder een training heeft gehad, worden conditie A en conditie C niet samengenomen. Ook hier is allereerst gekeken of er verschillen waren tussen de groepen voordat de training begon.

Met behulp van een MANOVA voor het getalbegrip en een ANOVA voor de rekenvaardigheden is vastgesteld dat er geen significante verschillen waren tussen de groepen op de tussenmeting (zie Tabel 5). Uit de MANOVA kwam naar voren dat er geen significant verschil is tussen de drie condities,  $F(2, 79) = 0.74$ ,  $p = .714$ , ook niet wanneer gekeken wordt

naar de verschillende taken van het getalbegrip (zie Tabel 5). Tevens bleek uit de ANOVA dat er geen significant verschil was voor de rekenvaardigheden tussen de groepen vooraf aan de training. De groepen waren voorafgaand aan de training dus vergelijkbaar op alle metingen.

Tabel 5

*Vergelijken van conditie A, B en C op de tussenmeting*

	Mean (SD)			<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
	Conditie A	Conditie B	Conditie C			
UGT	14.67 (3.09)	12.77 (3.79)	13.53 (3.50)	2.69	.074	.058
Vergelijken 10 (goed)	18.26 (0.37)	18.47 (3.76)	17.92 (0.61)	0.30	.741	.008
Vergelijken 10 (tijd)	2899.33 (155.25)	2942.87 (158.26)	3091.34 (255.94)	0.21	.814	.005
Vergelijken 100 (goed)	13.57 (0.55)	13.63 (3.23)	13.00 (0.90)	0.15	.864	.004
Vergelijken 100 (tijd)	4076.73 (251.55)	3681.06 (255.22)	3748.16 (412.75)	0.65	.523	.016
Lijnen 10	1.40 (0.12)	1.50 (0.12)	1.83 (0.20)	1.82	.169	.044
Lijnen 100	25.32 (1.34)	27.24 (1.36)	25.06 (2.20)	0.63	.533	.016

Tabel 6

*Vergelijken van conditie A, B en C op de nameting*

	Mean (SD)			<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
	Conditie A	Conditie B	Conditie C			
UGT	14.97 (2.59)	14.15 (3.44)	13.42 (2.55)	1.84	.166	.041
Vergelijken 10 (goed)	18.49 (0.27)	18.28 (0.30)	18.77 (0.44)	0.44	.646	.012
Vergelijken 10 (tijd)	2720.74 (148.64)	2716.31 (163.30)	2984.29 (243.90)	0.49	.613	.013
Vergelijken 100 (goed)	13.74 (0.70)	12.93 (0.77)	12.92 (1.15)	0.37	.692	.010
Vergelijken 100 (tijd)	3852.15 (307.06)	3721.59 (337.33)	4122.89 (503.84)	0.22	.804	.006
Lijnen 10	1.44 (0.11)	1.34 (0.12)	1.53 (0.18)	0.46	.631	.012
Lijnen 100	26.45 (1.46)	24.15 (1.60)	21.56 (2.39)	1.64	.200	.043

Ook voor de nameting zijn een MANOVA en ANOVA uitgevoerd om de drie condities te vergelijken. Uit de MANOVA bleek dat er geen significante verschillen waren tussen conditie A, conditie B en conditie C voor het getalbegrip,  $F(2, 74) = 0.733$ ,  $p = .718$ . Ook



waren er geen significante resultaten als er apart gekeken wordt naar de taken van het getalbegrip (zie Tabel 6). Uit de ANOVA kwam ook geen significant verschil naar voren met betrekking tot de rekenvaardigheden,  $F(2, 86) = 1.836, p = .166$ .

### Conclusie en discussie

In dit onderzoek is gekeken in hoeverre de training ‘The Number Sense Game’ invloed heeft op het getalbegrip van kinderen in groep 2. Daarnaast is getracht een antwoord te geven op de vraag of het verbeteren van het getalbegrip ook invloed heeft op de rekenvaardigheden. Op basis van de resultaten wordt gesteld dat trainingsvorm A effect heeft op de rekenvaardigheden. Dit onderzoek heeft echter niet kunnen vaststellen dat de training het getalbegrip van kinderen in groep 2 heeft verbeterd. Allereerst zal gekeken worden naar de resultaten met betrekking tot de rekenvaardigheden, waarna de resultaten van het getalbegrip worden besproken.

Uit de resultaten blijkt er een significant verschil te zijn tussen de trainingsgroep en controlegroep op de tussenmeting wat betreft de rekenvaardigheden. Dit betekent dat door trainingsvorm A de rekenvaardigheden van kinderen in groep 2 is verbeterd. Dit is in overeenstemming met de literatuur, dat *mapping skills* van invloed zijn op rekenvaardigheden (Gersten et al., 2005; Kolkman et al., 2013) en is ook in overeenstemming met eerder onderzoek naar het effect van ‘The Number Sense Game’ (Jacobs, 2013). Er moet hierbij vermeld worden dat de verbetering van de rekenvaardigheden slechts een kleine effectgrootte had ( $\eta^2 = .052$ ). Voor trainingsvorm B zijn geen verschillen gevonden. Deze trainingsvorm blijkt niet effectief te zijn om de rekenvaardigheden te verbeteren. Er zijn meerdere verklaringen mogelijk voor de gevonden verschillen in de resultaten tussen trainingsvorm A en trainingsvorm B. De eerste verklaring heeft betrekking tot de periode van afname. Trainingsvorm A heeft eerder plaatsgevonden dan trainingsvorm B. Het lesaanbod in de klas heeft daarom mogelijk invloed gehad op de resultaten. Een tweede verklaring is het verschil in de mate van interactie. Een hoge mate van interactie van de spellen in trainingsvorm A heeft er mogelijk voor gezorgd dat kinderen meer gemotiveerd zijn om iets te leren (Leemkuil & De Jong, 2004), wat een positief effect gehad kan hebben op de rekenvaardigheden van de kinderen.

Niet alleen de mate van interactie is een mogelijke verklaring, ook werden in trainingsvorm A aanpassingen gedaan aan het leerproces van de kinderen op basis van het aantal fouten dat zij hebben gemaakt, terwijl dit bij trainingsvorm B al van te voren vaststond. Door het beter inspelen op het leerproces van de kinderen in trainingsvorm A waren de

kinderen mogelijk meer gemotiveerd om iets te leren van de training. Wellicht waren de kinderen niet alleen meer gemotiveerd, maar was het ook een meer effectieve manier van leren. Hierbij kan gedacht worden aan de theorie van Vygotsky over de zone van naaste ontwikkeling. Deze theorie stelt dat de zone van naaste ontwikkeling het verschil is tussen wat een kind zonder hulp kan en wat een kind met hulp kan doen. Door kinderen ervaringen op te laten doen binnen deze zone wordt het individuele leervermogen gestimuleerd (Woolfolk, Hughes, & Walkup, 2008). Trainingsvorm A sloot mogelijk beter aan bij deze theorie dan trainingsvorm B.

Een andere verklaring is dat bij trainingsvorm A de kinderen individueel bezig waren, terwijl de training bij trainingsvorm B in groepjes van drie heeft plaatsgevonden. Het individueel uitvoeren van de training zou mogelijk hebben gezorgd voor meer concentratie en daardoor betere resultaten voor de rekenvaardigheden. De persoonlijke aandacht van de student aan de kinderen zou tevens kunnen zorgen voor betere resultaten. Goede antwoorden bij de verschillende spellen werden namelijk positief beloond, maar ook werd hulp geboden wanneer kinderen er niet uitkwamen. De kinderen die hebben deelgenomen aan trainingsvorm B moesten de aandacht delen. Zij hebben geen invloed gehad op de training, dus positief belonen en hulp bieden kwam veel minder voor. Aan het eind van de training ontvingen zij wel een beloning voor hun inzet. Daarnaast zouden de kinderen in trainingsvorm B elkaar beïnvloed kunnen hebben. Kinderen zijn sneller meegegaan in foute antwoorden, maar ook in goede antwoorden. Mogelijk waren kinderen zelf minder actief bezig met de training, omdat andere kinderen al een antwoord hadden gegeven of aangewezen. Dit kan van invloed zijn geweest op de resultaten.

Als gekeken wordt naar het getalbegrip van de kinderen, komt naar voren dat er geen significante resultaten zijn voor trainingsvorm A. Deze trainingsvorm blijkt niet effectief te zien om het getalbegrip te verbeteren. Hieruit kan opgemaakt worden dat getalbegrip niet samenhangt met de rekenvaardigheden. De kinderen die trainingsvorm A gevolgd hebben, zijn wel vooruit gegaan op de rekenvaardigheden, maar niet op het getalbegrip. De kinderen uit conditie B zijn niet vooruitgegaan op de rekenvaardigheden en niet op het getalbegrip. Op basis van dit onderzoek kan daarom niet vastgesteld worden dat het getalbegrip een positieve invloed heeft op de rekenvaardigheden van kinderen in groep 2.

Deze conclusie werd niet verwacht naar aanleiding van de besproken literatuur. Uit verscheidene onderzoeken blijkt dat het getalbegrip samenhangt met de rekenvaardigheden van kinderen (Chard et al., 2005; Gallistel & Gelman, 2000; Geary, Hoard, & Hamson, 1999;

Jordan et al., 2006; Kolkman et al., 2013). Er zijn echter een aantal beperkingen met betrekking tot dit onderzoek. De eerste beperking is omtrent de relatief kleine steekproef ( $N = 90$ ). Volgens Field (2009) is een steekproefgrootte van 100 participanten slecht, terwijl 300 participanten een goede steekproefgrootte is. Tevens moeten beperkingen genoemd worden met betrekking tot het design van het onderzoek en het aantal *missing values*. Doordat de twee verschillende trainingsvormen op andere momenten plaats vonden, moeten de resultaten van dit onderzoek voorzichtig geïnterpreteerd worden. Daarnaast waren de *missing values* niet random, vanwege de doorklikkers, wat invloed gehad kan hebben op de resultaten.

Daarnaast moet genoemd worden dat de training bedoeld is voor kinderen die moeite hebben met het getalbegrip of *mapping skills*. Kinderen in dit onderzoek zijn echter niet geselecteerd op mate van getalbegrip. Er blijkt, gemiddeld genomen, geen rekenachterstand te zijn bij deze kinderen.

Een andere beperking van dit onderzoek is dat er tussen de voor- en nameting slechts twaalf weken zitten. Mogelijk zijn er resultaten die pas later aan het licht komen. Het getalbegrip heeft namelijk een uitstekende voorspellende waarde voor rekenen in groep 3 en 4 (Van Luit & Van de Rijt, 2009). Een lange termijn onderzoek wordt dan ook aanbevolen. Een andere aanbeveling is te kijken naar de duur van de training. Mogelijkerwijs is het meer effectief als de training over een langere periode wordt verspreid of meerdere trainingen bevat. In dit onderzoek werden er acht trainingen gegeven gedurende vier weken, maar wellicht dient er per kind gekeken te worden hoe lang nodig is en hoeveel trainingen er nodig zijn. Kinderen die bij trainingsvorm A vrij snel bij het laatste niveau aangekomen zijn, hebben misschien minder trainingen nodig dan kinderen die minder snel naar het volgende niveau gaan. Bij dit onderzoek mochten kinderen naar het volgende niveau bij minder dan drie fout, maar mogelijk is dit te veel of te weinig.

Andere beperkingen met betrekking tot de training is dat tijdens de trainingsperiode de meivakantie zat. Dit heeft mogelijk gezorgd dat de geleerde dingen weer weggezaakt zijn. Tevens vond de training op drie verschillende scholen plaats en deze waren mogelijk niet representatief voor de Nederlandse populatie. De scholen bevonden zich in de betere buurten van Nederland, waar kinderen een minder groot risico hebben op leerproblemen. Daarnaast werd de training gegeven door drie verschillende studenten. Een handleiding heeft ervoor moeten zorgen dat de instructies op dezelfde manier werden aangeboden. Toch kunnen kleine verschillen gezorgd hebben voor een vertekening van de resultaten.

Naast de praktische dingen die genoemd zijn om te verklaren waarom er nauwelijks resultaten zijn gevonden, zijn er ook theoretische verklaringen mogelijk. Het is mogelijk dat de kinderen nog te jong zijn om hun rekenvaardigheden te verbeteren. Ook is het mogelijk dat *mapping skills* geen goed uitgangspunt is om een interventie op te baseren. Daarnaast is de vraag of rekenvaardigheden op deze leeftijd wel gemeten kunnen worden. Wellicht waren deze kinderen te jong om vast te stellen wat hun niveau van rekenen is.

In verder onderzoek zou gebruik gemaakt moeten worden van een grotere onderzoeksgroep, waardoor de resultaten meer betrouwbaar zijn. Tevens dient gekeken te worden naar de duur van de training en het aantal trainingen om de effectiviteit te vergroten. Het verkleinen van verschillen tussen de trainers kan door middel van het aanbieden van een training om de betrouwbaarheid van de trainingen te vergroten. Op basis van de literatuur en de resultaten zouden kinderen baat hebben bij de training, er moet echter meer onderzoek gedaan worden naar de werkende elementen van 'The Number Sense Game'. Uit dit onderzoek komt naar voren dat een interactieve versie van de training meer effect op de rekenvaardigheden heeft dan de training zonder interactie. Het gebruik maken van deze training in de professionele praktijk moet nog uitgesteld worden, totdat met zekerheid te stellen is dat de training effectief is, ook voor de lange termijn.

## Referenties

- Aunio, P., Hautamäki, 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
- Aunio, P., Hautamäki, J., & Van Luit, J. E. H. (2005). Mathematical thinking intervention programmes for preschool children with normal and low number sense. *European Journal of Special Needs Education*, *20*, 131-146. doi:10.1080/08856250500055578
- Arnold, D. H., Fisher, P. H., Doctoroff, G. L., & Dobbs, J. (2002). Accelerating math development in head start classrooms. *Journal of Educational Psychology*, *94*, 762-770. doi:10.1037//0022-0663.94.4.762
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *38*, 333-339. doi:10.1177/00222194050380040901
- Briars, D., & Siegler, R. S. (1984). A featural analysis of preschoolers' counting knowledge. *Developmental Psychology*, *20*, 607-618.
- Chard, D. J., Clarke, B., Baker, S., Otterstedt, J., Braun, D., & Katz, R. (2005). Using measures of number sense to screen for difficulties in mathematics: Preliminary findings. *Assessment for Effective Intervention*, *30*, 3-14. doi:10.1177/073724770503000202
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, *333*, 968-970. doi:10.1126/science.1204537
- Commissie Testaangelegenheden Nederland Beoordeling (2010). Utrechtse getalbegripstoets – revised. Retrieved from: [http://www.cotandocumentatie.nl/test\\_details.php?id=698](http://www.cotandocumentatie.nl/test_details.php?id=698)
- Dougherty, C. (2003). Numeracy, literacy and earnings: Evidence from the national longitudinal survey of youth. *Economics of Education Review*, *22*, 511 – 521.
- Dyson, N. I, Jordan, N. C., & Glutting, J. (2013). A number sense intervention for low-income kindergartners at risk for mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, *46*, 116-181. doi:10.1177/0022219411410233.
- Entwisle, D. R., & Alexander, K. L. (1990). Beginning school math competence: Minority and majority comparisons. *Child Development*, *61*, 454-471.
- Evers, A., 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*. London: Sage.
- Gallistel, C. R., & Gelman, R. (2000). Non-verbal numerical cognition: From reals to integers. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 59-65. doi:10.1016/S1364-6613(99)01424-2
- 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. doi:10.1006/jecp.1999.2515
- Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 293-304. doi:10.1177/00222194050380040301
- Ginsburg, H. P., Lee, J. S., & Boyd, J. S. (2008). Mathematics education for young children: What it is and how to promote it. *Society for Research in Child Development*, 22, 3-22.
- Gray, E. M., & Tall, D. O. (1994). Duality, ambiguity and flexibility: A proceptual view of simple arithmetic. *The Journal for Research in Mathematics Education*, 26, 115-141.
- Jacobs, R. (2013). Het effect van een number-sense game voor kleuters met zwakke voorbereidende rekenvaardigheden. Retrieved from: <http://dspace.library.uu.nl/handle/1874/278932>
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research and Practice*, 22, 36-46. doi:10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Ola'h, L., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development*, 77, 153-175. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00862.x
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology*, 45, 850-867. doi:10.1037/a0014939
- Klibanoff, R. S., Levine, S. C., Huttenlocher, J., Vasilyeva, M., & Hedges, L. V. (2006). Preschool children's mathematical knowledge: The effect of teacher 'math talk'. *Developmental Psychology*, 42, 59-69. doi:10.1037/0012-1649.42.1.59
- 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
- Leemkuil, H., & De Jong, T. (2004). Games en gaming. In P. Kirschner (Eds.), *ICT in het onderwijs* (pp. 41-63). Alphen aan de Rijn: Kluwer B.V.

- Resnick, L. B. (1989). Developing mathematical knowledge. *American Psychologist*, *44*, 162-169.
- Ruijsenaars, W., & Van Luit, H. (2013). Rekenen. In K. Verscheuren & H. Koomen (Eds.), *Handboek diagnostiek in de leerlingenbegeleiding* (pp. 43-56). Apeldoorn: Garant.
- Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2004). *Rekenproblemen en dyscalculie*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child Development*, *75*, 438-444.
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). De Utrechtse getalbegrip toets – revised: Het belang van vroegtijdige signalering. *Tijdschrift voor Orthopedagogiek*, *48*, 255-270.
- Van Luit, J. E. H., Van de Rijt, B. A. M., & Pennings, A. H. (1998). *Utrechtse Getalbegrip Toets* (2<sup>e</sup> druk). Doetinchem: Graviant.
- Van de Rijt, B. A. M. & Van Luit, J. E. H. (1999). Milestones in the development of infant numeracy. *Scandinavian Journal of Psychology*, *40*, 65–71.
- Wilson, A. J., Dehaene, S., Dubois, O., & Fayol, M. (2009). Effects of an adaptive game intervention on accessing number sense in low-socioeconomic-status kindergarten children. *Mind, Brain and Education*, *3*, 224-234.  
doi:10.1111/j.1751-228X.2009.01075.x
- Woolfolk, A., Hughes, M., & Walkup, V. (2008). *Psychology in education*. Harlow: Pearson Education Limited.
- Xu, F., & Arriaga, R. I. (2007). Number discrimination in 10-month-old infants. *British Journal of Developmental Psychology*, *25*, 103-108. doi:10.1348/026151005X90704
- Xu, F., & Spelke, E. S. (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, *74*, B1-B11. doi:10.1016/S0010-0277(99)00066-9
- Xu, F., Spelke, E. S., & Goddard, S. (2005). Number sense in human infants. *Developmental Science*, *8*, 88-101. doi:10.1111/j.1467-7687.2005.00395.x
- Yang, D. C. (2003). Teaching and learning number sense: An intervention study of fifth grade students in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *1*, 115-134.