

**Het Effect van Exploratiedrag op de Voorbereidende Rekenvaardigheid  
'Hoeveelheden Vergelijken'.**

Masterthesis

Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Auteur: Mieke T. A. van den Bergh  
Studentnummer: 3961397  
Begeleidster: Jaccoline E. van 't Noordende, MSc  
2e beoordelaar: dr. Willemijn D. Schot  
datum: 9 juni 2016

## Abstract

**Aim:** The aim of this study was to examine the influence of object exploration and exploration of the environment on early mathematical competence. Additionally the aim was to examine the moderating effect of gender on these relationships. **Method:** A sample of 56 children was tested at an age of 1 year and again at an age of 2,5 years. To examine their object exploration, children had to play with different toys on the ground, without any instruction. To examine their exploration of the environment the children had to explore a room with different places with toys laying on the floor. Further, to examine the early mathematical competence, the ability to compare quantities was measured at an age of 2,5. Multiple regression analyses have been used to analyse the data. **Results:** Small effects of object exploration on the ability to compare quantities have been found at both the ages. For exploration of the environment there was found a medium effect at the younger age group, but no effect at the older age group. At an age of 1, there was a little stronger effect of exploration on early mathematical competence for girls, than for boys. **Discussion:** Despite the small sample, there were found small and medium effects of exploration on the ability to compare quantities. This means that there are indications that exploration could have an influence on early mathematical competence. More research is recommended to investigate this relationship further.

*Keywords:* object exploration, exploration of the environment, quantity comparison, early mathematical competence

## Samenvatting

**Doel:** Het doel van dit onderzoek is om de invloed van object exploratie en exploratie van de ruimte op voorbereidende rekenvaardigheden te onderzoeken. Daarnaast had dit onderzoek als doel om het moderatie-effect van sekse te onderzoeken bij deze relaties. **Methode:** De onderzoeksgroep bestond uit 56 kinderen, welke zijn getest op een leeftijd van 1 jaar oud en 2,5 jaar oud. Om object exploratie te onderzoeken, moesten kinderen zonder instructie spelen met verschillend speelgoed op de vloer. Om exploratie van de ruimte te onderzoeken moesten kinderen zich exploreren in een ruimte met verschillende plekken met speelgoed. Verder is er, om de voorbereidende rekenvaardigheden te onderzoeken, gekeken naar de vaardigheid 'hoeveelheden vergelijken' op 2,5 jarige leeftijd. De data is geanalyseerd door middel van meervoudige regressie analyses. **Resultaten:** Er zijn kleine effecten gevonden van object exploratie op hoeveelheden vergelijken bij beide leeftijden. Bij exploratie van de ruimte op 1-jarige leeftijd is er wel een medium effect gevonden op hoeveelheden vergelijken, maar geen effect op 2,5-jarige leeftijd. Het effect van exploratie op hoeveelheden vergelijken bleek op 1-jarige leeftijd enigszins sterker voor meisjes dan voor jongens. **Discussie:** Ondanks de kleine onderzoeksgroep, zijn er kleine of medium effecten zijn gevonden van exploratie op hoeveelheden vergelijken. Er zijn dus indicaties dat exploratie een invloed zou kunnen hebben op voorbereidende rekenvaardigheden. Verder onderzoek is aanbevolen om deze relatie nader te onderzoeken.

*Trefwoorden:* object exploratie, exploratie van de ruimte, hoeveelheden vergelijken, voorbereidende rekenvaardigheden.

## Het Effect van Exploratiedrag op de Voorbereidende Rekenvaardigheid ‘Hoeveelheden Vergelijken’

In ons dagelijks leven steunen we veel op rekenvaardigheden waar we niet bewust over nadenken (Ruijssenaars, Van Luit, & Van Lieshout, 2006). Een voorbeeld hiervan is het afrekenen bij een winkelkassa waarbij we verschillende munten combineren tot het gevraagde bedrag. Tevens hebben rekenvaardigheden een positieve invloed op de academische vaardigheden van een persoon (Ruijssenaars et al., 2006). Een normaal ontwikkelende voorbereidende rekenvaardigheid is hierbij van belang, aangezien een vertraagd ontwikkelde voorbereidende rekenvaardigheid kan leiden tot latere rekenproblemen (Aunola, Leskinen, Lerkkanen, & Nurmi, 2004). Het verwerven van voorbereidende rekenvaardigheden omvat het ontwikkelen van vaardigheden in de omgang met getallen en het begrijpen hiervan (Ruijssenaars et al., 2006; Van de Rijt & Van Luit, 1998; Torbeyns et al., 2012; Ginsburg, Lee, & Boyd, 2008). Al lang voordat kinderen in aanraking komen met het rekenonderwijs op de basisschool, begint deze vaardigheid zich te ontwikkelen door middel van informeel leren in de thuissituatie (Ginsburg et al., 2008). Dat deze vaardigheid zich dan al ontwikkelt, geldt echter niet voor alle kinderen. Kinderen waarbij de ontwikkeling van de voorbereidende rekenvaardigheid dan nog niet is begonnen, kunnen hierdoor belemmeringen ervaren bij de latere schoolprestaties op de basisschool en het voortgezet onderwijs (Aunola et al., 2004). Het is dus van belang om te weten welke factoren van invloed zijn op voorbereidende rekenvaardigheid. In dit onderzoek wordt de volgende onderzoeksvraag onderzocht: ‘Is er een effect van objectexploratie en exploratie van de ruimte op de voorbereidende rekenvaardigheid ‘hoeveelheden vergelijken’ bij jongens en meisjes op 1- en 2,5-jarige leeftijd?’

Voorbereidende rekenvaardigheden bestaan uit negen vaardigheden: hoeveelheden vergelijken, classificeren, correspondentie, seriatie, tellen, algemeen begrip van nummers en het schatten van hoeveelheden (Van Luit, 2011). Kalchman, Moss en Case (2001) onderscheiden twee rekenvaardigheden welke het meest invloed hebben op latere rekenprestaties, tellen en het vergelijken van hoeveelheden. Volgens onderzoek van Okamoto and Case (1996) is het hoeveelheden vergelijken hierbij het meest van belang. Bij dit onderzoek lieten ze kinderen tot 5 tellen. Wanneer kinderen tot 5 konden tellen, maar niet wisten dat een 4 bijvoorbeeld groter is dan een 2, hadden deze kinderen een risico op latere rekenproblemen. Dit onderzoek is gedaan bij peuters. Peuters hebben nog geen volledig begrip van getallen (Sarnecka & Carey, 2008), maar kunnen wel aantallen vergelijken of schatten. Ze zijn zich op peuterleeftijd al bewust van hoeveelheden (Curtis, Okamoto, & Weckbacher, 2009). Ook volgens Curtis en collega's (2009)

heeft het vergelijken van hoeveelheden in de peutertijd invloed op de latere schoolprestaties. Het huidige onderzoek richt zich dan ook op de rekenvaardigheid ‘het vergelijken van hoeveelheden’.

Tevens richt het huidige onderzoek zich op exploratiegedrag van peuters.

Exploratiegedrag kan gedefinieerd worden als gedragingen die gericht zijn op het verkennen van de omgeving. Het kind wint hierbij informatie over deze omgeving, doordat het erop reageert en ontdekt welke mogelijkheden er ontstaan bij het benaderen van deze omgeving (Caruso, 1993). Aangezien het kind deze reacties onthoudt en hierdoor deze reacties daarna vaker plaats gaan vinden, ontstaan er verschillende patronen die de ontwikkeling van het kind verder bevorderen. Deze patronen worden geïnternaliseerd en kunnen hulp bieden bij cognitieve processen. Het ontdekken en ontwikkelen van deze patronen draagt dus bij aan de cognitieve ontwikkeling. Een voorbeeld is het spelen met speelgoed. Door ervaring met het bewegen van dit speelgoed, krijgt het kind een grotere kennis over dit speelgoed. Het kind ziet bijvoorbeeld dat wanneer de oppervlakten van blokjes het tegenovergestelde zijn, hij/zij deze blokjes op elkaar kan zetten. Deze kennis kan hij/zij weer toepassen bij cognitieve taken waarbij hij/zij ook met blokjes of met verschillende vormen te maken heeft. Zo kan de grotere kennis van objecten een positieve invloed hebben op de prestaties van kinderen in verschillende cognitieve taken (Caruso, 1993; Bourgeois, Khawar, Neal, & Lockman, 2005). Concluderend heeft exploratiegedrag dus invloed op de cognitieve ontwikkeling (Smith & Gasser, 2005; Caruso, 1993; Bourgeois et al., 2005; Gibson, 1988; Kaur, Srinivasan, & Bhat, 2015).

Dit exploratiegedrag wordt in dit onderzoek op 1-jarige en 2,5-jarige leeftijd onderzocht. In het eerste levensjaar zijn namelijk al exploratievaardigheden aanwezig (Rochat, 1987; Ruff, Saltarelli, Capozzoli, & Dubiner, 1992; Needham, 2000). Over het jaar daarna is minder bekend, terwijl kinderen dan juist meer gaan spelen met speelgoed (Howes & Steward, 1987). Dit maakt het interessant om het ook op 2,5-jarige leeftijd te onderzoeken. Hierbij kan exploratiegedrag onderverdeeld worden in object exploratie en exploratie van de ruimte. Onder object exploratie valt de diversiteit van handelingen die een kind met objecten uitvoert (Adolph, Eppler, Marin, Weise, & Wechsler, 2000; Caruso, 1993). De verschillende voortbewegingen die een kind maakt naar andere plekken in een omgeving valt onder exploratie van de ruimte (Pierce & Courchesne, 2001). Voor zowel object exploratie als exploratie van de ruimte geldt, dat er informatie wordt verkregen over het object of de omgeving (Caruso, 1993; Gibson, 1988; Adolph et al., 2000).

Deze informatie die verkregen wordt over het object bij object exploratie, blijkt een invloed te hebben op de voorbereidende rekenvaardigheid ‘het vergelijken van hoeveelheden’ (Gibson, 1988). Onderzoek naar het vergelijken van hoeveelheden laat namelijk zien dat kinderen al voor ze kunnen tellen, in staat zijn om kleine hoeveelheden objecten waar te nemen en te

vergelijken (Curtis et al., 2009; Dowker, 2008). Bij dit vergelijken van hoeveelheden richten kinderen zich op visueel-ruimtelijke kenmerken waarbij zij een beroep doen op de kennis die ze hebben over die kenmerken (Gibson, 1988). Bij het exploreren van objecten wordt deze informatie van objecten verkregen (Caruso, 1993). Deze informatie, zoals bijvoorbeeld een toren van vijf blokken die hoger is dan een toren van drie blokken, kan gegeneraliseerd worden naar abstracte hoeveelheden, zoals 5 losse stippen op een scherm en 3 losse stippen op een scherm. Deze exploratie van objecten is dus mogelijk gerelateerd aan het vergelijken van hoeveelheden. Een theorie van Mix, Huttenlocher en Levine (2002) sluit aan bij het idee dat object exploratie het ontwikkelen van de rekenvaardigheid vergroot. Volgens deze theorie zullen kinderen hoeveelheden beter kunnen overzien en/of schatten doordat kinderen bij object exploratie gevoelig zijn voor eigenschappen van objecten (Mix et al., 2002). Wanneer jonge kinderen exploreren met objecten leren ze namelijk een object van een ander object te onderscheiden doordat de objecten zich op een verschillende plek bevinden en los van elkaar zijn. Kinderen gebruiken deze aanwijzingen ook bij het oplossen van kwantitatieve taken (Mix et al., 2002; Uller, Carey, Huntley-Fenner, & Klatt, 1999). Concluderend kan er als hypothese gesteld worden dat object exploratie een positief effect heeft op het vergelijken van hoeveelheden.

In tegenstelling tot deze relatie van object exploratie en hoeveelheden vergelijken, is er weinig onderzoek gedaan naar de directe relatie van exploratie van de ruimte op hoeveelheden vergelijken. Vandaar dat het van belang is om deze relatie te onderzoeken. Wel is er een relatie gevonden tussen exploratie van de ruimte en het ruimtelijk inzicht, wat weer in relatie staat tot het vergelijken van hoeveelheden. Dit ruimtelijk inzicht wordt door het exploreren van de ruimte verkregen (Medyckyj-Scott & Blades, 1992; Zarfaty, Nunes, & Bryant, 2004). Doordat kinderen namelijk de ruimte exploreren, wordt het denken, het visualiseren en de interactie met de omgeving gestimuleerd. Deze stimulatie zorgt er weer voor dat het ruimtelijk denken wordt gestimuleerd en zo ontwikkelt het kind ruimtelijk inzicht (Medyckyj-Scott & Blades, 1992). Dit ruimtelijk inzicht heeft een positief effect op het vergelijken van hoeveelheden (Siegler & Booth, 2004). Wanneer kinderen getallen en hoeveelheden proberen te begrijpen en te vergelijken worden deze mentaal gerepresenteerd (Siegler & Booth, 2004; LeFevre et al., 2010). Bij deze mentale representaties is ruimtelijk inzicht vereist (Siegler & Booth, 2004). Een van deze representaties is bijvoorbeeld het ordenen van hoeveelheden van links naar rechts, met links de laagste hoeveelheid en rechts de hoogste hoeveelheid. Dit is vergelijkbaar met een getallenlijn (Laski & Siegler, 2007). Aangezien ruimtelijk inzicht dus een positief effect heeft op het vergelijken van hoeveelheden, en het exploreren van de ruimte een positief effect blijkt te hebben

op het ruimtelijk inzicht, wordt er als hypothese gesteld dat het exploreren van de ruimte een positief effect heeft op het vergelijken van hoeveelheden.

Tevens is er nog maar weinig onderzoek gedaan naar het verschil in sekse bij de directe relatie van exploratie en hoeveelheden vergelijken. Onderzoek hiernaar is van belang, aangezien interventies en methoden hier per sekse op in zouden kunnen spelen. Er zijn namelijk sekse verschillen gevonden in exploratiegedrag. Meisjes exploreren op 2-jarige leeftijd meer door te kijken. Jongens daarentegen besteden meer tijd aan het aanraken van objecten en door te gaan bewegen in de ruimte (Mayes, Carter, & Stubbe, 1993). Tevens krijgen meisjes wanneer ze het object na het visualiseren aanraken, de neiging om zo snel mogelijk weer naar een nieuw speeltje te gaan. Jongens daarentegen proberen het object eerst te manipuleren en gaan actiever met het object om (Mayes et al., 1993). Volgens James, Humphrey en Goodale (2001) tonen kinderen die op een actieve manier exploreren, zoals het draaien van objecten, een snellere visuele herkenning van deze objecten. Tevens heeft de visuele herkenning van een kind invloed op het cognitief functioneren (Rose & Wallace, 1985). Dit duidt er op dat het effect van exploratie op het cognitief functioneren bij jongens sterker is dan bij meisjes. Tevens wordt er, zowel voor jongens als voor meisjes, een positief effect van exploratie op hoeveelheden vergelijken verwacht. Er kan dus als hypothese gesteld worden dat er een sterker positief verband bij jongens wordt verwacht tussen exploratie en het vergelijken van hoeveelheden, dan bij meisjes.

## **Methode**

### **Participanten**

De onderzoeksgroep van het eerste meetmoment bestond uit 56 kinderen met een gemiddelde leeftijd van 10,80 (SD = 0.49) maanden oud. Hiervan bevinden 49 kinderen zich in de onderzoeksgroep van het tweede meetmoment met een gemiddelde leeftijd van 2 jaar en 6,67 maanden (SD = 0.63). In meetmoment 1 was 57% meisje en 43% jongen en in meetmoment 2 was 56% meisje en 44% jongen. Van de totale steekproef heeft 61% een gemiddeld jaarlijks inkomen van meer dan 50000, 14% van 35000-50000 en 11% van 25000-35000. Verder heeft 2% een gemiddeld jaarlijks inkomen van 15000-25000 en 2% van minder dan 15000.

### **Procedure**

De kinderen zijn geworven via oproepen op opvoedfora. Ook zijn er brieven gestuurd naar alle ouders in de gemeente Utrecht met kinderen in de juiste leeftijd. De instrumenten die voor dit onderzoek zijn gebruikt zijn onderdeel van een longitudinaal onderzoeksproject 'De relatie tussen getal en ruimte in de baby- en peupertijd'. Dit onderzoek bestaat uit een testbatterij met verschillende taken. De kinderen van 11 maanden oud hebben voor het dit onderzoek vier verschillende taken uitgevoerd. Twee daarvan zijn gebruikt voor deze thesis, de taken 'exploratie

duplo+stapelbakjes' en 'exploratie ruimte'. De kinderen van 2,5 jaar hebben meerdere taken uitgevoerd. Van de tien taken zijn er drie taken gebruikt voor deze thesis. Deze taken zijn 'exploratie duplo+stapelbakjes', 'exploratie ruimte' en 'comparison'.

### **Meetinstrumenten**

De volgende meetinstrumenten zijn ontwikkeld voor het voorgaand besproken longitudinale onderzoeksproject. Hierbij is er dus (nog) geen informatie bekend over de betrouwbaarheid en validiteit. Wel zijn deze meetinstrumenten op eerder onderzoek gebaseerd. De taken uit dit eerdere onderzoek zijn echter niet exact hetzelfde als de taken van deze meetinstrumenten.

**Exploratie duplo+stapelbakjes.** Dit meetinstrument wordt gebruikt om object exploratie bij kinderen te meten. Hierbij mogen kinderen met duplo en stapelbakjes spelen. Dit doen ze acht minuten lang zonder instructie. De handelingen die het kind doet worden in vier minuten van de video-opname gecodeerd, startend op het moment dat het kind begint met spelen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen handelingen met één object, meerdere objecten los van elkaar en meerdere objecten gecombineerd. De categorieën zijn: één blokje, meerdere blokjes los, meerdere blokjes combinatie, één bakje, meerdere bakjes los, meerdere bakjes combinatie, blokjes en bakjes los en blokjes en bakjes combinatie. De uitkomstmaat is het aantal verschillende handelingen die het kind gemiddeld per categorie doet. Dit meetinstrument is gebaseerd op onderzoek van Oudgenoeg-Paz (2014).

**Exploratie ruimte.** Dit meetinstrument wordt gebruikt om exploratie van de ruimte bij kinderen te meten. Exploratie ruimte is een speltaak waarbij kinderen zonder instructie de testruimte exploreren. Deze taak duurt minimaal vijf en maximaal acht minuten. Hiervan worden 4 minuten gecodeerd vanaf dat het kind in de onderzoeksruimte is. Om exploratie uit te lokken bij het kind ligt er in de ruimte op vijf verschillende plaatsen speelgoed op de grond. De uitkomstmaat is het aantal gevonden speelgoedplekken, welke kan variëren van 0 tot 5. Dit meetinstrument is gebaseerd op onderzoek van Pierce en Courchesne (2001).

**Comparison.** Dit meetinstrument wordt gebruikt om het vergelijken van hoeveelheden te meten. Bij deze test komen steeds twee hoeveelheden met maximaal 16 stippen in beeld. Het kind moet dan een keuze maken en aanwijzen welke hoeveelheid meer is. Hierbij zijn er in totaal 26 items. De uitkomstmaat is het aantal correcte antwoorden. Dit meetinstrument is gebaseerd op onderzoek van Friso-van den Bos, Kroesbergen en Van Luit (2014).



## **Data analyse**

Voorafgaand aan het toetsen van de opgestelde hypothesen wordt er gecontroleerd voor de voorwaarden normaliteit, homoscedasticiteit, lineariteit en multicollineariteit. Aan bijna alle voorwaarden wordt voldaan. Enkele VIF-scores in het tweede model, waarbij het interactie-effect wordt meegenomen, bleken namelijk hoger dan het criterium van 2 te zijn (hoogste score is 5.1). Er moet dus rekening gehouden worden met mogelijke multicollineariteit tussen deze variabelen. Ter voorkoming van eventuele samenhang tussen de variabelen zijn voor de regressie-analyses de onafhankelijke variabelen object exploratie op 1-jarige leeftijd, object exploratie op 2,5-jarige leeftijd, exploratie van de ruimte op 1-jarige leeftijd en exploratie van de ruimte op 2,5-jarige leeftijd gecentreerd. Doordat er, door de kleine steekproef, mogelijk problemen met de power kunnen zijn, is er voor gekozen om voor ieder van deze onafhankelijke variabele een aparte meervoudige regressie analyse uit te voeren. Er worden dus vier meervoudige lineaire regressie analyses uitgevoerd, met als afhankelijke variabele hoeveelheden vergelijken. Daarnaast wordt er gekeken of sekse een moderator is in dit effect. Dit moderatie-effect van sekse wordt gemeten door het interactie-effect van sekse en de onafhankelijke variabele toe te voegen aan de meervoudige regressie analyse. Bij alle analyses geldt een alfa van .05. Naast het analyseren van de significante resultaten zullen ook de effectgroottes geanalyseerd worden. Deze analyse gebeurt aan de hand van de criteria van Cohen (Cohen, 1988). Hierbij is een effectgrootte van .10 een klein effect, .30 een medium effect en .50 een groot effect.

## **Resultaten**

### **Beschrijvende statistiek**

In tabel 1 zijn de beschrijvende statistieken van de variabelen weergegeven. Er zijn geen significante sekse verschillen gevonden per variabele. Echter blijkt er, wanneer we kijken naar de effectgroottes, wel een klein verschil te zijn tussen jongens en meisjes bij object exploratie op 2,5-jarige leeftijd en exploratie van de ruimte op 1-jarige leeftijd. Meisjes exploreren hierbij meer dan jongens.

Tabel 1

*Beschrijvende Statistieken Exploratie en Hoeveelheden Vergelijken*

Variabelen	Totaal		Jongens		Meisjes		Verschil jongens en meisjes		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t (df)</i>	<i>p</i>	Cohen's <i>d</i>
Object exploratie 1 jaar	3.16	1.14	3.12	1.16	3.18	1.15	-0.13 (43)	.89	-.04
Object exploratie 2,5 jaar	3.98	1.01	3.70	1.08	4.17	0.93	-1.56 (43)	.13	-.48
Exploratie van de ruimte 1 jaar	2.56	1.21	2.36	1.15	2.68	1.25	-0.78 (34)	.44	-.27
Exploratie van de ruimte 2,5 jaar	4.05	1.28	4.11	1.18	4.00	1.36	0.28 (42)	.78	.09
Hoeveelheden vergelijken 2,5 jaar	14.18	3.36	14.29	3.34	14.12	3.43	0.15 (38)	.88	.04

**Correlaties**

Voor de grootte en de richting van de lineaire relatie tussen de onafhankelijke variabelen, is de Pearson's correlatie coëfficiënt ( $r$ ) berekend. Ook is er een Pearson's correlatie coëfficiënt ( $r$ ) berekend tussen tussen de onafhankelijke en afhankelijke variabelen (zie Tabel 2).

Uit de Pearson correlatie analyse blijkt dat de verbanden tussen de onafhankelijke en afhankelijke variabelen niet significant zijn. Er zijn wel enkele kleine effecten gevonden welke mogelijk relevant kunnen zijn. Object exploratie op 1-jarige leeftijd en exploratie van de ruimte op 1-jarige leeftijd laten namelijk een kleine correlatie zien met hoeveelheden vergelijken. Daarnaast zijn er geen significante verbanden tussen de onafhankelijke variabelen onderling, met een klein effect tussen exploratie van de ruimte op 2,5-jarige leeftijd en object exploratie op 2,5-jarige leeftijd.

Tabel 2

*Correlaties Exploratie en Hoeveelheden Vergelijken*

Variabelen	1	2	3	4	5
1. Object exploratie 1 jaar	-				
2. Object exploratie 2,5 jaar	-.05	-			
3. Exploratie van de ruimte 1 jaar	-.10	-.12	-		
4. Exploratie van de ruimte 2,5 jaar	-.17	.25	-.18	-	
5. Hoeveelheden vergelijken	-.22	-.10	.27	.05	-

**Het effect van object exploratie op 1-jarige leeftijd op hoeveelheden vergelijken op 2,5-jarige leeftijd, met sekse als moderator.**

Uit de meervoudige regressie analyse (zie Tabel 3) blijkt dat object exploratie op 1-jarige leeftijd geen significant effect heeft op hoeveelheden vergelijken op 2,5-jarige leeftijd. Ook sekse blijkt hierop geen significant effect te hebben. Gezamenlijk verklaren ze 5% van de variantie ( $R^2 = .05$ ,  $F(2, 36) = 0.89$ ,  $p = .42$ ). Dit duidt op een klein effect.

Tevens blijkt het interactie-effect uit model 2 ( $R^2 = .10$ ,  $F(3, 36) = 1.25$ ,  $p = .31$ ) geen significant effect te hebben op hoeveelheden vergelijken (zie Tabel 3). Wel stijgt de verklaarde variantie van model 2 met 5% ten opzichte van model 1 ( $R^2$  Change = .05,  $F(1, 33) = 1.92$ ,  $p = .18$ ). Uit de vervolganalyse blijken geen significante effecten voor zowel meisjes als jongens van object exploratie op 1-jarige leeftijd op hoeveelheden vergelijken op 2,5-jarige leeftijd. Wel is er een medium effect gevonden bij meisjes op 1-jarige leeftijd aangezien hierbij object exploratie 14% van de variantie verklaart ( $R^2 = .14$ ,  $F(1, 23) = 3.60$ ,  $p = .07$ ). Bij jongens is dit maar 1% ( $R^2 = .01$ ,  $F(1, 12) = 0.15$ ,  $p = .70$ ), wat duidt op geen effect. Het effect van object exploratie op 1-jarige leeftijd op hoeveelheden vergelijken op 2,5-jarige leeftijd, lijkt bij meisjes dus enigszins sterker dan bij jongens.

Tabel 3

*Meervoudige Regressie Analyse Object Exploratie op 1-jarige leeftijd en Hoeveelheden Vergelijken, met Sekse als moderatie-effect (N=37).*

Model	Variabele	B	SE B	95% BI	B	p
1	Object exploratie 1 jaar	-0.71	0.54	[-1.82, 0.39]	-.22	.20
	Sekse	-0.08	1.19	[-2.51, 2.34]	-.01	.95
2	Object exploratie 1 jaar	0.38	0.95	[-1.56, 2.32]	.12	.69
	Sekse	-0.24	1.18	[-2.64, 2.17]	-.03	.84
	Sekse*Objectexploratie 1 jaar	-1.60	1.15	[-3.94, 0.75]	-.41	.18

*Noot.* BI = betrouwbaarheidsinterval.

### **Het effect van object exploratie op 2,5-jarige leeftijd op hoeveelheden vergelijken op 2,5-jarige leeftijd, met sekse als moderator.**

Uit de meervoudige regressie analyse (zie Tabel 4) blijkt dat object exploratie op 2,5-jarige leeftijd geen significant effect heeft op hoeveelheden vergelijken. Tevens blijkt het effect van sekse op hoeveelheden vergelijken niet significant te zijn. Gezamenlijk verklaren ze 1% van de variantie ( $R^2 = .01$ ,  $F(2, 36) = 0.15$ ,  $p = .86$ ). Dit duidt op een klein effect.

In model 2 (zie Tabel 4) is het interactie-effect van sekse toegevoegd. Uit de resultaten blijkt dat er op 2,5-jarige leeftijd geen significant interactie-effect van sekse en object exploratie op hoeveelheden vergelijken is. Dit houdt in dat er geen moderatie-effect van sekse aanwezig is bij het effect van object exploratie op 2,5-jarige leeftijd op hoeveelheden vergelijken. De verklaarde variantie van model 2 ( $R^2 = .02$ ,  $F(3, 36) = 0.17$ ,  $p = .92$ ) stijgt dan ook maar met 1% ten opzichte van model 1.

Tabel 4

*Meervoudige Regressie Analyse Object Exploratie op 2,5-jarige leeftijd en Hoeveelheden Vergelijken, met Sekse als moderatie-effect (N=38).*

model	Variabele	B	SE B	95% BI	$\beta$	p
1	Object exploratie 2,5 jaar	-0.28	0.56	[-1.41, 0.85]	-.09	.62
	Sekse	-0.16	1.26	[-2.72, 2.41]	-.02	.90
2	Object exploratie 2,5 jaar	-0.55	0.84	[-2.26, 1.15]	-.66	.51
	Sekse	-0.11	1.28	[-2.72, 2.51]	-.08	.94
	Sekse*Objectexploratie 2,5 jaar	0.50	1.13	[-1.80, 2.80]	.44	.66

*Noot.* BI = betrouwbaarheidsinterval.

### **Het effect van exploratie van de ruimte op 1-jarige leeftijd op hoeveelheden vergelijken op 2,5-jarige leeftijd, met sekse als moderator.**

Uit de meervoudige regressieanalyse (zie Tabel 5) blijkt het effect van exploratie van de ruimte op 1-jarige leeftijd op hoeveelheden vergelijken niet significant te zijn. Ook sekse heeft geen significant effect op hoeveelheden vergelijken. Wel verklaren ze gezamenlijk 13% van de variantie ( $R^2 = .13$ ,  $F(2, 31) = 2.16$ ,  $p = .13$ ). Er blijkt dus toch een medium effect te zijn van exploratie van de ruimte op 1-jarige leeftijd op hoeveelheden vergelijken op 2,5-jarige leeftijd.

In model 2 (zie Tabel 5) is het interactie-effect van sekse en exploratie van de ruimte op 1-jarige leeftijd toegevoegd. Uit de resultaten blijkt dit interactie-effect in model 2 ( $R^2 = .18$ ,  $F(3, 31) = 2.04$ ,  $p = .13$ ) niet significant te zijn. Wel stijgt de verklaarde variantie van model 2 met 5% ten opzichte van model 1 ( $R^2$  Change = .05,  $F(1, 28) = 1.70$ ,  $p = .20$ ). Uit de vervolganalyse blijkt bij meisjes een significant effect aanwezig te zijn van exploratie van de ruimte op 1-jarige leeftijd op hoeveelheden vergelijken op 2,5-jarige leeftijd. Hierbij verklaart de onafhankelijke variabele 22% van de variantie ( $R^2 = .22$ ,  $F(1, 21) = 5,63$ ,  $p = .03$ ). Bij jongens is dit 0% ( $R^2 < .01$ ,  $F(1, 9) = 0.15$ ,  $p = .86$ ), wat duidt op geen significant effect. Het effect van exploratie van de ruimte op 1-jarige leeftijd op hoeveelheden vergelijken op 2,5-jarige leeftijd is bij meisjes dus enigszins sterker dan bij jongens.

Tabel 5

*Meervoudige Regressie Analyse Exploratie van de Ruimte op 1-jarige leeftijd en Hoeveelheden Vergelijken, met Sekse als moderatie-effect (N=33).*

model	Variabele	<i>B</i>	<i>SE B</i>	95% <i>BI</i>	$\beta$	<i>p</i>
1	Exploratie van de Ruimte 1 jaar	0.93	0.51	[-0.11, 1.96]	.33	.08
	Sekse	-1.79	1.31	[-4.56, 0.89]	-.24	.18
2	Exploratie van de ruimte 1 jaar	-0.20	1.00	[-2.25, 1.84]	-.07	.84
	Sekse	-1.40	1.32	[-4.11, 1.31]	-.19	.30
	Sekse*Objectexploratie 1 jaar	1.50	1.15	[-0.86, 3.87]	.45	.20

*Noot.* BI = betrouwbaarheidsinterval.

### **Het effect van exploratie van de ruimte op 2,5-jarige leeftijd op hoeveelheden vergelijken op 2,5-jarige leeftijd, met sekse als moderator.**

Uit de meervoudige regressie analyse (zie Tabel 6) blijkt dat exploratie van de ruimte op 2,5-jarige leeftijd geen significant effect heeft op hoeveelheden vergelijken. Daarbij blijkt ook sekse geen significant effect te hebben op hoeveelheden vergelijken. Gezamenlijk verklaren ze 0% van de variantie ( $R^2 = .00$ ,  $F(2, 37) = 0.04$ ,  $p = .96$ ).

In model 2 (zie Tabel 6) is het interactie-effect van sekse en exploratie van de ruimte op 2,5-jarige leeftijd toegevoegd. Dit effect blijkt geen significant effect te hebben op hoeveelheden vergelijken, wat inhoudt in dat er geen moderatie-effect van sekse aanwezig is. De verklaarde variantie van model 2 ( $R^2 = .02$ ,  $F(3, 37) = 0.24$ ,  $p = .87$ ) stijgt ten opzichte van model 1 met 2%.

Tabel 6

*Meervoudige Regressie Analyse Exploratie van de Ruimte op 2,5-jarige leeftijd en Hoeveelheden Vergelijken, met Sekse als moderatie-effect (N=39).*

model	Variabele	<i>B</i>	<i>SE B</i>	<i>95% BI</i>	<i>B</i>	<i>p</i>
1	Exploratie van de Ruimte 2,5 jaar	0.13	0.48	[-0.84, 1.10]	.05	.79
	Sekse	-0.07	1.20	[-2.51, 2.37]	-.01	.95
2	Exploratie van de ruimte 2,5 jaar	0.91	1.08	[-1.28, 3.10]	.32	.41
	Sekse	0.09	1.22	[-2.40, 2.57]	.01	.94
	Sekse*Objectexploratie 2,5 jaar	-0.97	1.20	[-3.42, 1.48]	-.31	.43

*Noot.* BI = betrouwbaarheidsinterval.

### Conclusie en Discussie

Aangezien voorbereidende rekenvaardigheden belangrijk zijn voor het leren rekenen in de verdere basisschoolperiode, is het van belang om meer inzicht te verkrijgen over factoren die hiermee samen zouden kunnen hangen (Navarro et al., 2012). Het doel van dit onderzoek was om na te gaan of er een verband is tussen exploratie en de voorbereidende rekenvaardigheid 'hoeveelheden vergelijken'. Een ander doel van dit onderzoek was, om te kijken in hoeverre sekse een invloed heeft op dit verband.

Over het algemeen kan gesteld worden dat er geen tot medium effecten zijn gebleken van exploratie op hoeveelheden vergelijken. Een verklaring hiervan zou kunnen zijn dat de kinderen die onderzocht zijn, eventueel te jong zijn om een verschil aan te kunnen tonen in hun voorbereidende rekenvaardigheden. Volgens onderzoek ontwikkelen kinderen namelijk pas tussen hun 3e en 5e levensjaar voorbereidende rekenvaardigheden (Torbeyns et al., 2000). Dit verschilt echter met onderzoek van Curtis en collega's (2009), waarin wordt genoemd dat kinderen op peuterleeftijd al aantallen kunnen vergelijken en zich al bewust zijn van hoeveelheden (Curtis et al., 2009). Uit dit onderzoek blijkt dat de kinderen op 2,5 jarige leeftijd gemiddeld net iets boven de gokkans van 50% scoren (54%). Dit getuigt ervan dat ze de vaardigheid hoeveelheden vergelijken nog niet voldoende hebben ontwikkeld (Bijkerk, 2015) en komt overeen met het onderzoek van Torbeyns et al., (2000). Er wordt vanuit deze resultaten dan ook aanbevolen om vervolgonderzoek te doen bij oudere kinderen.

Ten eerste werd er verwacht dat object exploratie een positief effect heeft op hoeveelheden vergelijken. Uit onderzoek blijkt echter dat object exploratie maar een klein effect heeft op hoeveelheden vergelijken. Een mogelijke verklaring voor de discrepantie tussen de literatuur en deze resultaten, is dat object exploratie eventueel vooral een positief effect zou kunnen hebben op een andere cognitieve ontwikkeling dan de ontwikkeling van het vergelijken van hoeveelheden. Schuetze, Lewis en DiMartino (1999) hebben bijvoorbeeld aangetoond dat object exploratie een positief effect heeft op het probleemoplossend vermogen. Deze cognitieve vaardigheid staat niet gelijk aan wat er in dit onderzoek is onderzocht. Tevens zou het probleemoplossend vermogen een basis kunnen zijn voor een meer complexere rekenvaardigheid die kinderen pas later aanleren. Het probleemoplossend vermogen is bijvoorbeeld van belang bij rekenopdrachten waarbij oplossingsstrategieën toegepast moeten worden (Polya & Stewart, 1990; Van Steun, 2008), zoals het doorrekenen. Dit doorrekenen wordt toegepast bij grotere sommen welke in verschillende stapjes opgelost moeten worden (Van Steun, 2008). Dit is een vaardigheid die pas bij oudere kinderen wordt aangeleerd. Aangezien object exploratie een positief effect blijkt te hebben op dit probleemoplossend vermogen, wordt aanbevolen om hier vervolgonderzoek naar te doen.

Ten tweede werd er verwacht dat exploratie van de ruimte een positieve invloed heeft op hoeveelheden vergelijken. De resultaten van deze studie verschillen hierin per onderzoeksmoment. Op 1-jarige leeftijd werd er namelijk een medium-effect gevonden. Dit effect had dan ook een  $p$  van .08. Aangezien de kleine steekproef, zou het mogelijk zijn om een betrouwbaarheidsinterval van 90% te nemen, waarbij dit effect dan wel significant is. Dit zou overeenkomen met de verwachtingen van dit onderzoek over deze relatie. Hieruit kan geconcludeerd worden dat er uit dit onderzoek enkele aanwijzingen blijken die duiden op een effect van exploratie van de ruimte op voorbereidende rekenvaardigheden. Echter spreken de onderzoeksbevindingen van kinderen op 2,5-jarige leeftijd dit tegen. Exploratie van de ruimte op 2,5-jarige leeftijd heeft namelijk volgens de resultaten geen effect op hoeveelheden vergelijken. Een verklaring van dit verschil zou kunnen zijn dat kinderen op 1-jarige leeftijd grotere verschillen laten zien bij de taak van exploratie van de ruimte dan kinderen op 2,5-jarige leeftijd, omdat de meeste kinderen op 2,5-jarige leeftijd (bijna) alle speelgoed plekken zien. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dan ook dat de meeste jongens en meisjes op 2,5-jarige leeftijd hoger scoren dan op 1-jarige leeftijd en gemiddeld bijna alle onderzoeksplekken hebben gezien. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de taak van het exploreren van de ruimte eventueel te makkelijk is geweest voor kinderen op 2,5-jarige leeftijd en dat er dus op 1-jarige leeftijd wel een medium effect van exploratie van de ruimte op hoeveelheden vergelijken blijkt te zijn. Aangezien



de effecten bij object exploratie maar kleine effecten zijn, heeft het exploreren van de ruimte dus eventueel een groter effect op de voorbereidende rekenvaardigheden dan het exploreren van objecten.

Tenslotte werd er ook een moderatie effect van sekse bij de relatie van exploratie en hoeveelheden vergelijken verwacht. Uit de resultaten blijkt daarentegen bij deze relatie geen verschil te zijn tussen jongens en meisjes. Opvallend is dat wanneer het interactie-effect van sekse meegenomen wordt op 1-jarige leeftijd, de verklaarde variantie met 5% stijgt. Uit vervolgonderzoek blijkt dat het effect bij meisjes enigszins sterker is dan bij jongens. Dit is in tegenstelling met de literatuur, waaruit bleek dat het effect groter zou zijn bij jongens dan bij meisjes. Een verklaring voor deze tegenstrijdigheid is dat er bij dit vervolgonderzoek bijna twee keer zo veel meisjes dan jongens zijn geanalyseerd, dus hebben meisje al meer kans op een hogere effect-grootte. Een andere verklaring voor deze tegenstrijdige onderzoeksresultaten zou kunnen zijn dat er geen moderatie-effect van sekse aanwezig is bij de relatie tussen exploratie en hoeveelheden vergelijken. Er is namelijk nog geen onderzoek gedaan naar het moderatie-effect van sekse bij dit directe verband. Concluderend zijn er geen sterke indicaties dat er bij het verband tussen exploratie en voorbereidende rekenvaardigheden rekening gehouden zou moeten worden met sekse.

Een limitatie van deze studie is de kleine steekproef. Wanneer er een grotere steekproef zou zijn, had dit onderzoek eventueel grotere effecten kunnen aantonen. Vandaar dat nogmaals verder onderzoek wordt aanbevolen, maar dan met een grotere steekproef. Tevens is een limitatie van deze studie dat de SES van de steekproef hoger dan gemiddeld is. Meer dan de helft van de ouders van de participanten verdienen meer dan 50000 euro per jaar en maar 4% heeft een jaarlijks inkomen van 25000 of minder per jaar. Dit zorgt voor een beperkte generaliseerbaarheid van de doelgroep. Ouders met hogere SES doen daarbij ook meer verschillende activiteiten met hun kinderen om de ontwikkeling van reken- en wiskundevaardigheden te stimuleren dan ouders met een lagere SES (Clements & Sarama, 2007; Griffin, Case, & Siegler, 2004; Siegler, 2009; Starkey, Klein & Wakeley, 2004).

Er kan geconcludeerd worden dat uit dit onderzoek blijkt dat er, door de kleine steekproef en de toch kleine en medium resultaten, enkele indicaties zijn dat exploratie invloed heeft op voorbereidende rekenvaardigheden. Toch moet dit met voorzichtigheid gesteld worden, aangezien er in het hele onderzoek geen enkel groot effect is gevonden. Dit komt niet overeen met de literatuur en de verwachtingen. Een verklaring hiervan is dat er eventueel geen effect is van exploratie op hoeveelheden vergelijken. Er is namelijk ook geen literatuur gevonden waarin het directe verband tussen exploratie en hoeveelheden vergelijken werd onderzocht. Daarentegen

zou exploratie van de ruimte mogelijk wel van invloed kunnen zijn op het vergelijken van hoeveelheden aangezien er toch op 1-jarige leeftijd een medium effect is gevonden. Kortom, vervolgonderzoek wordt aangeraden.

## Referenties

- Adolph, K. E., Eppler, M. A., Marin, L., Weise, I. B., & Wechsler, C. M. (2000). Exploration in the service of prospective control. *Infant Behavior and Development*, 23, 441-460. doi:10.1016/S0163-6383(01)00052-2
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M., & Nurmi, J. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96, 699-713. doi:10.1037/0022-0663.96.4.699
- Bijkerk, L. (2015). *Fase 5: Verwerken en analyseren*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum
- Bourgeois, K. S., Khawar A. W., Neal S. A., & Lockman J. J. (2005). Infant manual exploration of objects, surfaces, and their interrelations. *Infancy*, 8, 233–252. doi:10.1207/s15327078in0803\_3
- Caruso, D. A. (1993). Dimensions of quality in infants' exploratory behavior: Relationships to problemsolving ability. *Infant Behavior and Development*, 16, 441-454. doi:10.1016/0163-6383(93)80003-Q
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2007). Effects of a preschool mathematics curriculum: Summative research on the Building Blocks Project. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38, 136–163.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Curtis, R., Okamoto, Y., & Weckbacher, L. M. (2009). Preschoolers' use of count information to judge relative quantity. *Early Childhood Research Quarterly*, 24, 325-336. doi:10.1016/j.ecresq.2009.04.003
- De Hevia, M. D., & Spelke, E. S. (2010). Number-space mapping in human infants. *Psychological Science*, 21, 653-660. doi:10.1177/0956797610366091
- Dowker, A. (2008). Individual differences in numerical abilities in preschoolers. *Developmental Science*, 11, 650-654. doi:10.1111/j.1467-7687.2008.00713.x
- Friso-van den Bos, I., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2014). Number sense in kindergarten children: Factor structure and working memory predictors.

- Learning and Individual Differences*, 33, 23-29. doi:10.1016/j.lindif.2014.05.003
- Gibson, E. J. (1988). Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. *Annual Review of Psychology*, 39, 1-41.  
doi:10.1146/annurev.ps.39.020188.000245
- 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 Social Policy Report*, 22, 1-23. doi:10.1007/s13394-015-0152-0
- Griffin, S. A., Case, R., & Siegler, R. S. (1994). *Rightstart: Providing the central conceptual prerequisites for first formal learning of arithmetic to students at risk for school failure*. Cambridge: MIT Press
- Howes, C., & Stewart, P. (1987). Child's play with adults, toys, and peers: An examination of family and child-care influences. *Developmental Psychology*, 23, 423-430.  
doi:10.1037/0012-1649.23.3.423
- James, K. H., Humphrey, G. K., & Goodale, M. A. (2001). Manipulating and recognizing virtual objects: Where the action is. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 55, 111-120. doi:10.1037/h0087358
- Kalchman, M., Moss, J., & Case, R. (2001). *Psychological models for the development of mathematical understanding: Rational numbers and function*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Kaur, M., Srinivasan, S. M., & Bhat A. B. (2015). Atypical object exploration in infants at-risk for autism during the first year of life. *Front Psychology*, 6, 798. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00798
- Laski, E. V., & Siegler, R. S. (2007). Is 27 a big number? Correlational and causal connections among numerical categorization, number line estimation, and numerical magnitude comparison. *Child Development*, 78, 1723-1743. doi: 10.1111/j.1467-8624.2007.01087.x
- LeFevre, J. A., Fast, L., Skwarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development*, 81, 1753-1767. doi:10.1111/j.14678624.2010.01508.x
- Mayes, L. C., Carter, A. S., & Stubbe, D. (1993). Individual differences in exploratory

- behavior in the second year of life. *Infant Behavior and Development*, 16, 269-284.  
doi: 10.1207/S15327647JCD010201
- Medyckyj-Scott, D., & Blades, M. (1992). Human spatial cognition: Its relevance to the design and use of spatial information systems. *Geoforum*, 23, 215-226.  
doi:10.1016/0016-7185(92)90018-Y
- Mix, K. S., Huttenlocher, J., & Levine, S. C. (2002). Multiple cues for quantification in infancy: Is number one of them? *Psychological Bulletin*, 128, 278-294.  
doi:10.1037//0033-2909.128.2.278
- Navarro, J. I., Aguilar, M., Marchena, E., Ruiz, G., Menacho, I., & Van Luit, J. E. H. (2012). Longitudinal study of low and high achievers in early mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 82, 28-41. doi:10.1111/j.2044-8279.2011.02043.x
- Needham, A. (2000). Improvements in object exploration skills may facilitate the development of object segregation in early infancy. *Journal of Cognition and Development*, 1, 131-156. doi:10.1207/S15327647
- Okamoto, Y., & Case, R. (1996). Exploring the microstructure of children's central conceptual structures in the domain of number. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 61, 27-59.
- Oudgenoeg-Paz, O. (2014). *Walk this way, talk this way* (dissertation). Utrecht: Universiteit Utrecht
- Pierce, K., & Courchesne, E. (2001). Evidence for a cerebellar role in reduced exploration and stereotyped behavior in autism. *Society of Biological Psychiatry*, 49, 655-664.  
doi:10.1016/S0006-3223(00)01008-8
- Polya, G., & Stewart, I. (1990). *How to Solve It: The classic introduction to mathematical problem-solving*. Londen: Penguin Books.
- Rochat, P. (1987). Mouthing and grasping in neo-nates: Evidence for the early detection of what hard or soft substances afford for action. *Infant Behavioral Development*, 10, 435-449. doi:10.1016/0163-6383(87)90041-5
- Rose, S. A., & Wallace, I. F. (1985). Visual recognition memory: A predictor of later

cognitive functioning in preterms. *Child Development*, 56, 843-852.

doi:10.2307/1130096

Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2006).

*Rekenproblemen en dyscalculie: Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling.*

Rotterdam: Lemniscaat.

Ruff, H. A., Saltarelli, L. M., Capozzoli, M., & Dubiner, K. (1992). The differentiation of activity in infants' exploration of object. *Developmental Psychology*, 28, 851-861.

doi:10.1037//0012-1649.20.1.9

Sarnecka, B. W., & Carey, S. (2008) How counting represents number: What children must learn and when they learn it. *Cognition*, 108, 662-674.

doi:10.1016/j.cognition.2008.05.007

Schuetze, P., Lewis, A., & DiMartino, D. (1999). Relation between time spent in daycare and exploratory behaviors in 9-month-old infants. *Infant Behavior and Development*, 22,

267-276. doi: 10.1016/S0163-6383(99)00006-5

Siegler, R. S. (2009). Improving the numerical understanding of children from lowincome families. *Child Development Perspectives*, 3, 118-124. doi:10.1111/j.1750-

8606.2009.00090.x

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

Smith, L., & Gasser, M. (2005). The development of embodied cognition: Six lessons from babies. *Artificial life*, 11, 13-29. doi:10.1162/1064546053278973

Starkey, P., Klein, A., & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood*

*Research Quarterly*, 19, 99-120. doi:10.1016/j.ecresq.2004.01.002

Torbeyns, J., Van den Noortgate, W., Ghesquière, P., Verschaffel, L., Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (2010). Development of early numeracy in 5- to 7-year-old

children: A comparison between Flanders and The Netherlands. *Educational*

*Research and Evaluation*, 8, 249-275. doi:10.1076/edre.8.3.249.3855

- Torbeyns, J., Van de Rijt, B. A. M., Van den Noortgate, W., Van Luit, J. E. H., Ghesquière, P., & Verschaffel, L. (2000). Ontwikkeling van voorbereidende rekenvaardigheid bij Vlaamse kinderen van vijf tot zeven jaar oud, in vergelijking met hun Nederlandse leeftijdsgenoten. *Tijdschrift voor Orthopedagogiek*, *39*, 118-131.
- Uller, C., Huntley-Fenner, G., Carey, S., & Klatt, L. (1999). What representations might underlie infant numerical knowledge? *Cognitive Development*, *14*, 1-36. doi: 10.1016/S0885-2014(99)80016-1
- Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (1998). Effectiveness of the additional early mathematics program for teaching children early mathematics. *Instructional Science*, *26*, 337-358. doi:10.1023/A:1003180411209
- Van Luit, J. E. H. (2011). Difficulties with preparatory skills in kindergartners. *Development and Education*, *58*, 89-95. doi:10.1080/1034912X.2011.547355
- Van Steun, A. (2008). Denken over wiskunde leren en onderwijzen. In *Handboek vakdidactiek, katern 0*. Geraadpleegd via <http://www.fi.uu.nl>
- Zarfaty, Y., Nunes, T., & Bryant, P. (2004). The performance of young children in spatial and temporal number tasks. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *9*, 315-326. doi:10.1093/deafed/enh034