

Het Verband tussen Objectexploratie en Voorbereidende Rekenvaardigheden bij Peuters

Masterthesis

Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Elisabeth M. van Benthem

studentnummer: 3956091

Begeleidster: Jaccoline E. van 't Noordende, MSc

2^e Beoordelaar: dr. Willemijn D. Schot

Datum: 9 juni 2015

Voorwoord

Beste lezer,

Na een jaar van onderzoeken, testen en coderen presenteer ik u hierbij mijn masterthesis, getiteld: *Het verband tussen objectexploratie en voorbereidende rekenvaardigheden bij peuters*.

Vanwege een achtergrond in het onderwijs ging mijn belangstelling uit naar de voorbereidende rekenvaardigheden van peuters. In eerste instantie ging er tijdens het uitwerken van de resultaten een lichte teleurstelling door mij heen toen bleek dat niet alle hypothesen konden worden bevestigd. Bij nader inzien bleken de gegevens juist zeer interessante informatie op te leveren. Zo bleken diverse verbanden niet significant, maar zijn wel effecten gevonden.

Een grote meerwaarde van dit onderzoeksproces was dat ik niet alleen heb gewerkt met ‘gegevens’, maar zelf een actieve rol had in het onderzoeksproces door video-opnames te coderen en testen af te nemen. Hierdoor krijg je een breed beeld van het onderzoek en het verhoogt naar mijn mening de betrokkenheid.

In dit voorwoord wil ik mijn begeleidster, Jaccoline van 't Noordende, bedanken voor alle feedback en nuttige adviezen. Hierbij wens ik haar veel succes met het afronden van haar doctoraal onderzoek. Ook wil ik alle kinderen en ouders bedanken die aan het onderzoek hebben meegewerkt. Tot slot is een dankwoord voor de ‘Meppelse meiden’ hier op zijn plaats die tijdens een weekend aan zee met veel geduld hebben gewacht totdat het laatste woord van deze masterthesis op papier stond.

Lisette van Benthem

juni 2015

Abstract

Aim: The aim of this study was to examine the relationship between exploration of objects and early math skills. Additionally the aim was to describe the development of exploration of objects in the second and third year of life. **Method:** 43 toddlers participated in this study. They have been tested at age 1.25 ($SD = 0.02$) and 2.56 ($SD = 0.05$). To measure the exploration of objects, the amount and diversity of exploratory behavior has been examined. Counting and comparison has been used as early math skills. A repeated measures MANOVA has been used to examine the development of objectexploration. Multiple regression analyses were performed to analyze the relationship between exploration of objects and early math skills. **Results:** Children of age 2.5 explore more (divers) with objects combined and less with single objects, compared to when they were 1 year. It also appears that the more children explore with one object at age 1, the better they count at age 2.5. Moreover, several small to medium effects of object exploration on early math skills have been found. However, these effects weren't significant. **Discussion:** There are indications that there is a relationship between exploration of objects and early math skills. More research is needed to explore this relationship further.

Keywords: exploration of objects, counting, comparison, toddlers

Samenvatting

Doel: Het doel van dit onderzoek was nagaan of er een verband is tussen objectexploratie en voorbereidende rekenvaardigheden bij peuters. Daarnaast is onderzocht hoe objectexploratie zich ontwikkelt in het tweede en derde levensjaar. **Methode:** Aan dit onderzoek hebben 43 kinderen meegedaan. Zij zijn getest op de leeftijd van 1.25 jaar ($SD = 0.02$) en 2.56 jaar ($SD = 0.05$). Bij objectexploratie is gekeken naar de hoeveelheid en diversiteit exploratie. Bij voorbereidende rekenvaardigheden is gekeken naar tellen en hoeveelheden vergelijken. Door middel van een MANOVA voor herhaalde metingen is de ontwikkeling van objectexploratie onderzocht. Het verband tussen objectexploratie en voorbereidende rekenvaardigheden is onderzocht door middel van meervoudige regressieanalyses. **Resultaten:** Kinderen van 2.5 jaar laten, in vergelijking met toen ze 1 jaar waren, meer (verschillende) handelingen zien met gecombineerde objecten en minder (verschillende) handelingen met losse objecten. Daarnaast blijkt dat hoe meer kinderen op 1-jarige leeftijd met één object exploreren, hoe beter zij kunnen tellen als ze 2.5 jaar zijn. Ook zijn verschillende kleine tot medium effecten van objectexploratie op voorbereidende rekenvaardigheden gevonden. Deze effecten bleken echter niet significant. **Discussie:** Er zijn aanwijzingen gevonden dat objectexploratie van invloed is op voorbereidende rekenvaardigheden. Verder onderzoek is nodig om het verband nader te onderzoeken.

Trefwoorden: objectexploratie, tellen, hoeveelheden vergelijken, peuters

Het Verband tussen Objectexploratie en Voorbereidende Rekenvaardigheden bij Peuters

Eén van de meest significante voorspellers voor rekensucces zijn voorbereidende rekenvaardigheden (Anders et al., 2012; Aubrey, Dahl, & Godfrey, 2006), zoals hoeveelheden vergelijken en tellen (Navarro, 2012; Toll & Van Luit, 2013). Bij de verwerving van rekenvaardigheden spelen visueel-ruimtelijke vaardigheden een belangrijke rol (Assel, Laundry, Swank, Smith, & Steelman, 2003; Bull, Espy, & Wiebe, 2008; Geary, 1993). Door visueel-ruimtelijke vaardigheden kunnen kinderen numerieke informatie ruimtelijk weergeven en interpreteren (Geary, 1993). Jonge kinderen die beginnen met tellen gebruiken bijvoorbeeld hun vingers om te bepalen welke objecten geteld zijn (Assel et al., 2003) en kijken bij hoeveelheden vergelijken naar de totale ruimte die objecten innemen (Rousselle, Palmers, & Noël, 2004). Deze gerichtheid op visueel-ruimtelijke kenmerken van objecten start al vanaf ongeveer vier maanden (Gibson, 1988). Baby's exploreren hun omgeving door tastzin en door met hun ogen bewegingen te volgen, daardoor verwerven zij al enige kennis van de eigenschappen van verschillende objecten (Gibson, 1988). Mogelijk is deze vroege objectexploratie te relateren aan voorbereidende rekenvaardigheden.

Doel van huidig onderzoek is nagaan of er inderdaad een verband is tussen objectexploratie en voorbereidende rekenvaardigheden bij peuters. Daarnaast wordt onderzocht hoe objectexploratie zich ontwikkelt in het tweede en derde levensjaar. Het is belangrijk dat meer inzicht wordt verkregen in factoren die samenhangen met voorbereidende rekenvaardigheden, omdat onvoldoende ontwikkelde voorbereidende rekenvaardigheden zorgen voor blijvende rekenmoeilijkheden gedurende de gehele schoolloopbaan (Aubrey et al., 2006; Jordan, Kaplan, Ramineni, & Locuniak, 2009; Navarro et al., 2012).

Voorbereidende Rekenvaardigheden

Voordat kinderen starten met het rekenen in groep 3, is het van belang dat zij een aantal voorbereidende rekenvaardigheden beheersen (Toll & Van Luit, 2013). Over het algemeen ontwikkelen kinderen deze vaardigheden tussen de leeftijd van twee en zes jaar (Butterworth, 2005). Volgens Okamoto (2000, zoals geciteerd in Kalchman, Moss, & Case, 2001) zijn tellen en hoeveelheden vergelijken belangrijke voorbereidende rekenvaardigheden.

Leren tellen bestaat uit zes opeenvolgende fasen: 1. subiteren (kleine hoeveelheden herkennen), 2. akoestisch tellen, 3. synchroon tellen, 4. structurerend tellen, 5. resultaatief tellen en 6. resultaatief verkort tellen (Van Luit & Van de Rijt, 2009). In dit onderzoek wordt gekeken naar synchroon tellen: het gelijktijdig aanwijzen en benoemen van het telwoord (Van Luit & Van de Rijt, 2009). Hoewel synchroon tellen zich over het algemeen ontwikkelt vanaf vierjarige leeftijd (Ruijsenaars, Van Luit, & Van Lieshout, 2004), zijn driejarigen al in staat

te beoordelen of een pop juiste hoeveelheden telt (Briars & Siegler, 1984). Bovendien blijkt dat kinderen vanaf twee jaar de één-op-één correspondentie beheersen (Potter & Levy, 1968): het begrip dat een getal altijd dezelfde hoeveelheid aanduidt (Butterworth, 2005).

De andere rekenvaardigheid die wordt onderzocht is hoeveelheden vergelijken. In dit onderzoek wordt daarmee bedoeld dat kinderen van twee groepen stippen kunnen aangeven in welke groep meer stippen zijn (niet-symbolisch vergelijken). Volgens sommige onderzoekers hebben mensen een aangeboren vaardigheid voor het onderscheiden van hoeveelheden (Barth et al., 2006; Brannon, 2002; De Hevia & Spelke, 2010; Geary, 2000). Zo blijkt uit onderzoek van Xu & Spelke (2000) dat kinderen van zes maanden al in staat zijn om hoeveelheden stippen van elkaar te onderscheiden. Daarbij moet opgemerkt worden dat jonge kinderen bij het vergelijken van hoeveelheden mogelijk niet kijken naar *aantallen*, maar naar de *totale ruimte* die objecten innemen (Rouselle et al., 2004). Deze gerichtheid op visueel-ruimtelijke kenmerken van objecten is een vorm van exploratiegedrag (Gibson, 1988).

Objectexploratie

Objectexploratie is gedrag dat op de omgeving is gericht om informatie te verkrijgen over een object (Caruso, 1993). Het gaat om handelingen die met objecten kunnen worden uitgevoerd, zoals voelen, tikken en in de mond stoppen (Gibson, 1988). In het eerste levensjaar krijgen baby's door exploratiegedrag kennis over permanente kenmerken van de wereld, voorspellende reacties tussen gebeurtenissen en eigen capaciteiten voor handelen met objecten (Gibson, 1988).

Na het eerste levensjaar wordt objectexploratie gedifferentieerder (Bourgeois, Khawar, Neal, & Lockman, 2005), omdat baby's verschillende soorten exploratie steeds meer samenhangend kunnen gebruiken (Rochat, 1989) en het symbolisch voorstellingsvermogen groeit (Bourgeois et al., 2005). Door de groei van het symbolisch voorstellingsvermogen gaan kinderen objecten als onafhankelijk van zichzelf zien, waardoor ze hun handelingen met objecten kunnen baseren op de verschillende kenmerken en functies van objecten (Bourgeois et al., 2005). Zo blijkt dat wanneer gespeeld wordt met objecten van verschillende texturen baby's vooral met hun vingers over de objecten wrijven, terwijl als de objecten verschillende vormen hebben zij de objecten vooral in hun mond stoppen en overpakken van de ene in de andere hand (Ruff, 1984). Daarnaast maken kinderen tussen de 7 en 21 maanden steeds meer gebruik van mentale representaties in plaats van 'trial and error' gedrag (Belsky & Most, 1981). Ook werken kinderen vanaf 3 jaar in hun spel steeds meer met combinaties in plaats van afzonderlijke handelingen (Piaget, 1951).

Objectexploratie en Voorbereidende Rekenvaardigheden

Er is nog weinig onderzoek gedaan naar het verband tussen objectexploratie en voorbereidende rekenvaardigheden. Het vermoeden van een dergelijk verband is gebaseerd op de embodiment hypothese, welke er vanuit gaat dat cognitie ontstaat door interactie met de omgeving en sensomotorische activiteiten (Smith & Gasser, 2005). De embodiment hypothese sluit aan bij ideeën van Gibson (1988) en Piaget (1954). Volgens Gibson (1988) legt exploratiegedrag de basis voor kennis en begrip van causale relaties. Ook zijn volgens Piaget (1954) de handelingen die jonge kinderen met objecten uitvoeren van groot belang voor het construeren van kennis over de wereld.

Rekenen doet op een beroep op verschillende cognitieve vaardigheden, zoals waarnemen, analyseren en verbanden leggen (Desoete, Roeyers, & De Clercq, 2001). Hoewel er nog weinig onderzoek naar is gedaan, zijn in de literatuur aanwijzingen te vinden voor een verband tussen objectexploratie en voorbereidende rekenvaardigheden. Het blijkt bijvoorbeeld dat hoe meer kinderen op 6-jarige leeftijd construeren met blokken, hoe hogere rekencijfers zij halen op 8-jarige leeftijd (Assel et al., 2003). Wellicht komt dat doordat constructiespel mogelijkheden biedt voor classificeren, meten, ordenen en tellen (Hirsch, 1996). Daarnaast worden kinderen zich door constructiespel bewust van diepte, breedte, lengte, symmetrie, vorm en ruimte (Hirsch, 1996). Het gebruik kunnen maken van deze visueel-ruimtelijke kenmerken van objecten speelt een belangrijke rol bij de verwerving van rekenvaardigheden (Assel et al., 2003; Bull et al., 2008; Geary, 1993).

Op basis van bovenstaande wordt een verband tussen objectexploratie en voorbereide rekenvaardigheden verwacht. De onderzoeksvraag is: Is er een verband tussen objectexploratie (1 en 2.5 jaar) en voorbereidende rekenvaardigheden (2.5 jaar)? Aangezien nog weinig bekend is over objectexploratie na het eerste levensjaar wordt de volgende onderzoeksvraag eveneens beantwoord: Hoe ontwikkelt objectexploratie zich in het tweede en derde levensjaar? De verwachting is dat 2.5-jarige kinderen, ten opzichte van toen ze 1 jaar waren, in constructiespel minder handelingen met losse objecten en meer handelingen met gecombineerde objecten laten zien.

Methode

Participanten en Procedure

De onderzoeksgroep bestond uit 43 kinderen, 17 jongens (39.50%) en 26 meisjes (60.50%). De kinderen zijn op twee meetmomenten getest. Op meetmoment 1 was de gemiddelde leeftijd 1.25 jaar ($SD = 0.02$), op meetmoment 2 2.56 jaar ($SD = 0.05$). Vanwege de leesbaarheid wordt de leeftijd van meetmoment 1 in het onderzoek als '1 jaar' aangegeven.

De participanten zijn geworven via berichten op opvoedfora en brieven die gestuurd zijn naar alle ouders in de gemeente Utrecht met kinderen die geboren zijn tussen 1 februari en 1 mei 2012. Het overgrote deel (93.02%) van de kinderen komt uit de provincie Utrecht, heeft een Nederlandse etniciteit (93.02%) en hoogopgeleide ouders (86.10% van de vaders en 97.70% van de moeders).

Meetinstrumenten

Exploratietaak. Objectexploratie is gemeten met een speltaak waarbij het kind gedurende acht minuten vrij speelt met duplo (24 stuks) en stapelbakjes (10 stuks) in verschillende kleuren en formaten. De eerste vier minuten vanaf het moment dat het kind het speelgoed aanraakte zijn na afloop gecodeerd aan de hand van een video-opname. Het coderen is gedaan door studenten van de masteropleiding Orthopedagogiek die hiervoor eerst een training hebben gevolgd. De studenten mochten starten met coderen wanneer sprake was van minimaal 70.00% overeenstemming tussen codeurs en trainer. Hierdoor is voldoende betrouwbaarheid gewaarborgd.

Er is gekeken naar hoeveelheid en diversiteit van objectexploratie. Met hoeveelheid wordt het totaal aantal handelingen bedoeld, met diversiteit het totaal aantal verschillende handelingen. Daarnaast kunnen de handelingen worden verdeeld in drie categorieën: één object, meerdere objecten los en meerdere objecten combinatie. Zodoende is objectexploratie gemeten met zes variabelen. De exploratietaak is op beide meetmomenten afgenomen.

Teltaak. Bij de Teltaak werden vijf blokjes voor het kind geplaatst en werd aan het kind gevraagd deze blokjes te tellen. Het kind moest de blokjes aanwijzen en daarbij de telwoorden benoemen. Wanneer dit lukte werden telkens vijf blokjes bijgezet, wanneer dit niet lukte werd steeds een blokje weggehaald. Daarna werd weer gevraagd de blokjes te tellen. De score op de Teltaak bestaat uit het hoogst aantal getelde blokjes, met een maximumscore van 20. De teltaak is afgenomen op meetmoment 2.

Hoeveelheden vergelijken. Bij deze taak kregen de kinderen steeds twee hoeveelheden stippen op een computerscherm te zien en moesten ze aanwijzen aan welke kant meer stippen stonden. De score was het aantal keer goed aanwijzen, de hoogst haalbare score was 26. Deze taak is afgenomen op meetmoment 2.

Data-analyse

Bij verschillende variabelen was sprake van uitschieters. Aangezien deze geen relevante invloed hadden op de resultaten zijn deze niet uitgesloten van de onderzoeksgegevens. Aan de overige voorwaarden voor correlatie en regressie is voldaan,

hoewel de steekproef voor een betrouwbare regressie idealiter groter had moeten zijn. Bij alle analyses is tweezijdig getoetst met een α van .05 en .01.

Ontwikkeling objectexploratie. Met een MANOVA voor herhaalde metingen is gekeken of objectexploratie op 2.5-jarige leeftijd verschilt van objectexploratie op 1-jarige leeftijd. De toets is voor hoeveelheid objectexploratie en diversiteit objectexploratie apart uitgevoerd. Er was sprake van een 2 (tijd) x 3 (soorten exploratie) design. Aan de voorwaarden van de test is voldaan.

Verband exploratiegedrag en voorbereidende rekenvaardigheden. Met behulp van Pearsoncorrelaties (r) is onderzocht of er een verband is tussen objectexploratie en voorbereidende rekenvaardigheden. Richtlijnen voor het interpreteren van de correlaties zijn: $r = .10$ is een klein effect, $r = .30$ is een medium effect en $r = .50$ is een groot effect (Cohen, 1988).

Daarnaast is door acht meervoudige regressieanalyses onderzocht of exploratiegedrag op 1-, en 2.5-jarige leeftijd voorbereidende rekenvaardigheden op 2.5-jarige leeftijd kan voorspellen. De analyses zijn per leeftijdsgroep apart uitgevoerd. Vier regressies werden gedaan met tellen als afhankelijke variabele en vier met hoeveelheden vergelijken als afhankelijke variabele. De onafhankelijke variabelen zijn de exploratievariabelen, waarbij de analyses voor hoeveelheid objectexploratie (3 variabelen) en diversiteit objectexploratie (3 variabelen) apart zijn uitgevoerd. Om het effect van de regressie vast te stellen worden de criteria van Cohen (1988) gebruikt: $R^2 = .02$ is een klein effect, $R^2 = .13$ is een medium effect en $R^2 = .26$ is een groot effect. Om het effect van de individuele predictoren te bekijken wordt gekeken naar de proportie variantie in de afhankelijke variabele die wordt verklaard door de individuele predictor (s^2). Richtlijn voor het interpreteren van de proportie verklaarde variantie is: .01 is een klein effect, .10 is een medium effect en .25 is een groot effect (Cohen, 1992)

Resultaten

In Tabel 1 zijn de beschrijvende statistieken van de variabelen weergegeven.

Tabel 1

Beschrijvende Statistieken Objectexploratie en Voorbereidende Rekenvaardigheden

	1 jaar		2.5 jaar	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Hoeveelheid objectexploratie				
Eén object	24.30	12.35	22.47	15.14
Objecten los	10.77	9.49	4.23	4.15
Objecten combinatie	20.60	13.41	49.84	17.43
Diversiteit objectexploratie				
Eén object	10.81	3.68	9.37	3.69
Objecten los	5.74	3.93	3.05	2.49
Objecten combinatie	9.65	5.81	21.00	6.91
Voorbereidende rekenvaardigheden				
Tellen			2.40	3.34
Hoeveelheden vergelijken			14.03	3.48

Noot. Objectexploratie: $N = 43$, Tellen: $N = 25$, Hoeveelheden vergelijken: $N = 36$

Ontwikkeling Objectexploratie

Hoeveelheid objectexploratie. Uit de MANOVA voor herhaalde metingen blijkt een significant verschil in hoeveelheid objectexploratie tussen 1 en 2.5 jaar, Wilks Lambda = .21, $F(3,40) = 50.09$, $p < .001$. Het effect is groot, gedeelde $\eta^2 = .79$. De ontwikkeling van hoeveelheid exploratie met één object is niet significant, $F(1,42) = 0.42$, $p = .52$. Het effect is klein, gedeelde $\eta^2 = .01$. Kinderen van 2.5 jaar laten in vergelijking met toen zij 1 jaar waren, minder handelingen zien met losse objecten, $F(1,42) = 14.89$, $p < .001$. Het effect is groot, gedeelde $\eta^2 = .26$. Met gecombineerde objecten laten zij op 2.5-jarige leeftijd juist meer handelingen zien, $F(1,42) = 73.19$, $p < .001$. Hierbij is eveneens sprake van een groot effect, gedeelde $\eta^2 = .64$.

Diversiteit objectexploratie. Uit de MANOVA voor herhaalde metingen blijkt een significant verschil in diversiteit objectexploratie tussen 1 en 2.5 jaar, Wilks Lambda = .25, $F(3,40) = 39.58$, $p < .001$. Het effect is groot, gedeelde $\eta^2 = .75$. De ontwikkeling van het aantal verschillende handelingen met één object is niet significant, $F(1,42) = 4.03$, $p = .05$.

Desondanks is sprake van een medium effect, gedeelde $\eta^2 = .09$. In vergelijking met toen ze 1 jaar waren laten kinderen op 2.5-jarige leeftijd minder verschillende handelingen zien met losse objecten, $F(1,42) = 12.05$, $p = .001$. Het effect is groot, gedeelde $\eta^2 = .22$. Met gecombineerde objecten laten zij op 2.5-jarige juist meer verschillende handelingen zien, $F(1,42) = 71.40$, $p = <.001$. Het effect is groot, gedeelde $\eta^2 = .63$.

Verband Objectexploratie en Voorbereidende Rekenvaardigheden

De Pearsoncorrelaties (r) tussen hoeveelheid objectexploratie en voorbereidende rekenvaardigheden zijn weergegeven in Tabel 2, de correlaties tussen diversiteit objectexploratie en voorbereidende rekenvaardigheden staan in Tabel 3. Hoewel voor zowel hoeveelheid als diversiteit objectexploratie geen significante verbanden gevonden zijn met voorbereidende rekenvaardigheden, zijn wel diverse kleine tot medium effecten gevonden (zie Tabel 2 en 3).

Tabel 2

Correlaties Hoeveelheid Objectexploratie en Voorbereidende Rekenvaardigheden

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Eén object 1 jaar	--							
2. Eén object 2.5 jaar	.09	--						
3. Objecten los 1 jaar	.15	.10	--					
4. Objecten los 2.5 jaar	-.14	.10	-.20	--				
5. Objecten combinatie 1 jaar	-.16	.33*	.19	-.05	--			
6. Objecten combinatie 2.5 jaar	.28	-.04	-.28	.39**	-.04	--		
7. Tellen 2.5 jaar	.36	-.08	.21	-.01	-.27	.25	--	
8. Hoeveelheden vergelijken 2.5 jaar	.15	-.02	-.18	.14	-.12	.08	.44*	--

* $p < .05$, ** $p < .01$

Tabel 3

Correlaties Diversiteit Objectexploratie en Voorbereidende Rekenvaardigheden

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Eén object 1 jaar	--							
2. Eén object 2.5 jaar	.18	--						
3. Objecten los 1 jaar	.14	.05	--					
4. Objecten los 2.5 jaar	.32*	.49**	-.22	--				
5. Objecten combinatie 1 jaar	.01	.13	.21	-.07	--			
6. Objecten combinatie 2.5 jaar	.18	.21	-.19	.37*	.05	--		
7. Tellen 2.5 jaar	-.02	-.05	.21	-.04	-.26	.01	--	
8. Hoeveelheden vergelijken 2.5 jaar	.14	-.10	-.12	-.05	-.19	-.07	.44*	--

* $p < .05$, ** $p < .01$

Om te onderzoeken of objectexploratie voorbereidende rekenvaardigheden kan voorspellen zijn meervoudige regressieanalyses uitgevoerd.

Tabel 4

Hoeveelheid Objectexploratie als predictor voor Tellen (N = 25)

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>sr</i> ²	<i>R</i> ²
Tellen					.31*
Eén object 1 jaar	0.14	0.06	.42*	.17	
Objecten los 1 jaar	0.14	0.08	.34	.17	
Objecten combinatie 1 jaar	-0.08	0.04	-.35	.11	
Tellen					.08
Eén object 2.5 jaar	-0.01	0.04	-.07	.00	
Objecten los 2.5 jaar	-0.11	0.18	-.14	.02	
Objecten combinatie 2.5 jaar	0.05	0.04	.30	.07	

* $p < .05$, ** $p < .01$

Uit de resultaten (Tabel 4) blijkt dat hoeveelheid objectexploratie op 1-jarige leeftijd een significante invloed heeft op telvaardigheid op 2.5-jarige leeftijd. Het effect is groot. De predictor 'Eén object 1 jaar' zorgt voor de significante invloed. De hoeveelheid objectexploratie op 2.5-jarige leeftijd heeft geen significante invloed op telvaardigheid op 2.5-jarige leeftijd. Wel is sprake van een klein effect, welke wordt veroorzaakt door de predictor 'Objecten combinatie 2.5 jaar'.

Tabel 5

Diversiteit Objectexploratie als predictor voor Tellen, (N = 25)

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>sr</i> ²	<i>R</i> ²
Tellen					.14
Eén object 1 jaar	0.04	0.20	.05	.09	
Objecten los 1 jaar	0.22	0.18	.25	.06	
Objecten combinatie 1 jaar	-0.18	0.12	-.32	.09	
Tellen					.01
Eén object 2.5 jaar	-0.05	0.22	-.05	.00	
Objecten los 2.5 jaar	-0.06	0.34	-.05	.00	
Objecten combinatie 2.5 jaar	0.02	0.11	.05	.00	

* $p < .05$, ** $p < .01$

Diversiteit objectexploratie op 1-jarige leeftijd blijkt niet significant van invloed op telvaardigheid op 2.5-jarige leeftijd (Tabel 5). Wel zorgen alle predictoren voor een medium effect. Diversiteit objectexploratie op 2.5-jarige leeftijd heeft eveneens geen significante invloed op telvaardigheid op 2.5-jarige leeftijd (Tabel 5).

Tabel 6

Hoeveelheid Objectexploratie als predictor voor Hoeveelheden vergelijken, (N = 36)

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>sr</i> ²	<i>R</i> ²
Hoeveelheden vergelijken					.08
Eén object 1 jaar	0.06	0.05	.19	.03	
Objecten los 1 jaar	-0.08	0.07	-.22	.04	
Objecten combinatie 1 jaar	-0.02	0.05	-.06	.00	
Hoeveelheden vergelijken					.02
Eén object 2.5 jaar	-0.01	0.04	-.03	.00	
Objecten los 2.5 jaar	0.11	0.16	.13	.01	
Objecten combinatie 2.5 jaar	0.01	0.04	.03	.00	

* $p < .05$, ** $p < .01$

Hoeveelheid objectexploratie heeft op zowel 1-, als 2.5-jarige leeftijd geen significante invloed op hoeveelheden vergelijken op 2.5-jarige leeftijd (Tabel 6). Wel heeft hoeveelheid objectexploratie op 1-jarige leeftijd een klein tot medium effect op hoeveelheden vergelijken op 2.5-jarige leeftijd, welke veroorzaakt wordt door de predictoren 'één object' en 'objecten los'. Voor hoeveelheid objectexploratie op 2.5-jarige leeftijd geldt een klein effect op hoeveelheden vergelijken op 2.5-jarige leeftijd. De predictor 'één object' veroorzaakt dit effect.

Tabel 7

Diversiteit Objectexploratie als predictor voor Hoeveelheden vergelijken, (N = 36)

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>sr</i> ²	<i>R</i> ²
Hoeveelheden vergelijken					.07
Eén object 1 jaar	0.17	0.18	.17	.03	
Objecten los 1 jaar	-0.09	0.16	-.10	.01	
Objecten combinatie 1 jaar	-0.11	0.10	-.18	.03	
Hoeveelheden vergelijken					.01
Eén object 2.5 jaar	-0.09	0.21	-.10	.01	
Objecten los 2.5 jaar	0.03	0.31	.02	.00	
Objecten combinatie 2.5 jaar	-0.02	0.09	-.05	.00	

* $p < .05$, ** $p < .01$

Diversiteit objectexploratie heeft op zowel 1-, als 2.5-jarige leeftijd geen significante invloed op hoeveelheden vergelijken op 2.5-jarige leeftijd (Tabel 7). Diversiteit objectexploratie op 1-jarige leeftijd heeft wel een klein tot medium effect op hoeveelheden vergelijken op 2.5-jarige leeftijd. Hierop zijn alle individuele predictoren van invloed.

Discussie en Conclusie

Doel van dit onderzoek was nagaan of er een verband is tussen objectexploratie en voorbereidende rekenvaardigheden bij peuters. Aangezien onvoldoende ontwikkelde voorbereidende rekenvaardigheden voor blijvende rekenmoeilijkheden zorgen (Aubrey et al., 2006; Jordan et al., 2009; Navarro et al., 2012), is het belangrijk dat meer inzicht wordt verkregen in factoren die samenhangen met voorbereidende rekenvaardigheden. Ander doel van dit onderzoek was de ontwikkeling van objectexploratie in het tweede en derde levensjaar nader onderzoeken, omdat in onderzoek over objectexploratie de nadruk veelal op het eerste levensjaar ligt.

Ontwikkeling Objectexploratie

Zoals verwacht verandert de hoeveelheid objectexploratie tussen 1 en 2.5 jaar, er blijkt zelfs sprake van een groot effect. Tussen 1 en 2.5 jaar laten kinderen minder handelingen met losse objecten en meer handelingen met gecombineerde objecten zien. Volgens Piaget (1951) maken kinderen vanaf drie jaar steeds meer combinaties in hun spel. Hij doelde hiermee op combinaties tijdens symbolisch spel, dit onderzoek laat zien dat

kinderen rond deze leeftijd ook meer combineren tijdens construerend spel. Daarnaast zijn de resultaten in overeenstemming met onderzoek van Belsky & Most (1981) waarin wordt gezegd dat kinderen steeds meer gebruik maken van unieke eigenschappen van objecten. Voor het maken van combinaties met blokken en bakjes (zoals in dit onderzoek) hebben kinderen kennis nodig van de unieke eigenschappen van deze objecten, zoals de pinnen van duploblokjes waardoor gestapeld kan worden.

Daarnaast werd zoals verwacht een verandering in diversiteit objectexploratie gevonden, het effect bleek groot. Kinderen van 2.5 jaar laten, ten opzichte van toen ze 1 jaar waren, minder verschillende handelingen met losse objecten en meer verschillende handelingen met gecombineerde objecten zien. Deze resultaten zijn in overeenstemming met de literatuur, waaruit blijkt dat exploratiegedrag steeds gedifferentieerder wordt (Belsky & Most, 1981; Gibson, 1988). Dat komt omdat kinderen verschillende soorten exploratiesteeds meer samenhangend kunnen gebruiken (Rochat, 1989), waardoor ze meer verschillende handelingen kunnen uitvoeren. Daarnaast groeit na het eerste levensjaar het symbolisch voorstellingsvermogen (Bourgeois et al., 2005). Daardoor exploreren kinderen gerichter, ze maken meer gebruik van mentale representaties in plaats van ‘trial and error’ gedrag (Belsky & Most, 1981). Naarmate kinderen ouder worden denken zij bij constructiespel wellicht meer na over hetgeen ze willen construeren en kiezen hun handelingen daardoor specifiek uit.

Zowel voor wat betreft hoeveelheid als diversiteit objectexploratie is geen significante verandering gevonden van het aantal (verschillende) handelingen met één object. Mogelijk komt dat doordat, ook voor het maken van combinaties, handelingen met één object nodig zijn. In dit onderzoek werd onder handelingen met één object bijvoorbeeld verstaan: ‘één blokje draaien’ en ‘één blokje overpakken van de ene in de andere hand’. Wanneer combinaties gemaakt worden kunnen dergelijke handelingen ook nodig zijn. Daarnaast is wel een klein effect gevonden voor hoeveelheid exploratie met één object en een medium effect voor diversiteit exploratie met één object. Met een grotere steekproef wordt mogelijk ook significantie aangetoond.

Objectexploratie en Voorbereidende Rekenvaardigheden

Hoewel werd verwacht dat objectexploratie verband houdt met voorbereidende rekenvaardigheden is slechts één significant verband gevonden. Het blijkt dat hoe meer kinderen op 1-jarige leeftijd exploreren met één object, hoe beter zij kunnen tellen op 2.5-jarige leeftijd. Een verklaring hiervoor ligt in de embodiment hypothese. Volgens de embodiment hypothese ontstaat cognitie door interactie van een individu met zijn omgeving en sensomotorische activiteiten (Smith & Gasser, 2005). Rekenen doet een beroep op diverse

cognitieve vaardigheden (Desoete, et al., 2000). Daarnaast zijn ook Gibson (1988) en Piaget (1954) van mening dat objectexploratie van belang is voor het ontwikkelen van kennis over de wereld. Door exploratiegedrag ontwikkelen kinderen een gerichtheid visueel-ruimtelijke aspecten van objecten, deze gerichtheid is eveneens nodig bij tellen (Assel et al., 2003).

De invloed van diversiteit objectexploratie (op zowel 1-, als 2.5-jarige leeftijd) en de hoeveelheid objectexploratie op 2.5-jarige leeftijd op telvaardigheid (2.5 jaar) blijkt niet significant. Daarbij moet opgemerkt worden dat 18 van de 43 kinderen de teltaak niet begrepen en dat van de kinderen die de teltaak wel hebben gedaan 30% niet kon tellen. Hoewel uit onderzoek (Briars & Siegler, 1984) blijkt dat driejarigen in staat zijn om te beoordelen of iets goed geteld is, zijn zij op die leeftijd blijkbaar nog niet in staat om zelf correct te tellen. Wellicht kunnen kinderen pas vanaf drie/vier jaar tellen, zoals ander onderzoek laat zien (Van Luit & Van de Rijt, 2009; Wynn, 1990). Het is mogelijk dat wanneer wordt gekeken naar de invloed van objectexploratie op telvaardigheid op latere leeftijd wel een significante invloed wordt gevonden, omdat de steekproef dan groter (en dus betrouwbaarder) is.

Hoeveelheid en diversiteit objectexploratie hebben op beide leeftijden geen significante invloed op hoeveelheden vergelijken. Wel bleken hoeveelheid objectexploratie op 1-, en 2.5-jarige leeftijd een klein en diversiteit objectexploratie op 1-jarige leeftijd een klein tot medium effect te hebben op hoeveelheden vergelijken. Een grotere steekproef kan mogelijk ook significantie aan tonen. Tevens kan dit onderzoek het idee ondersteunen dat hoeveelheden vergelijken een aangeboren vaardigheid is (Barth, et al., 2006; Brannon, 2002; De Hevia & Spelke, 2010; Geary, 2000) en minder wordt bepaald door andere factoren, zoals exploratiegedrag. Het blijkt bijvoorbeeld dat kinderen al relaties kunnen leggen tussen getallen en ruimte voordat zij kunnen praten, tellen en kennis hebben gemaakt met wiskundige symbolen en meetmaterialen (De Hevia & Spelke, 2010).

Ook is mogelijk dat objectexploratie geen invloed heeft op afzonderlijke voorbereidende rekenvaardigheden, maar wel op voorbereidende rekenvaardigheden tezamen. Uit onderzoek van Assel en collega's (2003) blijkt bijvoorbeeld dat hoe meer kinderen op zesjarige leeftijd construeren met blokken, hoe hogere rekencijfers zij hebben op achtjarige leeftijd. De rekencijfers zijn hier echter gebaseerd op verschillende rekenvaardigheden gezamenlijk. Daarnaast is objectexploratie mogelijk pas van invloed op rekenvaardigheden wanneer deze complexer worden. Rond 11-jarige leeftijd ontwikkelt het formele operationele denken (Piaget, 1977). Mogelijk legt objectexploratie de basis voor de cognitieve vaardigheden die dan nodig zijn. Uit onderzoek van Wolfgang, Stannard en Jones (2001)

blijkt bijvoorbeeld dat blokkenspel niet samenhangt met rekenvaardigheden op de basisschool, maar wel met rekenvaardigheden aan het begin van de middelbare school. Een aanbeveling voor vervolgonderzoek is dan ook onderzoeken of objectexploratie samenhangt met voorbereidende rekenvaardigheden in zijn geheel en met rekenvaardigheden op een leeftijd ouder dan 2.5.

Ondanks dat niet alle hypothesen werden bevestigd, is een sterk punt van dit onderzoek dat meer inzicht is verkregen in objectexploratie na het eerste levensjaar en de relatie hiervan met voorbereidende rekenvaardigheden. Een limitatie van het onderzoek is de beperkte generaliseerbaarheid aangezien de steekproef bestond uit kinderen van veelal hoogopgeleide ouders. Het is denkbaar dat het opleidingsniveau van ouders een stimulerende factor is voor het ontwikkelen van rekenvaardigheden (uitlokken van rekentaal, rekenkundige spelletjes doen etc.) en de rol van objectexploratie voor deze groep wellicht minder groot is dan bij een groep kinderen met bepaalde risicofactoren, zoals een lage SES of klinische groepen.

Concluderend blijkt uit huidig onderzoek dat kinderen van 2.5 jaar, ten opzichte van toen ze 2,5 jaar waren, meer (verschillende) handelingen laten zien met objecten. Daarnaast blijkt dat de hoeveelheid exploratie met één object op 1-jarige leeftijd van invloed is op telvaardigheid op 2.5-jarige leeftijd.

Referenties

- Anders, Y., Rossbach, H. G., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehl, S., & Von Maurice, J. (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the development of early numeracy skills. *Early Childhood Research Quarterly, 27*, 231-244. doi:10.1016/j.ecresq.2011.08.003
- Assel, M. A., Laundry, S. H., Swank, P., Smith, K. E., & Steelman, L. M. (2003). Precursors to mathematical skills: Examining the roles of visual-spatial skills, executive processes, and parenting factors. *Applied Developmental Science, 7*, 27-38. doi:10.1207/S1532480XADS0701_3
- Aubrey, C., Dahl, S., & Godfrey, R. (2006). Early mathematics development and later achievement: Further evidence. *Mathematics Education Research Journal, 18*, 27-46. doi:10.1007/BF03217428
- Barth, H., La Mont, K., Lipton, J., Dehaene, S., Kanwisher, N., & Spelke, E. (2006). Non-symbolic arithmetic in adults and young children. *Cognition, 98*, 199-222. doi:10.1016/j.cognition.2004.09.011
- Belsky, J., & Most, R. K. (1981). From exploration to play: A cross-sectional study of infant free play behavior. *Developmental Psychology, 17*, 630-639. doi:10.1037/0012-1649.17.5.630
- Brannon, E. M. (2002). The development of ordinal numerical knowledge in infancy. *Cognition, 83*, 223-240. doi:10.1016/S0010-0277(02)00005-7
- Briars, D., & Siegler, R. S. (1984). A featural analysis of preschoolers' counting knowledge. *Development Psychology, 20*, 607-618.
- 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
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology, 33*, 205-228. doi:10.1080/87565640801982312
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 46*, 3-18. doi:10.1111/j.1469-7610.2005.00374.x
- Caruso, D. A. (1993). Dimensions of quality in infants' exploratory behavior: Relationships to problem-solving ability. *Infant Behavior and Development, 16*, 441-454. doi:10.1016/0163-6383(93)80003-Q

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, *112*, 155- 159.
- De Hevia, M. D., & Spelke, E. S. (2010). Number-space mapping in human infants. *Psychological Science*, *21*, 653-660. doi:10.1177/0956797610366091
- Desoete, A., Roeyers, H., & De Clercq, A. (2001). EPA2000: een instrument om metacognitieve en rekenvaardigheden te meten. *Kind en Adolescent*, *22*, 58-64. doi: 10.1007/BF03060801
- Geary, D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, *114*, 345-362. doi:10.1037/0033-2909.114.2.345
- Geary, D. C. (2000). From infancy to adulthood: the development of numerical abilities. *European Child & Adolescent Psychiatry*, *9*, 11-16. doi:10.1007/s007870070004
- Gibson, E. J. (1988). Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. *Annual Review of Psychology*, *39*, 1-41.
- Hirsch, K (1996). *The block book*. Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.
- 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
- Kalchman, M., Moss, J., & Case, R. (2001). Psychological models for the development of mathematical understanding: Rational numbers and functions. In S. Carver & D. Klahr (Eds.), *Cognition and instruction* (pp. 1–38). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- 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
- Piaget, J. (1951). *Play, dreams, and imitation in childhood*. London: Heinemann.
- Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. New York: Basic.
- Piaget, J. (1977). Problems in equilibrium. In M. Appel, & L. Goldberg (Eds.), *Topics in cognitive development: Vol. 1, Equilibrations: Theory, research and application* (pp. 3–13). New York: Plenum.
- Potter, M. C., & Levy, E. I. (1968). Spatial enumeration without counting. *Child Development*, *39*, 265–272 .doi:10.2307/1127377
- Rochat, P. (1989). Object manipulation and exploration in 2- to 5-month-old infants. *Developmental Psychology*, *25*, 871-884. doi:10.1037/0012-1649.25.6.871

- Rouselle, L., Palmers, E., & Noël, M. (2004). Magnitude comparison in preschoolers: What counts? Influence of perceptual variables. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 57-84. doi:10.1016/j.jecp.2003.10.005
- Ruff, H. A. (1984). Infants' manipulative exploration of objects: Effects of age and object characteristics. *Developmental Psychology*, 20, 9-20. doi:10.1037/0012-1649.20.1.9
- Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2004). *Rekenproblemen en dyscalculie: Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling*. Rotterdam, Nederland: Lemniscaat
- Smith, L., & Gasser, M. (2005). The development of embodied cognition: Six lessons from baby's. *Artificial life*, 11, 13-29. doi:10.1162/1064546053278973
- 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.
- Wolfgang, H., Stannard, L. L., & Jones, I. (2001). Block play performance among preschoolers as a predictor of later school achievement in mathematics, *Journal of Research in Childhood Education*, 15, 173-180, doi:10.1080/02568540109594958
- Wynn, K. (1990). Children's understanding of counting. *Cognition*, 36, 155-193. doi:10.1016/0010-0277(90)90003-3
- Xu, F., & Spelke, E. S. (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, 74, 1-11. doi:10.1016/S0010-0277(99)00066-9