

De relatie tussen zelfstandige mobiliteit, object exploratiegedrag en number sense bij jonge
kinderen

The relation between independent mobility, object exploration behaviour and number sense in
young children

Universiteit Utrecht

Iris Mulder 3627748

Marleen Wiersma 3787222

Masterthesis

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Begeleider: Evelyn Kroesbergen

Tweede beoordelaar: Chiel Volman

Datum: 19-06-2013

Voorwoord

Voor u ligt de masterthesis welke tot stand is gekomen aan de hand van een cross-sectioneel hypothesetoetsend onderzoek naar de relatie tussen zelfstandige mobiliteit, object exploratiegedrag en number sense bij jonge kinderen. Deze masterthesis is geschreven als onderdeel van de Master Orthopedagogiek binnen het werkveld leerlingenzorg. Het product is tot stand gekomen door een intensieve samenwerking, waarbij de uitwerking eerlijk is verdeeld. Iris heeft zich in het algemeen meer gericht op de statische analyse, het noteren van de resultaten en de opbouw van de literatuurlijst. Marleen heeft het schrijven van het voorwoord, de samenvatting en de lay-out voor haar rekening genomen. De overige onderdelen zijn tot stand gekomen middels een gezamenlijke inbreng. De samenwerking verliep soepel en prettig en er is gebruik gemaakt van ieder haar kwaliteiten. Op deze manier hebben we elkaar aangevuld en presenteren wij met trots ons eindproduct. Onze dank gaat uit naar Ludger van Dijk en Evelyn Kroesbergen voor de individuele begeleiding, Mijke Burger en Willemijn Schot voor de ondersteuning en tot slot alle ouders en kinderen voor hun deelname.

Iris Mulder en Marleen Wiersma

Utrecht, juni 2013

Samenvatting

Het doel van deze studie is om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van rekenvaardigheid in relatie tot de zelfstandige mobiliteit en het object exploratiegedrag van jonge kinderen. Binnen dit onderzoek zijn 16 baby's tussen de 7 en 13 maanden oud onderzocht. De zelfstandige mobiliteit van baby's is gemeten met de categorie 'buikligging' op de Alberta Infants Motor Scale (AIMS). Object exploratiegedrag is vastgesteld met behulp van een multimethodische aanpak. Enerzijds is deze variabele gemeten middels een observatie tijdens een gestructureerde speltaak, anderzijds met behulp van een vragenlijst ingevuld door ouders. Tot slot is met behulp van real-time eye tracking, de gevoeligheid om hoeveelheden te onderscheiden, ook wel number sense genoemd, vastgesteld. Uit de resultaten komt naar voren dat kruipende kinderen, in vergelijking met niet kruipende kinderen, niet significant meer object exploratiegedrag laten zien op de gestructureerde speltaak. Daarentegen blijkt uit de oudervragenlijst wel een positief verband tussen kruipen en exploratie. Er is geen verschil gevonden tussen kruipende en niet kruipende kinderen op number sense en is er geen relatie gevonden tussen object exploratiegedrag en number sense. Door het grotendeels uitblijven van deze verbanden is een mediërende rol van object exploratiegedrag in deze studie uitgesloten. Aanbevelingen voor vervolgonderzoek worden in de discussie besproken.

Sleutelwoorden: number sense, object exploratiegedrag, zelfstandige mobiliteit, jonge kinderen.

Abstract

The aim of this study was to examine the relationship between numeracy, independent mobility and object exploration behaviour in young children. In this study, 16 babies between 7 and 13 months old participated. Independent mobility was measured with the category 'prone position' at the Alberta Infants Motor Scale (AIMS). Object exploration behaviour is measured with a multimethod approach. On one hand this variable is measured by an observation during a structured game task, on the other hand object exploration is measured with a questionnaire, which is completed by parents. Finally the researchers used real-time eye tracking. This computer task determined the sensitivity to distinguish quantities, called number sense. Based on the analyses, children who crawled showed no significant more object exploration behaviour, in comparison with children who did not crawl during the structured game task. On the other hand there is a positive relationship between crawling and

exploration on the questionnaire, completed by parents. There is no difference between children who crawled and did not crawl on number sense and there is no relation between object exploration behaviour and number sense. By largely failing these connections a meditational role of object exploration behaviour is excluded from this study.

Recommendations for follow-up research are reviewed in the discussion.

Keywords: number sense, object exploration behaviour, independent mobility, young children.

Relatie tussen zelfstandige mobiliteit, object exploratiegedrag en number sense

Getallen zijn niet weg te denken uit ons dagelijks leven. Het helpt mensen om de wereld om zich heen beter te begrijpen (Dehaene, 2001). De ontwikkeling van rekenvaardigheid is om deze reden een noodzakelijke cognitieve vaardigheid. Deze thesis levert een bijdrage aan het verrichten van onderzoek naar de ontwikkeling van rekenvaardigheid in relatie tot de motorische ontwikkeling en het exploratiegedrag van jonge kinderen.

Naarmate kinderen ouder worden zijn ze in staat om rekenvaardigheden verder te ontwikkelen (Dehaene, 2001). Op jonge leeftijd ontwikkelen kinderen al een gevoeligheid voor getallen, genaamd number sense (Dehaene, 2001; Xu & Spelke, 2000). Number sense omvat het onderscheiden en begrijpen van hoeveelheden (Mix, Huttenlocher, & Levine, 2002) en ontwikkelt zich voordat kinderen enige vorm van instructie hebben gekregen (Ginsburg & Golbeck, 2004). Zo blijkt uit onderzoek van Xu en Spelke (2000) dat zes maanden oude baby's onder bepaalde gecontroleerde condities in staat zijn om hoeveelheden van elkaar te onderscheiden, bijvoorbeeld 8 versus 16. Zodra het kind ouder wordt, leert praten en naar school gaat zal de rekenvaardigheid zich verder en beter ontwikkelen (Dehaene, 2001). Bovendien leert het kind om aantallen aan de bijbehorende cijfers en getallen te koppelen (Dehaene, 2001). Er wordt verondersteld dat number sense een voorspeller is voor de latere rekenvaardigheid van kinderen (Gersten, Jordan, & Flojo, 2005; Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010).

Rekenvaardigheid wordt vaak gezien in het kader van een intern cognitief proces, maar interacties met de omgeving spelen ook een belangrijke rol bij de ontwikkeling van deze cognitieve vaardigheid (De Voogd, 2012; Smith, 2005; Smith & Gasser, 2005). De embodiment theorie onderschrijft het idee dat de rekenvaardigheid zich ontwikkelt door voortdurende interacties met het lichaam en de omgeving van het kind (De Voogd, 2012; Thelen, 2000). Jonge kinderen weten wat getallen zijn als gevolg van actieve verkenning en manipulatie van de omgeving en door ervaring met getallen (De Voogd, 2012). Kinderen blijken dus niet alleen passieve ontvangers te zijn van informatie uit hun omgeving, maar zij leren ook door actief informatie te verzamelen (Smith & Gasser, 2005).

Voortbouwend op de embodiment theorie vormt exploratie een belangrijke manier om de wereld om ons heen te verkennen (Von Hofsten, 2004) en levert het een essentiële bijdrage aan de ontwikkeling van rekenvaardigheid (Smith & Gasser, 2005). Door middel van exploratie kan er informatie verkregen worden over objecten (Caruso, 1993; Gowen,

Goldman, Johnson-Martin, & Hussey, 1989). Dit wordt object exploratiegedrag genoemd en omvat het kijken naar, in de mond doen en het verkennen, voelen, vasthouden van en verplaatsen naar objecten (Karasik, Tamis-Lemonda, & Adolph, 2011). Wanneer een kind in staat is om verschillende blokken van elkaar te onderscheiden, kan het wellicht ook overzien of het om een groot of klein aantal blokken gaat. Mix en collega's (2002) sluiten aan bij het idee dat object exploratie het ontwikkelen van de rekenvaardigheid vergroot. Zij geven aan dat baby's geen discrete nummers gebruiken om kwantitatieve taken uit te voeren. Het onderscheid in hoeveelheden is daarentegen in eerste instantie gebaseerd op de oppervlakte (gebied), de omtrek en de lengte van objecten (Mix et al., 2002). Er kan om deze reden verondersteld worden dat jonge kinderen via object exploratie gevoelig zijn voor eigenschappen van objecten en hierdoor wellicht hoeveelheden kunnen schatten en/of overzien (Mix et al., 2002). Er wordt daarbij verwacht dat de mate van exploratie wordt vergroot, wanneer het kind zijn motorische vaardigheden steeds verder ontwikkelt (Campos et al., 2000).

Het ontwikkelen van motorische vaardigheden vergroot de mogelijkheden voor het kind om te exploreren en dus informatie uit de omgeving te verzamelen (Campos et al., 2000; Corbetta & Bojczyk, 2002; Soska, Adolph, & Johnson, 2010). Kinderen die zich in mindere mate zelfstandig kunnen voortbewegen zijn, in vergelijking met kruipende kinderen, minder in staat om te exploreren (Beentjes, 2008). Deze kinderen kunnen een object slechts ontdekken door gericht naar het object te kijken (Gibson, 1988), het object te manipuleren en in de mond te doen (Rochat, 1989). Wanneer het kind vervolgens leert kruipen krijgt het meer mogelijkheden om te interacteren met objecten (Beentjes, 2008; Campos et al., 2000; Gustafson, 1984). De ontwikkeling van zelfstandige mobiliteit stelt het kind in staat om te reiken en te grijpen naar objecten (Gibson, 1988; Goldfield, 1989). Daarnaast kunnen deze kinderen, naast objecten in de mond doen, horen, voelen en vasthouden (Soska et al., 2010), zich ook zelfstandig voortbewegen naar (verre) objecten (Campos et al., 2000; Gibson, 1988). Er wordt verwacht dat de mate van zelfstandige mobiliteit de mogelijkheden van het kind vergroot om te exploreren, waardoor het kind wellicht ook beter in staat is om hoeveelheden te overzien.

Zelfstandige mobiliteit, object exploratie en number sense lijken sterk met elkaar verbonden. Er wordt verwacht dat de mate van zelfstandige mobiliteit de mogelijkheden van het kind vergroot om te exploreren (Campos et al., 2000; Corbetta & Bojczyk, 2002; Soska et al., 2010). Door de mogelijkheden van kruipende kinderen om meer te exploreren, in vergelijking met kinderen die zich in mindere mate zelfstandig kunnen voortbewegen, kan

verondersteld worden dat zij ook beter in staat zijn om objecten en hoeveelheden van elkaar te onderscheiden (Mix et al., 2002). Naarmate het kind meer kan en durft te exploreren, ontstaat de mogelijkheid om meer cognitieve vaardigheden, zoals number sense, te ontwikkelen (Smith & Gasser, 2005). Om nader zicht te krijgen op deze verbanden, zal dit onderzoek zich richten op de relaties tussen zelfstandige mobiliteit, object exploratie en number sense.

In deze masterthesis zal de volgende onderzoeksvraag centraal staan: “Is er een positieve relatie tussen zelfstandige mobiliteit, object exploratiegedrag en number sense bij jonge kinderen?” De onderzoeksvraag zal worden opgedeeld in de volgende hypotheses:

1. Kinderen die kruipen, laten meer object exploratiegedrag zien dan kinderen die zich in mindere mate zelfstandig kunnen voortbewegen;
2. Kinderen die kruipen, behalen betere resultaten op number sense dan kinderen die zich in mindere mate zelfstandig kunnen voortbewegen;
3. Kinderen die meer object exploratiegedrag laten zien, behalen betere resultaten op number sense dan hun leeftijdsgenoten;
4. De invloed van zelfstandige mobiliteit op number sense, wordt gemedieerd door exploratiegedrag.

Methode

Participanten

Door middel van een gemaksteekproef zijn ouders van baby's in de leeftijd van 7-13 maanden benaderd. Dit betekent dat de respondenten die direct beschikbaar zijn in de steekproef zijn opgenomen. De werving heeft plaatsgevonden door een informatieve flyer over het onderzoek te verspreiden. Er is contact opgenomen met verschillende instanties, hierbij valt te denken aan: consultatiebureaus, kinderdagcentra, ziekenhuizen, zwembaden, sportscholen, basisscholen, centra voor jeugd en gezin, revalidatiecentrum en de politie Zuid-Holland. Daarnaast is er gebruik gemaakt van het sociale netwerk (en social media) van de onderzoekers.

Binnen dit onderzoek zijn 29 gezonde kinderen van 7 tot 13 maanden oud, zonder visuele beperkingen en van Nederlands sprekende ouders, onderzocht. Er zijn in totaal 15 jongens (51.7%) en 14 meisjes (48.3 %) benaderd, met een gemiddelde leeftijd van 292 dagen ($SD = 56.16$). De ouders die aan dit onderzoek hebben deelgenomen beschikken in het algemeen over een relatief hoge opleiding. In totaal hebben 13 ouders ($n = 13$) een MBO opleiding afgerond, 18 ouders ($n = 18$) een HBO opleiding en 12 ouders ($n = 12$) een WO opleiding. Er zijn twee ouders ($n = 2$) die alleen de middelbare school hebben afgerond. Van

13 ouders is de opleidingsachtergrond onbekend. De exploratie vragenlijst is door veel ouders niet volledig ingevuld. Daarnaast zijn er veel baby's uitgevallen op de number sense taak (real-time eye tracking), omdat zij hun aandacht hier onvoldoende op konden richten. In de analyses van de resultaten zijn om deze reden alleen de baby's ($N = 16$) meegenomen, waarvan alle benodigde gegevens aanwezig waren.

Meetinstrumenten

Er is gebruik gemaakt van kwantitatief, cross-sectioneel hypothesetoetsend onderzoek. De variabelen in dit onderzoek zijn: zelfstandige mobiliteit, object exploratiegedrag en number sense.

Zelfstandige mobiliteit. Onder zelfstandige mobiliteit wordt in dit onderzoek de mate van zelfstandig voortbewegen verstaan, waarbij onderscheid is gemaakt tussen kruipende en niet kruipende kinderen. De mate van zelfstandige mobiliteit is gemeten met de categorie 'buikligging' op de Alberta Infants Motor Scale (AIMS). De ruwe score op deze subschaal is een indicatie voor de beheersing van de vaardigheid kruipen bij jonge kinderen. Hoe hoger de score van het kind op dit onderdeel, hoe groter en verder de mate van zelfstandig voortbewegen (Piper & Darrah, 1994). Door het kind uit te dagen met behulp van speeltjes en door het kind de gelegenheid te geven om zich vrijuit te bewegen, is de mate van zijn of haar zelfstandige mobiliteit vastgelegd. Een kind is als 'kruipend' aangeduid, wanneer het in staat is om te kruipen op de buik (tiggeren) en/of op handen en knieën (score ≥ 15), bij een score van 14 of lager is het kind als 'niet kruipend' geïnclassificeerd.

Object exploratiegedrag. Object exploratiegedrag is ten eerste in kaart gebracht met behulp van een gestructureerde speltaak. Tijdens deze taak is gebruik gemaakt van twee rammelaren, in de vorm van een ring met verschillende texturen en vormen. Gedurende één minuut heeft het kind de gelegenheid gekregen om met één rammelaar te spelen. Vervolgens is deze rammelaar na één minuut weggenomen en heeft het kind tijdens de tweede minuut twee rammelaren tegelijk aangeboden gekregen. Aan de hand van filmmateriaal is het object exploratiegedrag van het kind gemeten gedurende de tweede minuut. Het gedrag van het kind is daarbij opgedeeld in vier categorieën. In categorie 1 (geen exploratie) is het aantal seconden weergegeven dat het kind gedurende de tweede minuut geen speelgoed vast heeft. In categorie 2 (weinig exploratie) is het aantal seconden weergegeven dat het kind met de eerste rammelaar blijft spelen. Categorie 3 (gemiddelde exploratie) heeft het aantal seconden in kaart gebracht dat het kind met de tweede (nieuwe) rammelaar speelt. Tot slot is met categorie 4 (veel exploratie) weergegeven hoeveel seconden het kind met beide rammelaren speelt. Om tot een totaalscore te komen zijn de categorieën respectievelijk met nul, één, twee en drie

vermenigvuldigd. Door deze scores bij elkaar op te tellen is een totaalscore ontstaan. Hoe hoger de score, hoe meer object exploratiegedrag het kind heeft vertoond.

Naast de rammelaren taak, is de mate van exploratie en nieuwsgierigheid gemeten met behulp van de exploratie vragenlijst, welke door ouders is ingevuld. De vragenlijst bestaat uit 92 items, opgedeeld in 11 categorieën. Object exploratiegedrag is gemeten met de categorie 'exploratie', deze bestaat uit drie subschalen; activiteitsniveau, aandachtsniveau en nieuwsgierigheid. De vragen zijn beantwoord op een schaal van 0 tot 100, waarbij 0 staat voor niet actief/aandachtig/op onderzoek uit en 100 staat voor heel erg actief/aandachtig/op onderzoek uit. Enkele voorbeelden uit deze vragenlijst zijn: "Hoe actief is uw kind om speeltjes en andere voorwerpen te ontdekken met de handen?", "Hoe aandachtig kijkt uw kind naar nieuwe speeltjes of andere voorwerpen?" en "In hoeverre gaat uw kind in een vertrouwde omgeving op onderzoek uit?" Met behulp van deze vragen is inzichtelijk gemaakt hoeveel object exploratiegedrag het kind thuis vertoont. Door de scores op de verschillende items bij elkaar op te tellen, is er per kind een totaalscore berekend voor de categorie 'exploratie'. De maximale score bedraagt 900, en hoe hoger het kind op dit onderdeel heeft gescoord, hoe meer object exploratiegedrag hij/zij vertoont in de vertrouwde omgeving. De mate van exploratie is vastgesteld ten opzichte van leeftijdsgenoten. Binnen dit onderzoek omvat de Cronbach's alpha van de categorie 'exploratie' $\alpha = .66$.

Er is gekeken of er een correlatie bestaat tussen beide meetinstrumenten. Dit is gedaan om na te gaan of deze twee variabelen samen genomen kunnen worden onder één gezamenlijke noemer 'object exploratie'. De correlatie tussen deze twee soorten exploratie is laag ($r = .09$) en niet significant. Op basis hiervan is besloten om de rammelaren taak en de exploratie vragenlijst als aparte factoren mee te nemen in de analyse.

Number sense. Het onderscheiden van hoeveelheden is vastgesteld met behulp van een computertaak, genaamd real-time eye tracking. Gedurende de taak zijn de oogbewegingen van het kind gemeten. In deze computertaak zijn steeds twee sets van blokjes van verschillende hoeveelheden willekeurig aan een kant van het scherm gepresenteerd, bijvoorbeeld 6 versus 12. Na de presentatie is het kind beloond met een plaatje op de locatie van de hoogste hoeveelheid blokjes (de verwachte kant). Voor ieder kind is per item de fixatieduur gemeten van enerzijds de verwachte kant en anderzijds de onverwachte kant. De fixatieduur omvat de tijd dat het kind naar de aangeboden stimuli heeft gekeken. Om per kind tot een totaalscore te komen is de onverwachte fixatieduur van de verwachte fixatieduur afgetrokken. Deze is vervolgens gedeeld door het aantal testitems, zodat per kind een gemiddelde fixatieduur is ontstaan. Er is gebruik gemaakt van deze methode, omdat er een

groot verschil bestaat tussen de hoeveelheid aangeboden stimuli en er tevens een vergelijking tussen de verwachte en onverwachte fixatieduur kan worden gemaakt. Er is verondersteld dat wanneer het kind overwegend naar de hoeveelheid aan de verwachte kant kijkt, in vergelijking met een kind die overwegend naar de hoeveelheid aan de onverwachte kant kijkt, hij/zij beter in staat is om hoeveelheden van elkaar te onderscheiden. In de analyse zijn alleen kinderen met tien of meer testitems opgenomen, de oefenitems zijn niet meegerekend. De reactie op de verkregen feedback is een voorspelling van de mogelijkheden met betrekking tot het gevoel van number sense.

Procedure

De dataverzameling heeft plaats gevonden met behulp van een eenmalig één uur durend onderzoek in het babylaboratorium te Utrecht en daarnaast hebben ouders thuis een vragenlijst ingevuld. Het onderzoek is geleid door twee testleiders. Voorafgaand aan het onderzoek is de procedure doorgenomen en door het zetten van een handtekening hebben ouders officieel toestemming gegeven voor hun deelname en het gebruik van videomateriaal. Allereerst is de real-time eye tracking afgenomen, waarbij het kind in een maxi cosi zit en gedurende vijf minuten een taak te zien heeft gekregen. Eén van de ouders heeft achter het kind plaatsgenomen maar is verzocht niks te doen of te zeggen. De apparatuur is afgeschermd door een zwart doek, dat tussen het kind en de onderzoeker hangt. Via een camerascherm, welke op het kind is gericht, hebben de onderzoekers het gedrag van het kind geobserveerd. Na afloop van deze taak is het motorische gedrag van het kind geobserveerd door middel van vrij spel. Het kind heeft hierbij vrijuit gespeeld met het speelgoed om zich heen. Op verzoek van de onderzoekers zijn de ouders bij dit vrije spel betrokken om het kind te motiveren om bepaalde motorische vaardigheden te laten zien. Aan de hand van deze observatie is het scoreformulier van de AIMS ingevuld. Vervolgens is overgegaan op de gestructureerde speltaak met de rammelaren. De ouder is verzocht het kind op schoot te nemen aan tafel en zich passief op te stellen. Tegenover de ouder en het kind heeft één testleider plaatsgenomen, die gedurende twee minuten het exploratiegedrag van het kind heeft onderzocht door middel van het aanbieden van rammelaren.

Statische analyse

In dit onderzoek zijn allereerst drie onafhankelijke t -toetsen uitgevoerd. De t -toetsen zijn eenzijdig uitgevoerd en er is sprake van een significant resultaat als $p < .05$ is. De voorwaarden voor het toepassen van een t -toets zijn gecontroleerd. In alle gevallen wordt aan de voorwaarden voldaan, echter is er geen sprake van homogeniteit van variantie op number sense tussen beide groepen. Er is bij deze analyse gebruik gemaakt van de gegevens welke

horen bij een ongelijke variantie. Gezien het feit dat er sprake is van een kleine steekproef, worden de effectgroottes weergegeven. Er is gebruik gemaakt van twee *t*-toetsen (voor beide maten van exploratiegedrag) om de eerste hypothese te toetsen: “Kinderen die kruipen, laten meer object exploratiegedrag zien dan kinderen die zich in mindere mate zelfstandig kunnen voortbewegen”. Ook de tweede hypothese: “Kinderen die kruipen, behalen betere resultaten op number sense, dan kinderen die zich in mindere mate zelfstandig kunnen voortbewegen” is getest met behulp van een *t*-toets. Er zijn twee lineaire regressieanalyses uitgevoerd om de derde hypothese te testen: “Kinderen die meer object exploratiegedrag laten zien, behalen betere resultaten op number sense dan hun leeftijdsgenoten”. Number sense vormt in beide analyses de afhankelijke variabele. De onafhankelijke variabele is allereerst de rammelaren taak en vervolgens de exploratie vragenlijst. De voorwaarden voor het toepassen van een lineaire regressie analyse zijn gecontroleerd. In alle gevallen wordt aan de voorwaarden voldaan. De hypothese: “De invloed van zelfstandige mobiliteit op number sense, wordt gemedieerd door exploratiegedrag” is niet beantwoord, omdat er niet aan de voorwaarden kon worden voldaan (zie ook resultaten).

Resultaten

Uit de beschrijvende statistieken (zie Tabel 1) blijkt dat de kinderen gemiddeld 9 maanden oud zijn. Er is sprake van een grote spreiding op alle variabelen. De kinderen scoren relatief hoog op de variabelen exploratie. In Tabel 2 staan de beschrijvende statistieken vermeld van kruipende en niet kruipende kinderen. Kruipen lijkt sterk gerelateerd met leeftijd.

Tabel 1

Beschrijving van de gebruikte variabelen

	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Buikligging	16	13.44	5.23	5	21
Exploratie: vragenlijst	16	667.31	113.67	500	875
Exploratie: rammelaren taak	16	134.44	27.90	79	177
Number Sense	16	0.13	0.18	-0.14	0.48
Leeftijd	16	275.63	52.82	241	371

Note. Leeftijd in dagen.

Tabel 2

Beschrijving van kruipende en niet kruipende kinderen

	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Kruipende kinderen					
Exploratie: vragenlijst	7	732.57	92.85	601	875
Exploratie: rammelaren taak	7	122.71	30.66	79	117
Number sense	7	0.14	0.26	-0.14	0.48
Leeftijd	7	318.71	46.00	235	371
Niet kruipende kinderen					
Exploratie: vragenlijst	9	616.56	105.53	500	751
Exploratie: rammelaren taak	9	143.56	23.21	120	175
Number sense	9	0.12	0.1	0.00	0.28
Leeftijd	9	242.11	27.51	214	288

Note. Leeftijd in dagen.

De samenhang tussen de variabelen is berekend met de Pearson correlatie. Er is enkel sprake van een significante correlatie tussen buikligging en de exploratie vragenlijst (zie Tabel 3). Dit betreft een sterk verband.

Tabel 3

Correlaties van de variabelen

	<i>n</i>	<i>Exploratie: Vragenlijst r (p)</i>	<i>Exploratie: Rammelaren taak r (p)</i>	<i>Number Sense (p)</i>
Buikligging	16	.58 (.02)*	-.14 (.60)	.03 (.93)
Exploratie: vragenlijst	16	-	.09 (.75)	-.37 (.16)
Exploratie: rammelaren taak	16		-	-.36 (.17)

Note. Het significantieniveau is 2-zijdig getest, * $p < .05$.

Leeftijd blijkt geen significante invloed te hebben op de variabelen object exploratiegedrag en number sense. Om deze reden wordt er niet gecorrigeerd voor leeftijd bij de eerste twee hypothesen.

Zelfstandige mobiliteit en object exploratiegedrag

In de eerste analyse vormt wel/niet kruipen de onafhankelijke variabele en vormt de totale score op de rammelaren taak de afhankelijke variabele. Uit deze resultaten blijkt dat kinderen die kruipen, in vergelijking met kinderen die niet kruipen, niet significant meer object exploratiegedrag vertonen, $t(14) = 1.55$, $p = .07$, $d = 0.77$. In de tweede analyse is de afhankelijke variabele vervangen voor de totale score op de exploratie vragenlijst. Uit de resultaten van deze analyse komt naar voren dat kinderen die kruipen, in vergelijking met kinderen die niet kruipen, significant meer object exploratiegedrag vertonen $t(14) = -2.3$ $p = .02$, $d = 1.17$. Dit is een groot effect.

Zelfstandige mobiliteit en number sense

Uit de resultaten komt naar voren dat kinderen die kruipen, in vergelijking met kinderen die niet kruipen, geen significant betere resultaten op number sense behalen, $t(7.26) = -0.18$, $p = .43$, $d = -0.09$.

Object exploratiegedrag en number sense

Met behulp van een regressieanalyse wordt allereerst bekeken of leeftijd een significante invloed heeft op de ontwikkeling van number sense. Hieruit komt naar voren dat leeftijd 7% van de variantie op number sense verklaard. Dit is geen significant resultaat (zie Tabel 4). Leeftijd blijkt geen belangrijke voorspeller voor de score op number sense.

Tabel 4

Regressieanalyse van de samenhang tussen leeftijd en number sense.

	<i>B</i>	<i>SE van B</i>	β	<i>p</i>	<i>95% BI</i>	
					<i>Ondergrens</i>	<i>Bovengrens</i>
Leeftijd	-.04	.27	-.04	.89	-.61	.54

Note. Leeftijd: Adj $R^2 = -.07$, $p = .89$. Er is gebruik gemaakt van gestandaardiseerde scores.

Er is een lineaire regressieanalyse uitgevoerd om te achterhalen of er sprake is van een positieve relatie tussen de mate van object exploratiegedrag (totale score op de rammelaren taak) en de mate van number sense. Number sense is de afhankelijke variabele en de totale score op de rammelaren taak vormt de onafhankelijke variabele. De resultaten zijn

weergegeven in Tabel 5. Uit de resultaten komt naar voren dat kinderen die meer object exploratiegedrag laten zien, niet significant betere resultaten behalen op number sense. Er lijkt zelfs sprake van een negatief verband.

Tabel 5

Regressieanalyse van de samenhang tussen object exploratiegedrag (totale score op de rammelaren taak) en number sense.

	<i>B</i>	<i>SE van B</i>	β	<i>p</i>	95% <i>BI</i>	
					<i>Ondergrens</i>	<i>Bovengrens</i>
Rammelaren taak	-.36	.25	-.36	.08	-.90	.17

Note. Rammelaren taak: $Adj R^2 = .07$, $p = .08$. Er is gebruik gemaakt van gestandaardiseerde scores.

In de tweede analyse is de onafhankelijke variabele vervangen voor de totale score op de exploratie vragenlijst. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 6. Uit de resultaten komt naar voren dat kinderen die meer object exploratiegedrag laten zien, niet significant betere resultaten behalen op number sense. Er lijkt zelfs sprake van een negatief verband.

Tabel 6

Regressieanalyse van de samenhang tussen object exploratiegedrag (totale score op de exploratie vragenlijst) en number sense.

	<i>B</i>	<i>SE van B</i>	β	<i>p</i>	95% <i>BI</i>	
					<i>Ondergrens</i>	<i>Bovengrens</i>
Exploratie vragenlijst	-.37	.25	-.37	.08	-.90	.17

Note. Exploratie vragenlijst: $Adj R^2 = .07$, $p = .08$. Er is gebruik van gestandaardiseerde scores.

Uit de voorgaande analyses komt naar voren dat er met betrekking tot de exploratie vragenlijst, een significant positief verband is gevonden tussen zelfstandige mobiliteit en object exploratiegedrag. Dit verband is niet aangetoond met betrekking tot de rammelaren taak. Verder is er geen significant positief verband gevonden tussen zelfstandige mobiliteit en number sense. Ook tussen object exploratiegedrag en number sense is geen significant positief verband gevonden. Door het grotendeels uitblijven van deze verbanden is een mediërende rol van object exploratiegedrag uitgesloten en dient de onderzoekshypothese in dit onderzoek te worden verworpen.

Conclusie en Discussie

In dit onderzoek is nagegaan hoe zelfstandige mobiliteit, object exploratiegedrag en number sense met elkaar samenhangen.

De eerste hypothese “Kinderen die kruipen, laten meer object exploratiegedrag zien dan kinderen die zich in mindere mate zelfstandig kunnen voortbewegen” is deels bevestigd. Uit de rammelaren taak blijkt dat kinderen die kruipen niet significant meer object exploratiegedrag laten zien dan kinderen die niet kruipen. Bij de exploratievragenlijst, ingevuld door ouders, kan echter wel geconcludeerd worden dat kruipen positief samenhangt met object exploratiegedrag. Het resultaat betreffende de tweede analyse is in overeenstemming met de geraadpleegde literatuur. Zo kan uit verschillende onderzoeken geconcludeerd worden dat de motorische vaardigheden de mogelijkheden van het kind vergroot om te exploreren (Campos et al., 2000; Corbetta & Bojczyk, 2002; Soska et al., 2010). Kruipende kinderen zijn daarbij, in vergelijking met kinderen die zich in mindere mate zelfstandig kunnen voortbewegen, meer in staat om objecten te exploreren (Beentjes, 2008). Deze kinderen kunnen reiken en grijpen naar objecten (Gibson, 1988; Goldfield, 1989) en daarnaast kunnen ze zich ook zelfstandig voortbewegen naar (verre) objecten (Campos et al., 2000; Gibson, 1988).

Opvallend aan het resultaat betreffende de eerste analyse is dat niet kruipende kinderen zelfs hoger scoren op de rammelaren taak, dan kruipende kinderen. Wellicht kan dit resultaat verklaard worden, door dat naarmate kinderen zich motorisch verder ontwikkelen, ze naast objecten vasthouden en in de mond doen, ook objecten kunnen manipuleren. Zij zijn in staat om gericht te grijpen, gooien, duwen en trekken aan het object (Caruso, 1993). Gedurende de rammelaren taak zijn kruipende kinderen hierdoor mogelijk meer in staat om te interacteren met het voorwerp, door de rammelaren bijvoorbeeld op de grond te gooien. Wanneer het kind de rammelaar niet vast heeft, behaalt hij/zij automatisch een lage score. Dit omdat alleen het directe handmatige contact is gemeten tijdens het onderzoek. Hieruit blijkt dat de manier van meten van invloed is op het resultaat. Tevens kan het verschil in de resultaten tussen de twee meetinstrumenten mogelijk verklaard worden door dat de exploratie vragenlijst een beroep doet op de subjectieve beleving van ouders. De rammelaren taak betreft daarentegen een objectieve meting, waarbij tevens de gemoedstoestand van het kind op dat moment een belangrijke rol speelt. Er kan sprake zijn van een verschil tussen de beleving van ouders en het object exploratiegedrag gemeten tijdens de observatie (Groenendaal, 2000). Het feit dat er gebruik is gemaakt van twee meetinstrumenten om het complexe construct object exploratiegedrag in kaart te brengen, betreft een sterk punt van dit onderzoek. Om de betrouwbaarheid van de resultaten te

vergroten, wordt aangeraden om in vervolgonderzoek voor elke variabele zowel informatie van ouders als vanuit gestandaardiseerde testsituaties in te winnen. Tot slot is het van belang om kritisch te kijken naar de interpretatie en codering van de meetinstrumenten. Zo is in huidig onderzoek gebruik gemaakt van een grove schaalverdeling bij de exploratievragenlijst. In vervolgonderzoek kan men wellicht beter gebruik maken van een kleinere schaalverdeling, bijvoorbeeld van 0-10. Bovendien heeft huidig onderzoek zich tijdens de observatie gericht op het directe handmatige contact met de rammelaar en is er gebruik gemaakt van een grove onderverdeling in de codering. Hierdoor worden andere vormen van object exploratiegedrag teniet gedaan. Een aanbeveling voor vervolgonderzoek is het in kaart brengen van verschillende vormen van object exploratiegedrag, zoals bijvoorbeeld het gooien en verplaatsen van de rammelaar.

Uit de resultaten komt verder naar voren dat kinderen die kruipen, in vergelijking met kinderen die niet kruipen, niet significant betere resultaten op number sense hebben behaald. Dit is in strijd met eerder gevonden literatuur. Er werd verwacht dat kruipende kinderen, in vergelijking met kinderen die zich in mindere mate zelfstandig kunnen voortbewegen, door de mogelijkheden om meer te exploreren, beter in staat zijn om objecten en hoeveelheden van elkaar te onderscheiden (Mix et al., 2002). Een mogelijke verklaring voor het uitblijven van dit verband zou kunnen zijn dat kinderen eerst voldoende ervaring moeten opdoen met het kruipen, voordat ze andere cognitieve vaardigheden kunnen ontwikkelen (Campos et al., 2000). In dit onderzoek is het kind als kruipend aangeduid als hij/zij kan kruipen op de buik (tjgeren) en/of op handen en knieën. Wellicht beheersen een aantal van deze kinderen de vaardigheid kruipen nog onvoldoende om andere vaardigheden, zoals number sense te ontwikkelen. Mogelijk zouden de kinderen hoger scoren op de number sense taak als ze over een langere tijd getest worden, wanneer ze de motorische mijlpaal beter beheersen. Een andere verklaring sluit hierop aan. In het huidige onderzoek is zowel de mate van zelfstandige mobiliteit als number sense op één tijdstip gemeten. Mogelijk kan vervolgonderzoek zich richten op eventuele causale relaties tussen variabelen door gebruik te maken van longitudinale studies. Zo wordt bijvoorbeeld in het onderzoek van Piek en collega's (2008) de vroeg motorische ontwikkeling vergeleken met de motorische- en cognitieve vaardigheden op latere leeftijd (Piek, Dawson, Smith, & Gasson, 2008). Dit brengt tevens met zich mee dat verschillende storende factoren, zoals bijvoorbeeld vermoeidheid en verlegenheid naar de testleider, beperkt worden (Robson, 2002). Tot slot wordt er van het kind gevraagd om gedurende de computertaak stil te zitten in een maxi cosi. Wellicht is het voor kinderen die

zelfstandig mobiel zijn, in vergelijking met kinderen die in mindere mate zelfstandig mobiel zijn, moeilijker om stil te zitten.

De derde hypothese volgde logisch vanuit het literatuuronderzoek. Er werd verwacht dat naarmate het kind meer kan en durft te exploreren, hij/zij ook meer mogelijkheden heeft om cognitieve vaardigheden, zoals number sense, te ontwikkelen (Smith & Gasser, 2005). Huidig onderzoek kan dit echter niet bevestigen. Er kan geconcludeerd worden dat kinderen die meer object exploratiegedrag laten zien, geen significant betere resultaten op number sense behalen. Ondanks het feit dat er geen sprake is van een significant resultaat, is er een duidelijke richting zichtbaar. Zo lijkt er sprake te zijn van een negatief verband tussen object exploratiegedrag en number sense. Dit betekent dat kinderen die meer object exploratiegedrag vertonen, minder goede resultaten op number sense behalen. Dit is een opvallend resultaat. Naast bovengenoemde verklaringen die gelden voor het uitblijven van een significant resultaat op de variabelen object exploratiegedrag en number sense, zijn er kanttekeningen te zetten bij de real-time eye tracking. Ondanks het feit dat deze taak de afgelopen jaren flink is verbeterd, is deze lang en saai (Beentjes, 2008). Hierdoor is het voor sommige kinderen moeilijk om hun aandacht vast te houden. Er wordt geadviseerd om de taak in het vervolg aantrekkelijker te maken met behulp van geluidsfragmenten en bewegende beelden (Lipton & Spelke, 2003). Tot slot zal kritisch gekeken moeten worden naar de maat van number sense. In huidig onderzoek is een gemiddelde fixatieduur per kind berekend, waarbij de onjuiste kant van de juiste kant is afgetrokken. Hierdoor is het niet duidelijk hoeveel tijd het kind nodig heeft om de taak onder de knie te krijgen en wordt eveneens geen inzicht verkregen in de tijd dat het kind naar de foute kant heeft gekeken, ten opzichte van de totale fixatieduur. Vervolgonderzoek zou zich kunnen richten op de verhouding tussen beide kanten, waardoor meer gerichte uitspraken gedaan kunnen worden.

Door het grotendeels uitblijven van significante verbanden is een mediërende rol van object exploratiegedrag op de relatie tussen zelfstandige mobiliteit en number sense uitgesloten. Er werd verwacht dat kruipende kinderen, in vergelijking met kinderen die zich in mindere mate zelfstandig kunnen voortbewegen, door hun mogelijkheden om meer te exploreren, beter in staat zouden zijn om objecten en hoeveelheden van elkaar te onderscheiden (Mix et al., 2002).

Dit onderzoek heeft nieuw licht geworpen op de samenhang tussen zelfstandige mobiliteit, object exploratiegedrag en number sense. Onderzoek naar deze verbanden is van belang, omdat het inzicht geeft in de vroege ontwikkeling van kinderen (Von Hofsten, 2004).

Op basis van de embodiment theorie werd verondersteld dat de ontwikkeling van zelfstandige mobiliteit, de mogelijkheden tot exploratie vergroot. Dit stelt het kind vervolgens in staat om meer cognitieve vaardigheden, zoals number sense, te ontwikkelen (Smith & Gasser, 2005). In huidig onderzoek kan deels bij deze theorie worden aangesloten. Kruipende kinderen vertonen meer object exploratiegedrag wanneer het construct gemeten wordt met de exploratie vragenlijst. Echter is er geen bewijs gevonden voor het aannemen van de andere hypothesen. Onderzoek vanuit de embodiment theorie kan ondanks dit gegeven zinvol zijn om inzicht te krijgen in de vroege ontwikkeling van kinderen. Mogelijk blijven de resultaten in huidig onderzoek uit, vanwege de kleine steekproefomvang en de beperkingen omtrent de onderzoeksinstrumenten. Wanneer exploratiegedrag daadwerkelijk niet van invloed is op number sense, betekent dit dat number sense mogelijk een vaststaand construct is. Vervolgonderzoek zou zich kunnen richten op de vraag of number sense beïnvloed wordt door interacties met de omgeving. Deze informatie is belangrijk voor het signaleren en behandelen van kinderen die een risico lopen op het ontwikkelen van rekenproblemen.

De vooraf opgestelde hypothesen hebben de mogelijkheid geboden tot eenzijdig toetsen, wat de power van de analyses enigszins heeft vergroot. Daarentegen dienen de resultaten met uiterste voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden, gezien een aantal beperkingen van dit onderzoek. Ten eerste is er sprake van een kleine onderzoeksgroep. Vanwege het moeizame verloop van de werving en de hoge non respons, zijn er slechts 16 kinderen getest. Het is niet uitgesloten dat een grotere onderzoeksgroep wel significante resultaten zal opleveren. Zo blijkt uit de poweranalyse dat bij het uitvoeren van eenzijdige *t*-toetsen een totale steekproefomvang van 42 wordt geadviseerd, dit bij een effectgrootte en een power van .80, en een verhouding van 1.30 tussen de groepen. Daarnaast wordt bij een regressieanalyse met één onafhankelijke variabele, een power van .80 en waarbij een gemiddeld effect verwacht wordt, een steekproefgrootte van 41 geadviseerd. Tevens is er sprake van een selecte steekproef, waardoor de resultaten slechts beperkt generaliseerbaar zijn. Tot slot is er, vanwege een kleine steekproefomvang, in huidig onderzoek niet gecorrigeerd voor meervoudige *t*-toetsen.

Naast het hierboven genoemde, brengt dit onderzoek nog enkele suggesties voor vervolgonderzoek met zich mee. Vervolgonderzoek zou de representativiteit kunnen verhogen door kinderen van verschillende etnische achtergronden en ouders met diverse schoolniveaus bij het onderzoek te betrekken. Op deze manier is het mogelijk om een grotere a-selecte onderzoekspopulatie te creëren, waardoor de mogelijkheid tot generalisatie van de resultaten wordt vergroot. Er is in dit onderzoek daarnaast gebruik gemaakt van relatief grove, globale

metingen. Specifiekere metingen zouden andere resultaten op kunnen leveren. De variabele zelfstandige mobiliteit is dichotoom gemaakt, waarbij verschil is gemaakt tussen kruipende en niet kruipende kinderen. Wellicht kan in het vervolg zelfstandige mobiliteit als continue variabele worden onderzocht. Daarnaast zal ook, zoals eerder benoemd, kritisch gekeken moeten worden naar de andere onderzoeksinstrumenten.

Concluderend kan gesteld worden dat er deels bewijs is gevonden voor de veronderstelling dat kruipende kinderen, in vergelijking met niet kruipende kinderen, meer object exploratiegedrag vertonen. Echter is geen bewijs gevonden voor het verschil tussen kruipende en niet kruipende kinderen op number sense en er is geen positief verband gevonden tussen object exploratiegedrag en number sense. De mediërende rol van object exploratiegedrag, is op basis van de resultaten uitgesloten. Ondanks het feit dat dit onderzoek nauwelijks uitspraken kan doen met betrekking tot de significantie, is het wel belangrijk om stil te staan bij de relevantie van sommige uitkomsten. Vervolgonderzoek zal moeten uitwijzen of er daadwerkelijk geen samenhang is tussen de variabelen, of dat de resultaten door methodologische beperkingen te verklaren zijn.

Literatuurlijst

- Beentjes, I. (2008). *Ruimtelijke exploratie en de ontwikkeling van number sense*. Retrieved from Igitur database.
- Campos, J. J., Anderson, D. I., Barbu-Roth, M. A., Hubbard, E. M., Hertenstein, M. J., & Witherington, D. (2000). Travel broadens the mind. *Infancy, 1*, 149-219.
doi:10.1207/S15327078IN0102_1
- 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
- Corbetta, D., & Bojczyk, K. E. (2002). Infants return to two-handed reaching when they are learning to walk. *Journal of Motor Behavior, 34*, 83-95.
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind and Language, 16*, 16-36.
doi:10.1111/1468-0017.00154
- De Voogd, L. D. (2012). *The early development of number sense: An embodiment perspective*. Retrieved from Igitur database.
- 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
- Gibson, E. J. (1988). Exploratory behavior in the development of perceiving, acting and the acquiring of knowledge. *Annual Review of Psychology, 39*, 1-42.
doi:0066-4308/88/0201-0001\$02.00
- Ginsburg, H. P., & Golbeck, S. L. (2004). Thoughts on the future of research on mathematics and science learning and education. *Early Childhood Research Quarterly, 19*, 190-200. doi:10.1016/j.ecresq.2004.01.013

- Goldfield, E. C. (1989). Transition from rocking to crawling: Postural constraints on infant movement. *Developmental Psychology, 25*, 913–919.
doi:10.1111/j.1467-8624.2011.01595.x
- Gowen, J. W., Goldman, B. D., Johnson-Martin, N., & Hussey, B. (1989). Object play and exploration of handicapped and nonhandicapped infants. *Journal of Applied Developmental Psychology, 10*, 53-72.
- Groenendaal, H. (2000). Wat ouders zeggen versus wat ouders doen: Wil het ware opvoedingsgedrag opstaan alstublieft! *Kind en Adolescent, 21*, 13-16.
- Gustafson, G. E. (1984). Effects of the ability to locomote on infants' social and exploratory behaviors: An experimental study. *Developmental Psychology, 20*, 397–405.
doi:10.1037//0012-1649.20.3.397
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences, 20*, 82-88. doi:10.1016/j.lindif.2009.07.004
- Karasik, L. B., Tamis-LeMonda, C. S., & Adolph, K. E. (2011). Transition from crawling to walking and infants' actions with objects and people. *Child Development, 82*, 1199-1209. doi:10.1111/j.1467-8624.2011.01595.x
- Lipton, J. S., & Spelke, E. S. (2003). Origins of number sense. Large-number discrimination in human infants. *Psychological Science, 14*, 396-401. doi:10.1111/1467-9280.01453
- 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
- Piek, J. P., Dawson, L., Smith, L. M., & Gasson, N. (2008). The role of early fine and gross motor development on later motor and cognitive ability. *Human Movement Science, 27*, 668–681. doi:10.1016/j.humov.2007.11.002

Piper, M. C., & Darrah, J. (1994). *Motor assessment of the developing infant*. Philadelphia: Saunders.

Robson, C. (2002). *Real world research: A resource for social scientists and practitioner-researchers*. Singapore: Blackwell Publishing.

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

Smith, L. B. (2005). Cognition as a dynamic system: Principles from embodiment. *Developmental Review*, 25, 278-298. doi:10.1016/j.dr.2005.11.001

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

Soska, K. C., Adolph, K. E., & Johnson, S. P. (2010). Systems in development: Motor skill acquisition facilitates three-dimensional object completion. *Developmental Psychology*, 46, 129-138. doi:10.1037/a0014618

Thelen, E. (2000). Grounded in the world: Developmental origins of the embodied mind. *Infancy*, 1, 3-28. doi:10.1207/S15327078IN0101_02

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

Von Hofsten, C. (2004). An action perspective on motor development. *Trends in Cognitive Science*, 8, 266-272. doi:10.1016/j.tics.2004.04.002