



**Universiteit Utrecht**

*De ontwikkeling van getalbegrip en het Size Congruity Effect  
bij jonge kinderen*

Master Thesis

Naam Student: M.A.H. van den Bulk

Studentnummer: 3326381

Naam begeleider: M.E. Kolkman

Opleiding: Master Orthopedagogiek

Datum: 25 juni 2010

Universiteit Utrecht

## *Voorwoord*

Voor u ligt het artikel: ‘De ontwikkeling van getalbegrip en het Size Congruity Effect bij jonge kinderen’. Dit onderzoek is uitgevoerd ter afronding van mijn master Orthopedagogiek aan de Universiteit Utrecht.

Na bijna een geheel schooljaar gezwoegd te hebben met de betekenis en de inhoud van het SCE, het verzamelen van data door heel wat ochtenden vrolijk en enthousiast steeds dezelfde spelletjes op een laptop te doen met kleuters van 4 en 5 jaar oud en het schrijven van de thesis, ligt hier dan eindelijk het eindresultaat.

Bij deze wil ik Meijke Kolkman bedanken voor de fijne begeleiding en de goede adviezen bij het maken van deze thesis, zij wist mij steeds weer op het goede spoor te zetten wanneer ik er echt even niet meer uit leek te komen. Daarnaast wil ik mijn vriend, Bob, ook hartelijk bedanken voor het lezen van deze thesis, het corrigeren van taal- en spellingfouten en het geduld dat hij met mij had in tijden van stress bij het schrijven van deze thesis.

Monique van den Bulk

# *De ontwikkeling van getalbegrip en het Size Congruity Effect bij jonge kinderen*

*M.A.H. van den Bulk*

## ***Abstract***

This research examines developmental changes of Number Sense and the existence and changes of a Size Congruity Effect (SCE) in the non symbolical numerical comparison task. In this study children at the age of four and five were tested in the months between February and June 2009 and between January and March 2010. The study specifically tested whether a SCE would decrease within one year. Furthermore the influence of the number of months attended in school on a SCE was examined. The results show that in both samples a SCE was found, but did not decrease within one year. In addition, there was no evidence that the number of months attended in school facilitated a decrease of a SCE. These findings suggest that four and five year old children show little progression in comparison skills and do not achieve automatisisation of number knowledge.

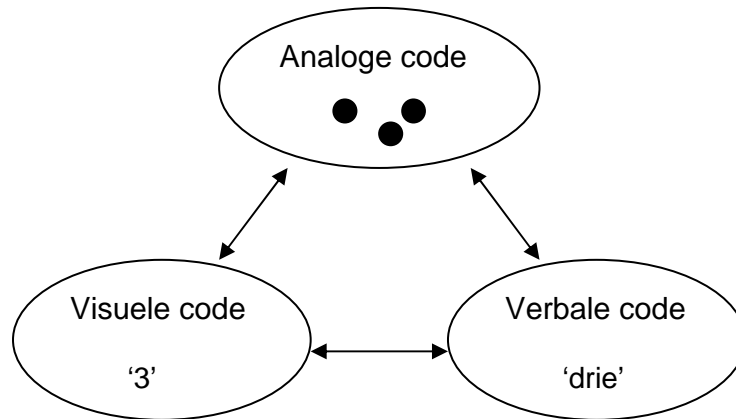
*Keywords:* Number Sense; Size Congruity Effect; Triple Code Model.

Rekenen wordt door wiskundigen gezien als een set van denkbeeldige relaties tussen hoeveelheden en symbolen (Griffin, 2004). Onbewust gebruiken wij rekenvaardigheden bij veel handelingen in het dagelijks leven. Rekenvaardigheden ontwikkelen zich al vanaf zeer jonge leeftijd. Echter, er bestaat nog veel onduidelijkheid over deze ontwikkeling. In dit onderzoek wordt de ontwikkeling van getalbegrip en het Size Congruity Effect (SCE) bij jonge kinderen nader bekeken. Allereerst wordt het begrip Number Sense (NS) besproken en vervolgens wordt de ontwikkeling van Number Sense aan de ontwikkeling van het SCE gekoppeld.

Een belangrijke vaardigheid die kinderen ontwikkelen is het gevoel voor hoeveelheden en getallen, ook wel getalbegrip of Number Sense genoemd (Griffin, 2004; Landerl & Kölle, 2009). Er bestaan verschillende definities van NS (Berch, 2005). Eén daarvan omschrijft NS als een aangeboren vaardigheid die de basis vormt voor het latere rekenen (Landerl & Kölle, 2009). Deheane (2001) omschrijft NS als het vermogen om numerieke hoeveelheden te

verwerken, te begrijpen en te schatten. Een volgende omschrijving geeft aan dat NS refereert aan een intuïtieve kennis van getallen, zoals het vergelijken van hoeveelheden, het internaliseren van telprincipes en het verdelen van hoeveelheden op een mentale getallenlijn (Jordan, 2007). De definities tonen enkele gemeenschappelijke elementen, die stellen dat NS een aangeboren vaardigheid is, betrekking heeft op de koppeling van hoeveelheden aan getallen en de verdeling van getallen op een mentale getallenlijn. Deze onderdelen van NS ontwikkelen zich in verschillende stadia.

Enkele dagen na de geboorte ontwikkelt NS zich reeds en kan een baby kleine hoeveelheden van elkaar onderscheiden. Kinderen van 5 maanden oud kunnen vooruitlopen op de uitkomsten bij transformaties van kleine hoeveelheden. Zodra een kind leert praten maakt deze kennis met het tellen, door middel van versjes en liedjes (Griffin, 2004). Op vierjarige leeftijd heeft een kind, zoals beschreven in het Triple Code Model (Deheane, 1992), twee schema's opgebouwd: één voor het vergelijken van hoeveelheden die op een mentale getallenlijn worden geplaatst (de analoge code) en één voor het tellen (de verbale code) (Griffin, 2004). Ten slotte zullen kinderen het Arabische getal leren dat bij de hoeveelheid en de naam van het getal hoort; de visuele code. In figuur 1. is het Triple Code Model gebaseerd op Deheane (1992) weergegeven. Op de basisschool leren kinderen om de analoge, de verbale en de visuele code aan elkaar te koppelen. Deze koppeling van een hoeveelheid aan een getal wordt ook wel mapping genoemd (Hevia & Spelke, 2009; Mundy & Gilmore, 2009). De mapping vindt plaats door de hoeveelheden op een mentale getallenlijn te plaatsen waarop representaties van hoeveelheden gekoppeld zijn aan een symbool (Ebersbach, Luwel, Frick, Onghena & Verschaffel, 2007; Laski & Siegler, 2007). Kinderen waarbij de koppeling tussen hoeveelheden en cijfersymbolen tot stand is gekomen begrijpen dat getallen symbool staan voor objecten, hoeveelheden, relaties, en andere attributen en dat getallen bewerkt, vergeleken en gebruikt kunnen worden voor communicatie (Gurganus, 2004). Hoe langer een kind onderwijs volgt, hoe beter het getalbegrip, de mapping (Ebersbach et al., 2007; Laski & Siegler, 2007;) en het schatten van getallen (Siegler & Booth, 2004) worden. Onderwijs heeft dus een belangrijke invloed op de ontwikkeling van het getalbegrip en de Number Sense. Kinderen moeten in staat zijn om de drie codes uit het Triple Code Model van Deheane (1992) aan elkaar te koppelen voordat zij met het werkelijke rekenen op de leeftijd van 5 of 6 jaar kunnen beginnen (Griffin, 2004).

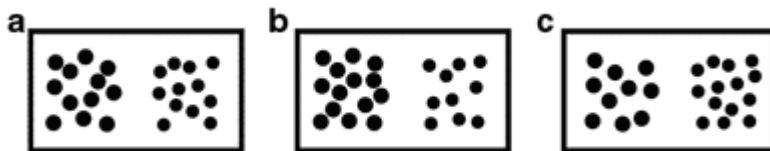


Figuur 1. Triple Code Model (Gebaseerd op Deheane, 1992)

Een belangrijke vaardigheid binnen getalbegrip is het vergelijken van hoeveelheden. Bij het vergelijken van hoeveelheden plaatst het kind de verschillende hoeveelheden op een mentale getallenlijn, zodat bepaald kan worden welke hoeveelheid groter is (mapping). Bij de numerieke non-symbolische vergelijkingstaak moeten een aantal stippen, die in twee kaders staan, met elkaar worden vergeleken, waarbij de stippen in de kaders verschillen van grootte (Girelli, Lucangeli & Butterworth, 2000; Mussolin & Noël, 2008; Rubinsten, Henik, Berger & Shahar-Shalev, 2002). Binnen de numerieke non-symbolische vergelijkingstaak speelt het Size Congruity Effect (SCE) een grote rol. Het SCE staat voor het onderdrukken van de vorm waarin bepaalde hoeveelheden zijn afgebeeld. Kinderen moeten zich focussen op de hoeveelheid en de vorm onderdrukken om correct aan te kunnen geven in welk kader er meer stippen staan. De reactietijd op de numerieke non-symbolische vergelijkingstaak die het SCE meet, zegt iets over de mate van automatisering van deze kennis. Kinderen met een beter getalbegrip zijn beter in staat om de hoeveelheden te vergelijken dan kinderen waarbij het getalbegrip nog niet goed ontwikkeld is, zij hebben dan ook een kortere reactietijd (Siegler & Booth, 2004).

Drie verschillende condities kunnen in de numerieke non-symbolische vergelijkingstaak worden onderscheiden: een congruente conditie; waarbij de grotere hoeveelheid groter is gedrukt (zie figuur 2.b), een incongruente conditie; waarbij de kleinere hoeveelheid groter is gedrukt (zie figuur 2.c) en een neutrale conditie; de aantallen zijn gelijk, maar in één van de kaders zijn de stippen groter gedrukt (zie figuur 2.a). Het verschil in reactietijd tussen de congruente en de incongruente conditie wordt het SCE genoemd (Gebuis, Kadosh, de Haan & Henik, 2009; Girelli et al., 2000; Rubinsten et al., 2002). Normaliter

reageert men sneller op de congruente conditie dan op de incongruente conditie (Landerl & Kölle, 2009), is de reactietijd korter wanneer er een groot verschil zit tussen de hoeveelheden die vergeleken moeten worden, dan wanneer de hoeveelheden dicht bij elkaar liggen (Cohen Kadosh, Tzelgov & Henik, 2008; Holloway & Ansari, 2009; Mundy & Gilmore, 2009) en wordt de reactietijd korter naarmate de leeftijd hoger wordt (Mussolin & Noël, 2008). Hoe beter het getalbegrip en mapping geautomatiseerd zijn, hoe kleiner het verschil in reactietijd op de congruente en incongruente conditie wordt (Girelli et al., 2000).



Figuur 2. a. neutrale, b. congruente en c. incongruente conditie (Gebuis, et al., 2009)

Taken die inspelen op reactietijd, zoals de numerieke non-symbolische vergelijkingstaak die het SCE meet, geven informatie over hoe nummers en hoeveelheden zijn gerepresenteerd in ons cognitieve systeem en geven informatie over de automatische verwerking van numerieke hoeveelheden (Girelli et al., 2000; Landerl & Kölle, 2009). Gebuis en collega's (2009) vergeleken het SCE tussen volwassenen en kinderen van 5 jaar oud met behulp van een non-symbolische vergelijkingstaak. Bij de kinderen was er een SCE te zien, terwijl dit bij de volwassenen niet, of in mindere mate zo was. Hieruit blijkt dat volwassenen beter in staat zijn om de irrelevante kenmerken, de grootte van de stippen, te negeren en dat zij beter in staat zijn om numerieke hoeveelheden te verwerken. Uit andere onderzoeken, zoals van Girelli en collega's (2000) blijkt eveneens dat het SCE verkleint in de tijd. Zij onderzochten het SCE bij kinderen uit de eerste, derde en vijfde klas met behulp van een non-symbolische vergelijkingstaak. Bij alle groepen was een SCE aanwezig. De kinderen uit de eerste klas reageerden sneller op de congruente conditie vergeleken met de neutrale en incongruente conditie. Fysieke grootte van de hoeveelheid beïnvloedde hun keuze voor de numeriek grotere hoeveelheid. Kinderen uit de derde klas reageerden op de congruente conditie sneller dan op de neutrale. Op de neutrale conditie reageerden zij sneller dan op de incongruente conditie. Kinderen uit de vijfde klas verschilden op reactietijden onder alle condities significant van elkaar. De fysieke grootte interfereert met de keuze voor de numeriek grotere hoeveelheid. De gemiddelde reactietijden van de kinderen uit de eerste klas waren het hoogst, de gemiddelde reactietijden van de kinderen uit de vijfde klas waren het kortst. Deze verschillen zijn echter niet statistisch significant. Een verklaring voor deze

resultaten kan zijn dat kinderen uit de eerste klas hoeveelheden minder geautomatiseerd hebben en dat zij minder toegang hebben tot semantische informatie in het geheugen dan oudere kinderen. Tevens neemt algehele snelheid van verwerking toe met de leeftijd (Girelli et al., 2000; Rubinsten et al., 2002). Een SCE was aanwezig bij alle kinderen uit de verschillende klassen en taak-irrelevante kenmerken, zoals de fysieke grootte, belemmerde de keuze voor de grootste hoeveelheid. Uit deze resultaten van het onderzoek van Girelli en collega's (2000) blijkt dat kinderen in eerste instantie kijken naar de fysieke grootte van een getal in plaats van naar de verschillende hoeveelheden. Kinderen hebben namelijk minder numerieke vaardigheden verworven dan volwassenen. Volwassenen kijken daarentegen eerst naar het verschil in hoeveelheid en vervolgens naar de fysieke grootte van de hoeveelheid. Volwassenen kunnen hierdoor sneller reageren bij congruente en incongruente condities dan kinderen, doordat zij zich niet laten afleiden door de fysieke grootte. Het SCE blijkt bij kinderen groter te zijn dan bij volwassenen en daaruit kan geconcludeerd worden dat het SCE verkleint in de loop der tijd. In soortgelijke studies blijkt tevens dat een SCE aanwezig is bij kinderen vanaf het begin van de eerste klas (Mussolin & Noël, 2008; Rubinsten et al., 2002).

Het is belangrijk om te weten hoe de ontwikkeling van het SCE verloopt, want hoe kleiner het SCE is, hoe meer een persoon gericht is op het verwerken van numerieke hoeveelheden, hoe minder deze zich laten afleiden door irrelevante kenmerken (Mussolin & Noël, 2008) en hoe beter de persoon de hoeveelheden op een mentale getallenlijn kan plaatsen. De ontwikkeling van SCE geeft daarnaast informatie over cognitieve processen en de automatisering van non-symbolische hoeveelheden (Landerl & Kölle, 2009). Des te meer een kind is gericht op het verwerken van numerieke non-symbolische hoeveelheden, des te eenvoudiger een kind hoeveelheden kan onderscheiden, verwerken en bewerken (Berch, 2005; Deheane, 2001) en hoe eenvoudiger de koppeling tussen de analoge, de verbale en de visuele code gemaakt kan worden. Het is bekend dat het SCE verkleint in de loop der tijd (Gebuis et al., 2009; Girelli et al., 2000; Mussolin & Noël, 2008), echter men weet nog niet of deze verkleining al in één jaar tijd bij kinderen van 4 à 5 jaar oud zichtbaar is en in hoeverre onderwijs hierop van invloed is. De te beantwoorden hoofdvraag in dit onderzoek is: Bestaat er een verkleining van het SCE bij jonge kinderen van 4 en 5 jaar oud? Daarnaast kijkt dit onderzoek naar de invloed van het aantal maanden gevolgde onderwijs van een leerling op het SCE, zodat bepaald kan worden of meer maanden onderwijs zorgt voor een verbetering van de automatisering van numerieke non-symbolische hoeveelheden. De volgende hypothesen zullen in dit onderzoek worden getoetst:

- Het SCE verkleint significant binnen één jaar.

- Het aantal maanden gevolgde onderwijs heeft een negatieve invloed op de grootte van het SCE. Hoe meer maanden onderwijs, hoe kleiner het SCE.

## ***Method***

### *Deelnemers*

Het onderzoek wordt uitgevoerd bij 213 kleuters van 4 en 5 jaar oud. De gemiddelde leeftijd van de kinderen op meetmoment 1 is 4,0 jaar (SD .125), de gemiddelde leeftijd op meetmoment 2 is 4,6 jaar (SD .488). De verhouding jongens/meisjes is: 97/99 (van 17 kinderen is de sekse en de leeftijd niet bekend). De 16 scholen waar deze kinderen les krijgen liggen voornamelijk in de omgeving Utrecht. Ook zijn er een aantal scholen in Ede en Apeldoorn. De scholen zijn geselecteerd op het aantal autochtone leerlingen, zodat de te onderzoeken groep kinderen van homogene aard is. De steekproef is select getrokken, de scholen zijn uitgezocht op hun locatie en het aantal autochtone leerlingen, zodat gegeneraliseerd kan worden binnen de doelgroep.

De betrouwbaarheid in de afname van de tests wordt zo goed mogelijk gewaarborgd door de onderzoekers in november 2009 een training te geven. Tijdens deze training maken zij kennis met de verschillende testonderdelen en leren zij hoe deze te gebruiken op de laptop. Alle onderzoekers moeten vóór de eerste meetronde een proefafname hebben uitgevoerd bij een kind.

### *Instrumenten*

De test die voor dit onderzoek wordt gebruikt is de numerieke non-symbolische vergelijkingstaak. Bij deze taak gaat het om het vergelijken van hoeveelheden in twee kaders, waarbij de keuze beïnvloed wordt door de fysieke grootte van de hoeveelheden (Barth, La Mont, Lipton, Dehaene, Kanwisher & Spelke, 2006; Gebuis et al., 2009). Er worden drie condities onderscheiden: De congruente conditie, waarbij de grotere hoeveelheid groter is afgedrukt; de incongruente conditie, waarbij de kleinste hoeveelheid groter is afgedrukt en de neutrale conditie, waarbij de grootte van de stippen gelijk is, maar de hoeveelheid van elkaar verschilt. Bij deze vergelijkingstaak krijgt het kind 10 items uit elke conditie aangeboden. Voor elk van de 30 items die het kind goed beantwoord krijgt het één punt. Totaal kunnen er 30 punten behaald worden. Daarnaast wordt de reactietijd per goed beantwoord item gemeten.



### *Procedure*

Tussen februari en juni 2009 en tussen januari en maart 2010 worden alle leerlingen getest. Op beide testrondes krijgen de leerlingen dezelfde numerieke non-symbolische vergelijkingstaak aangeboden. De test wordt één-op-één met het kind afgenomen met gebruik van een laptop. Op het scherm worden twee kaders getoond met daarin een aantal geel gekleurde stippen die per kader kunnen verschillen in grootte. Het kind wordt gevraagd achter welk kader een schat verstopt is, nadat zij een introductie hebben gevolgd met voorbeelden. Het kind wijst vervolgens zo snel mogelijk één van de twee kaders aan, waarna de onderzoeker met de muis klikt op het kader dat het kind gekozen heeft. Wanneer het een goed antwoord betreft komt er een schatkist tevoorschijn. Het kind wordt gevraagd zoveel mogelijk schatkisten te vinden.

### *Resultaten*

De statistische analyse is gebaseerd op de reactietijden op correcte antwoorden. De data is gecorrigeerd voor cutoff scores en foutieve antwoorden. Vervolgens is de data gecorrigeerd voor outliers. Deze zijn allen verwijderd uit het databestand en worden niet meegenomen in de analyse. Aan het onderzoek namen 213 kinderen deel. Binnen meetmoment 1 zijn er 26 missende items, in meetmoment 2 zijn dat er 18. Een verklaring voor deze missende waarden zou kunnen zijn dat de kinderen ziek of afwezig waren op het moment dat er op hun school getest werd. In tabel 1. staan de verschillende condities die meegenomen zijn in de analyse, met bijbehorende aantal missende items.

Ten eerste is gekeken of er binnen meetmoment 1 en binnen meetmoment 2 een significant verschil is tussen de reactietijd op de congruente, de neutrale en de incongruente conditie om te zien of er sprake is van een SCE. Het blijkt uit een one-sample t-test dat het verschil in reactietijd tussen de congruente conditie, de neutrale en de incongruente conditie binnen zowel meetmoment 1 als meetmoment 2 statistisch significant is ( $t(179) = 50.024$ ;  $p < .001$ ;  $t(238) = 55.491$ ;  $p < .001$  en  $t(180) = 45.633$ ;  $p < .001$ ) ( $t(193) = 50.133$ ;  $p < .001$ ;  $t(246) = 51,506$ ;  $p < .001$  en  $t(194) = 43.048$ ;  $p < .001$ ). Het blijkt dat de kinderen op beide meetmomenten het snelst reageren op de congruente conditie (2477ms en 2050ms). Op meetmoment 1 hebben zij de hoogste reactietijd op de neutrale conditie (2497ms), op meetmoment 2 hebben zij de hoogste reactietijd op de incongruente conditie (2281ms). Er blijkt op beide meetmomenten sprake te zijn van een SCE.

Tabel 1. Beschrijvende statistieken

		Aantal		Gemiddelde	Std. Deviatie
		Valide	Missend		
Meetmoment 1	Sekse	196	17	0,49	0,501
	Mnd. onderwijs	189	24	2,13	1,146
	RT congruent	180	33	2477,694	664,521
	RT neutraal	182	31	2497,054	740,083
	RT incongruent	181	32	2479,625	731,044
	ACC congruent	187	26	7,550	2,432
	ACC neutraal	187	26	7,235	2,508
	ACC incongruent	187	26	6,519	2,054
	SCE-score	167	46	-11,286	491,736
Meetmoment 2	Mnd. onderwijs	177	36	10,05	1,628
	RT congruent	194	19	2050,773	569,761
	RT neutraal	195	18	2227,756	650,875
	RT incongruent	195	18	2281,693	740,161
	ACC congruent	195	18	8,862	1,542
	ACC neutraal	195	18	8,774	1,726
	ACC incongruent	195	18	7,661	1,477
	SCE-score	189	24	-203,822	460,085

Daarnaast blijkt uit een one-sample t-test dat het gemiddelde aantal goede antwoorden significant toeneemt op meetmoment 2, in vergelijking tot het gemiddelde aantal goede antwoorden op meetmoment 1 ( $t(186) = 47,642$ ;  $p < .001$  en  $t(194) = 86,192$ ;  $p < .001$ ). Dit geeft aan dat de vaardigheden van de kinderen verbeteren. De kinderen hadden op beide meetmomenten gemiddeld het meeste aantal goede antwoorden op de congruente conditie (7,55 en 8,83) en het minste aantal goed op de incongruente conditie (6,51 en 7,65). Dit geeft aan dat de congruente conditie eenvoudiger is dan de incongruente conditie. De verschillen bleken tevens statistisch significant ( $t(186) = 42,45$ ;  $p < .001$ ;  $t(186) = 39,45$ ;  $p < .001$  en  $t(186) = 43,40$ ;  $p < .001$ ) ( $t(194) = 80,25$ ;  $p < .001$ ;  $t(194) = 70,98$ ;  $p < .001$  en  $t(194) = 72,39$ ;  $p < .001$ ).

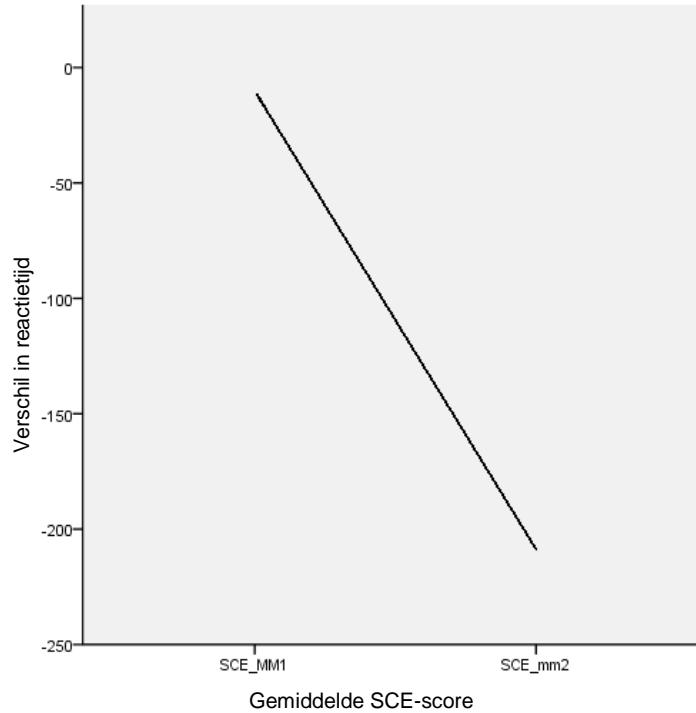
Het SCE van zowel meetmoment 1 als meetmoment 2 is verkregen door het verschil tussen de congruente en incongruente conditie te berekenen (gebaseerd op Gebuis et al., 2009). In verband met missende waarden op de congruente en de incongruente conditie en het grote aantal outliers op de SCE-score, is op meetmoment 1 van 167 kinderen de SCE-score meegenomen in deze analyse, op meetmoment 2 van 189 kinderen. Van meetmoment 1 en 2 zijn de gemiddelde SCE-scores berekend om te zien of er een verkleining in het SCE te zien is. Uit de gegevens van tabel 2. blijkt dat de gemiddelde SCE-scores juist vergroten: de gemiddelde SCE-score op meetmoment 2 is groter dan de SCE-score op meetmoment 1. Op figuur 3. is een dalende lijn te zien wanneer er wordt gekeken naar de gemiddelde SCE-

scores. Indien de SCE-scores zouden verkleinen, had dit moeten resulteren in een waarde die dichter bij nul zou liggen, hetgeen niet het geval is. Uit een independent t-test tussen het SCE van meetmoment 1 en het SCE van meetmoment 2 blijkt dat het verschil tussen het SCE van meetmoment 1 en 2 niet statistisch significant van elkaar verschilt bij een betrouwbaarheidsinterval van 95% ( $t(165) = .517$ ;  $p = .606$  en  $t(172) = .627$ ;  $p = .532$ ). Hieruit blijkt dat het SCE binnen één jaar niet significant afneemt, waardoor deze hypothese verworpen moet worden.

Tabel 2. Gemiddelde SCE-score op meetmoment 1 en meetmoment 2

	SCE-score Meetmoment 1	SCE-score Meetmoment 2
Gemiddelde	-11,2863	-203,8221
Aantal	167	189
Std. Deviatie	491,73569	460,23800

Voor alle kinderen is berekend hoeveel maanden onderwijs zij hebben gehad op het moment dat zij getoetst werden op meetmoment 1 en 2, uitgaande van 10 maanden onderwijs per jaar. Op meetmoment 1 ligt het aantal maanden gevolgde onderwijs tussen de 0 en de 6 maanden (gemiddeld 2,13 maanden), op meetmoment 2 ligt dit tussen de 7 en de 13 maanden (gemiddeld 10,05 maanden). Om de relatie van onderwijs met het SCE te meten is allereerst de verschilscore tussen het SCE van meetmoment 1 en het SCE van meetmoment 2 berekend. Vervolgens is door de correlatie te berekenen, onderzocht of er een samenhang is tussen het aantal maanden gevolgde onderwijs op meetmoment 2 op de verschilscore is. Hieruit blijkt dat aantal maanden gevolgde onderwijs niet significant samenhangt met de hoogte van het SCE ( $r = .034$ ;  $p = .339$ , eenzijdig). De hypothese ‘het aantal maanden gevolgde onderwijs heeft een negatieve invloed op het SCE’ wordt dan ook verworpen.



Figuur 3. Gemiddelde SCE-scores op meetmoment 1 en meetmoment 2

### ***Conclusie en discussie***

In dit onderzoek worden de vaardigheden op de numerieke non-symbolische vergelijkingstaak van kinderen van 4 en 5 jaar getoetst. In deze vergelijkingstaak worden drie condities onderscheiden: de congruente, de incongruente en de neutrale conditie. Eerder is vermeld dat kinderen normaal gesproken sneller reageren op de congruente conditie dan op de incongruente conditie (Landerl & Kölle, 2009), dat de reactietijd korter wordt naarmate de leeftijd hoger wordt (Mussolin & Noël, 2008) en dat men beter scoort op de numerieke non-symbolische vergelijkingstaak wanneer het getalbegrip en de mapping geautomatiseerd zijn (Girelli et al., 2000). Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat kinderen inderdaad sneller reageren op de congruente conditie dan op de incongruente conditie. Er is een significant verschil gevonden tussen de congruente en incongruente conditie op zowel meetmoment 1 als meetmoment 2. Daarnaast blijkt dat de kinderen significant meer foute antwoorden hebben gemaakt op de incongruente conditie, vergeleken met de congruente conditie. Dit geeft aan dat hoeveelheden makkelijker vergeleken kunnen worden bij de congruente conditie dan bij de incongruente conditie. De fysieke grootte van de hoeveelheden interfereert met de antwoordkeuze van de geteste kinderen.

Het is bekend dat het SCE verkleint in de loop der tijd (Gebuis et al., 2009; Girelli et al., 2000; Mussolin & Noël, 2008), maar men wist nog niet of deze verkleining al binnen één

jaar tijd bij kinderen van 4 en 5 jaar oud te zien is. In dit onderzoek is gekeken of het SCE inderdaad afneemt binnen één jaar tijd bij kinderen van deze leeftijd. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat dit niet kan worden bevestigd, het gemiddelde SCE op meetmoment 2 blijkt juist groter dan het gemiddelde SCE op meetmoment 1. De resultaten zijn tevens niet statistisch significant. Hieruit kan geconcludeerd worden dat bij kinderen van 4 en 5 jaar oud het SCE niet significant verandert binnen één jaar tijd.

Een eerste verklaringen voor deze resultaten is dat jonge kinderen van 4 en 5 jaar oud minder toegang tot informatie met betrekking tot hoeveelheden, in het geheugen hebben. Jonge kinderen hebben dit proces nog niet geautomatiseerd. Hoe beter het getalbegrip en de mapping geautomatiseerd zijn, hoe sneller een kind kan reageren op de verschillende condities in de numerieke non-symbolische vergelijkingstaak (Girelli et al., 2000; Mussolin & Noël, 2008). Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt inderdaad dat jonge kinderen minder toegang hebben tot informatie met betrekking tot hoeveelheden in het geheugen. Zij hebben nog geen goede automatisering van hoeveelheden, waardoor zij op de vergelijkingstaak sneller reageren op de congruente conditie dan op de incongruente conditie. De fysieke grootte van de hoeveelheden helpt hen bij de congruente conditie om sneller te reageren. De onderzoeksgroep laat echter wel een verbetering zien wanneer het gaat om het aantal goede antwoorden. Dit zou kunnen aangeven dat de kinderen in de tussenliggende maanden meer telvaardigheden hebben verworven en dus langer doen over de opgave omdat ze de stippen gaan tellen. Dit lijkt dan ook de verklaring te zijn waarom het SCE juist toeneemt op het tweede meetmoment.

Ten tweede hebben jonge kinderen een lange reactietijd (Girelli et al., 2000; Mussolin & Noël, 2008). Naarmate een kind ouder wordt en meer oefening (op school) krijgt, hoe sneller zij kunnen reageren. Oefening speelt daarnaast een grote rol in het verkrijgen van automatisme. Deze resultaten zouden erop kunnen wijzen dat kinderen van 4 en 5 jaar oud binnen één jaar tijd te weinig oefening krijgen, waardoor de reactiesnelheid en de automatisering in het geheugen slechts beperkt toenemen.

Daarnaast geven Girelli en collega's (2000) en Rubinsten en collega's (2002) aan dat fysieke grootte reeds geautomatiseerd is bij zeer jonge kinderen en daardoor minder gevoelig is voor veranderingen in de ontwikkeling. Toegang tot numerieke grootte, daarentegen, wordt pas geautomatiseerd door leerervaringen (op school). Kinderen van 4 en 5 jaar oud hebben moeite om hoeveelheden te vergelijken, omdat zij in eerste instantie kijken naar de fysieke grootte van een hoeveelheid. Dit is terug te zien in het aantal goede antwoorden op de congruente en incongruente conditie. De onderzoeksgroep gaf op beide meetmomenten meer

foutieve antwoorden op de incongruente conditie dan op de congruente conditie. Het totale aantal goede antwoorden nam echter wel toe op meetmoment 2. Wanneer de kinderen op school meer leerervaringen opdoen verbetert de automatisering van de numerieke grootte in het geheugen. Binnen één jaar tijd is daar niet of slechts nauwelijks sprake van.

Vervolgens geven Rubinsten en collega's (2002) aan dat het kunnen vergelijken van getallen met rijping te maken heeft. De rijping van de frontale delen van de hersenen is pas bij ongeveer 7 jaar voltooid. Het deel van de hersenen dat verantwoordelijk is voor het vergelijken van grootte is pas bij 8 à 10 jaar voltooid. Dit geeft aan dat kinderen de vaardigheden voor het vergelijken van getallen vanzelf zullen ontwikkelen. Bij kinderen van 4 en 5 jaar oud is er nog weinig vooruitgang in de ontwikkeling te zien, waardoor er binnen één jaar tijd nog geen significante verkleining van het SCE te zien is.

Ten slotte lijkt het erop dat aandacht en concentratie belangrijke factoren zijn die meespelen bij de resultaten van dit onderzoek. Kinderen van 4 en 5 jaar oud hebben een korte spanningsboog, waardoor zij mogelijk moeite hebben om zich de gehele taak lang te kunnen concentreren. In dit onderzoek is geen rekening gehouden met de aandacht- en concentratiefactor, waardoor er mogelijk sprake zou kunnen zijn van een meetfout. Dit is buiten beschouwing van dit onderzoek gelaten, maar zal meegenomen moeten worden in vervolgonderzoek.

Tevens werd verondersteld dat onderwijs van invloed is op de prestatie op de vergelijkingstaak. Hoe meer maanden onderwijs een kind heeft gevolgd, hoe beter het getalbegrip of de Number Sense worden (Ebersbach et al., 2007; Laski & Siegler, 2007). Hoe beter de automatisering van het getalbegrip is, hoe beter men scoort op de numerieke non-symbolische vergelijkingstaak (Girelli et al., 2000). Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat het aantal maanden gevolgde onderwijs bij kinderen van 4 en 5 jaar geen significante samenhang met de hoogte van het SCE heeft. De kinderen gaan beter presteren wanneer het gaat om het aantal goede antwoorden, maar dit is niet terug te zien in het SCE. Een verklaring voor bovenstaand resultaat zou kunnen zijn dat onderwijs zeer belangrijk is wanneer het gaat om het verkrijgen van getalbegrip. Hoe langer een kind onderwijs volgt en hoe ouder het wordt, hoe beter het getalbegrip wordt en des te beter het kind scoort op de vergelijkingstaak. Het verschil in reactietijd tussen de congruente en de incongruente conditie (SCE) wordt kleiner, omdat men zich meer kan focussen op de hoeveelheden in plaats van op de fysieke grootte van de hoeveelheden (Girelli et al., 2000). Echter is het aantal maanden onderwijs dat kinderen van 4 en 5 jaar oud gekregen hebben nog zo minimaal, dat dit niet van invloed is op

het SCE, zoals uit dit onderzoek is gebleken. Daarnaast krijgen kinderen in de kleuterklas gering onderwijs dat specifiek is gericht op het verkrijgen van rekenvaardigheden.

Concluderend kan er naar aanleiding van dit onderzoek worden gesteld dat kinderen van 4 en 5 jaar oud binnen één jaar tijd weinig progressie maken wanneer het gaat om het vergelijken van hoeveelheden. De prestaties gaan vooruit voor wat betreft correcte antwoorden, maar dit is niet terug te zien in de reactietijden op de congruente en de incongruente conditie. Waarschijnlijk speelt het feit dat de kinderen in de tussenliggende maanden meer telvaardigheden hebben verworven een belangrijke rol bij de verklaring voor de toename van het SCE. De kinderen gaan waarschijnlijk de verschillende hoeveelheden tellen, waardoor de reactietijd langer wordt. Er zal meer tijd, ervaring en oefening nodig zijn om de vergelijkingsvaardigheden eigen te kunnen maken. Over een half jaar tot een jaar zal er nog eens gekeken moeten worden naar de vaardigheden van deze groep kinderen op de numerieke non-symbolische vergelijkingstaak om te zien of er dan reeds sprake is van een significante verkleining van het SCE en de invloed van het aantal maanden gevolgd onderwijs daarop. Wellicht dat er pas sprake zal zijn van een significante verkleining van het SCE op het moment dat de kinderen in groep 3 zitten, waar zij onderwijs krijgen specifiek gericht op rekenen en de daarbij behorende vaardigheden. Bij het vervolgonderzoek dient als kanttekening gemaakt te worden dat beperkte aandacht en concentratie van de onderzoeksgroep en een mogelijk leereffect een bias zouden kunnen vertonen in de testresultaten.

### ***Referentielijst***

Barth, H., La Mont, K., Lipton, J. S., Dehaene, S., Kanwisher, N., & Spelke, E. (2006). Non-symbolic arithmetic in adults and young children. *Cognition*, 98, 199-222.

Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 333-339.

Cohen Kadosh, R., Tzelgov, J., & Henik, A. (2008). A synthetic walk on the mental number line. *Cognition*, 106, 548-557.

Deheane, S. (1992). Varieties in numerical abilities. *Comparison*, 44, 1-42.

Deheane, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind & Language*, 16, 16-36.

- Ebersbach, M., Luwel, K., Frick, A., Onghena, P., & Verschaffel, L. (2007). The relationship between the shape of the mental number line and familiarity with numbers in 5- to 9 year old children: Evidence for a segmented linear model. *Journal of Experimental Child Psychology*, *99*, 1-17.
- Gebuis, T., Kadosh, R. C., Haan, E. de, & Henik, A. (2008). Automatic quantity processing in 5-year olds and adults. *Cognitive Processing*, *10*, 133-142.
- Girelli, L., Lucangeli, D., & Butterworth, B. (2000). The development of automaticity in accessing number magnitude. *Journal of Experimental Child Psychology*, *76*, 104-122.
- Gurganus, S. (2004). Promote number sense. *Intervention in School and Clinic*, *40*, 55-58.
- Hevia, M. D. de, & Spelke, E. S. (2009). Spontaneous mapping of number and space in adults and young children. *Cognition*, *110*, 198-207.
- Holloway, I. D., & Ansari, D. (2009). Mapping numerical magnitudes onto symbols: The numerical distance effect and individual differences in children's mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*, 17-29.
- Jordan, N. C. (2007). The need for number sense. The roots of many students' math difficulties are evident as early as kindergarten. *Education Leadership*, *65*, 63-66.
- Landerl, K., & Kölle, C. (2009). Typical and atypical development of basic numerical skills in elementary school. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*, 546-565.
- Laski, A. 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.
- Mundy, E., & Gilmore, C. K. (2009). Children's mapping between symbolic and nonsymbolic representations of number. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*, 490-502.
- Mussolin, C., & Noël, M. P. (2008). Automaticity for numerical magnitude of two-digit Arabic numbers in children. *Acta Psychologica*, *129*, 264-272.



Rubinsten, O., Henik, A., Berger, A., & Shahar-Shalev, S. (2002). The development of internal representations of magnitude and their association with Arabic numerals. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81, 74-92.

Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child Development*, 75, 2, 428-444.