



Universiteit Utrecht

**De relatie tussen de verschillende taken van symbolisch  
getalbegrip bij kleuters en de rol van oogbewegingen hierin.**

Masterthesis

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Student	Anniek Alkema
Studentnummer	3938425
Begeleidster	Anne van Hoogmoed
2 <sup>de</sup> beoordelaar	Jaccoline van 't Noordende
Datum	20-08-2015

# DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH GETALBEGRIP GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

## **Inhoud**

Voorwoord .....	3
Samenvatting .....	4
Abstract .....	5
Inleiding .....	6
Methode.....	9
Participanten.....	9
Instrumenten.....	9
Symbolic Comparison Task (SCT) .....	9
Utrechtse Getalbegrip Toets (UGT).....	10
Procedure.....	10
Betrouwbaarheid en validiteit .....	11
Statistische analyse.....	11
Resultaten .....	11
Conclusie en discussie.....	14
Literatuurlijst.....	18

# DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH GETALBEGRIP GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

## Voorwoord

Het schrijven van deze thesis was een ervaring op zich. Veel verschillende vaardigheden zijn aan bod gekomen, zoals het zoeken naar participanten, het werken met een Eye-Tracker, het afnemen van rekentaken bij de kinderen het schrijven van de thesis. Elke vaardigheid heeft zijn eigen uitdagingen en ik heb er van genoten om deze uitdagingen aan te gaan. De Eye-Tracker ondervond technische problemen tijdens het onderzoek, maar het werken met deze apparatuur was een unieke ervaring. De enthousiaste reactie van de kinderen op de Eye-Tracker was een aangename bijdrage aan het onderzoek. Voor hen was dit ook een unieke ervaring. Mijn dank gaat uit naar mijn thesisbegeleidster Anne van Hoogmoed. Haar kennis, expertise en adviezen hebben ervoor gezorgd dat de nodige vragen werden beantwoord en logische stappen konden worden gemaakt. Daarnaast wil ik ook de tweede beoordelaar van mijn thesis bedanken voor haar flexibiliteit, moeite en inspanning. Mijn studiegenoot Roos van Berkel wil ik tevens bedanken voor de samenwerking en de benodigde inspanning. Als laatste gaat mijn dank uit naar mijn familie, vriend en vrienden die mij de gehele periode hebben gesteund.

# DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH GETALBEGRIJ GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

## Samenvatting

**Doel:** Het doel van deze studie is te onderzoeken hoe de verschillende taken van symbolisch getalbegrip met elkaar samenhangen en wat de rol van oogbewegingen hierin is bij kleuters. Deze studie onderscheidt zich van voorgaande onderzoeken door de samenhang van twee verschillende symbolische getalbegrip taken te onderzoeken. Tevens wordt er gebruik gemaakt van de Eye-Tracker (ET) voor onderzoek naar symbolisch getalbegrip bij kleuters.

**Methode:** 87 kleuters zijn verworven uit drie verschillende kleutergroepen. 83 kleuters hebben de Symbolic Comparison Task (SCT) gemaakt en slechts 28 de Utrechtse Getalbegrip Toets (UGT). De SCT is een experimentele symbolische getalbegrip taak en de UGT een gevalideerde en genormeerde getalbegrip taak. Er wordt onderzocht of de vaardigheidsscore op de UGT samenhangt met de prestaties op de SCT, aangezien deze twee taken in validiteit en gebruik verschillen. Daarnaast wordt er onderzocht of er een samenhang is tussen de prestaties op de SCT en de verschillende oogbewegingen. **Resultaten:** Regressie analyses wezen uit dat de verschillende oogbewegingen niet samenhangen met de prestaties op de SCT. Tevens bleek dat de vaardigheidsscore van de UGT niet samenhangt met de accuratesse van de SCT. **Conclusie:** Geconcludeerd kan gezegd worden dat er geen samenhang is gevonden tussen de verschillende aspecten van symbolisch getalbegrip bij kleuters. Een belangrijke aanbeveling is om longitudinaal onderzoek uit te voeren om vast te stellen of een lage score op de getalbegrip taken van de respondenten rekenproblemen op latere leeftijd kan voorspellen.

*Sleutelwoorden: getalbegrip, symbolisch getalbegrip, symbolische vergelijkingstaak, Eye-Tracker, Utrechtse Getalbegrip Toets, kleuters*

# DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH GETALBEGRIP GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

## Abstract

**Aim:** The aim of this study is to investigate how the different tasks of symbolic understanding of numbers associated with each other and what the role of eye movements is by infants. This study differs from previous studies by examining the context of two different symbolic numerical comparison tasks. There is also use made of the Eye-Tracker (ET) to study symbolic number sense in children. **Method:** 87 infants were acquired from three different kindergarten groups. 83 pre-schoolers have made the Symbolic Comparison Task (SCT) and only 28 the Early Numeracy Test (ENT). The SCT is an experimental symbolic number sense task and the ENT a validated and standardized number comprehension task. It examines whether the proficiency score on the ENT linked to the performance of the SCT, as these two tasks difference in validity and use. In addition, it is investigated whether there is a correlation between performance on the SCT and the various eye movements. **Results:** Regression analyses showed that there is no cohesion between the different eye movements and the performance of the SCT. It also found that there was no cohesion between the skill score of the ENT and the performance of the SCT. **Conclusion:** It can be said that there is no relation of association between the various aspects of symbolic number sense in pre-schoolers. A key recommendation is to conduct more longitudinal research to determine whether a low score on the number sense tasks of respondents can predict math problems in future lifetime.

*Keywords: number sense, symbolic number sense, symbolic comparison task, Eye Tracker, Early Numeracy Test, pre-schoolers*

**De relatie tussen de verschillende taken van symbolisch getalbegrip bij kleuters en de rol  
van oogbewegingen hierin**

Getalbegrip is een veelbesproken concept binnen onderzoek naar rekenvaardigheden. In de literatuur worden veel verschillende definities voor getalbegrip gehanteerd (Friso-van den Bos, Kroesbergen, & Van Luit, 2014). Een veel gebruikte definitie betreft die van Deheane (2001). Hij beschrijft getalbegrip als de mogelijkheid om snel numerieke aantallen te begrijpen, te vergelijken, te benaderen en de grootte ervan aan te geven. Getalbegrip kan onderverdeeld worden in non-symbolisch getalbegrip, symbolisch getalbegrip en mapping. Deze studie richt zich op symbolisch getalbegrip en onderscheidt zich van voorgaande onderzoeken door symbolisch getalbegrip te meten met de Symbolic Comparison Task (SCT) en deze in kaart te brengen door de Eye-Tracker (ET) (De Smedt, Noël, Gilmore & Ansari, 2013; Locuniak & Jordan, 2008; Mazocco & Thompson, 2005). Schneider et al. (2008) hebben eerder onderzoek gedaan naar getalbegrip met behulp van de ET om de oplossingsstrategieën van de Number Line Task in kaart te brengen. Deze taak is vooral bedoeld om mapping te meten (Schneider et al., 2008; Kolkman et al., 2013). In deze studie wordt een experimentele symbolische getalbegrip taak, de SCT, in kaart gebracht door de ET. De ET representeert de oplossingsstrategieën van de SCT. Met de oplossingsstrategieën wordt het aantal fixaties tussen de getallen, de gemiddelde duur van de fixaties tussen de getallen en het aantal switches tussen de getallen per taak bedoeld. Daarnaast wordt de Utrechtse Getalbegrip Toets (UGT) afgenomen, welke een gevalideerde en genormeerde taak is. Deze taak meet tevens hoofdzakelijk symbolisch getalbegrip, maar is een breder instrument dan de SCT en meet andere aspecten van getalbegrip. Vanwege het feit dat de SCT voornamelijk in onderzoek wordt gebruikt en de UGT in de praktijk, wordt er in deze studie onderzocht of deze twee taken met elkaar samenhangen. Er kan dan een uitspraak worden gedaan of de SCT tevens symbolisch getalbegrip meet. De data van de SCT wordt op een objectieve manier via de ET verzameld, in tegenstelling tot de UGT waarbij de test verbaal wordt afgenomen. Daarnaast betreft deze studie participanten met een leeftijd tot zes jaar, in tegenstelling tot het onderzoek van Schneider et al. (2008), waar de gemiddelde leeftijd boven de zes jaar lag. Huidige studie is een aanvulling voor onderzoek naar getalbegrip bij jonge kinderen. Deze kennis kan bijdragen aan het vroegtijdig signaleren van problemen in het getalbegrip, zodat interventies tijdig kunnen worden ingezet om problemen in de ontwikkeling van rekenvaardigheid te voorkomen (De Smedt, Noël, Gilmore, & Ansari, 2013; Gersten, Jordan, Flojo, 2005).

## DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH GETALBEGRIJF GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

Getalbegrip omvat de vaardigheden die kinderen al vroeg opdoen en is een voorspeller van de vroege en latere rekenvaardigheden (Gersten, Jordan, & Flojo, 2005; Jordan, Kaplan, & Ramineni, 2007; Mundy & Gilmore, 2009). Volgens Dehaene (2001) kan getalbegrip onderverdeeld worden in non-symbolisch getalbegrip, symbolisch getalbegrip en mapping. Non-symbolisch getalbegrip is het kunnen begrijpen, manipuleren en benaderen van hoeveelheden zonder hier een symbool aan te koppelen (Berch, 2005; Cirino, 2011). Non-symbolische vergelijkingsvaardigheden worden vaak ontleend aan het 'Approximate Number System' (ANS), waarmee kinderen zich een voorstelling kunnen maken van geschatte numerieke informatie. Symbolisch getalbegrip kan worden gedefinieerd als numerieke vaardigheden. Dit betreft het vermogen om getallen te representeren, zowel mondeling via een reeks van woorden, als visueel via een reeks van Arabische getalsymbolen. Dit heeft betrekking op de mogelijkheid tot het vormen van de telrijen en het identificeren en herkennen van getalsymbolen (Kolkman, Kroesbergen, & Leseman, 2013). Mapping is de koppeling tussen non-symbolische hoeveelheden aan een symbool (Hevia & Spelke, 2009; Mundy & Gilmore, 2009). 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).

Symbolisch getalbegrip wordt in huidig onderzoek gemeten met de SCT en de UGT. De SCT is een symbolische vergelijkingstaak waarin kleuters steeds twee getallen met elkaar vergelijken en de grootste moeten aanwijzen. De SCT is een experimentele taak en is niet gevalideerd of genormeerd. De UGT is een methodeonafhankelijke, genormeerde toets waarmee nagegaan kan worden of een kind of een hele groep de aspecten van getalbegrip beheerst. De UGT meet hoofdzakelijk symbolisch getalbegrip en is een breder instrument dan de SCT. De UGT meet vergelijken van objecten, hoeveelheden koppelen, één-op-één correspondentie, ordenen, telwoorden gebruiken, synchroon en verkort tellen, resultaatief tellen, toepassen van kennis en getallen en schatten. De score van de leerling geeft een indicatie van de mate waarin de leerling het voorbereidende en aanvankelijke rekenen op leeftijdsniveau beheerst (Van Luit & Van de Rijt, 2013).

Tijdens het afnemen van de SCT wordt er gebruik gemaakt van de ET om symbolisch getalbegrip in kaart te brengen. De ET is een in populariteit gegroeid onderzoeksinstrument onder onderzoekers van verschillende disciplines (Holmqvist et al., 2011). Eye Tracking is een techniek die het kijkpatroon van de respondent meet door een aantal keer per seconde te registreren waar de respondent naar kijkt (Wade & Tatert, 2005). De ET registreert de wijze

## DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH GETALBEGRIJ GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

waarop kinderen de SCT aanpakken. Met de ET kan er onderzoek gedaan worden of langere fixaties en meer fixaties voor lage scores op de SCT zorgen. De ET meet verschillende aspecten, zoals het aantal fixaties tussen de getallen dat een kind nodig heeft, de gemiddelde duur van de fixaties tussen de getallen en het aantal keer dat een kind switcht in fixatie tussen de getallen (Salvucci & Goldberg, 2000; Schneider et al., 2008). Onder een fixatie wordt het berekende punt verstaan waar het oog tot rust komt (Holmqvist et al., 2011). De genoemde aspecten zijn de verschillende oogbewegingen die binnen de huidige studie worden onderzocht, aangezien deze aspecten inzicht geven in wanneer, hoe vaak en hoe lang de kinderen naar een taak kijken. Door gebruik te maken van de ET, wordt er op objectieve wijze data verzameld over de oplossingsstrategieën op de SCT. De ET biedt deze studie de mogelijkheid om door middel van oogbewegingen onderzoek te doen naar symbolisch getalbegrip bij jonge kinderen (Schneider et al., 2008; Wade & Tatler, 2005). Eye-tracking data kan onderliggende processen onthullen en kan leiden tot meer kennis over het gebruik of de afwezigheid van getalbegrip. Een belangrijk gegeven voor de huidige studie is dat oogbewegingen zorgen voor een direct onderzoek naar hoe kinderen zich oriënteren bij problemen en hoe zij hun aandacht richten op specifieke kenmerken (Collins, Greeno, & Resnick, 2001). Voor de SCT betekent dit dat de ET exact in kaart brengt wanneer, hoe vaak en hoelang de respondenten naar de getallen kijken. Het onderzoek doen met oogbewegingen beroept zich namelijk op een hoger niveau cognitieve processen (Rehder & Hoffman, 2005) en biedt aanvullende kennis voor bestaand onderzoek naar getalbegrip op lagere cognitieve processen.

Ten aanzien van onderzoeksvraag één zal worden onderzocht of de verschillende oogbewegingen samenhangen met de accuratesse van de SCT. De resultaten hiervan kunnen een voorspeller zijn voor het getalbegrip van het kind, aangezien getalbegrip een voorloper is voor de latere rekenvaardigheden (Gersten, Jordan, & Flojo, 2005; Jordan, Kaplan, & Ramineni, 2007; McCloskey & Macaruso, 1995; Mundy & Gilmore, 2009; Simon, Bearden, McDonalds-McGinn, & Zackai, 2005; Torbeyns et al., 2002). Het aantal keer dat een kind fixeert kan duiden op een goed of slecht werkend getalbegrip. De prestaties op de SCT kunnen inzicht geven in de mate van symbolisch getalbegrip. Verwacht wordt dat deze studie een positieve samenhang laat zien tussen de oplossingsstrategieën en de accuratesse van de SCT. De verworven kennis van deze experimentele, symbolische vergelijkingstaak kan bijdragen aan het specificeren van interventies en verdere ontwikkeling van meetinstrumenten (Gersten et al., 2005) ten aanzien van de rekenvaardigheden van kleuters.



## DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH GETALBEGRIIP GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

Ten aanzien van onderzoeksvraag twee zal worden onderzocht of de vaardigheidsscore van de UGT samenhangt met de accuratesse van de SCT. Het belang van onderzoek naar deze samenhang komt voort vanuit het verschil in gebruik en validiteit van deze twee taken. De SCT wordt hoofdzakelijk in onderzoek gebruikt, terwijl de UGT voornamelijk in de praktijk wordt gebruikt. Aangezien de UGT een genormeerde en gevalideerde taak is (Van Luit & Van de Rijt, 2013) en de SCT een experimentele taak, kan een eventuele samenhang tussen deze twee taken van belang zijn voor de validiteit van de SCT. Er wordt verwacht dat er een positieve samenhang wordt gevonden tussen de vaardigheidsscore van de UGT en de accuratesse van de SCT. Bij een hoge score op de UGT wordt er tevens een hoge score op de SCT verwacht.

Aangezien de leeftijd van het kind en het opleidingsniveau van moeder van invloed is op de ontwikkeling van getalbegrip (Jordan, Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007; Kolkman et al., 2013) wordt er voor leeftijd een positieve samenhang verwacht met de accuratesse van de SCT, voor beide onderzoeksvragen. Hoe hoger de leeftijd van het kind en hoe hoger het opleidingsniveau van de moeder, hoe beter de prestatie op de SCT en de UGT.

### **Methode**

#### **Participanten**

Voor dit onderzoek zijn de ouders van 90 kinderen op een basisschool in Bodegraven benaderd voor toestemming om hun kind deel te laten nemen. De respons resulteerde in 35 kinderen (20 jongens, 15 meisjes). De gemiddelde leeftijd bedroeg 5.00 jaar ( $SD = .53$ ). Hieronder bevonden zich 18 kinderen met een hoogopgeleide moeder. Hoogopgeleid betreft HAVO, VWO, HBO of Universiteit. De 35 leerlingen zijn enkel 4- tot 6-jarigen en zijn verdeeld over 3 kleuterklassen. 35 participanten hebben de SCT gemaakt en slechts 28 van de 35 de UGT, vanwege de afwezigheid van 7 kinderen. De omvang van deze steekproef is klein (Field, 2009). Om de power van onderzoeksvraag 1 en 2 te vergroten zijn 52 participanten (30 jongens, 22 meisjes) uit parallel lopend onderzoek naar gedragsmaten op de SCT, opgenomen in de analyses. Deze groep, afkomstig van twee reguliere basisscholen in Nederland, leverde 52 participanten en tevens bruikbare data op. Zij hadden een gemiddelde leeftijd van 5.29 jaar ( $SD = 0.64$ ) waarvan 39 kinderen een hoogopgeleide moeder hadden. De totale groep bestond uit 83 participanten (4 kinderen vielen uit door afwezigheid), waarvan 41 jongens en 42 meisjes met een gemiddelde leeftijd van 5.03 jaar ( $SD = .47$ ). Hiervan kwamen 57 kinderen uit een gezin met een hoogopgeleide moeder.

# DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH GETALBEGRIIP GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

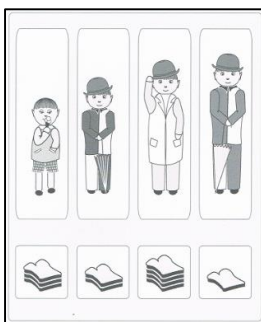
## Meetinstrumenten

*Symbolisch getalbegrip.* Symbolisch getalbegrip zal gemeten worden door middel van de symbolische vergelijkingstaak (SCT). Bij deze taak is het de bedoeling dat cijfers met elkaar vergeleken gaan worden op hoeveelheid, zie figuur 1. Het kind moet op de toets ‘A’ of ‘L’ drukken, aan de kant waar het grootste getal staat.

12      16

*Figuur 1. Voorbeeld stimuli symbolische vergelijkingstaak. ‘Welk getal is het grootst?’*

*UGT.* De UGT is een methodeonafhankelijke, genormeerde toets waarmee nagegaan kan worden of een kind of hele groep getalbegrip beheerst. Zie figuur 2 en 3 voor voorbeeld stimuli. De UGT doet voornamelijk een beroep op het symbolisch getalbegrip. De toets bestaat uit een A- en B-versie. Bij deze groep kinderen wordt de A-versie afgenomen. De toets bestond uit 45 opgaven, verdeeld over negen aspecten van getalbegrip. Dit zijn vergelijken, hoeveelheden koppelen, één-één correspondentie, ordenen, telwoorden gebruiken, synchroon en verkort tellen, resultaatief tellen, toepassen van kennis en getallen en schatten. Deze negen aspecten resulteren in een vaardigheidsscore. De vragen worden verbaal aangeboden waarbij het kind het juiste antwoord aan kan wijzen (Van Luit & Van de Rijt, 2013).



*Figuur 2. Voorbeeld stimuli UGT ordenen. ‘Trek lijnen van de juiste boterhammen naar de juiste personen’.*



*Figuur 3. Voorbeeld stimuli UGT schatten. ‘Zet het getal 12 op de juiste plek op de getallenlijn van 0 t/m 20’.*

## Procedure

Elke student heeft basisscholen benaderd voor deelname aan het onderzoek. Na de toestemming van de school moest ook de toestemming van de ouders verkregen worden. Dit is gedaan door middel van een toestemmingsformulier die de ouders bij de desbetreffende

## DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH GETALBEGRIIP GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

leerkracht moesten inleveren. Alle leerlingen die toestemming hadden gekregen van hun ouders maken twee vergelijkingstaken op de ET in een afgesloten ruimte. De SCT is ontworpen door de Universiteit Utrecht. Alle getalbegriiptaken bij elkaar duurden ongeveer 20-30 minuten. Verder werd er naast de getalbegriiptaken individueel de UGT afgenomen die ongeveer 30 minuten duurde.

### **Betrouwbaarheid en validiteit**

De symbolische vergelijkingstaak is een experimentele taak en is niet valide of genormeerd. De COTAN-boordeling (2004) van de UGT luidt als volgt: uitgangspunten testconstructie, kwaliteit van de handleiding en kwaliteit van het testmateriaal worden beoordeeld als goed. Betrouwbaarheid, begripsvaliditeit en normering worden beoordeeld als voldoende.

### **Statistische analyse**

De samenhang tussen de oogbewegingen en de prestatie op de SCT zal geanalyseerd worden door multiële regressie analyse (MRA). De samenhang tussen de vaardigheidsscore van de UGT en de prestaties op de SCT wordt teven geanalyseerd door MRA. De eerste analyse betreft het berekenen van de samenhang tussen de afhankelijke variabele accuratesse SCT en de onafhankelijke variabelen aantal fixaties tussen de getallen op de vergelijkingstaak, de gemiddelde duur van de fixaties tussen de getallen en het aantal switches tussen de getallen per taak. De tweede analyse betreft het berekenen van de samenhang tussen de vaardigheidsscore van de UGT en de accuratesse SCT. De MRA ziet er als volgt uit: De accuratesse van de SCT wordt als afhankelijke variabele toegevoegd aan het model. In blok één worden de controle variabelen sekse, leeftijd en opleidingsniveau van de moeder als controle variabelen toegevoegd. In blok twee worden het aantal fixaties, duur van de fixaties en aan switches tussen de getallen per taak mede als onafhankelijke variabelen toegevoegd. Voor de voorspelling met de UGT wordt de accuratesse van de SCT als afhankelijke variabele gebruikt. In blok één worden dezelfde controle variabelen toegevoegd en in blok twee betreft dit alleen de vaardigheidsscore van de UGT als onafhankelijke variabele.

Alvorens de analyses zijn uitgevoerd is er gecontroleerd voor de variabelen sekse, leeftijd en opleidingsniveau van moeder. Tevens is er bij iedere variabele gecontroleerd voor de assumpties normaliteit, uitschieters, (multi)collineariteit, lineariteit en homoscedasticiteit van de residuen (Field, 2009).

## Resultaten

### Data-inspectie

Voor het interpreteren van de resultaten van de MRA, zijn bovenstaande assumpties getoetst. Een inspectie wijst uit, dat er is voldaan aan de assumpties van normaliteit, liniairiteit en homoscedasticiteit. Echter bleken er een aantal uitschieters te zijn. Ondanks dat er niet volledig aan alle assumpties werd voldaan, is de MRA wel toepast. Dit vanwege de steekproefgrootte van 82, welke als ‘groot’ mag worden beschouwd (Field, 2009). In onderstaande tabel worden de beschrijvende statistieken weergegeven van onderzoeksvraag 1.

Tabel 1

*Beschrijvende statistieken van de accuratesse van de SCT en de verschillende aspecten*

Taak	Aantal			Gemiddelde ( <i>M</i> )	Standaard Deviatie ( <i>SD</i> )
	( <i>N</i> )	Minimum	Maximum		
SCT accuratesse	83	.32	.99	.67	.15
SCT aantal fixaties	87	.00	11.89	3.25	1.91
SCT gemiddelde duur	87	.00	.46	.22	.11
SCT switches	87	.00	2.76	.98	.70

In stap 1 van de MRA zijn leeftijd, sekse en opleidingsniveau van moeder verantwoordelijk voor een significante 39% van de variantie in SCT accuratesse,  $R^2 = .39$ ,  $F(3, 78) = 16.62$ ,  $p < .001$ . In stap 2 zijn het aantal fixaties, de gemiddelde duur en de switches toegevoegd aan het model. Deze zijn verantwoordelijk voor een niet-significante toegevoegde 7,7% van de variantie in de accuratesse van de SCT,  $\Delta R^2 = .08$ ,  $\Delta F(3, 75) = 1.80$ ,  $p = .155$ . In combinatie verklaren de zes variabelen 38,50% van de variantie in de accuratesse van de SCT,  $\Delta R^2 = .39$ ,  $\Delta F(6, 75) = 9.47$ ,  $p < .001$ . Er wordt geen samenhang gevonden tussen de verschillende oogbewegingen en de accuratesse van de SCT. Zie tabel 2 voor de ongestandaardiseerde ( $B$ ), gestandaardiseerde ( $\beta$ ) regressie coëfficiënten, en gekwadrateerde semi-partiele correlaties ( $sr^2$ ).

Tabel 2

*Ongestandaardiseerde (B), Gestandaardiseerde ( $\beta$ ) Regressie Coëfficiënten, en  
Gekwadrateerde Semi-Partiele Correlaties ( $sr^2$ )*

DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH  
GETALBEGRIIP GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

Variabele	<i>B</i> [95% BI]	$\beta$	<i>sr</i> <sup>2</sup>
Stap 1			
Leeftijd	.01 [.01, .02]*	.57	.33
Sekse	-.01 [-.06, .05]	-.03	.01
Opleidingsniveau moeder	.09 [.03, .15]**	.27	.07
Stap 2			
Leeftijd	.01 [.01, .01]*	.48	.16
Sekse	-.01 [-.07, .04]	-.05	.02
Opleidingsniveau moeder	.07 [.01, .14]**	.22	.05
Aantal fixaties	-.03 [-.06, .01]	-.33	.02
Gemiddelde duur fixaties	-.05 [-.41, .31]	-.04	.06
Aantal switches	.10 [.01, .19]	.45	.04

*Noot.* BI= betrouwbaarheidsinterval

\*  $p < .001$ . \*\*  $p < .05$

Zoals te zien in tabel 2, is er in stap 1 een significante samenhang gevonden tussen de onafhankelijke variabelen leeftijd en opleidingsniveau van moeder en de afhankelijke variabele accuratesse van de SCT. In stap 2 worden er voor leeftijd en opleidingsniveau van de moeder significante bevindingen gevonden met de accuratesse van de SCT. Stap 2 laat verder geen significante bevindingen zien.

Voor onderzoeksvraag 2 wordt de samenhang tussen de vaardigheidsscore van de UGT en de accuratesse van de SCT getoetst met een MRA waarbij er gecontroleerd is voor alle assumpties. Uit de analyse is gebleken dat er werd voldaan aan alle assumpties. Zie tabel 3 voor de beschrijvende statistieken van onderzoeksvraag 2.

Tabel 3

*Beschrijvende statistieken van de accuratesse van de SCT en de UGT vaardigheidsscore*

Taak	Aantal		Gemiddelde ( <i>M</i> )	Standaard Deviatie ( <i>SD</i> )
	( <i>N</i> )	Minimum Maximum		
SCT accuratesse	83	.32 .99	.67	.15
UGT vaardigheidsscore	32	33 73	55.37	10.37

## DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH GETALBEGRIIP GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

In stap 1 van de MRA zijn leeftijd, sekse en opleidingsniveau van moeder verantwoordelijk voor een significante 36% van de variantie in de accuratesse van de SCT,  $R^2 = .36$ ,  $F(3, 24) = 4.46$ ,  $p < .05$ . In stap 2 is de vaardigheidsscore van de UGT toegevoegd aan het model. Deze is verantwoordelijk voor een niet-significante toegevoegde 3,8% van de variantie in de accuratesse van de SCT,  $\Delta R^2 = .04$ ,  $\Delta F(1, 23) = 1.45$ ,  $p = .240$ . In combinatie verklaren de 4 variabelen 39,60% van de variantie in de accuratesse van de SCT,  $\Delta R^2 = .40$ ,  $\Delta F(4, 23) = 3.77$ ,  $p < .05$ . Er wordt geen samenhang gevonden tussen de vaardigheidsscore van de UGT en de accuratesse van de SCT. Zie tabel 4 voor de ongestandaardiseerde (B), gestandaardiseerde ( $\beta$ ) regressie coëfficiënten, en gekwadrateerde semi-partiele correlaties ( $sr^2$ ).

Tabel 4

*Ongestandaardiseerde (B), Gestandaardiseerde ( $\beta$ ) Regressie Coëfficiënten, en Gekwadrateerde Semi-Partiele Correlaties ( $sr^2$ )*

Variabele	B [95% BI]	$\beta$	$sr^2$
Stap 1			
Leeftijd	.01 [.00, .02]*	.49	.24
Sekse	.02 [-.09, .13]	.05	.00
Opleidingsniveau moeder	.09 [-.02, .19]	.29	.08
Stap 2			
Leeftijd	.01 [-.00, .02]	.32	.06
Sekse	.02 [-.09, .13]	.07	.49
Opleidingsniveau moeder	.08 [-.03, .18]	.25	.06
UGT vaardigheidsscore	.00 [-.00, .01]	.25	.04

*Noot.* BI= betrouwbaarheidsinterval

\*  $p < .05$ .

Zoals te zien in tabel 4, is er een significante samenhang gevonden tussen leeftijd en de accuratesse van de SCT. In stap 2 worden er geen significante bevindingen gevonden.

### Conclusie en discussie

In deze studie is allereerst onderzocht of er een relatie is tussen de verschillende

## DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH GETALBEGRIJ GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

oogbewegingen en symbolisch getalbegrip bij kleuters. Hierbij is symbolisch getalbegrip gemeten met de UGT en de SCT en zijn de oplossingsstrategieën van de SCT in kaart gebracht door de ET. Aan de hand van deze vergelijkingstaak zijn verschillende oogbewegingen onderzocht, zoals het aantal fixaties tussen de getallen, de gemiddelde duur van de fixaties tussen de getallen en het aantal switches per taak tussen de getallen. Vervolgens is onderzocht of er een relatie is tussen de UGT en de SCT, die in validiteit en gebruik verschillen.

Uit de resultaten van onderzoeksvraag één blijkt dat er niet gesproken kan worden van een significante relatie tussen de accuratesse van de SCT en de verschillende oogbewegingen. De verwachting dat minder en korte fixaties duiden op een betere prestatie op de SCT, wordt uit de huidige bevindingen niet duidelijk. De hypothese, dat er een relatie is tussen de verschillende oogbewegingen en de accuratesse van de SCT wordt hiermee verworpen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het symbolisch getalbegrip nog te beperkt ontwikkeld is bij kleuters. Dit komt overeen met de bevindingen van het onderzoek van Rousselle en Noël (2007). In hun onderzoek waren jonge kinderen beperkt wanneer zij een symbolische vergelijking moesten maken. Daarnaast heeft mogelijk het afstandseffect een rol gespeeld in de niet significante samenhang. De afstand tussen de getallen, welke met elkaar vergeleken moesten worden, kan 'te klein' zijn geweest voor de kleuters. Hierdoor is het mogelijk dat de vergelijking tussen de getallen te moeilijk is geweest voor de participanten en hebben zij de verkeerde toetsen ingedrukt. Wellicht heeft dit de accuratesse van de SCT negatief beïnvloed.

Daarnaast hebben gebrekkige mapping-vaardigheden mogelijk voor lage scores op de SCT gezorgd. Kinderen waarbij de koppeling tussen hoeveelheden en cijfersymbolen tot stand is gekomen begrijpen dat getallen symbool staan voor objecten, hoeveelheden, relaties, en andere attributen (Gurganus, 2004). Dit suggereert dat kinderen waarbij deze koppeling nog niet is ontwikkeld, minder begrip voor hoeveelheden en cijfersymbolen hebben. Uit onderzoek blijkt tevens dat symbolen eerst gekoppeld moeten worden aan de representatie van de corresponderende hoeveelheid, voordat ze met elkaar vergeleken kunnen worden (Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010; Sasanguie, Göbel, Moll, Smets, & Reynvoet, 2013). Het koppelen van symbolen suggereert dat mapping nodig is voor symbolisch getalbegrip.

Leeftijd heeft wel een positieve samenhang met de accuratesse SCT. Hoe ouder het kind hoe beter de prestatie. Dit geldt zowel voor onderzoeksvraag één als onderzoeksvraag twee. Dit was een verwacht verband, aangezien er vanuit de literatuur wordt bevestigd dat leeftijd van invloed is op de ontwikkeling van getalbegrip (Jordan, Kaplan, Locuniak, &

## DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH GETALBEGRIP GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

Ramineni, 2007; Kolkman et al., 2013). Hoe langer een kind onderwijs volgt, hoe beter het getalbegrip wordt (Ebersbach et al., 2007; Laski & Siegler, 2007). Het opleidingsniveau van moeder had alleen in onderzoeksvraag één een positieve samenhang op de accuratesse van de SCT. Hoe hoger de opleiding van de moeder, hoe beter het resultaat van het kind op de SCT.

Uit de resultaten van onderzoeksvraag twee blijkt dat er, buiten verwachting, geen significante samenhang gevonden wordt tussen de vaardigheidsscore van de UGT en de accuratesse van de SCT. De hypothese, dat er een relatie is tussen deze twee variabelen, wordt hiermee verworpen. Een mogelijke verklaring betreft het feit dat de UGT een breder instrument is dan de SCT en daarmee andere aspecten van getalbegrip meet. De UGT bestaat onder andere uit een aantal non-symbolische aspecten, welke mogelijk invloed hebben gehad op de resultaten, waardoor er een relatie met de SCT is uitgebleven.

Een andere verklaring voor de niet samenhangende bevindingen binnen onderzoeksvraag twee betreft de grootte van de steekproef, welke klein was. De kans op statistische significantie neemt namelijk af wanneer de omvang van de steekproef klein is. Het is dan moeilijker om een significant resultaat te verkrijgen (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2006). Dit heeft mogelijk een rol gespeeld in het uitblijven van de samenhang tussen de UGT en de SCT.

Een laatste verklaring voor deze niet significante relatie is dat de prestatie op de UGT mogelijk te veel afhangt van het verbaal begrip. Verbale test blijken niet geschikt te zijn voor kinderen die verbale problemen ervaren (Sireci, Scarpati, & Li, 2005). De UGT doet namelijk een groter beroep op het verbale vermogen dan de SCT, aangezien de SCT objectief in kaart is gebracht door de ET. Hierdoor is er mogelijk geen samenhang gevonden tussen de UGT en de SCT.

Verder is er wel genoeg variatie te zien tussen de scores van de SCT. De data-analyse en resultaten laten zien dat een klein percentage (13,75%) onder een kansniveau van 50% heeft gescoord en dat de standaarddeviatie aangeeft dat er genoeg spreiding is ten opzichte van de minimum en maximum score. Deze variatie is een voorwaarde voor samenhang, hoewel er geen significante samenhang gevonden is. Van alle kleuters scoort 86,25% op de SCT boven kansniveau. Dat wil zeggen dat een groot gedeelte van de kleuters het symbolisch getalbegrip lijkt te beheersen.

Concluderend kan gezegd worden dat er geen samenhang is gevonden tussen de verschillende aspecten van symbolisch getalbegrip bij kleuters. De verschillende oogbewegingen hangen niet samen met de accuratesse van de SCT. Daarnaast is er ook geen



## DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH GETALBEGRIIP GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

samenhang tussen gevonden tussen de vaardigheidsscore van de UGT en de accuratesse van de SCT. Binnen de scores van de SCT is er wel genoeg variatie te zien. Gezien het percentage dat boven kansniveau scoort, lijkt het grootste gedeelte van de kleuters symbolisch getalbegrip te beheersen. Voor leeftijd is er in beide analyses een positieve samenhang gevonden en voor het opleidingsniveau van de moeder alleen in onderzoeksvraag één. Hoe ouder het kind en hoe hoger het opleidingsniveau van de moeder, hoe beter de prestatie op de SCT.

Een aantal suggesties zullen worden genoemd voor vervolgonderzoek. Er wordt aanbevolen om in vervolgonderzoek de UGT te vervangen door een taak die minder een beroep doet op het verbaal begrip. Wanneer de UGT wel in vervolgonderzoek wordt gebruikt, wordt er aanbevolen om de subtesten van de UGT afzonderlijk te analyseren en nader te bekijken welke subtesten de meeste invloed hebben op de resultaten. In deze studie is namelijk alleen naar de totale vaardigheidsscore van de UGT gekeken. Aanvullend onderzoek naar de samenhang tussen de subtesten van de UGT en de SCT is wenselijk, aangezien de SCT een experimentele taak is en nog niet gevalideerd of genormeerd is.

Daarnaast kan een taak waarin mapping wordt gemeten, zoals de Number Line Task, van belang zijn voor onderzoek naar symbolisch getalbegrip. Mapping betreft namelijk de koppeling tussen non-symbolische en symbolische vaardigheden (Hevia & Spelke, 2009; Mundy & Gilmore, 2009). Uitspraken over de samenhang tussen de drie onderdelen van getalbegrip zou een bijdrage kunnen leveren aan het specificeren van interventies voor rekenvaardigheid bij 4- tot 6-jarigen (Gersten et al., 2005).

Een laatste suggestie betreft hetgeen dat er door middel van longitudinaal onderzoek vastgesteld kan worden of een lage score op de getalbegrip taken van de respondenten rekenproblemen op latere leeftijd kan voorspellen. Dit was met de huidige studie niet mogelijk. Dit is echter wel wenselijk gezien de interventies die van belang kunnen zijn voor kinderen die laag hebben gescoord op de SCT en de UGT. Deze kinderen kunnen extra instructie krijgen gericht op het getalbegrip. Extra instructie leidt namelijk tot minder uitvallers in het aanvankelijk rekenen (Griffin, 2004; Yang, Hsu, & Huang, 2004).

**Literatuurlijst**

- 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
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 333-339.  
doi:10.1177/00222194050380040901
- Cirino, P. T. (2011). The interrelationships of mathematical precursors in kindergarten. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 713-733.  
doi:10.1016/j.jecp.2010.11.004
- Collins, A., Greeno, J. G., & Resnick, L. B. (2001). Educational learning theory. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), *International encyclopedia of the social & behavioral sciences*, 4276-4279. Oxford: Elsevier Science.
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind & Language*, 16, 16-36.  
doi:10.1111/1468-0017.00154
- De Smedt, B., Noël, M. P., Gilmore, C., & Ansari, D. (2013). How do symbolic and non symbolic numerical magnitude processing skills relate to individual differences in children's mathematical skills? A review of evidence from brain and behavior. *Trends in Neuroscience and Education*, 2, 48-55. doi:10.1016/j.tine.2013.06.001
- 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.
- Friso-Van den Bos, I., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2014). Number sense in kindergarten children: Factor structure and working memory predictors. *Learning and Individual Differences*, 33, 23-29. doi:10.1016/j.lindif.2014.05.003
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS (tweede druk)*. Londen, Engeland: Sage.
- 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
- Griffin, S. (2004). Teaching number sense: The cognitive sciences offer insights into how young students can best learn math. *Educational Leadership*, 39-42.

DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH  
GETALBEGRIIP GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

- 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.
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., & Weijer, van de, J. (2011). *Eye Tracking A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford, VK: Oxford University Press.
- 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
- Jordan, N. C., Glutting, J., Ramineni, C., & Watkins, M. W. (2010). Validating a number sense screening tool for use in kindergarten and first grade: Prediction of mathematics proficiency in third grade. *School Psychology Review, 39*, 181–195.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research and Practice, 22*, 36-46. doi:10.1111/j.1540- 5826.2007.00229.x
- Kolkman, M. E., Kroesbergen, E. H., & Leseman, P. P. M. (2013) Early numerical development and the role of non-symbolic and symbolic skills. *Learning and Instruction, 25*, 95-103. doi:10.1016/j.learninstruc.2012.12.001
- 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.
- Lipton, J. S., & Spelke, E. (2003). Origins of number sense. *Psychological Science, 14*, 396-401. doi:10.1111/1467-9280.01453
- Locuniak, M. N., & Jordan, N. C. (2008). Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of Learning Disabilities, 41*, 451-459. doi:10.1177/0022219408321126
- Mazocco, M. M., & Thompson, R. E. (2005). Kindergarten predictors of math learning disability. *Learning Disabilities Research and Practice, 20*, 142-155. doi:10.1111/j.1540-5826.2005.00129.x
- Mundy, E., & Gilmore, C. K. (2009). Children's mapping between symbolic and non-symbolic representations of number. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 490-502.

DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH  
GETALBEGRIIP GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

- Rehder, B., & Hoffman, A. B. (2005). Eyetracking and selective attention in category learning. *Cognitive Psychology*, 51, 1–41.
- Rousselle, L. & Noël, M. P. (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. *Cognition*, 102, 361-395. doi:10.1016/j.cognition.2006.01.00505566
- Salvucci, D. D., & Goldberg, J. H. (2000). Identifying fixations and saccades in Eye-Tracking Protocols. *ETRA '00 Proceedings of the 2000 symposium on Eye tracking research & applications*, 71-78. doi:10.1145/355017.355028
- Sasanguie, D., Göbel, S. M., Moll, K., Smets, K., & Reynvoet, B. (2013). Approximate number sense, symbolic number processing, or number–space mappings: What underlies mathematics achievement? *Journal of Experimental Child Psychology*, 114, 418-431. doi:10.1016/j.jecp.2012.10.012.
- Saunders, M., Lewis, P., Thornhill, A. (2006). *Methoden en technieken van onderzoek*. Pearson Education: Amsterdam.
- Schneider, M., Heine, A., Thaler, V., Torbeyns, J., De Smedt, B., Verschaffel, L., . . . Stern, E. (2008). A validation of eye movements as a measure of elementary school children's developing number sense. *Cognitive Development*, 3, 409-422. doi:10.1016/j.cogdev.2008.07.002
- Simon, T. J., Bearden, C. E., McDonald-McGinn, D., & Zackai, E. (2005) Visuospatial and numerical cognitive deficits in children with chromosome 22q11.2 deletion syndrome. *Cortex*, 41, 131-141. doi:10.1016/S0010-9452(08)70889-X
- Torbeyns, J., Van den Noortgate, W., Ghesquière, P., Verschaffel, L., Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (2002). Development of early numeracy in 5- to 7-year-old children: A comparison between Flanders and the Netherlands. *Educational Research and Evaluation*, 8, 249-275. doi:10.1076/edre.8.3.249.3855
- Van Luit, J. E. H., & B. A. M. van de Rijt (2013). *Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised*. Enschede: Graviant (tweede druk).
- Vlaams Departement van Onderwijs en Vorming (2010). *Gelijke onderwijskansen: scholen maken er werk van*. URL: <http://www.ond.vlaanderen.be/GOK/>, geraadpleegd op 18/05/2010.
- Wade, N., & Tatler, B. W. (2005). *The moving tablet of the eye: The origins of modern eye movement research*. Oxford, NY: Oxford University Press.
- Yang, D. C., Hsu, C. J. & Huang, M. C. (2004). A study of teaching and learning number

DE RELATIE TUSSEN DE VERSCHILLENDE TAKEN VAN SYMBOLISCH  
GETALBEGRIP GEMETEN VIA DE EYE-TRACKER

sense for sixth grade students in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 407-430.