

Symbolic Magnitude Representation and Numeracy: the Influence of Inhibition

Symbolische Getalverwerking en Rekenvaardigheid: de Rol van Inhibitie

Cursus: Thesis Pedagogische Wetenschappen (200600042)

Instelling: Universiteit Utrecht

Studenten: Blanken, J. A. R. - 4254155

Corbet, A. B. D. - 4253493

Peels, L. J. - 3869059

Van Knobelsdorff, S. E. - 4257618

Begeleider: E. M. Slot, MSc.

Datum: 9 juni 2014

### Samenvatting

**Achtergrond:** Kinderen ontwikkelen zich in een steeds meer numeriek-georiënteerde samenleving. Wanneer kinderen de betekenis van getallen niet begrijpen, lopen zij in de huidige samenleving al snel tegen problemen aan. Het is daarom van belang om factoren te identificeren waarmee kinderen die worstelen met rekenkundige concepten kunnen worden onderscheiden van kinderen zonder deze problemen. Inhibitie is een veelbesproken onderwerp binnen onderzoek naar getalverwerking en rekenvaardigheid. Binnen dit onderzoek wordt de invloed van inhibitie op de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid onderzocht, waarbij een modererend effect verwacht wordt. **Methode:** Aan dit onderzoek participeerden 461 leerlingen uit groep 3 tot en met 6, afkomstig van 13 verschillende basisscholen. Zij werden geselecteerd op basis van de meest recente Cito-score Rekenen-Wiskunde. Daarnaast is de mate waarin zij beschikken over symbolische getalverwerking en inhibitie gemeten met voor kinderen ontworpen computertaken. **Resultaten:** Er blijkt een positieve samenhang tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid. Tevens is een positieve samenhang aangetoond tussen inhibitie en symbolische getalverwerking. Inhibitie vervult echter geen modererende rol in de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid. **Conclusie:** Uit de resultaten blijkt dat inhibitie geen invloed heeft op de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid. Inhibitie blijkt echter wel de prestatie op symbolische getalverwerking te kunnen voorspellen. Het is daarom wenselijk rekening te houden met de rol die inhibitie speelt wanneer symbolische getalverwerking gemeten wordt om rekenvaardigheid te voorspellen.

*Keywords:* number sense, symbolische getalverwerking, rekenvaardigheid, inhibitie

### Theoretische Inleiding

Kinderen ontwikkelen zich in een steeds meer numeriek-georiënteerde samenleving. Al in de vroege kindertijd horen zij volwassenen tellen, meten, betalen met geld en de tijd noemen. Dit is een van de redenen dat veel kinderen al heel vroeg de kwantitatieve relatie tussen hoeveelheden begrijpen en kleine berekeningen kunnen maken. Wanneer kinderen niet in staat zijn om te tellen of de betekenis van getallen niet begrijpen, lopen zij in de huidige samenleving al snel tegen problemen aan (Rouselle & Noël, 2007). Het is daarom van belang om factoren te identificeren waarmee kinderen die worstelen met rekenkundige concepten kunnen worden onderscheiden van kinderen zonder deze problemen (Fuhs & McNeil, 2013).

Al voordat kinderen enig rekenonderwijs hebben genoten, zijn zij in staat om veranderingen in hoeveelheden op te merken (Lipton & Spelke, 2003; Dehaene, 2001; Kroesbergen, Van 't Noordende, & Kolkman, 2012). Mensen zijn begiftigd met *number sense*, een aangeboren vermogen om te werken met non-symbolische hoeveelheden (Gebuis, Herfs, Kenemans, De Haan, & Van der Smagt, 2009; Dehaene, 2001; Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010; Kroesbergen et al., 2012). Groei en ontwikkeling in *number sense* moet worden beschouwd als een van de belangrijkste voorlopers van rekenkundige ontwikkeling, waarbij een vertraagde ontwikkeling kan leiden tot rekenstoornissen (Desoete, Ceulemans, De Weerd, & Pieters, 2012; Kroesbergen et al., 2012). Het begrip *number sense* wordt geconcretiseerd aan de hand van het triple-code model (Dehaene & Cohen, 1995; Dehaene & Cohen, 1997). Volgens het triple-code model zijn er drie soorten representaties voor getallen. De non-symbolische representatie is een analoge hoeveelheidsrepresentatie, welke verantwoordelijk is voor het kunnen schatten van hoeveelheden en voor het kunnen plaatsen van non-symbolische hoeveelheden op een mentale getallenlijn (Dehaene & Cohen, 1995; Dehaene & Cohen, 1997; Desoete et al., 2012). Twee symbolische representaties zijn de visuele code, waarmee getallen als nummers kunnen worden benoemd, en de auditief-verbale code, waarmee getallen als woord kunnen worden gezien (Dehaene & Cohen, 1995; Dehaene & Cohen, 1997; Schmithorst & Brown, 2004). Binnen dit onderzoek wordt nader ingegaan op symbolische getalverwerking.

Symbolische getalverwerking wordt doorgaans onderzocht door middel van een vergelijkingstaak met Arabische cijfers (De Smedt, Noël, Gilmore, & Ansari, 2013) waarbij de deelnemer twee getallen met elkaar moet vergelijken en moet aangeven welk getal de hoogste waarde heeft. Onder andere Gebuis en anderen (2009) onderzochten symbolische getalverwerking aan de hand van een symbolische vergelijkingstaak. Bij deze taak bestaat elke stimulus uit twee dimensies (bijvoorbeeld numerieke en fysieke grootte), welke onafhankelijk zijn gemanipuleerd. Dit resulteert in een congruente, incongruente en neutrale *trial*. Bij de incongruente *trial* is de fysieke grootte van het

cijfer ongelijk aan de numerieke waarde (bijvoorbeeld 3 8). De participant moet in deze incongruente *trial* eerst een respons onderdrukken gebaseerd op opvallende kenmerken, om een respons te kunnen geven op basis van de waarde van de getallen (Gilmore et al., 2013).

### **Symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid**

Symbolisch getalbegrip is een aangeleerde vaardigheid. Vanaf de leeftijd van 3,5 jaar begrijpen kinderen dat symbolen gerelateerd zijn aan hoeveelheden (Kolkman, Kroesbergen, & Leseman, 2013). Symbolische getalverwerking is afhankelijk van de stimulering die een kind ontvangt, onder andere gedurende de eerste jaren van het basisonderwijs (Jordan et al., 2010).

In de vroege kindertijd doet zich een ontwikkelingsverschuiving voor, waarbij rekenprestaties in groep 1 en 2 afhankelijk zijn van een non-symbolische representatie van hoeveelheden en vanaf groep 4 van meer nauwkeurige en complexe symbolische representaties (Desoete et al., 2012; Gebuis et al., 2009). Wanneer kinderen meer vaardigheden verwerven wat betreft symbolische getalverwerking, worden zij minder sterk afhankelijk van non-symbolische representaties (Fuhs & McNeil, 2013; Inglis, Attridge, Batchelor, & Gilmore, 2011).

Uit onderzoek blijkt dat symbolische getalverwerking een significante voorspeller is van rekenvaardigheden (Sasanguie, Göbel, Moll, Smets, & Reynvoet, 2013; Bartelet, Vaessen, Blomert, & Ansari, 2014); zonder begrip van numerieke hoeveelheden wordt leren rekenen belemmerd (Nosworthy, Bugden, Archibald, Evans, & Ansari, 2013). Tevens toont onderzoek aan dat de relatie tussen symbolisch getalbegrip en rekenvaardigheid sterker wordt naarmate kinderen ouder worden (Desoete et al., 2012; Fuhs & McNeil, 2013; Gebuis et al., 2009; Inglis et al., 2011).

### **Inhibitie**

Executieve functies kunnen worden omschreven als de algemene controlemechanismen die verantwoordelijk zijn voor het coördineren, regelen en controleren van cognitieve processen, waardoor gedrag snel en flexibel kan worden aangepast aan de eisen die gesteld worden vanuit de omgeving (Blair & Razza, 2007; Bull & Scerif, 2001; Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, Van Loosbroek, & Van de Rijt, 2009; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, & Howerter, 2000; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Inhibitie, een proces dat deel uitmaakt van de executieve functies, is het vermogen om een afleidende of ongewenste respons te remmen of te onderdrukken (Bull & Scerif, 2001; Fuhs & McNeil, 2013; Gilmore et al., 2013; Kroesbergen et al., 2009; Miyake et al., 2000; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

Inhibitie ontwikkelt zich al in de voorschoolse periode. Kinderen van rond de drie jaar bezitten al de basisvaardigheden om een respons te onderdrukken (Mehnert et al., 2013). De verdere ontwikkeling loopt door tot in de late kindertijd, met de sterkste

ontwikkeling tussen het derde en het zesde levensjaar (Fuhs & McNeil, 2013; Gebuis et al., 2009; Johnstone et al., 2007). Wat betreft inhibitie wordt een volwassen niveau bereikt rond het twaalfde levensjaar (Gebuis et al., 2009; Van den Wildenberg & Van der Molen, 2004). De vaardigheid om een respons te onderdrukken neemt significant toe met de leeftijd (Carver, Livesey, & Charles, 2001; Cragg & Nation, 2008; Williams, Ponesse, Schachar, Logan, & Tannock, 1999).

### **Symbolische getalverwerking en inhibitie**

Gezien de ontwikkelings-verschuiving wat betreft getalbegrip is het denkbaar dat de rol van inhibitie verschillend is in de relatie met symbolisch dan wel non-symbolisch getalbegrip. Uit onderzoek blijkt dat non-symbolische getalverwerking geen voorspeller is van rekenvaardigheden (Lyons, Price, Vaessen, Blomert, & Ansari, 2014; Nosworthy et al., 2013). Gilmore en anderen (2013) tonen binnen hun studie aan dat de waargenomen relatie tussen de non-symbolische vergelijkingstaken en rekenvaardigheid volledig kan worden toegeschreven aan inhibitievaardigheden (Gilmore et al., 2013). Minder is bekend over de rol die inhibitie speelt in de relatie tussen symbolisch getalbegrip en rekenvaardigheid. Deze resultaten geven aanleiding tot het onderzoeken van de samenhang van inhibitie en symbolische getalverwerking.

Indien inhibitie samenhang vertoont met symbolische getalverwerking, is het wenselijk om hiermee rekening te houden wanneer symbolische getalverwerking gemeten wordt om rekenvaardigheid te voorspellen.

### **Inhibitie als moderator**

In taken die doorgaans gebruikt worden om symbolische getalverwerking te meten, ontkomt men bijna nooit aan het *size congruency effect*. Dit beschrijft het fenomeen dat de participant ten opzichte van de congruente en neutrale *trial* minder accuraat is bij incongruente *trials*, omdat gekozen wordt voor het fysiek grootste getal (Gebuis et al., 2009). Onderzoek toont aan dat met het toenemen van de leeftijd de congruentie effecten afnemen bij symbolische taken. Gebuis en anderen (2009) stellen dat deze toegenomen bekwaamheid verklaard kan worden door automatisering van getalverwerking. Het is echter aannemelijk dat tevens een beter ontwikkelde inhibitie een bijdrage levert aan het afnemen van het *size congruency effect*, aangezien de participant beter in staat is een dominante respons op de incongruente *trial* te onderdrukken, om een respons te kunnen geven op basis van de waarde van de getallen (Gilmore et al., 2013).

Inhibitie is een veelbesproken onderwerp binnen onderzoek naar getalverwerking en rekenvaardigheid (Bull & Scerif, 2001; Censabella & Noël, 2008; Friso-Van den Bos, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2013; Fuhs & McNeil, 2013; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Van der Sluis, De Jong, & Van der Leij, 2007). Resultaten van Fuhs & McNeil (2013) suggereren dat inhibitie een cruciale rol speelt in de relatie tussen non-

symbolische nummerrepresentatie en rekenvaardigheid.

### **Probleemstelling**

Tot op heden is er geen consensus over de rol die inhibitie speelt binnen de relatie symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid. Binnen het huidige onderzoek wordt op deze discussie aangesloten. Het doel van het onderzoek is het in kaart brengen van de rol van inhibitie in de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid. Dit onderzoek kan mogelijk individuele verschillen in de relatie tussen getalbegrip en rekenvaardigheid verklaren aan de hand van inhibitievaardigheden (Espy et al., 2004; Kolkman et al., 2013; St Claire-Thompson & Gathercole, 2006). Indien dit het geval is, zet dit kracht bij aan de bevindingen van eerder onderzoek waaruit blijkt dat vroege metingen van executieve functies waardevol zijn bij het identificeren van kinderen die mogelijk problemen ervaren op het gebied van rekenvaardigheid (Clark, Pritchard, & Woodward, 2010).

De onderzoeksvraag luidt: Wat is de invloed van inhibitie op de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid bij leerlingen uit groep 3 t/m 6 van het reguliere basisonderwijs? Dit wordt onderzocht aan de hand van de deelvragen (a) wat is de invloed van leeftijd op de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid?, (b) in hoeverre is er samenhang tussen leeftijd en inhibitie?, (c) in hoeverre wordt symbolische getalverwerking verklaard door inhibitie? en (d) wat is de invloed van inhibitie op de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid? Verwacht wordt dat inhibitie een rol speelt in de relatie tussen getalbegrip en rekenvaardigheid. Rekenvaardigheid omvat probleemoplossing, wat vereist dat kinderen relevante informatie kunnen onderscheiden van afleidende, irrelevante informatie. Om die reden blijven kinderen gedurende de kindertijd sterk afhankelijk van hun inhibitievaardigheden voor het uitvoeren van rekenkundige bewerkingen (Fuhs & McNeil, 2013). Aangezien de relatie tussen symbolisch getalbegrip en rekenvaardigheid sterker wordt naarmate kinderen ouder worden (Desoete et al., 2012; Fuhs & McNeil, 2013; Gebuis et al., 2009; Inglis et al., 2011) en inhibitie in diezelfde periode een sterke ontwikkeling doormaakt (Espy et al., 2004; Fuhs & McNeil, 2013; Gebuis et al., 2009), wordt verwacht dat inhibitie deze relatie gedeeltelijk kan verklaren.

### **Methode**

#### **Participanten**

Voor dit onderzoek zijn 13 reguliere basisscholen bereid gevonden om mee te werken. Deze scholen zijn geselecteerd door middel van een gemakssteekproef, en zijn gevestigd door heel Nederland. De participanten aan het onderzoek ( $n = 461$ ,  $M_{\text{leeftijd}} = 8.4$ ,  $SD_{\text{leeftijd}} = 1.2$ ) zijn leerlingen die op het moment van de testafname in groep 3, 4, 5 en 6 zaten, en de leeftijd hadden van 5.6 tot 11.3 jaar. Zij werden geselecteerd op basis

van het niveau op de meest recente Cito-score Rekenen-Wiskunde (Janssen, Verhelst, Engelen, & Scheltens, 2010), waarbij werd gestreefd naar een gelijke verdeling over de groepen bij de niveau-indelingen I tot en met V. De ouders van de participanten hebben schriftelijk toestemming gegeven voor de deelname aan het onderzoek. De onderzoeksgroep bestond uit 221 jongens (48%) en 240 meisjes (52%). De onderzoekspopulatie is beschreven in Tabel 1, waarbij onderscheid is gemaakt tussen de 4 groepen.

Tabel 1

*Onderzoekspopulatie*

Groep	<i>n</i>	Geslacht		Leeftijd	
		Jongens (%)	Meisjes (%)	<i>M</i>	<i>SD</i>
Groep 3	115	57 (50)	58 (50)	6.9	0.4
Groep 4	116	58 (50)	58 (50)	8.0	0.5
Groep 5	113	47 (42)	66 (58)	9.0	0.4
Groep 6	117	59 (50)	58 (50)	9.9	0.5

*Noot.* *n* = steekproefgrootte; *M* = gemiddelde; *SD* = standaarddeviatie

**Meetinstrumenten**

Om uitspraak te kunnen doen over de mate waarin de leerlingen uit de groepen 3, 4, 5 en 6 beschikken over rekenvaardigheid, inhibitie en getalbegrip hebben de testleiders verschillende meetinstrumenten gebruikt. De testleiders zijn vooraf middels een training geïnstrueerd over hoe zij de verschillende metingen dienen uit te voeren. Voorafgaand aan de daadwerkelijke afname met participanten hebben testleiders geoefend met vrijwilligers om bekend te raken met het testmateriaal. De validiteit van de computertaken die gebruikt zijn in dit onderzoek wordt nog onderzocht binnen een groot normeringsonderzoek aan de Universiteit Utrecht in 2014.

**Rekenvaardigheid.** De vaardigheidsscore op de Citotoets Rekenen-Wiskunde (Janssen et al., 2010) is gebruikt om het rekenniveau van leerlingen vast te stellen en als maat voor rekenvaardigheid. De niveauscores van de Citotoets Rekenen-Wiskunde zijn bovendien gebruikt om een gelijke verdeling over de groepen bij de niveau-indelingen I tot en met V te bereiken. De betrouwbaarheid is goed gebleken (Commissie Testaangelegenheden Nederland, 2010).

**Go/No go taak.** Door middel van de Go/No go taak is de inhibitie van de participant gemeten. De taak begon met een oefenronde, bestaande uit zes *trials*. In de drie ronden daarop volgend is op het scherm een plaatje, een letter of een cijfer getoond. Bij vertoning van de vogel, de letter 'a' of het cijfer één moest de leerling op de knop met letter 'b' op het toetsenbord drukken, welke gemarkeerd was met een sticker. Wanneer een vlinder, de letter 'm' of het cijfer zes getoond werd, moest de leerling niet drukken. Elke ronde bestond uit veertig *trials*. Per *trial* had de leerling twee seconden om te reageren. De Go/No go taak is een gebruikelijke manier om inhibitie te meten (De

Weerdt, Desoete, & Roeyers, 2013). Van deze taak blijkt de test-hertest meting redelijk stabiel te zijn (Horn, Dolan, Elliot, Deakin, & Woodruff, 2003).

**Symbolische vergelijkingstaak.** Om symbolische getalverwerking te meten is een symbolische vergelijkingstaak afgenomen. De taak begon met een oefenronde, bestaande uit zes *trials*. Op het scherm zijn steeds twee cijfers getoond, links en rechts op het scherm. De leerling moest aangeven welk cijfer de hoogste waarde had, door middel van het indrukken van de 'a' (corresponderend met links) of de 'l' (corresponderend met rechts) toets op het toetsenbord. Er zijn drie condities waarin de cijfers worden aangeboden. Bij de congruente conditie is het fysiek grootste getal ook het getal met de hoogste waarde. Bij de inhibitie conditie is het getal met de kleinste waarde fysiek het grootst en bij de controle conditie zijn beide getallen fysiek even groot. De taak heeft één ronde van 33 *trials*. Per *trial* had de leerling vijf seconden om te reageren.

### **Procedure**

De Go/No go taak en Symbolische vergelijkingstaak zijn individueel afgenomen. In een rustige testruimte hebben de participanten de taken op de computer uitgevoerd. De volgorde van de af te nemen taken is vooraf vastgesteld en was als volgt: Inhibitietask (Go/No go) gevolgd door de Symbolische vergelijkingstaak. Iedere taak is kort geïntroduceerd bij de leerling, waarna een oefenronde volgde.

Tijdens het onderzoek zijn de leerlingen gestimuleerd om door te gaan door middel van neutrale opmerkingen en complimentjes. Iedere leerling kreeg tijdens de introductie van het onderzoek een vel met vakjes, die corresponderen met de computertaken. Onafhankelijk van de prestatie, mochten de leerlingen na het volbrengen van elke taak een sticker uitkiezen. Na afloop van het onderzoek heeft de onderzoeksassistent de leerling teruggebracht naar het lokaal.

### **Dataverwerking en data-analyse**

Voor dit toetsingsonderzoek is gebruik gemaakt van een kwantitatief onderzoeksdesign. Bij het ontbreken van gegevens is '999' ingevuld, zodat gecontroleerd kon worden voor ontbrekende waarden. Wat betreft de vaardigheidsscore op de Cito-toets Rekenen-Wiskunde ontbrak 4.9% van de gegevens. Daarnaast ontbrak 10.5% van de gegevens op de symbolische vergelijkingstaak en 40.6% op de Go/No go taak. Het grote aantal missende scores op de laatstgenoemde taak is toe te schrijven aan een computerfout. Op basis van een boxplot zijn de data gecontroleerd op uitschieters. Er wordt gesproken van een uitschieter wanneer de score drie standaarddeviaties van het gemiddelde afwijkt (Allen & Bennet, 2012). Bij nadere analyse van de uitschieters bleken deze scores echter te passen bij de prestatie, waardoor is besloten deze niet te verwijderen.

Nadat de controles waren uitgevoerd, zijn de data geanalyseerd. Door middel van de optie 'split file' is de data opgedeeld om, binnen de beschrijvende statistieken,



onderscheid te kunnen maken tussen groepen en geslacht. Er zijn twee correlatietoetsen uitgevoerd om de samenhang van inhibitie met leeftijd dan wel symbolische getalverwerking te meten. Daarnaast is bij een aanvullende correlatieanalyse gebruik gemaakt van de optie 'split file' om de analyse per groep te kunnen uitvoeren. Tevens is een moderatoranalyse uitgevoerd om te beoordelen welke rol leeftijd speelt in de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid. Tot slot is een stapsgewijze regressieanalyse uitgevoerd om de invloed van inhibitie op deze relatie te toetsen. Voordat de analyses zijn uitgevoerd, werden de assumpties gecontroleerd. Deze bleken voor normaliteit en homoscedasticiteit geschonden (Allen & Bennet, 2012). Daarom is besloten een eenzijdige Spearman's Rho toets uit te voeren.

### Resultaten

De beschrijvende statistieken van de totale onderzoeksgroep voor de Cito-score Rekenen-Wiskunde (rekenvaardigheid), de symbolische vergelijkingstaak (symbolische getalverwerking) en de Go/No go taak (inhibitie) zijn weergegeven in Tabel 2. In deze tabel is tevens onderscheid gemaakt tussen de vier groepen.

Tabel 2

*Beschrijvende Statistieken (aantal, gemiddelde en standaarddeviatie) van de Cito-score Rekenen-Wiskunde, de Symbolische Vergelijkingstaak en de Go/No Go Taak per Groep en Totaal*

Groep	<i>n</i>	Vaardigheidsscore Cito Rekenen- Wiskunde		Percentage correct Symbolische Vergelijkingstaak		Percentage Correct op No Go <i>trials</i>	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Groep 3	68	59.82	43.40	81.3	14.6	77.5	16.6
Groep 4	62	51.89	14.72	92.8	8.5	76.6	16.8
Groep 5	72	72.09	16.92	95.0	4.9	79.9	17.1
Groep 6	63	81.43	15.97	94.4	8.1	77.5	18.8
Totaal	265	66.42	28.37	90.8	11.2	78.0	17.3

*Noot.* *n* = steekproefgrootte; *M* = gemiddelde; *SD* = standaarddeviatie

### Correlatieanalyses

Vanwege de keuze voor Spearman's Rho wordt een score uitgedrukt als de samenhang tussen posities in een rangorde. De samenhang tussen leeftijd en inhibitie is getoetst met een correlatieanalyse.

H<sub>0</sub>: Er is geen samenhang tussen leeftijd en inhibitie.

H<sub>1</sub>: Er is een positieve samenhang tussen leeftijd en inhibitie.

De correlatie tussen leeftijd en inhibitie was positief en niet significant. Op basis van dit resultaat wordt H<sub>0</sub> aangenomen.

De samenhang tussen inhibitie en symbolische getalverwerking is tevens getoetst met een correlatieanalyse.

H<sub>0</sub>: Er bestaat geen samenhang tussen inhibitie en symbolische getalverwerking.

H<sub>1</sub>: Er bestaat een positieve samenhang tussen inhibitie en symbolische getalverwerking. Er is sprake van een significante positieve samenhang. De hoeveelheid verklaarde variantie van de rangorde van beide variabelen is 10% ( $R_s^2 = .10$ ), wat wordt beschouwd als een klein effect (Field, 2013). Verschillen in de gemeten symbolische getalverwerking kunnen voor 10% door inhibitie verklaard worden. De correlaties zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3

*Spearman's Rho Correlatie Analyse voor de Cito-score Rekenen-Wiskunde, Percentage Correct No Go trial (Inhibitie), Percentage Correct Symbolische Getalverwerkingstaak en Leeftijd in Maanden*

Variabele	1	2	3	4
1. Cito Rekenen-Wiskunde	-			
2. Perc. Cor. No Go trial		-		
3. Perc. Cor. Symbolische Getalverw.	.28**	.32**	-	
4. Leeftijd in Maanden			.089	-

*Noot.* Perc. Cor. = percentage correct; Getalverw. = getalverwerkingstaak.

\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ .

Een derde correlatietoets is uitgevoerd om te toetsen of er verschil bestaat in de samenhang tussen inhibitie en symbolische getalverwerking in de groepen 3 tot en met 6. Voor alle groepen bleken de correlaties significant positief met een klein effect (Field, 2013). Aangezien de resultaten van beide correlatietoetsen significant en positief zijn wordt H<sub>0</sub> verworpen.

Tot slot werd een correlatieanalyse uitgevoerd voor het aantonen van samenhang tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid ten behoeve van de regressieanalyses. De samenhang is significant gebleken. Symbolische getalverwerking verklaart 7.6% van de variantie in rekenvaardigheid. Dit is een klein effect (Field, 2013).

### **Regressieanalyse**

Naar aanleiding van deze bevinding is door middel van een moderatoranalyse onderzocht wat de invloed van leeftijd is op de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid.

H<sub>0</sub>: Leeftijd is niet van invloed op de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid.

H<sub>1</sub>: Leeftijd is van invloed op de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid.

Voor het uitvoeren van deze analyse zijn symbolische getalverwerking en leeftijd gecentraliseerd en samengevoegd tot één interactievariabele. Hiermee kon een lineaire regressieanalyse worden uitgevoerd. Leeftijd en symbolische getalverwerking gezamenlijk verklaren 9.6% van de variantie in rekenvaardigheid,  $R^2 = .096$ ,  $\Delta R^2 = .089$ ,  $F(3,389) = 13.71$ ,  $p < .01$ . In Tabel 4 zijn de regressiecoëfficiënten weergegeven.

Tabel 4

*Ongestandaardiseerde (B) en Gestandaardiseerde ( $\beta$ ) Regressie Coëfficiënten, en Gekwadrateerde Semi-Gedeeltelijke Correlaties ( $sr^2$ ) Voor Elke Predictor in het Regressie Model voor het Voorspellen van Rekenvaardigheid*

Variabele	B	[95% BI]	$\beta$	$sr^2$
Symbolische getalverwerking (gecentraliseerd)	43.23 *	[7.24, 79.22]	.182	.013
Leeftijd in mnd (gecentraliseerd)	.41 **	[-.196, .628]	.210	.033
Symbolische getalverwerking x Leeftijd	.94	[-1.05, 2.93]	.065	.003

*Noot.*  $n = 393$ . BI = betrouwbaarheidsinterval.

\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ .

Uit Tabel 4 kan worden opgemaakt dat leeftijd geen significante invloed heeft op de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid. Op basis van dit resultaat wordt  $H_0$  aangenomen.

Een tweede regressieanalyse is uitgevoerd om de invloed van inhibitie op de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid te toetsen.

$H_0$ : Inhibitie is niet van invloed op de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid.

$H_1$ : Inhibitie beïnvloedt de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid.

Er is een stapsgewijze regressieanalyse uitgevoerd, om uitspraak te kunnen doen over de verklaarde variantie in rekenvaardigheid door symbolische getalverwerking en inhibitie. Symbolische getalverwerking verklaart 6.1% van de variantie in rekenvaardigheid,  $R^2 = .061$ ,  $F(1,263) = 16.97$ ,  $p < .001$ . Wanneer inhibitie wordt toegevoegd aan de regressie vergelijking, blijkt dat dit niet verder bijdraagt aan het percentage verklaarde variantie,  $\Delta R^2 = .00$ ,  $\Delta F = (1,262) = 0.115$ ,  $p > .05$ . De totale variantie is gelijk aan de variantie verklaard door symbolische getalverwerking, en wel 6.1%.  $R^2 = .061$ ,  $\Delta R^2 = .054$ ,  $F(2,262) = 8.51$ ,  $p < .01$ . De regressiecoëfficiënten en correlaties zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5

*Ongestandaardiseerde (B) en Gestandaardiseerde ( $\beta$ ) Regressie Coëfficiënten, en Gekwadrateerde Semi-Gedeeltelijke Correlaties ( $sr^2$ ) Voor Elke Predictor in het Regressie Model voor het Voorspellen van Rekenvaardigheid*

Variabele	B	[95% BI]	$\beta$	$sr^2$
Stap 1				
Symbolische getalverwerking	62.05 **	[32.39, 91.70]	.246	.061
Stap 2				
Symbolische getalverwerking	60.52 **	[29.51, 91.52]	.240	.053
Inhibitie	3.45	[-16.56, 23.45]	.021	.001

*Noot.*  $n = 265$ . BI = betrouwbaarheidsinterval.

\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ .

Uit Tabel 5 kan worden opgemaakt dat symbolische getalverwerking de enige significante voorspeller is van rekenvaardigheid. Uit de ongestandaardiseerde en gestandaardiseerde regressiecoëfficiënten blijkt dat de voorspellende waarde van symbolische getalverwerking op rekenvaardigheid slechts minimaal verandert wanneer inhibitie aan het model wordt toegevoegd. Op basis van dit resultaat wordt  $H_0$  aangenomen.

### **Conclusie en discussie**

Binnen dit onderzoek is onderzocht wat de invloed van inhibitie is op de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid. Hierbij is een mogelijke samenhang nagegaan tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid, vervolgens is nagegaan hoe kinderen in verschillende groepen op inhibitie scoren en of er een mogelijke samenhang tussen symbolische getalverwerking en inhibitie is.

Uit de bevindingen van dit onderzoek kan worden geconcludeerd dat inhibitie geen invloed heeft op de relatie tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid.

Er blijkt een positieve samenhang tussen symbolische getalverwerking en rekenvaardigheid, waarbij symbolische getalverwerking ook een voorspeller is van rekenvaardigheid. Deze bevindingen bevestigen de resultaten van eerder onderzoek (Sasanguie et al., 2013; Bartelet et al., 2014). Tevens is een positieve samenhang aangetoond tussen inhibitie en symbolische getalverwerking, ook wanneer afzonderlijk naar de groepen 3 tot en met 6 wordt gekeken. Deze samenhang houdt in dat wanneer iemand ten opzichte van de groep hoog scoort op de inhibitietaak, deze naar verwachting ook hoog zal scoren op de symbolische getalverwerkingstaak. Deze bevindingen zijn in overeenstemming met eerder gedaan onderzoek (Blair & Razza 2007; Bull & Scerif, 2001; Espy et al., 2004; St Clair Thompson & Gathercole, 2006).

Voorgaande onderzoeken suggereerden herhaaldelijk dat inhibitie een belangrijke rol speelt bij de ontwikkeling van rekenvaardigheid in de kindertijd (Bull & Scerif, 2001; Censabella & Noël, 2008; Friso-Van den Bos et al., 2013; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Hoewel binnen dit onderzoek de relatie tussen symbolisch getalverwerking en rekenvaardigheid is bevestigd en samenhang tussen inhibitie en symbolisch getalverwerking is gevonden kan in dit onderzoek inhibitie niet worden benoemd als verklarende factor in de relatie tussen symbolisch getalverwerking en rekenvaardigheid. Dit sluit aan bij aan bij de studie van Van der Sluis en anderen (2007).

Een opmerkelijk resultaat van dit onderzoek is dat er geen sprake bleek van een sterker wordend verband tussen symbolische getalbegrip en rekenvaardigheid naarmate kinderen ouder worden. Dit spreekt het resultaat van eerdere studies tegen (Desoete et al., 2012; Fuhs & McNeil, 2013; Gebuis et al., 2009; Inglis et al., 2011). Tot slot kan uit de analyses geconcludeerd worden dat er geen samenhang is tussen inhibitie en leeftijd. Dit wil zeggen dat kinderen niet beter worden in taken waarbij inhibitie een rol speelt,

naarmate zij ouder worden. Enerzijds spreekt dit het resultaat van eerdere studies tegen (Carver et al., 2001; Cragg & Nation, 2008; Williams et al., 1999), maar anderzijds is het in overeenstemming met de resultaten van Johnstone en anderen (2007). Een mogelijke verklaring voor het niet kunnen aantonen van samenhang is dat er wat betreft de ontbrekende data op de inhibitie taak (40.6%) sprake is van een niet-willekeurige verdeling binnen leeftijdsgroepen (*Missing Not At Random* [MNAR]), waardoor een vertekend beeld is ontstaan van de prestaties per groep. Bij vervolgonderzoek is het belangrijk te voorkomen dat de missende data vanwege een niet-willekeurige verdeling invloed hebben op het resultaat. Het ontbreken van gegevens moet zoveel mogelijk worden tegengegaan door bedacht te zijn op eventuele computerfouten, waarbij de testleider bekwaam moet zijn om kleine verstoringen direct te kunnen verhelpen.

Het huidige onderzoek kent enkele beperkingen. Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van een selecte steekproef van participanten, met als gevolg dat de resultaten beperkt generaliseerbaar zijn. Daarentegen is de representativiteit van de resultaten gewaarborgd door gebruik van de getrapte steekproef, waarbij gestreefd is naar een evenredige verdeling in Cito-scores. Ook is de steekproef van voldoende formaat,  $n > 30$  (Baarda, De Goede, & Van Dijkum, 2003).

Daarnaast heeft het probleem van *task impurity* mogelijk afbreuk gedaan aan de nauwkeurigheid van het meten van inhibitie aan de hand van de *Go/No go* taak (Miyake et al., 2000). Executieve functies kunnen niet geïsoleerd worden gemeten op een taak. Een score wordt altijd beïnvloed door variantie van non-executieve functies (Van der Ven, Kroesbergen, Boom, & Leseman 2012). Dat betekent dat mogelijk ook andere constructen gemeten zijn, zoals taal en motorische vaardigheden. Er is getracht het *task impurity* probleem te beperken door gebruik te maken van visuele stimuli die door middel van verbale instructie ondersteund werden. Bovendien zijn de testleiders voorafgaand aan de testafname getraind in de exacte afname. Hiermee is de betrouwbaarheid van het onderzoek vergroot, wat een voorwaarde is voor validiteit.

In dit onderzoek is symbolische getalverwerking gemeten door middel van een taak met drie condities. De samenhang is aangetoond over de totale taak. Vervolgonderzoek is erbij gebaat de samenhang per conditie te onderzoeken. Daarbij zou verwacht worden dat een sterker verband bestaat tussen inhibitie en de incongruente conditie. Wanneer tevens een significant verband aangetoond wordt met de overige condities, speelt *task impurity* wellicht ook een rol wanneer symbolische getalverwerking gemeten wordt. Ondanks de beperkingen, heeft deze studie een maatschappelijke relevantie. Aangezien inhibitie een rol lijkt te spelen bij symbolische getalverwerking, is het wenselijk om rekening te houden met inhibitie wanneer symbolische getalverwerking gemeten wordt.

### Literatuur

- Allen, P. & Bennet, K. (2012). *SPSS Statistics a Practical Guide version 20*. Melbourne, Cengage Learning.
- Baarda, D. B., De Goede, M. P. M., & Van Dijkum, C. J. (2003). Basisboek statistiek met SPSS: handleiding voor het verwerken en analyseren van en rapporteren over (onderzoeks)gegevens. Groningen/Houten: Wolters-Noordhoff.
- Bartelet, D., Vaessen, A., Blomert, L., Ansari, D., (2014). What basic number processing measures in kindergarten explain unique variability in first-grade arithmetic proficiency? *Journal of Experimental Child Psychology*, *117*, 12-28. doi:10.1016/j.jecp.2013.08.010
- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating Effortful Control, Executive Function, and False Belief Understanding to Emerging Math and Literacy Ability in Kindergarten. *Child Development*, *78*(2), 647-663. doi: 10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x
- Bull, R., & Sceriff, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, *19*, 273-293. doi:10.1207/S15326942DN1903\_3
- Carver, A. C., Livesey, D. J. & Charles, M. (2001). Age related changes in inhibitory control as measured by stop signal task performance. *International Journal of Neuroscience*, *107*, 43-61. doi:10.3109/00207450109149756
- Censabella, S., & Noël, M. P. (2008). The inhibition capacities of children with mathematical disabilities. *Child Neuropsychology*, *14*, 1-20. doi:10.1080/09297040601052318
- Clark, C. A. C., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental Psychology*, *46*, 1176-1191. doi:10.1037/a0019672
- Commissie Testaangelegenheden Nederland (2010). Rekenen- Wiskunde voor groep 3 tot en met 8 LOVS. Retrieved from [http://www.cotandocumentatie.nl.proxy.library.uu.nl/test\\_details.php?id=731](http://www.cotandocumentatie.nl.proxy.library.uu.nl/test_details.php?id=731)
- Cragg, L. & Nation, K. (2008). Go or no-go? Developmental improvements in the efficiency of response inhibition in mid-childhood. *Developmental Science*, *11*, 819-827. doi:10.1111/j.1467-7687.2008.00730
- Dehaene, S. (2001). Précis of " the number sense ". *Mind and Language*, *16*, 16-36. doi:10.1111/1468-0017.00154
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, *1*, 83-120.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1997). Cerebral pathways for calculation. Double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetics. *Cortex*, *33*, 219-250. doi:10.1016/S0010-9452(08)70002-9
- De Smedt, B., Noël, M., 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
- Desoete, A., Ceulemans, A., De Weerd, F., & Pieters, S. (2012). Can we predict mathematical learning disabilities from symbolic and non-symbolic comparison tasks in kindergarten? Findings from a longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, *82*, 64-81. doi:10.1348/2044-8279.002002
- De Weerd, F., Desoete, A., & Roeyers, H. (2013). Behavioral inhibition in children with learning disabilities. *Research in developmental disabilities*, *34*, 1998-2007. doi:10.1016/j.ridd.2013.02.020
- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental neuropsychology*, *26*, 465-486. doi:10.1207/s15326942dn2601\_6
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics 4<sup>th</sup> edition*. Los Angeles, Sage.
- Friso-Van den Bos, I., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Leseman, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-

- analysis. *Educational Research Review*, *10*, 29-44.  
doi:10.1016/j.edurev.2013.05.003
- Fuhs, M. W. & McNeil, N. M. (2013) ANS acuity and mathematics ability in preschoolers from low-income homes: Contributions of inhibitory control. *Developmental Science* *16* 136-148. doi:10.1111/desc.12013.
- Gebuis, T., Herfs, I. K., Kenemans, J. L., De Haan, E. H., & Van der Smagt, M. J. (2009). The development of automated access to symbolic and non-symbolic number knowledge in children: an ERP study. *European Journal of Neuroscience*, *30*, 1999-2008. doi:10.1111/j.1460-9568.2009.06994.x
- Gillmore, C., Attridge, N., Clayton, S., Cragg, L., Johnson, S., & Inglis, M. (2013). Individual differences in inhibitory control, not non-verbal number acuity, correlate with mathematics achievement. *Public Library of Science One*, *8*, 1-9. doi:10.1371/journal.pone.0067374
- Horn, N. R., Dolan, M., Elliott, R., Deakin, J. F. W., & Woodruff, P. W. R. (2003). Response inhibition and impulsivity: an fMRI study. *Neuropsychologia*, *41*, 1959-1966. doi:10.1016/S0028-3932(03)00077-0
- Inglis, M., Attridge, N., Batchelor, S., & Gillmore, C. (2011). Non-verbal number acuity correlates with symbolic mathematics achievement: But only in children. *Psychonomic Bulletin & Review*, *18*, 1222-1229. doi:10.3758/s13423-011-0154-1
- Janssen, J., Verhelst, N., Engelen, R., & Scheltens, F. (2010). Wetenschappelijke verantwoording van de toetsen LOVS Rekenen-Wiskunde voor groep 3 tot en met 8. Arnhem: Cito.
- Johnstone, S. J., Dimoska, A., Smith, J. L., Barry, R. J., Pleffer, C. B., Chiswick, D. & Clarke, A. R. (2007). The development of stop-signal and Go/No-Go response inhibition in children aged 7-12 years: Performance and event-related potential indices. *International Journal of Psychophysiology*, *63*, 25-38.  
doi:10.1016/j.ijpsycho.2006.07.001
- 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
- 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
- Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H., Van Lieshout, E. C. D. M., Van Loosbroek, E., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). Individual differences in early numeracy: The role of executive functions and subitizing. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *27*, 226-236. doi:10.1177/0734282908330586
- Kroesbergen, E. H., Van 't Noordende, J. E., & Kolkman, M. E. (2012). Number sense in low-performing kindergarten children: Effects of a working memory and a number sense training. In D. Molteso, Z. Breznitz, V. Berninger, & O. Rubinsten (Eds.), *Reading, Writing, Mathematics and the Developing Brain: Listening to Many Voices*. New York: Springer Publications.
- 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
- Lyons, I. M., Price, G. R., Vaessen, A., Blomert, L., & Ansari, D. (2014). Numerical predictors of arithmetic success in grades 1-6. *Developmental Science*, *1-13*.  
doi:10.1111/desc.12152
- Mehnert, J., Akhrif, A., Telkemeyer, S., Rossi, S., Schmitz, C. H... Neufang, S. (2013). Developmental changes in brain activation and functional connectivity during response inhibition in the early childhood brain. *Brain & Development*, *35*, 894-904. doi:10.1016/j.braindev.2012.11.006
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*, 49-100. doi:10.1006/cogp.1999.0734

- Nosworthy N., Bugden S., Archibald L., Evans B., & Ansari, D. (2013) A Two-Minute Paper-and-Pencil Test of Symbolic and Nonsymbolic Numerical Magnitude Processing Explains Variability in Primary School Children's Arithmetic Competence. *PLoS ONE*, *8*. doi:10.1371 /journal.pone.0067918
- Rouselle, 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.2006.01.005
- Sasanguie, D., Göbel S.M., Moll, K., Smets, K., & Reynvoet, B. (2013). Approximate number sense, symbolic number processing, or number-space mappings: What underlies mathematical achievement? *Journal of Experimental Child Psychology*, *114*, 418-431. doi:10.1016/j.jecp.2012.10.012
- St Claire-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *59*, 745-759. doi:10.1080/17470210500162854
- Van den Wildenberg, W. P. M., & Van der Molen, M. W. (2004). Developmental trends in simple and selective inhibition of compatible and incompatible responses. *Journal of Experimental Child Psychology*, *87*, 201-220. doi:10.1016/j.jecp.2003.11.003
- Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. M. (2012). The development of executive functions and early mathematics: A dynamic relationship. *British Journal of Educational Psychology*, *82*, 100-119. doi:10.1111/j.2044-8279.2011.02035.x
- Van der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, *35*, 427-449. doi:10.1016/j.intell.2006.09.001
- Williams, B. R., Ponesse, J. S., Schachar, R. J., Logan, G. D. & Tannock, R. (1999). Development of inhibitory control across the life span. *Developmental psychology*, *35*, 205-213. doi:10.1037/0012-1649.35.1.205