

**De relatie tussen niet-symbolische-, symbolische- en  
mappingvaardigheden en de rekenvaardigheid van  
zwakke rekenaars in groep 4.**



**Universiteit Utrecht**

Masterthesis 2013-2014

Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

**Naam:** Rob (R.G.E.) Verstegen (3941132)

**Begeleider:** Hans van Luit / Sylke Toll

**Tweede beoordelaar:** Ilona Friso-van den Bos

**Datum:** 22 juni 2014

## **Voorwoord**

Voor u ligt mijn masterthesis ter afronding van de opleiding Orthopedagogiek aan de Universiteit Utrecht. Ik heb met veel interesse en plezier gewerkt aan deze thesis en ik ben ook trots op het resultaat dat ik u mag presenteren. Het onderwerp, numerieke vaardigheden en hun relatie op de latere rekenvaardigheid, waarover ik mijn thesis heb geschreven, trok in eerste instantie niet direct mijn interesse. Op aanbeveling van mijn begeleidster Sylke Toll ben ik mij gaan verdiepen in het onderwerp. Aan het begin was dit een aardige klus, omdat het een vrij recent maar ook zeer theoretisch onderwerp is. Naar mate ik meer literatuur had gelezen en deze mij eigen had gemaakt, wekte het onderwerp steeds meer interesse bij mij op. Dit heeft er toe geleid dat ik met veel plezier en grote nieuwsgierigheid aan dit onderwerp heb mogen werken. Ik hoop dat mijn onderzoek een bijdrage levert aan de studie naar de invloed van numerieke vaardigheden bij jonge kinderen en de relatie met hun latere rekenvaardigheid. Het afronden van deze masterthesis had niet kunnen gebeuren zonder de goede en professionele begeleiding van Hans van Luit en Sylke Toll. Bij hen kon ik altijd terecht met vragen en door hun feedback kon ik weer verder in het proces. Hen wil bij deze dan ook heel hartelijk bedanken. Daarnaast wil ik graag alle deelnemers, hun ouders en leerkrachten die aan dit onderzoek hebben meegewerkt bedanken. Zonder hun bijdrage had dit onderzoek niet uitgevoerd kunnen worden. Tot slot wil ik nog mijn vrienden en familie bedanken, die van tijd tot tijd zorgden voor de nodige afleiding en steun.

Rob Verstegen

Mei, 2014.

### Samenvatting

**Doel:** Het doel van deze studie is te onderzoeken of niet-symbolische vaardigheid, symbolische vaardigheid en/of mappingvaardigheid bij jonge kinderen significante voorspellers zijn voor de rekenvaardigheid van zwakke rekenaars in groep 4. **Methode:** 150 zwakke rekenaars zijn geselecteerd op grond van hun resultaat op een gestandaardiseerde rekenvaardigheidstest, afgenomen eind groep 3. De deelnemers zijn eind groep 2 getoetst op numerieke vaardigheden. De rekenvaardigheid van deze leerlingen is gemeten aan de hand van een gestandaardiseerde rekenvaardigheidstest, afgenomen in midden groep 4. **Resultaten:** Uit regressieanalyses blijkt dat geen enkele voorspeller een significante invloed heeft. **Conclusie:** Geconcludeerd kan worden dat zowel niet-symbolische vaardigheden, symbolische vaardigheden als mappingvaardigheden geen significante voorspellers zijn voor de rekenvaardigheid van zwakke rekenaars in midden groep 4. Een belangrijke aanbeveling is om meer longitudinaal onderzoek uit te voeren naar de voorspellende waarde van deze numerieke vaardigheden.

*Kernwoorden: numerieke vaardigheden, niet-symbolische vaardigheid, symbolische vaardigheid, mappingvaardigheid, rekenvaardigheid, zwakke rekenaars, voorspellers.*

### Abstract

**Aim:** The aim of this study is to investigate whether non-symbolic skills, symbolic skills and/or mapping skills in young children are significant predictors for the mathematical achievement of low-performers in mathematics in the second grade of primary school. **Method:** A total of 150 low-performers in mathematics are selected based on their results at a standardized math test, at the end of the first grade in primary school. Participants are measured at numerical skills at the end of the kindergarten. The mathematical achievement of these children is measured by a standardized math test, conducted halfway the second grade in primary school. **Results:** Regression analyses showed that none of the predictors had a significant influence. **Conclusion:** To conclude, neither non-symbolic skills, nor symbolic skills, nor mapping skills are significant predictors for the numeracy of low-performers in Mathematics in the second grade of primary school. An important recommendation is that more longitudinal research is needed to investigate the role of the predictive value of these numerical skills.

*Keywords: numerical skills, non-symbolic skills, symbolic skills, mapping skills, numeracy, mathematic achievement, predictors.*

## Inleiding

De rekenontwikkeling van kinderen wordt beïnvloed door veel factoren. Tot nu toe heeft het onderzoek naar individuele verschillen in rekenvaardigheid zich vooral gericht op cognitieve functies, zoals werkgeheugen, executieve functies of verwerkingssnelheid (Desoete, Ceulemans, de Weerd, & Pieters, 2010). Recent onderzoek toont aan dat numerieke vaardigheden ook belangrijke voorspellers zijn voor de rekenontwikkeling. Diverse studies hebben aangetoond dat kinderen met rekenproblemen bijzondere tekorten kunnen hebben in het begrijpen en verwerken van numerieke informatie (De Smedt, Verschaffel, & Ghesquière, 2009; Rousselle & Noël, 2007; Sasanguie, Van den Bussche, & Reynvoet, 2012).

## Numerieke vaardigheden

Numerieke vaardigheden zijn gebaseerd op het ‘drievoudige code model’ (Dehaene, 2001; Dehaene & Cohen, 1995). Dit model gaat er van uit dat alle kinderen geboren worden met een systeem voor de verwerking van niet-symbolische hoeveelheidsinformatie (analoge code; bijvoorbeeld vijf stippen). Door het leren van taal en rekenen in het onderwijs leidt dit tot de ontwikkeling van de symbolische vaardigheden, zoals het gebruiken van de woordvorm van een getal (verbale code; ‘vijf’) en het gebruiken van het getalsymbool (visuele code ‘5’). Jonge kinderen gebruiken deze symbolische en non-symbolische vaardigheden vooral los van elkaar (Gilmore, McCarthy, & Spelke, 2007; Holloway & Ansari, 2009). Op latere leeftijd leren kinderen deze twee vaardigheden met elkaar te integreren (Dehaene, 2001). Deze vaardigheid wordt ‘mapping’ genoemd. Individuele verschillen in rekenprestaties zijn gerelateerd aan zowel symbolische-, niet-symbolische als mappingvaardigheden (De Smedt & Gilmore, 2011).

### *Niet-symbolische vergelijkingsvaardigheden*

Niet-symbolische vergelijkingsvaardigheden worden vaak ontleend aan het ‘approximate number system’ (ANS), waarmee kinderen zich een voorstelling kunnen maken van geschatte numerieke informatie. Niet-symbolische vaardigheden blijken al aanwezig te zijn bij baby’s, wat erop duidt dat deze vaardigheden aangeboren zijn (Barth et al., 2006; Dehaene, 2001; Xu, Spelke, & Goddard, 2005). Het blijkt tevens dat deze vaardigheden toenemen gedurende de ontwikkeling (Halberda & Feigenson, 2008). Niet-symbolische vaardigheden zijn volgens Desoete et al. (2010) belangrijke voorlopers voor het gevorderde rekenen omdat leerlingen hierdoor de aannemelijkheid van hun uitkomsten op eenvoudige bewerkingen kunnen controleren en omdat dit bijdraagt aan de kennis en opbouw van

getallen, de vertaling van woorden in rekenkundige berekeningen en aan het vormen van mentale representaties van getallen (Booth & Siegler, 2006). Niet-symbolische vaardigheden worden dus gezien als de vaardigheden om numerieke grootheden te kunnen begrijpen en inschatten. Tekorten in deze niet-symbolische vaardigheden kunnen dus leiden rekenproblemen. Dit tekort wordt door Butterworth (2005) verklaard door de *'defective number module hypothesis'*. Deze hypothese gaat er van uit dat rekenproblemen ontstaan als het fundamentele vermogen om getalbegrip te ontwikkelen niet op een normale manier verloopt. In lijn met deze hypothese stellen Gilmore et al. (2007) en Von Aster en Shaley (2007) dat niet-symbolische getalrepresentaties een voorwaarde zijn voor het leren van symbolische getalrepresentaties. Niet-symbolische vaardigheden worden veelal gemeten aan de hand van een vergelijkingstaak waarbij deelnemers twee reeksen met verschillende stippen te zien krijgen en moeten bepalen in welke reeks de meeste stippen staan (De Smedt, Noël, Gilmore, & Ansari, 2013).

#### *Symbolische vergelijkingsvaardigheden.*

Hoewel blijkt dat niet-symbolische vergelijkingsvaardigheden aangeboren zijn, worden symbolische vaardigheden juist gezien als verworven vaardigheden. Deze verworven numerieke vaardigheden betreffen het vermogen om getallen te representeren, zowel mondeling via een reeks van woorden, als visueel via een reeks van Arabische getalsymbolen en hebben dus betrekking op de mogelijkheid tot het vormen van de telreeks en het identificeren en herkennen van getalsymbolen (Kolkman, Kroesbergen, & Leseman, 2013). Deze vaardigheid neemt toe met de leeftijd (Holloway & Ansari, 2009). Rousselle en Noël (2007) suggereren dat symbolische vaardigheden belangrijker zijn voor het leren rekenen dan niet-symbolische vaardigheden. Zij vormden een alternatieve verklaring met de *'access deficit hypothesis'*. Hiermee stellen zij dat kinderen met rekenproblemen met name tekorten ervaren bij het interpreteren van symbolische getalrepresentaties. In lijn met deze hypothese stellen LeFevre et al. (2010) dat symbolische vaardigheden een belangrijkere rol spelen in het leren rekenen. De taken die symbolische vergelijkingsvaardigheden meten hebben gewoonlijk dezelfde vorm als die van niet-symbolische vergelijkingstaken, behalve dat de hoeveelheden in dit geval weergegeven zijn in Arabische cijfers of in getalwoorden.

#### *Mappingvaardigheden*

Het symbolische systeem vervangt echter niet het reeds bestaande niet-symbolische systeem, maar deze systemen worden op latere leeftijd juist aan elkaar gekoppeld (Mundy & Gilmore, 2009). Deze ontwikkeling vindt plaats tussen de 3,5 en 8 jaar oud en wordt geleid door processen die niet-symbolische informatie omzetten in symbolische informatie en

andersom. Dit leidt tot een integratieproces van deze numerieke vaardigheden (Aunio, Hautamäki, Heiskari, & Van Luit, 2006; Deheane, 2001). Dit proces wordt mapping genoemd. Er bestaan verschillende visies op de ontwikkeling van mappingvaardigheden. Zo stelt Dehaene (2001) dat voornamelijk niet-symbolische vaardigheden essentieel zijn in het ontwikkelen van mappingvaardigheden, maar volgens De Smedt en Gilmore (2011) zijn juist symbolische vaardigheden dominant in deze ontwikkeling. In de literatuur bestaat tegenwoordig echter een gemeenschappelijk idee dat zowel niet-symbolische vaardigheden als symbolische vaardigheden beiden van invloed zijn op de ontwikkeling van mappingvaardigheden (Kolkman et al., 2013). De ontwikkeling van een goede mappingvaardigheid is belangrijk voor het leren van gevorderde rekenkundige bewerkingen (Booth & Siegler, 2008; Lipton & Spelke, 2005; Mundy & Gilmore, 2009). Een veelgebruikte taak om mappingvaardigheden te meten is door middel van een getallenlijn taak, waarbij kinderen de positie van een cijfer moeten schatten op een getallenlijn. Het idee achter deze taak is dat niet-symbolische informatie nodig is voor een betere plaatsing van het getalsymbool. Kinderen waarbij deze mappingvaardigheid nog niet volledig ontwikkeld is, hebben moeite met het inschatten van de juiste positie van getallen op een getallenlijn (Kolkman et al., 2013).

### **Invloed op latere rekenvaardigheid.**

De rekenvaardigheid van kinderen is voor een deel afhankelijk van bovengenoemde vaardigheden. Er zijn inmiddels veel onderzoeken uitgevoerd naar de relatie tussen niet-symbolische-, symbolische- en mappingvaardigheden en de latere rekenvaardigheid. Zo bestaat er bewijs dat vaardigheden op niet-symbolische vergelijkingstaken gerelateerd zijn aan latere rekenprestaties van kinderen. Verschillende studies tonen namelijk aan dat niet-symbolische vaardigheden significant correleren met individuele verschillen in de rekenvaardigheid van kinderen (Barth et al., 2006; Booth & Siegler, 2008; Halberda, Mazocco & Feigenson, 2008; Libertus, Feigenson & Halberda, 2011; Mundy & Gilmore, 2009). Bonny en Lourenco (2013) laten een iets specifiek beeld zien, namelijk dat de correlatie tussen de ANS-precisie en rekenvaardigheid sterker is bij kinderen met lagere rekenprestaties dan bij kinderen met hogere rekenprestaties. Dit levert enig bewijs voor de *'defective number module hypothesis'*. Daarentegen is er ook een groot aantal onderzoeken die geen significante relatie hebben gevonden tussen niet-symbolische vaardigheden en de rekenvaardigheid (Holloway & Ansari, 2009; Mundy & Gilmore, 2009; Sasanguie, DeSmedt, Defever, & Reynvoet, 2012; Soltesz, Szűcs, & Szűcs, 2010). Een mogelijke verklaring voor

deze tegenstrijdige resultaten is dat er geen standaard versie is van de stippenvergelijkingstaak. In de uitgevoerde studies zijn verschillende uitvoeringen van de taken gebruikt. Zo zijn er verschillen in de grootte van de stippen, de wijze waarop de visuele kenmerken van de stippen zijn gecontroleerd, hoe lang de deelnemers de stippen te zien krijgen en zijn verschillende prestatienormen gebruikt. Dit laatste punt is belangrijk omdat er dus verschillen bestaan in de metingen van en derhalve in de nauwkeurigheid en reactiesnelheid (De Smedt et al., 2013). Een ander belangrijk aandachtspunt is dat deze taken niet per definitie alleen niet-symbolische vaardigheden meten, maar ook een beroep doen op andere cognitieve vaardigheden zoals reactievermogen, verwerkingssnelheid en het kortetermijngeheugen (Mundy & Gilmore, 2009; Price, Palmer, Battista, & Ansari, 2012).

Daarentegen zijn er ook onderzoeken die aantonen dat juist de symbolische vaardigheden van invloed zijn op de latere rekenvaardigheden. Zij leveren bewijs voor de ‘*access deficit hypothesis*’. Zo blijkt uit verschillende studies dat kinderen met rekenproblemen alleen problemen lieten zien op de symbolische vergelijkingstaken, maar niet op de niet-symbolische vergelijkingstaken (De Smedt & Gilmore, 2011; Holloway & Ansari, 2009; Rousselle & Noël, 2007; Sasanguie et al., 2012). Deze relatie is vooral sterk te zien bij jongere kinderen en is iets minder sterk bij oudere kinderen (Sasanguie, Göbel, Moll, Smets, & Reynvoet, 2013). De resultaten van deze onderzoeken zijn over het algemeen zeer consistent, hetgeen er op wijst dat symbolische vaardigheden van invloed zijn op de latere rekenvaardigheid. Toch zijn er ook studies die geen significante relatie hebben kunnen vinden tussen symbolische vaardigheden en de latere rekenvaardigheid. Deze studies zijn evenwel gering in aantal (Sasanguie et al., 2012; Sasanguie et al., 2013).

Recent is er meer en meer aandacht voor de invloed van mappingvaardigheid op de latere rekenvaardigheid. Enkele studies laten zien dat juist deze vaardigheid een belangrijke voorspeller is (Kolkman et al., 2013; Mundy & Gilmore, 2009). Bovendien concludeerden Booth en Siegler (2008) dat een betere mapping niet alleen gerelateerd is aan rekenprestaties van kinderen, maar ook het vermogen om nieuwe rekenvaardigheden te leren voorspelt. Echter zijn de onderzoeken naar de relatie tussen mappingvaardigheid en rekenprestaties zeer schaars.

### **De huidige studie**

Ondanks divers onderzoek ontbreekt voldoende empirisch bewijs voor het belang van niet-symbolische-, symbolische- en mappingvaardigheden voor de latere rekenontwikkeling. Bovendien is er nog weinig onderzoek met een longitudinaal ontwerp en grote steekproef

gedaan naar de voorspellende waarde van symbolische-, niet-symbolische- en mappingvaardigheden op de rekenvaardigheid van kinderen. Het is daarom nog onduidelijk welke invloed deze vaardigheden in de kleuterjaren hebben op de latere rekenvaardigheid. Vandaar dat deze studie zich richt, door middel van een longitudinaal design, op de relatie tussen niet-symbolische-, symbolische- en mappingvaardigheden en de rekenvaardigheid van zwakke rekenaars in groep 4.

De vraag die in dit onderzoek centraal staat: *Wordt de rekenvaardigheid van zwakke rekenaars in groep 4 voorspeld door tekorten in niet-symbolische vaardigheden, symbolische vaardigheden of mappingvaardigheden?* Uit eerdere studies kan worden geconcludeerd dat de relaties tussen symbolische vaardigheden en rekenvaardigheid robuust zijn en dat de verschillende resultaten in het vinden van relaties tussen niet-symbolische vaardigheden en rekenvaardigheid erop kunnen wijzen dat deze niet bijzonder kritisch zijn voor de ontwikkeling van de latere rekenvaardigheid van kinderen. Daarnaast lijkt de invloed van mappingvaardigheden ook een belangrijke factor te zijn voor de latere rekenvaardigheid, ondanks dat hier weinig onderzoek naar is gedaan. Vandaar dat de volgende hypothesen opgesteld worden:

1. *De rekenvaardigheid van zwakke rekenaars in groep 4 wordt voorspeld door niet-symbolische vaardigheden*
2. *De rekenvaardigheid van zwakke rekenaars in groep 4 wordt voorspeld door symbolische vaardigheden*
3. *De rekenvaardigheid van zwakke rekenaars in groep 4 wordt voorspeld door mappingvaardigheden.*

## **Methode**

### **1. Deelnemers**

Aan het onderzoek hebben in totaal 150 kinderen deelgenomen, met een gemiddelde leeftijd van 5 jaar en 9 maanden ( $SD = 4.09$  maanden) bij de start van het onderzoek. Het betreft 72 jongens (48%) en 78 meisjes. De kinderen zijn afkomstig van 26 basisscholen, van zowel plattelands- als stedelijke gebieden, verspreid over heel Nederland. De betreffende scholen werden geselecteerd om een zo representatief mogelijk beeld te vormen van het nationale demografisch profiel van kinderen, op het gebied van het aantal kinderen per school en de sociaal-economische achtergrond van de kinderen.

De deelnemers voor het huidige onderzoek zijn geselecteerd uit een totale steekproef van 978 leerlingen. De kinderen zijn geselecteerd op grond van de vaardigheidsscores op een gestandaardiseerde rekenvaardigheidstest van het Centraal Instituut voor Toetsontwikkeling



(CITO). Het betreft leerlingen die op meetmoment eind groep 3 (E3), tot de laagste 25% scorende leerlingen behoorden. Als cut-off score is de z-score ( $\geq -0.67$ ) gebruikt. Er is gekozen voor de norm van 25% laagst scorende leerlingen omdat het CITO deze norm als landelijke norm aanhoudt voor zwakke rekenaars (Janssen, Verhelst, Engelen, & Scheltens, 2010).

Op de meting van numerieke vaardigheden in eind groep 2 zijn er vijf missings. Deze missings zijn een gevolg van technische problemen in het opslaan van de gegevens. Op de meting van de rekenvaardigheid in midden groep 4 (M4) zijn er 45 missings. Deze missings zijn te verklaren doordat leerlingen zijn blijven zitten, verhuisd of overgeplaatst naar een andere basisschool.

## **2. Instrumenten**

### ***2.1 Vergelijkingsvaardigheden***

Twee vergelijkingstaken werden afgenomen bij kinderen om het vermogen te testen om onderscheid te maken tussen hoeveelheden (niet-symbolische vergelijking) en de waarde van getsymbolen (symbolische vergelijking). In beide taken kreeg het kind twee oefenitems, maar werd tijdens de uitvoering van de taak geen instructie meer gegeven (Toll & Van Luit, 2014).

#### *2.1.1. Niet-symbolische vergelijkingsvaardigheden.*

In de niet-symbolische vergelijking taak is het kind gevraagd twee reeksen met stippen te vergelijken met stippen en moest het de reeks met meeste aantal stippen aangeven. De stippen werden gevarieerd weergegeven, niet alleen in aantal maar ook in grootte van de stippen (Barth et al., 2006). Om te controleren voor niet-numerieke parameters, zoals puntgrootte, bedekte oppervlak en dichtheid, werden drie condities onderscheiden: (1) een congruente conditie waarbij het gebied met het meeste aantal punten ook fysiek groter was, (2) een incongruente conditie waarbij het gebied met het meeste aantal punten fysiek kleiner was en (3) een neutrale toestand waarin de fysieke grootte van de stippen in beide gebieden hetzelfde was, maar het aantal stippen varieerde. In elke conditie werden 10 oefeningen afgenomen, variërend in sets van een tot 100 stippen. De score was het aantal items (30 in totaal) die correct opgelost werden. Hoewel maar weinig studies de niet-symbolische vergelijkingstaak als betrouwbaar beschrijven, wordt de taak vaak gebruikt als een maat voor discriminatiehoeveelheid (bijvoorbeeld, Iuculano, Tang, Hall, & Butterworth, 2008). De interne consistentie van deze vergelijkingstaak in deze studie is goed ( $\alpha = .87$ ; Toll & Van Luit, 2014).

### *2.1.2. Symbolische vergelijkingsvaardigheden*

In de symbolische vergelijkingstaak kregen kinderen twee cijfers te zien, gepresenteerd in twee losse frames. Hen werd gevraagd om het cijfer met de hoogste numerieke waarde aan te wijzen. De drie voorwaarden en het aantal pogingen (30) waren hetzelfde als bij de niet-symbolische vergelijkingstaak met als uitzondering dat bij de symbolische taak gebruik werd gemaakt van cijfers in plaats van stippen. De interne consistentie op basis van de gegevens in de huidige studie, en de test-hertest betrouwbaarheid van deze taak in een andere studie (Clarke & Shinn, 2004), was aanvaardbaar ( $\alpha = .67$ ; Toll & Van Luit, 2014).

### *2.2 Mappingvaardigheden*

Een taak om mappingvaardigheid te meten werd afgenomen bij kinderen om hun vermogen te testen om symbolische numerieke informatie correct te koppelen aan niet-symbolische numerieke informatie. Bij deze taak werd de kinderen gevraagd om de positie van een gegeven cijfer (in het bereik van 1 tot 100) op een horizontale lijn te schatten. Er werd gebruik gemaakt van digitale versie waarbij het kind een horizontale lijn te zien kreeg van 1 tot 100, met aan het begin van de lijn het getal 1 en aan het eind van de lijn het getal 100. Om de taak te introduceren gaf de testleider een voorbeeld door het plaatsen van de getallen 1 en 100 op de getallenlijn. Hierna kregen de kinderen tien oefeningen waarbij ze een getal te zien kregen en met de muis moesten aangeven waar op de getallenlijn dit getal volgens hen moest staan. Booth en Siegler (2006) rapporteerden consistente scores van individuele verschillen in een aantal-lijn schatting taak en een rekenkundige schatting taak (het inschatten van het antwoord op toevoeging problemen) tussen  $R^2 = .38$  en  $R^2 = .66$  (p-waarden tussen  $<.001$  en  $0.10$ ) voor kinderen tussen de 5,8 en 9,1 jaar oud (Kolkman, et al., 2013).

### *2.3. Rekenvaardigheid*

De algemene rekenvaardigheid van de kinderen is gemeten aan de hand van een veel gebruikte gestandaardiseerde rekentest, namelijk de CITO-toets Rekenen/Wiskunde (Janssen, Scheltens, & Kraemer, 2005). Van deze test zijn twee versies gebruikt. Een versie (E3) is afgenomen aan het eind van groep 3, de andere versie (M4) is afgenomen midden groep 4. De test bestond respectievelijk uit 50 en 52 opgaves die een beroep deden op verschillende onderdelen betreffende bewerkingen en inzichten op het gebied van rekenen en wiskunde. De ruwe scores van deze test zijn omgezet naar vaardigheidsscores, die gebruikt zijn in de analyses. De betrouwbaarheid van deze tests wordt beschouwd als goed (respectievelijk  $\alpha = .91$  en  $\alpha = .93$ ; Janssen et al., 2010).

### 3. Procedure

Vergelijkingsvaardigheden en mappingvaardigheden werden gemeten aan het eind (juni) van het tweede jaar van de kleuterschool (E2). De kinderen werden individueel in een rustig gedeelte van de school getest in twee sessies van 20 tot 30 minuten. Alle taken werden afgenomen in een vaste volgorde. Alle tests werden afgenomen door studenten in het onderwijs of de psychologie (universitaire masteropleidingen), die werden getraind in het testen van jonge kinderen.

Rekenvaardigheid werden gemeten met een gestandaardiseerde rekenvaardigheid test aan het eind (juni) van groep 3 en in het midden (januari) van groep 4. Deze testen werden klassikaal en schriftelijk afgenomen. Het afnemen van deze tests gebeurde onder begeleiding en toezicht van de groepsleerkracht. De leerkracht las de opgaves voor. Hierbij werd het afnameprotocol gevolgd zoals opgesteld door het CITO.

## Resultaten

### Verskil tussen geselecteerde en niet geselecteerde groep

Door middel van een onafhankelijke t-toets is nagegaan of er een verschil in leeftijd is tussen de geselecteerde en niet geselecteerde groep. De geselecteerde groep heeft een gemiddelde leeftijd van 55.2 maanden en de niet geselecteerde groep een gemiddelde leeftijd van 55.3. Dit is geen significant verschil,  $t(701) = .32, p = .75$ . De verdeling van jongens en meisjes verschilt ook niet significant van elkaar ( $\chi^2(1) = .40, p = .53$ ). In beide groepen is de verdeling van jongens en meisjes dus hetzelfde. De selectie van kinderen is dus enkel gebaseerd op de rekenvaardigheid en is verder niet beïnvloed door leeftijd of geslacht.

### Beschrijvende statistieken

In Tabel 1 zijn de beschrijvende statistieken van de totale steekproef opgenomen. In Tabel 2 zijn de correlaties tussen de verschillende variabelen weergegeven. Hierin is te zien dat enkele variabelen correleren.

Tabel 1

*Beschrijvende Statistieken voor de Totale Steekproef.*

Variabele	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	Range
1. Leeftijd (in maanden)	71.44	4.09	149	64-83
2. Niet-symbolisch vaardigheid	25.59	3.82	145	14-30
3. Symbolisch vaardigheid	23.68	4.39	145	12-30
4. Mappingvaardigheid	.25	.22	145	0-.81
5. Cito score rekenen eind groep 3 (E3)	23.71	8.93	150	0-34
6. Rekenvaardigheid midden groep 4 (M4)	37.12	10.90	105	6-59

Tabel 2.

*Correlatietabel voor de Verschillende Variabelen.*

Variabele	1	2	3	4
1. Niet-symbolisch vaardigheid	1			
2. Symbolisch vaardigheid	.50***	1		
3. Mappingvaardigheid	.19*	.26**	1	
4. Rekenvaardigheid midden groep 4 (M4)	.09	.30**	.15	1

*Noot. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$* 

### Regressie analyse

Door middel van een hiërarchische regressie (strepwise methode), waarbij aan alle voorwaardelijke assumpties is voldaan, is nagegaan of niet-symbolische vaardigheden, symbolische vaardigheden of mappingvaardigheden de rekenvaardigheid van zwakke rekenaars in midden groep 4 kunnen voorspellen (model 2). In het model zijn leeftijd, geslacht en rekenvaardigheid in eind groep 3 meegenomen als covariaten (model 1). De resultaten zijn gepresenteerd in Tabel 3. Hieruit blijkt dat na controle op de covariaten, geen enkele voorspeller een significante invloed heeft ( $\Delta R^2=0.02$ ,  $F(3,94) = .87$ ,  $p = .46$ ). Hieruit kan geconcludeerd worden dat zowel niet-symbolische vaardigheden, symbolische vaardigheden als mappingvaardigheden geen van drieën significante voorspellers zijn voor de rekenvaardigheid van zwakke rekenaars in midden groep 4.

Tabel 3

*Resultaten Hiërarchische Regressie Analyse*

<i>Rekenvaardigheid midden groep 4</i>				
Model	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>
Model 1				.26
Sekse	-2.74	1.93	-1.42	
Leeftijd	-.29	.24	-1.24	
Rekenvaardigheid E3	.76	.16	4.80***	
Model 2				.28
Sekse	-1.96	2.02	-.97	
Leeftijd	-.26	.24	-1.08	
Rekenvaardigheid E3	.71	.17	4.23***	
Niet-symbolisch vaardigheid	-.30	.31	-.96	
Symbolisch vaardigheid	.35	.27	1.31	
Mappingvaardigheid	3/24	4.79	.68	

Noot. \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

### Discussie en conclusie

In deze studie is onderzoek gedaan naar de relatie tussen numerieke vaardigheden bij jonge kinderen en de latere rekenvaardigheid van zwakke rekenaars. De vraag die centraal stond in dit onderzoek is of de niet-symbolische vaardigheid, symbolische vaardigheid en/of mappingvaardigheid bij jonge kinderen significante voorspeller is voor de rekenvaardigheid van zwakke rekenaars in groep 4.

Uit de statistische analyses die uitgevoerd zijn blijkt dat geen van bovengenoemde numerieke vaardigheden significante voorspellers zijn voor de rekenvaardigheid van zwakke rekenaars in groep 4. Dit resultaat is niet geheel in lijn der verwachting die gesteld werd op basis van de huidige literatuur. Soortgelijk onderzoek van De Smedt et al. (2009) laat namelijk wel zien dat niet-symbolische en symbolische vaardigheden significante voorspellers zijn. Verwacht zou worden dat deze vaardigheden, en daarbij ook mappingvaardigheid, significante voorspellers zouden zijn voor de latere rekenvaardigheid. Toch bestaat er in de huidige literatuur inconsistentie over de relatie tussen deze vaardigheden. Zo laten recente studies erg uiteenlopende resultaten zien, blijkt uit een review van De Smedt et al. (2013). In hun onderzoek laten zij een overzicht zien van verschillende uiteenlopende bevindingen betreffende de relatie tussen numerieke vaardigheden en latere

rekenvaardigheid. Zij tonen aan dat slechts zeven van de 18 onderzochte studies een significante relatie hebben gevonden tussen niet-symbolische vaardigheden bij jonge kinderen en hun latere rekenvaardigheid. Daartegenover laten zij echter zien dat op het gebied van symbolische vaardigheden in 11 van de 15 onderzochte studies wel een significante relatie is gevonden. Tezamen genomen zou dit erop moeten duiden dat een significante relatie tussen symbolische vaardigheid en de rekenvaardigheid van zwakke rekenaars in groep 4 voorspelbaar zou zijn. Echter wijzen al deze inconsistente bevindingen erop dat er geen eenduidige overeenkomstigheid is over de mate waarin deze vaardigheden de latere rekenvaardigheid beïnvloeden. Een belangrijke kanttekening hierbij is dat de meeste van deze onderzoeken geen longitudinale studies betreffen en daarom niet geheel te vergelijken zijn met deze studie. Een ander belangrijk punt van aandacht is de manier waarop de niet-symbolische vaardigheden gemeten zijn. Voor deze meting bestaat namelijk geen algemeen gebruikte of genormeerde taak. Elke studie heeft dus een eigen wijze van toetsen en interpreteren omdat er bij deze metingen geen gebruik wordt gemaakt van een gestandaardiseerde werkwijze (Price et al., 2012). Dit kan ook de inconsistente resultaten verklaren. Daarnaast varieert de leeftijd van de deelnemers per studie. Diverse onderzoeken tonen namelijk aan dat de relatie tussen numerieke vaardigheden en rekenvaardigheid vooral sterk is bij de jonge kinderen en dat deze relatie afneemt naarmate kinderen ouder worden (Holloway & Ansari, 2009; Sasanguie et al., 2012). In longitudinale onderzoeken zou de invloed van genoten onderwijs namelijk een rol van betekenis kunnen spelen. Dit zou mede van invloed kunnen zijn op de resultaten van de huidige studie.

De niet-significante resultaten in de huidige studie kunnen te verklaren zijn door verschillende alternatieve verklaringen. Zo is de selectie van de zwakke rekenaars gemaakt door te kiezen voor de 25% laagst scorende kinderen op de CITO-toets Rekenen E3. Dit blijken echter niet alleen de kinderen te zijn die ook daadwerkelijk een onvoldoende CITO-score hebben behaald, wanneer deze leerlingen behoorden bij een school met gemiddeld genomen hoge CITO-scores. Bij deze groep behoren namelijk ook kinderen die een gemiddelde score hebben behaald op deze toets. Omdat er bij een te strenge selectie in dit geval te weinig participanten over zouden blijven om betrouwbare analyses uit te kunnen voeren, is gekozen voor een iets bredere selectiegroep. Aangezien de selectiegroep wellicht niet specifiek genoeg is, zou dit de spreiding in resultaten kunnen verklaren. Daarnaast is het zo dat veel van de missende scores op CITO-rekenen M4 te verklaren zijn doordat deze deelnemers zijn blijven zitten in eerdere leerjaren. Tot deze groep behoren natuurlijk ook de kinderen die mede om hun zwakke rekenvaardigheden zijn blijven zitten. Deze echte zwakke

rekenaars, die zijn blijven zitten, zijn dus niet meegenomen in de huidige analyses. Ook dit kan een alternatieve verklaring zijn voor de resultaten. Daarnaast is het zo dat bij de toets CITO-rekenen heel veel verschillende aspecten van de rekenvaardigheid tegelijkertijd worden getoetst (rekenstrategieën, inzicht, hoofdrekenen, meetkunde, etc). Het is aannemelijk dat numerieke vaardigheden niet op al deze aspecten invloed hebben, maar dat dit zal variëren per aspect van de rekenvaardigheid. Een andere alternatieve verklaring voor de resultaten is dat bij het meten van de mappingvaardigheid gebruik is gemaakt van een taak waarbij kinderen getallen moesten plaatsen op een getallenlijn van 0 tot 100. Echter kan het zo zijn dat de deelnemende kinderen op deze leeftijd (5 jaar, 9 maanden) nog niet de gehele getallenlijn tot 100 beheersen, omdat op het moment dat deze taak is afgenomen deze kinderen niet gestart waren met het formele onderwijs. Dit kan erop duiden dat deze taak niet representatief is voor het meten van de mappingvaardigheid bij deze kinderen. Deze zelfde bevinding wordt ook aangehaald in de studie van Lipton en Spelke (2005).

Een sterk punt waarmee deze studie zich onderscheidt van andere studies, is dat er in deze studie gebruik is gemaakt van longitudinale data. De kinderen in deze studie zijn gevolgd vanaf hun kleuterjaren tot aan het huidige meetmoment, M4. Vandaar dat deze studie onderzoek heeft kunnen doen naar de voorspellende waarde van de numerieke vaardigheden gemeten op jonge leeftijd met betrekking tot de latere rekenvaardigheid. Daarnaast is het zo dat de steekproef waarmee deze studie uitgevoerd is relatief groot is ten opzichte van soortgelijk onderzoek. Aan de huidige studie hebben 150 kinderen deelgenomen, terwijl in een vergelijkbare studie slechts 42 kinderen hebben deelgenomen (De Smedt et al., 2009). Tevens is het zo dat de deelnemende kinderen afkomstig zijn van diverse scholen, verspreid over heel Nederland. Er is dus rekening gehouden met de demografische spreiding van de Nederlandse kinderen, wat generalisatie naar de gehele populatie beter mogelijk maakt.

Aangezien er nog weinig longitudinaal onderzoek gedaan is naar de voorspellende waarde van numerieke vaardigheden op de latere rekenvaardigheid is verder onderzoek noodzakelijk. Een voorwaarde hiervoor is dat er een eenduidige taak dient te komen die de niet-symbolische vaardigheid meet. Deze taak dient genormeerd te zijn waardoor er eenduidige en consistente resultaten zijn op deze taak. Op deze manier kan deze gestandaardiseerde taak bij elk onderzoek gebruikt worden. Dit voorkomt verschillen in metingen op deze vaardigheid. Daarnaast is het een aanbeveling om vervolgonderzoek in te richten naar de voorspellende waarde van numerieke vaardigheden op de verschillende aspecten van de algemene rekenvaardigheid. Hierbij kan gekeken worden naar de relatie tussen verschillende aspecten van de rekenvaardigheid en de voorspellende waarde van de

numerieke vaardigheden hierop. Een vraag die hierbij centraal kan staan is welk aspect van de algemene rekenvaardigheid het beste voorspeld kan worden door niet-symbolische-, symbolische of mappingvaardigheid. Een andere aanbeveling voor vervolgonderzoek is het feit of er verschillen bestaan in voorspellende waarde van numerieke vaardigheden op de rekenvaardigheid tussen zwakke en goede rekenaars. Uit de huidige studie blijkt namelijk dat numerieke vaardigheden geen voorspellende waarde hebben voor zwakke rekenaars in groep 4. Belangrijk is om te kijken of ditzelfde geldt voor gemiddelde rekenaars en/of sterke rekenaars en of er verschillen bestaan tussen deze groepen betreffende de numerieke vaardigheden. Daarnaast kan ook gekeken worden naar het verloop van de voorspellende waarde naarmate kinderen ouder worden.

Concluderend kan gesteld worden dat de huidige studie aan heeft getoond dat zowel niet-symbolische-, symbolische- als mappingvaardigheden geen significante voorspellers zijn voor de rekenvaardigheid van zwakke rekenaars in groep 4. Echter is dit een van de weinige studies met een longitudinaal design. Probleem is evenwel de grote uitval van leerlingen bij een longitudinaal design. Een belangrijke aanbeveling is om meer longitudinaal onderzoek uit te voeren, bij een bredere populatie naar de voorspellende waarde van deze numerieke vaardigheden. Op deze manier kan een eenduidiger en betrouwbaarder beeld gevormd worden van de relatie tussen deze numerieke vaardigheden en de latere rekenvaardigheid bij kinderen.

### Referentielijst

- Aunio, P., Hautamäki, J., Heiskari, P., & Van Luit, J. E. H. (2006). The early numeracy test in Finnish: Children's norms. *Scandinavian Journal of Psychology*, *47*, 369-378. doi: 10.1111/j.1467-9450.2006.00538.x
- 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
- Bonny, J. W., & Lourenco, S. F. (2013). The approximate number system and its relation to early math achievement. Evidence from the preschool years. *Journal of Experimental Child Psychology*, *114*, 375-388. doi: 10.1016/j.jecp.2012.09.015
- Booth, J. L., & Siegler, R. S. (2006). Developmental and individual differences in pure numerical estimation. *Developmental Psychology*, *42*, 189-201. doi: 10.1037/0012-1649.41.6.189
- Booth, J. L., & Siegler, R. S. (2008). Numerical magnitude representations influence



- arithmetic learning. *Child Development*, 79, 1016-1031. doi: 10.1111/j.1467-8624.2008.01173.x
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 46, 3-18. doi: 10.1111/j.1469-7610.2004.00374.
- Clarke, B., & Shinn, M. R. (2004). A preliminary investigation into the identification and development of early mathematics curriculum-based measurement. *School Psychology Review*, 33, 234-248.
- De Smedt, B., & Gilmore, C. K. (2011). Defective number module or impaired access? Numerical magnitude processing in first graders with mathematical difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 278-292. doi: 10.1016/j.jecp.2010.09.003
- 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
- De Smedt, B., Verschaffel, L., & Ghesquière, P. (2009). The predictive value of numerical magnitude comparison for individual differences in mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 469-479. doi: 10.1016/j.jecp.2009.01.010
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind and Language*, 16, 16-36.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995) Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, 1, 83-120.
- Desoete, A., Ceulemans, A., De Weerd, F., & Pieters, S. (2010). 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
- Gilmore, C. K., McCarthy, S. E., & Spelke, E. S. (2007). Symbolic arithmetic knowledge without instruction. *Nature*, 447, 589-591. doi: 10.1038/nature05850
- Halberda, J., & Feigenson, L. (2008). Developmental change in the acuity of the "number sense": The approximate number system in 3-, 4-, 5-, and 6-year-olds and adults. *Developmental Psychology*, 44, 1457-1465. doi: 10.1037/a0012682
- Halberda, J., Mazocco, M. M. M., & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature*, 455, 665-668. doi: 10.1038/nature07246.

- 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. doi: 10.1016/j.jecp.2008.04.001
- Iuculano, T., Tang, J., Hall, C. W. B., & Butterworth, B. (2008). Core information processing deficits in developmental dyscalculia and low numeracy. *Developmental Science*, *11*, 669-680. doi: 10.1111/j.1467-7687.2008.00716.x
- Janssen, J., Scheltens, F., & Kraemer, J. M. (2005). *Leerling- en onderwijsvolgsysteem rekenen-wiskunde*. Arnhem: Cito.
- 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.
- 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
- Lefevre, J. A., Fast, L., Skwarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development*, *81*, 1753-1767. doi: 10.1111/j.1467-8624.2010.01508.x
- Libertus, M. E., Feigenson, L., & Halberda, J. (2011). Preschool acuity of the approximate number system correlates with school math ability. *Developmental Science*, *14*, 1292-1300. doi: 10.1111/j.1467-7687.2011.01080.x.
- Lipton, J. S., & Spelke, E. S. (2005). Preschool children's mapping of number words to nonsymbolic numerosities. *Child Development*, *76*, 978-988. doi: 10.1111/j.1467-8624.2005.00891.x
- Mundy, E., & Gilmore, C. K. (2009). Children's mapping between symbolic and nonsymbolic representations of number. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*, 490-502. doi: 10.1016/j.jecp.2009.02.003
- Price, G. R., Palmer, D., Battista, C., & Ansari, D. (2012). Nonsymbolic numerical magnitude comparison: Reliability and validity of different task variants and outcome measures, and their relationship to arithmetic achievement in adults. *Acta Psychologica*, *140*, 50-57. doi: 10.1016/j.actpsy.2012.02.008
- 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.2006.01.005
- Sasanguie, D., De Smedt, B., DeFever, E., & Reynvoet, B. (2012). Association between basic numerical abilities and mathematics achievement. *British Journal of Developmental Psychology*, *30*, 344-357. doi: 10.1111/j.2044-835X.2011.02048.x
- 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
- Sasanguie, D., Van den Bussche, E., & Reynvoet, B. (2012). Predictors for mathematics achievement? Evidence from a longitudinal study. *Mind, Brain, and Education*, *6*, 119-128. doi: 10.1111/j.1751-228X.2012.01147.x
- Soltesz, F., Szücs, D., & Szücs, L. (2010). Relationships among magnitude representation, counting, and memory in 4- to 7-year-old children: a developmental study. *Behavioral and Brain Functions*, *6*, 13. doi:10.1186/1744-9081-6-13
- Toll, S. W. M., & Van Luit, J. E. H. (2014). Explaining numeracy development in weak performing kindergartners. *Journal of Experimental Child Psychology*, *124*, 97-111. doi: 10.1016/j.jecp.2014.02.001
- Von Aster, M. G., & Shaley, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *49*, 868-873. doi: 10.1111/j.1469-8749.2007.00868.x
- Xu, F., Spelke, E. S., & Goddard, S. (2005). Number sense in human infants. *Developmental Science*, *8*, 88-101. doi: 10.1111/j.1467-7687.2005.00395.x