

De Ontwikkeling van het Gevoel voor Hoeveelheden van Kinderen met Dyscalculie

Jaimie van der Laan

Studentnummer 1154869

Universiteit Leiden

27 november 2013

Eerste beoordelaar

M. Guda Msc.

Tweede beoordelaar

T.M.J. Nielen Msc.

## Samenvatting

Het doel van deze exploratieve studie was om meer te weten te komen over de mogelijke ontwikkeling van het gevoel voor hoeveelheden op basis van het *Approximate Number System* (ANS) van kinderen met dyscalculie. Een groep eerstejaars vmbo-tl/havo brugklasleerlingen met dyscalculie ( $n_{dyscalculie} = 24$ ) is op basis van de reactietijd op een hoeveelhedenvergelijkingstaak (*Number Acuity*) die het ANS meet, vergeleken met kinderen mét en zonder dyscalculie uit de bovenbouw van de basisschool ( $n_{dyscalculie} = 12$ ;  $n_{controle} = 86$ ), groep twee ( $n_{controle} = 28$ ) en de brugklas ( $n_{controle} = 13$ ). Resultaten afkomstig van een ANOVA ( $p < 0.001$ ,  $R^2 = .29$ ,  $1-\beta = .77$ ) lieten zien, dat brugklassers met dyscalculie een vergelijkbaar niveau van gevoel voor hoeveelheden hebben als kinderen zonder dyscalculie uit de bovenbouw ( $d = 0.25$ ,  $1-\beta = .74$ ), maar een hoger niveau hebben dan kinderen uit groep twee ( $p < .001$ ,  $d = 1.7$ ). T-testen wezen uit dat in vergelijking met kinderen met dyscalculie uit de brugklas, kinderen met dyscalculie uit de bovenbouw lager scoorden ( $p = .02$ ,  $d = .64$ ) en de controlegroep uit de brugklas vergelijkbaar scoorde ( $p = .47$ ,  $1-\beta = .10$ ). Uit dit onderzoek blijkt dat het gevoel voor hoeveelheden van kinderen met dyscalculie verbetert naarmate zij ouder worden.

## De Ontwikkeling van het Gevoel voor Hoeveelheden van Kinderen met Dyscalculie

**Dyscalculie**

Dyscalculie is een rekenprobleem dat invloed heeft op het omgaan met cijfers. Het komt bij drie tot zes procent van de bevolking voor en vaker bij mannen dan bij vrouwen (Shalev, Auerbach, Manor, & Gross-Tsur, 2000; Reigosa-Crespo et al., 2012). Het rekenprobleem dyscalculie komt tot uiting bij het oplossen van rekenvragen, bestaande uit het verkennen van een cijfertaak, het maken van een oplossingsstrategie, de uitvoering hiervan en het verifiëren van het antwoord (Schoenfeld, 1993). De meest voorkomende eigenschappen van dyscalculie zijn de vertraging bij de totstandkoming van tellen en het begrip van tellen (Geary, 1992; Geary, Hamson, Hoard, 2000), het hebben van moeilijkheden bij het uitvoeren van eenvoudige berekeningen (Geary et al., 2000; Jordan & Montani, 1997) en het hebben van grote moeite bij het leren en onthouden van rekenfeiten (Ginsburg, 1997; Jordan & Montani, 1997; Shalev & Gross-Tsur, 2001; Ostad, 1999). Mensen met dyscalculie hebben vaak ook problemen met lezen (Shalev, Manor, & Gross-Tsur, 2005). Ook de combinatie met problemen met schrijven, aandacht en/of het hebben vaak ook een lager IQ wordt vaker gevonden (Shalev et al., 2005). Uit longitudinaal onderzoek van Shalev et al. (2005) onder kinderen met dyscalculie van elf jaar blijkt dat 40% na zes jaar nog steeds dyscalculie heeft. Van deze oorspronkelijke onderzoeksgroep is er na zes jaar bij slechts 5% geen sprake meer van problemen met het rekenen. Deze resultaten duiden op een aanhoudend specifiek leerprobleem (Shalev et al., 2005). Mensen met dyscalculie ervaren gedurende hun hele leven consequenties van hun rekenprobleem. Deze consequenties hebben een negatieve invloed op de arbeidsmogelijkheden, succes (Parsons & Bynner, 1997; Rivera-Batiz, 1992), financiële keuzes (Hibbard, Peters, Dixon, & Tusler, 2007) en sociale activiteiten (McCloskey, 2007). De kans op dit toekomstbeeld kan wellicht worden verkleind, wanneer het behandelen van dyscalculie tot de mogelijkheden behoort. Voordat het zover is, is het eerst belangrijk om de ontwikkeling en de etiologie van dyscalculie te begrijpen.

**Gevoel voor hoeveelheden**

Uit onderzoek komt naar voren dat rekenen en omgaan met cijfers is geworteld in het gevoel voor hoeveelheden (Piazza et al., 2010). Gevoel voor hoeveelheden gaat over het snel kunnen onderscheiden van de grotere van twee hoeveelheden afgebeelde stimuli zonder dat hierbij geteld wordt (Odic, Libertus, Feigenson, & Halberda, 2013). Het gevoel voor hoeveelheden komt waarschijnlijk voort uit het *approximate number system* (ANS), een systeem waarmee men non-symbolische hoeveelheden kwantificeert (Bonny, & Lourenco, 2013). Het ANS wordt geactiveerd tijdens rekenen (Ansari & Dhital, 2006) en correleert met de prestatie op rekentaken van peuters en kleuters (Libertus, Feigenson, & Halberda, 2011; Mazzocco, Feigenson, & Halberda, 2011, Gilmore, McCarthy, & Spelke, 2010, Bonny, & Lourenco, 2013), kinderen op basisschoolleeftijd, adolescenten (Halberda, Mazzocco, & Feigenson, 2008) en volwassenen (Libertus, Odic, & Halberda, 2012; Lyons & Beilock, 2011). ANS houdt verband met de rekenvaardigheid en kan rekenvaardigheid voor een belangrijk deel voorspellen (Mazzocco et al., 2011). Kortom, beperkingen in het gevoel voor

hoeveelheden kunnen slechtere prestaties op reken- en getal-taken voorspellen (Piazza et al., 2010). Het niveau van gevoel voor hoeveelheden van tienjarigen met dyscalculie is te vergelijken met dat van vijfjarigen waarbij het gevoel voor hoeveelheden zich normaal ontwikkelt (Piazza et al., 2010).

### **ANS en ontwikkeling**

Het ANS ontwikkelt zich bij de mens vanaf direct na de geboorte, waardoor de mens preverbaal al in staat is verschil tussen grote hoeveelheden te zien (Feigenson, Dehaene, & Spelke, 2004; Izard, Sann, Spelke, & Streri, 2009). Zo kunnen kinderen van zes maanden een verhouding van 2 : 1 onderscheiden (bijvoorbeeld vijf versus tien stippen) en kunnen kinderen van negen maanden een verhouding van 3 : 2 onderscheiden (Libertus & Brannon, 2010). Halberda en Feigenson (2008) vonden voor driejarigen een verhouding van 3 : 2, voor vierjarigen een verhouding van 4 : 3, voor vijfjarigen een verhouding van 5 : 4, voor zesjarigen een verhouding 7 : 6 en voor volwassenen een verhouding van 10 : 9. Men kan hieruit opmaken dat het gevoel voor hoeveelheden zich bij kinderen zonder dyscalculie blijft ontwikkelen (Halberda, Ly, Wilmer, Naiman, & Germine, 2012). Of en hoe het gevoel voor hoeveelheden zich ontwikkelt bij kinderen met dyscalculie is, naar de kennis van de auteur, nog niet eerder onderzocht. Wel is bekend, dat kinderen met rekenproblemen hun gevoel voor hoeveelheden lijken te kunnen ontwikkelen door middel van extra specifieke oefening (Wilson et al., 2006).

### **Hypothesevorming en deelvragen**

Om te onderzoeken hoe de ontwikkeling van het gevoel voor hoeveelheden van kinderen met dyscalculie verloopt, worden in het huidig onderzoek drie deelvragen gesteld. Deelvraag I luidt: Is het gevoel voor hoeveelheden van brugklassers met dyscalculie vergelijkbaar met het gevoel voor hoeveelheden van kinderen zonder dyscalculie uit de kleuterklas of de bovenbouw van de basisschool? Deelvraag II is: Is het niveau van gevoel voor hoeveelheden van brugklassers met dyscalculie hoger dan het niveau van gevoel voor hoeveelheden van kinderen met dyscalculie uit de bovenbouw van de basisschool? Deelvraag III luidt als volgt: Is er sprake van verstoring van het gevoel voor hoeveelheden bij brugklassers met dyscalculie ten opzichte van leeftijdsgenoten zonder dyscalculie?

In dit onderzoek is ervoor gekozen om brugklasleerlingen met dyscalculie op basis van hun gevoel voor hoeveelheden te vergelijken met kinderen uit de kleuterklas en de bovenbouw van de basisschool en met kinderen uit de brugklas zonder dyscalculie. Dit laatste wordt gedaan om na te gaan of er in de brugklas nog steeds sprake is van een achterstand in gevoel voor hoeveelheden bij kinderen met dyscalculie. Wanneer een brugklasser in dit onderzoek op een vergelijkbaar niveau van gevoel voor hoeveelheden scoort als kinderen uit de kleuterklas, zou dit een zevenjarige achterstand kunnen betekenen. Vergelijkbaarheid met kinderen uit de bovenbouw zou een achterstand van één tot drie jaar kunnen inhouden. Piazza et al. (2010) deden eerder vergelijkbaar onderzoek onder tienjarigen. Door de bovenbouw en de brugklas te betrekken in de uitbreiding van hun onderzoek kan een eventuele ontwikkeling van het gevoel voor hoeveelheden van kinderen met dyscalculie in kaart worden gebracht.

Er lijken geen redenen te bestaan om een versnelde ontwikkeling van het gevoel voor hoeveelheden te verwachten bij brugklassers met dyscalculie. Er is geen sprake van extra specifiek oefenen van het gevoel voor hoeveelheden dat van invloed kan zijn op het niveau van dit gevoel (Wilson et al., 2006). Ook is er geen sprake van versnelde of vertraagde ontwikkeling van het gevoel voor hoeveelheden bij kinderen zonder dyscalculie in de periode na het tiende levensjaar (Halberda et al., 2012). Kinderen zonder dyscalculie lijken hun gevoel voor hoeveelheden in een gelijkmatig tempo te ontwikkelen (Halberda et al., 2012). Vooralsnog wordt daarom van kinderen met dyscalculie hetzelfde verwacht, namelijk dat zij het gevoel voor hoeveelheden in hun eigen tempo blijven ontwikkelen. Omdat kinderen met dyscalculie zich op rekengebied vertraagd ontwikkelen (Shalev et al., 2005), is een inherente vertraagde ontwikkeling van het gevoel voor hoeveelheden te verwachten. Voor de hypothese van deelvraag II betekent dit dat de verstoring van het gevoel voor hoeveelheden van brugklasleerlingen met dyscalculie blijft bestaan, maar dat het niveau iets hoger is dan dat van leerlingen met dyscalculie uit de bovenbouw van de basisschool. Dit impliceert dat de achterstand in gevoel voor hoeveelheden van kinderen met dyscalculie ten opzichte van de typisch ontwikkelende kinderen naarmate de leeftijd vordert, enigszins zal toenemen. De achterstand van vijf jaar, gemeten in de studie van Piazza et al. (2010), zal daarom waarschijnlijk groter zijn op het moment dat een kind in de brugklas zit. Hierdoor wordt een duidelijke bevestiging van de verstoring zoals gesteld bij deelvraag III verwacht. Dit betekent eveneens dat het niveau van gevoel voor hoeveelheden van een brugklasser met dyscalculie tussen het niveau van kinderen zonder dyscalculie uit de kleuterklas en de bovenbouw van de basisschool in zit. Daarom wordt over deelvraag I gehypothetiseerd dat het niveau van gevoel voor hoeveelheden van brugklassers met dyscalculie niet vergelijkbaar is met dat van leerlingen zonder dyscalculie uit de bovenbouw van de basisschool, noch met kinderen uit de kleuterklas.

Om de deelvragen te toetsen zal eerst worden geselecteerd op de aanwezigheid van dyscalculie en vervolgens zullen analyses van het gevoel voor hoeveelheden plaatsvinden, dat op basis van een hoeveelhedenvergelijkingstaak wordt gemeten.

## **Methode**

### **Proefpersonen**

Nadat van dertien scholen in Nederland toestemming is verkregen, zijn leerlingen uit verschillende groepen twee, zes en acht van het basisonderwijs en uit eerste klassen van het voortgezet onderwijs benaderd voor deelname aan het onderzoek. Dit is gedaan middels een informatiebrochure, een toestemmingsformulier voor ouders of verzorgers en een korte mondelinge toelichting. Middels het toestemmingsformulier zijn ouders gevraagd om een inschatting te maken van het leesniveau van hun kind, omdat lees- en rekenproblemen vaak samen voorkomen (Lewis, Hitch, & Walker, 1994). De totale  $n$  bestond uit 169 kinderen. Deze kinderen volgen het reguliere reken- en wiskunde onderwijs dat al dan niet wordt aangevuld met *remedial teaching*. Tijdens het onderzoek haakten negen kinderen wegens persoonlijke omstandigheden af. De gegevens van de deelnemende proefpersonen staan

weergegeven in Tabel 1. De kinderen uit groep twee vormen de groep ‘kleuterklas’, de kinderen uit de groepen zes en acht vormen de groep ‘bovenbouw’ en de kinderen uit de eerste klas (niveau vmbo-tl/havo) vormen de groep ‘brugklas’.

Tabel 1

*Attritie, gemiddelde (M) en standaarddeviatie (SD) van leeftijd in jaren en het aantal kinderen dat moeite heeft met lezen*

	<i>n</i> benaderd	<i>n</i> onderzocht (m/j)	<i>M</i> ( <i>SD</i> )	<i>n</i> moeite met lezen
Groep twee	±100	28 (17/11)	5.6 (0.4)	n.v.t.
Groep zes	±300	51 (22/29)	10 (0.4)	2
Groep acht	±300	52 (30/22)	12.1 (0.5)	9
Klas één	±100	38 (27/11)	12.9 (0.4)	1

## Procedure

Het onderzoek is afgenomen door 17 getrainde studentes en heeft plaatsgevonden in afgesloten ruimten die uitsluitend voor het onderzoek zijn gebruikt. De kinderen uit groep twee hebben onder individuele begeleiding van een onderzoeker een hoeveelhedenvergelijkingstaak uitgevoerd. De overige groepen hebben eerst een algemene rekenvaardigheidstest gemaakt, waarmee kinderen zijn gescreend op rekenproblemen. Vervolgens hebben de kinderen met en zonder dyscalculie onder individuele begeleiding van een onderzoeker een hoeveelhedenvergelijkingstaak uitgevoerd. Na afronding van het onderzoek zijn de kinderen bedankt voor hun inzet en hebben zij een presentje gekregen. Alle testafnames zijn gefilmd. Deze beelden zijn gebruikt voor het achteraf coderen van de testbatterij en dienen als back-up van het onderzoek. Na de codering heeft er statistische analyse plaatsgevonden.

## Instrumenten

**DLE-test Rekenen/Wiskunde.** Het eerste instrument is de DLE-test Rekenen/Wiskunde (DLE-test; De Vos, 2002) en heeft als doel het rekenvaardigheidsniveau vast te stellen. Dit is een rekentest die in groepsverband afgenomen is. De test bestaat voor de kinderen uit groep zes uit acht werkbladen met 31 sommen en voor kinderen uit voor groep acht en de brugklas uit 12 werkbladen, met in totaal 42 sommen. Het rekenvaardigheidsniveau wordt aangegeven in de vorm van een normgerelateerde didactische leeftijd (in onderwijsmaanden), de didactische leeftijd equivalent. Beginnend vanaf groep drie zijn er zeventig onderwijsmaanden tot einde brugklas. Zo zijn er in april van groep zes 38 maanden onderwijs gepasseerd en zou een brugklasser met deze score in april drie jaar achterlopen. Wanneer de didactische leeftijd een achterstand van twee jaar weerspiegelt hoort een kind bij de groep ‘kinderen met dyscalculie’. Deze maatstaaf is eerder gehanteerd door Shalev et al. (2005). Het gaat niet om een klinisch vastgestelde diagnose van dyscalculie, maar om een toewijzing tot de groep ‘kinderen met dyscalculie’. De betrouwbaarheid van de test is voldoende tot goed te noemen met een betrouwbaarheidscoëfficiënt van .918 voor groep zes en .807 voor groep acht (De

Vos, 2002). Voor de brugklas zijn geen gegevens beschikbaar, maar de test beveelt gebruik in de brugklas aan.

**Number Acuity.** Het vaardigheidsniveau van het onderscheiden van non-symbolische hoeveelheden en de interne representatie van hoeveelheden wordt gemeten met de computertaak *Number Acuity* (NA). De opdracht was om steeds zonder te tellen uit twee donkerblauwe rechthoeken de rechthoek te kiezen met de meeste witte stippen en vervolgens aan de overeenkomstige kant van de gekozen rechthoek op een knop te drukken. Voor verdere inhoud en verklaring van deze taak wordt verwezen naar onderzoek van Piazza et al. (2010). In dit onderzoek wordt de mate waarin een proefpersoon in staat is om hoeveelheden van elkaar te onderscheiden weergegeven met behulp van de gemiddelde reactietijd op de taak. Deze gemiddelde reactietijd wordt berekend over 100 trials, welke uit tien herhalingen van tien verschillende verhoudingen bestaan. Dit zijn 16 : 10; 12; 13; 14; 15; 17; 18; 19; 20; 22. In de helft van de trials worden 16 stippen vergeleken met het steeds wisselende aantal stippen, afhankelijk van de verhouding. In de andere helft van de trials vindt de vergelijking met 32 stippen plaats. De minimale en maximale verschillen met 16 zijn respectievelijk één stip en zes stippen. De minimale en maximale verschillen met 32 zijn respectievelijk twee en twaalf stippen.

Wanneer blijkt dat een proefpersoon de test zo maakt dat deze niet valide is, door bijvoorbeeld ongeïnteresseerd door te klikken of de taak niet te begrijpen, wordt dit opgemerkt door de onderzoeker en worden de scores van deze proefpersoon buiten de analyses gelaten. Het gebruiken van de reactietijd op de NA-taak is een betrouwbare en valide manier van het meten van gevoel voor hoeveelheden (Price, Palmer, Battista, & Ansari, 2012).

### **Design en statistische analyse**

Het design van het onderzoek is exploratief en cross-correlationeel. Allereerst wordt een univariate data inspectie uitgevoerd om de verkregen data te verkennen. Demografische waarden worden in kaart gebracht. Proefpersonen met missende waarden op de DLE-test en/of de NA-taak worden buiten de analyse gehouden. Ook wordt de verdeling per variabele onderzocht op normaliteit en scheefheid om aan de assumpties van de toetsen te voldoen. Wanneer uitbijters het voldoen aan de normaliteitsassumptie in de weg staan, worden deze gewinsoriseerd (Hasings, Mosteller, Tukey, Winsor, 1947). Hierna vindt bivariate data-analyse plaats. Er wordt gekeken of aan alle voorwaarden wordt voldaan voor verdere analyse.

Om tot antwoorden op de te toetsen deelvragen te komen, zijn er verschillende statistische analyses gekozen. Voor de eerste deelvraag (I: Is het gevoel voor hoeveelheden van brugklassers met dyscalculie vergelijkbaar met het gevoel voor hoeveelheden van kinderen zonder dyscalculie uit de kleuterklas of de bovenbouw van de basisschool?) wordt een ANOVA in combinatie met de post-hoc toets LSD gebruikt. De afhankelijke variabele is het gevoel voor hoeveelheden en de onafhankelijke variabele bestaat uit vier groepen (brugklassers met dyscalculie, kinderen uit groep twee, zes en acht). Voor de twee overige deelvragen (II: Is het niveau van gevoel voor hoeveelheden van brugklassers met dyscalculie hoger dan het niveau van gevoel voor hoeveelheden van kinderen met dyscalculie uit

de bovenbouw van de basisschool?; III: Is er sprake van verstoring van het gevoel voor hoeveelheden bij brugklassers met dyscalculie ten opzichte van leeftijdsgenoten zonder dyscalculie?) worden onafhankelijke t-toetsen gebruikt, waarbij eveneens van het gevoel voor hoeveelheden en van verschillende groepen gebruik wordt gemaakt.

Bij het analyseren wordt een betrouwbaarheidsinterval van 95% gehanteerd en  $\alpha = 0.05$ . De effectgrootte is overgenomen van Cohen (1992);  $d = 0.20$ ,  $d = 0.50$  en  $d = 0.80$  zijn respectievelijk een klein, middelmatig en groot effect. Bij significante resultaten wordt de *power* berekend, welke bij  $1-\beta > .80$  aangeeft dat het resultaat van de steekproef voldoende betrouwbaar is (Moore, McCabe, Craig, 2012).

## Resultaten

### Univariate en bivariate data inspectie

De steekproef bestaat uit een totaal van 169 proefpersonen, bestaande uit 96 meisjes en 73 jongens. In Tabel 1 zijn de beschrijvende statistieken van de doelgroep te vinden. Het geslacht staat in zwak verband met het hebben van dyscalculie ( $r = .25$ ,  $p < .01$ ), maar niet met het niveau van gevoel voor hoeveelheden ( $r = .11$ ,  $p = .17$ ). Een meisje heeft in deze steekproef vaker dyscalculie. Het moeite hebben met lezen staat niet in verband met het hebben van dyscalculie ( $r = -.18$ ,  $p = .09$ ) of met het niveau van gevoel voor hoeveelheden ( $r = -.04$ ,  $p = .68$ ).

In Tabel 2 staan de gemiddelde prestaties op de DLE-test en de gemiddelde reactietijd in milliseconden op de NA-taak ( $RT_{gem}$ ) beschreven. Waar uitbijters zijn gewinsoriseerd, is dit aangegeven met \*. Vervolgens is er bij iedere verdeling sprake van normaliteit. Opvallend is dat er in de brugklas relatief laag is gescoord op de DLE-test. De groep bevat hierdoor meer kinderen met dyscalculie dan zonder dyscalculie.

Tabel 2

*Beschrijvende statistieken: aantal (n), minimum (min), maximum (max) en gemiddelde (M) scores met bijbehorende standaarddeviatie (SD) en 95% betrouwbaarheidsinterval*

		<i>n</i>	Min - Max	<i>M(SD)</i>	95% CI
<b>DLE</b>					
Brugklas	Dyscalculie	24	31 - 50	43.8(4.5)	41.9 – 45.7
	Controle	13	44 - 66	54.3(6.3)	50.5 – 58.1
Bovenbouw	Dyscalculie	12	27* - 42	36.8 (5.5)	33.3 – 40.2
	Controle	86	29 - 70	47.4 (12.5)	44.7 – 50.1
<b><math>RT_{gem}</math></b>					
Brugklas	Dyscalculie	24	831.1 – 2340.0	1379.6 (382.3)	1218.2 – 1541.1
	Controle	13	887.3 – 2723.0	1495.5 (591.9)	1137.8 – 1853.1
Bovenbouw	Dyscalculie	12	949.4 – 2735.0	1699.4 (596.6)	1320.3 – 2078.4
	Controle	86	643.0 – 2735.3*	1494.8 (532.2)	1380.7 – 1608.9
Groep twee	Controle	28	1286.0 – 4333.4	2330.4 (692.5)	2061.9 – 2599.0



\* DLE bevat in de dyscalculie-groep van de bovenbouw een uitbijter en  $RT_{gem}$  bevat in de controlegroep van de bovenbouw twee uitbijters. Alle drie zijn gewinsoriseerd.

### Statistische analyse

**Vraag I:** Is het gevoel voor hoeveelheden van brugklassers met dyscalculie vergelijkbaar met het gevoel voor hoeveelheden van kinderen zonder dyscalculie uit de kleuterklas of de bovenbouw van de basisschool? De ANOVA voor  $RT_{gem}$  laat zien dat er sprake is van ongelijkheid in gemiddelden tussen deze groepen ( $F(2, 137) = 28.6, p < 0.001, R^2 = .29, 1-\beta = .77$ ). De uitkomsten op de post hoc toets LSD zijn te vinden in Tabel 3. Hier is te zien dat brugklassers met dyscalculie op  $RT_{gem}$  vergelijkbaar scoren met kinderen uit de bovenbouw van de basisschool en duidelijk lager scoren dan kleuters.

Tabel 3

*Significantieniveaus van LSD tussen brugklas en andere groepen op  $RT_{gem}$*

		df	$RT_{gem}$	$d$	$1-\beta$
Brugklas met dyscalculie	Kleuterklas	27	$p < .001$	1.70	.99
	Bovenbouw	86	$p = .36$	0.25	.74

**Vraag II:** Is het niveau van gevoel voor hoeveelheden van brugklassers met dyscalculie hoger dan het niveau van gevoel voor hoeveelheden van kinderen met dyscalculie uit de bovenbouw van de basisschool? In Tabel 2 is te zien dat brugklassers met dyscalculie een hoger niveau van gevoel voor hoeveelheden hebben dan kinderen met dyscalculie uit de bovenbouw van de basisschool. De verschillen op de NA-taak tussen deze twee groepen zijn significant op basis van de gemiddelde reactietijd ( $t(34) = -2.38, p = 0.02, d = .64, 1-\beta = 0.55$ ).

**Vraag III:** Is er sprake van verstoring van het gevoel voor hoeveelheden bij brugklassers met dyscalculie ten opzichte van leeftijdsgenoten zonder dyscalculie? Uit Tabel 2 is af te lezen dat brugklassers met dyscalculie een hogere gemiddelde reactietijd hebben dan brugklassers zonder dyscalculie. De verschillen tussen de gemiddelde reactietijd op de NA-taak tussen brugklassers met dyscalculie en zonder dyscalculie zijn echter niet significant ( $t(35) = -0.72, p = 0.47, d = -0.20, 1-\beta = 0.10$ ).

### Discussie

Het doel van dit onderzoek was het in kaart brengen van de mogelijke ontwikkeling van het gevoel voor hoeveelheden van kinderen met dyscalculie tot en met het moment dat zij in de brugklas van het voortgezet onderwijs zitten. Binnen de steekproef hebben kinderen met dyscalculie uit de brugklas een duidelijk hoger niveau van gevoel voor hoeveelheden dan kleuters ( $d = 1.7$ ). Vanwege het zeer grote effect is te verwachten dat dit verschil in de populatie bestaat. Brugklasleerlingen met dyscalculie hebben in dit onderzoek een beter gevoel voor hoeveelheden dan kinderen met dyscalculie uit de bovenbouw van de basisschool ( $d = 0.64$ ). Dit is een middelmatig effect en daarmee een voldoende

sterk te verwachten effect in de populatie. De brugklasleerlingen met dyscalculie binnen deze steekproef hebben een vergelijkbaar niveau van gevoel voor hoeveelheden als kinderen zonder dyscalculie uit de bovenbouw van de basisschool ( $d = 0.25$ ) en kinderen zonder dyscalculie uit de brugklas ( $d = -0.20$ ). Beide effecten zijn klein. Bovendien zorgt de onvoldoende *power* van beide vergelijkingen (respectievelijk  $1-\beta = 0.74$  en  $1-\beta = 0.10$ ), voor kansen van respectievelijk 26% en 90% op onjuiste generalisatie van deze effecten. Er kan daarom niet met zekerheid worden gesteld dat kinderen met dyscalculie uit de brugklas op basis van gevoel voor hoeveelheden vergelijkbaar zijn met kinderen zonder dyscalculie uit de bovenbouw van het basisonderwijs of de brugklas.

Kinderen met dyscalculie in de brugklas hebben een duidelijk hoger, niveau van gevoel voor hoeveelheden dan kleuters. Alle overige onderzoeksresultaten wijzen ook in de richting van een stijgend niveau van gevoel voor hoeveelheden bij brugklassers met dyscalculie. Overeenkomstig met de vooraf gestelde hypothese komt uit dit onderzoek naar voren dat de ontwikkeling van het gevoel voor hoeveelheden bij kinderen met dyscalculie zich verbetert naarmate zij ouder worden.

Piazza et al. (2005) vonden bij tienjarigen met dyscalculie een achterstand in het gevoel voor hoeveelheden van vijf jaar. In dit onderzoek is niet goed vast te stellen of er sprake is van een achterstand bij brugklasleerlingen met dyscalculie op het gebied van hoeveelhedengevoel. Zij scoren zowel vergelijkbaar met kinderen zonder dyscalculie uit de brugklas en kinderen zonder dyscalculie uit de bovenbouw. De vergelijkbare effectgrootten duiden hierop. Daarnaast ontbreekt op dit moment te veel informatie over kinderen met dyscalculie uit niet onderzochte groepen, waardoor het onmogelijk is uitspraken te doen over de precieze achterstand in gevoel voor hoeveelheden bij kinderen met dyscalculie in de brugklas. Breder onderzoek bij de groepen drie, vier, vijf en zeven van het basisonderwijs is nodig om meer over deze achterstand te weten te komen. De verwachte achterstand van vijf à zes jaar kan daarom niet worden verworpen, noch worden bevestigd.

Tienjarigen met dyscalculie hebben te maken met een verstoring van het gevoel voor hoeveelheden van vijf jaar (Piazza et al., 2010). De mogelijkheid van een vergelijkbare verstoring van het gevoel voor hoeveelheden bij kinderen met dyscalculie in de brugklas bestaat nog steeds. Echter lijkt een inhaalslag van het gevoel voor hoeveelheden van brugklasleerlingen met dyscalculie ten opzichte van leeftijdsgenoten zonder dyscalculie ook tot de mogelijkheden te behoren. In verband met resultaten van vergelijkbaar onderzoek naar oudere kinderen is dit echter niet voor de hand liggend (Mazzocco et al., 2011). Er kan in ieder geval geconcludeerd worden dat kinderen met dyscalculie niet achteruit gaan op gevoel voor hoeveelheden, omdat hun gevoel voor hoeveelheden verbetert naarmate zij ouder worden.

De resultaten van het onderzoek zijn afkomstig van analyses op basis van de gehanteerde groepsindeling, welke met behulp van de DLE-test tot stand is gekomen. Omdat 65% van de brugklasleerlingen dyscalculie heeft op basis van een achterstand van twee jaren op de DLE-test en dit niet representatief is voor de veronderstelde prevalentie van dyscalculie van drie tot zes procent (Shalev et al., 2000; Reigosa-Crespo et al., 2012), wordt in twijfel getrokken of de DLE-test een

betrouwbare determinant van dyscalculie is voor brugklasleerlingen in het voortgezet onderwijs. Doordat de DLE-test een betrouwbaar meetinstrument is gebleken voor het meten van rekenvaardigheidsniveau van kinderen op de basisschool en de ook zeer geschikt is voor gebruik in de brugklas (De Vos, 2002), leek de test in eerste instantie een zeer geschikt middel om de rekenvaardigheid van de kinderen uit verschillende groepen te meten. Hiernaast is er bij de afname van de DLE-test bij de brugklasleerlingen iets van de handleiding afgeweken. Door het uitlopen van de afname van de DLE-test tot meer dan twee uren bij een eerste groep brugklasleerlingen, de zichtbare moeite die kinderen hiermee hadden en klachten die ouders hierover hadden, is voor volgende groepen besloten om hen de DLE-test in twee delen te laten maken. Om te voorkomen dat kinderen zouden afhaken en de validiteit van de test te waarborgen is gekozen voor een gesplitste afname van de DLE-test. Immers de rekenvaardigheid moest worden gemeten, niet de mate van volgehouden aandacht.

Van de kinderen uit de bovenbouw van de basisschool heeft 15% dyscalculie. Hetgeen ook niet precies overeenkomt met de prevalentie van drie tot zes procent (Shalev et al., 2000; Reigosa-Crespo et al., 2012). De gekozen hantering van de DLE-test lijkt bij beide groepen leerlingen een matige afspiegeling te geven van de prevalentie van dyscalculie. Het mogelijke onjuist indelen bij de categorie 'met dyscalculie' kan er in beide groepen toe hebben geleid dat er geen onderling meetbaar verschil is in gevoel voor hoeveelheden tussen kinderen met en zonder dyscalculie. In vergelijkbaar onderzoek is gevonden dat alléén kinderen met dyscalculie een lager ANS hebben ten opzichte van matige, gemiddelde en goede rekenaars (Mazzocco et al., 2011). Wellicht zijn in dit onderzoek matige rekenaars en kinderen met dyscalculie in één groep terecht gekomen, waardoor is gebleken dat het ANS niet significant afwijkt. Dit zou overeenkomstig zijn met de zojuist beschreven uitkomsten van het onderzoek van Mazzocco et al. (2011).

Het verschil in DLE-score is wellicht te wijten aan het feit dat brugklasleerlingen wiskundeonderwijs genieten en basisschoolleerlingen rekenonderwijs. In het hedendaagse wiskundeonderwijs worden de rekenvaardigheden niet meer getraind en minder aangesproken vanwege onder andere de introductie van het gebruik van een rekenmachine. Hierdoor zouden algemene rekenvaardigheden van leerlingen in het voortgezet onderwijs enigszins achter kunnen blijven ten opzichte van leerlingen uit groep acht die zich wel blijven trainen in rekenvaardigheden. Kinderen uit de brugklas zouden lager kunnen scoren op de DLE-test, omdat deze test er vanuit gaat dat zij hun rekenvaardigheden verder ontwikkelen. Ondanks de aanbeveling van gebruik van de DLE-test in de brugklas, is het meetinstrument waarschijnlijk minder betrouwbaar voor deze doelgroep.

Het vroegtijdig opsporen van dyscalculie met behulp van het gevoel voor hoeveelheden en monitoren van kinderen met dyscalculie aan de hand van de ontwikkeling van het gevoel voor hoeveelheden lijkt tot de mogelijkheden te behoren. Bevindingen over de ontwikkeling van het ANS bij brugklassers met dyscalculie wijzen op een vooruitgang en een mogelijke inhaalslag ten opzichte van kinderen van de eigen leeftijd zonder dyscalculie. Maar, omdat dit het eerste exploratieve

onderzoek is naar de ontwikkeling van het gevoel voor hoeveelheden van deze doelgroep, is replicatie en uitbreiding van dit onderzoek noodzakelijk voor sterkere conclusies en duidelijkheid over de groeicurve van het gevoel voor hoeveelheden bij kinderen met dyscalculie.

Op basis van de resultaten van dit onderzoek worden aanbevelingen voor toekomstig onderzoek gedaan. Voor het vaststellen van dyscalculie in de brugklas wordt ontwikkeling van een ander meetinstrument dan de DLE-test geadviseerd. Voor een representatieve doelgroep wordt een grotere steekproef met een gelijke verhouding tussen jongens en meisjes geadviseerd. Voor een complete weergave van de ontwikkeling van het gevoel voor hoeveelheden bij kinderen met dyscalculie, wordt een steekproef onder alle groepen tot en met de brugklas aangeraden. Ook wordt een longitudinaal design, zoals dat van Mazzocco et al. (2011), aangeraden om de ontwikkeling van een bepaalde groep kinderen met dyscalculie te kunnen analyseren. Wanneer blijkt dat er bij brugklasleerlingen met dyscalculie inderdaad sprake is van een versnelde ontwikkeling van het gevoel voor hoeveelheden ten opzichte van leeftijdsgenoten, is het interessant te onderzoeken welk mechanisme hieraan ten grondslag ligt. Hierbij is te denken aan de invloed van het vak wiskunde in het voortgezet onderwijs op het gevoel voor hoeveelheden van kinderen met dyscalculie ten opzichte van de invloed van rekenonderwijs in het basisonderwijs.

## Referenties

- Ansari, D., & Dhital, B. (2006). Age-related changes in the activation of the intraparietal sulcus during nonsymbolic magnitude processing: An event-related functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *18*, 1820–1828. doi:10.1162/jocn.2006.18.11.1820
- 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
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, *112*, 155-159.
- Dehaene, S., Piazza M., Pinel P., Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, *20*, 487-506.
- Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*, 307–314.
- Geary, D.C., Bow-Thomas, C.C., Yao, Y. (1992). Counting knowledge and skill incognitive addition: A comparison of normal and mathematically disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *54*, 372-391.
- Geary, D. C., Hamson, C. O., Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: a longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, *77*, 236-263.
- Ginsburg, H. P. (1997). Mathematics learning disabilities: a view from developmental psychology. *Journal of Learning Disabilities*, *30*, 20-33.
- 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., & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature*, *455*, 665–668. doi: 10.1038/nature07246
- Halberda, J., Ly, R., Wilmer, J. B., Naiman, D. Q., Germine, L. (2012). Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America, *109*, 11116-20. doi:10.1038/nature07246
- Hasings, C., Mosteller, F., Tukey, J.W., Winsor, C.P. (1947) Low moments for small samples: a comparative study of order statistics. *Annals of Mathematical Statistics*, *18*, 413–426.
- Izard, V., Sann, C., Spelke, E. S., & Streri, A. (2009). Newborn infants perceive abstract numbers. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, *106*, 10382-10385. doi:10.1073/pnas.0812142106
- Jordan, N. C., Montani, T. O. (1997). Cognitive arithmetic and problem solving: a comparison and children with specific and general mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, *30*, 624-634.

- Lewis, C., Hitch, G., & Walker, P. (1994). The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9- and 10-year old boys and girls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *35*, 283–292.
- Libertus, M. E., Brannon, E. M. (2013). Stable individual differences in number discrimination in infancy. *Developmental Science*, *13*, 900-906. doi: 10.1111/j.1467-7687.2009.00948.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
- Libertus, M. E., Odic, D., & Halberda, J. (2012). Intuitive sense of number correlates with math scores on college-entrance examination. *Acta Psychologica*, *141*, 373-379. doi:10.1016/j.actpsy.2012.09.009
- Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2011). Numerical ordering ability mediates the relation between number-sense and arithmetic competence. *Cognition*, *12*, 256–261. doi:10.1016/j.cognition.2011.07.009
- Mazzocco, M. M. M., Feigenson, L., & Halberda, J. (2011). Impaired acuity of the approximate number system underlies mathematical learning disability (dyscalculia). *Child Development*, *82*, 1224–1237. doi:10.1111/j.1467-8624.2011.01608.x
- Moore, D. S., McCabe, G. P., & Craig, B.A. (2012). Introduction to inference. In W.H. Freeman & P. Macmillan (Eds.), *Introduction to the Practice of Statistics* (pp. 385-388). New York: W. H. Freeman and Company.
- Odic, D., Libertus, M. E., Feigenson, L., & Halberda, J. (2013). Developmental change in the acuity of approximate number and area representations. *Developmental Psychology*, *49*, 1103-1112. doi:10.1037/a0029472
- Ostad, S. A. (1999). Developmental progression of subtraction strategies: a comparison of mathematically normal and mathematically disabled children. *European Journal of Special Needs Education*, *14*, 21-36.
- Piazza, M., Facoetti, A., Trussardi, A. N., Berteletti, I., Conte, S., Lucangeli, D., . . . Zorzi, M. (2010). Developmental trajectories of number acuity in normal and dyscalculic children. *Cognition*, *116*, 33–41. doi:10.1016/j.cognition.2010.03.012
- 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
- Reigosa-Crespo, V., Valde´s-Sosa, M., Butterworth, B., Estévez, N., Rodríguez, M., Santos, E., . . . Lage, A. (2012). Basic numerical capacities and prevalence of developmental dyscalculia: the Havana survey. *Developmental Psychology* *48*, 123–135. doi:10.1037/a0025356

- Rivera-Batiz, F. L. (1992). Quantitative literacy and the likelihood of employment among young adults in the United States. *The Journal of Human Resources* 27, 313-328.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching* (pp. 224–270). New York: McMillan Publishing.
- Shalev, R. S., Gross-Tsur, V. (2001). Developmental dyscalculia. *Pediatric Neurology* , 24, 337-342. doi:10.1016/S0887-8994(00)00258-7
- Shalev, R. S., Manor, O., & Gross-Tsur, V. (2005). Developmental dyscalculia: a prospective six-year follow up. *Developmental Medicine & Child Psychology*, 47, 121–125. doi:10.1017/S0012162205000216
- Shalev, R. S., Auerbach, J., Manor, O., Gross-Tsur, V. (2000). Developmental dyscalculia: prevalence and prognosis. *European child & adolescent psychiatry*, 9, 58-64.
- Vos de, T. (2002). DLE-test rekenen/wiskunde (4). Leeuwarden: Eduforce.
- Wilson, A. J., Revkin, S. K., Cohen, D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2006). An open trial assessment of “the number race,” an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, 2, 20. doi:10.1186/1744-9081-2-20