

Het Verband tussen Getalbegrip en Rekenvaardigheid
The Relationship Between Number Sense and Mathematic Skills

Bachelor thesis Pedagogische Wetenschappen

Faculteit Sociale Wetenschappen

Universiteit Utrecht

Marlies Brouwer (3673812)
Daniëlle Dehing (3657760)
Lotte Engbersen (4225821)
Lisanne Schoon (3651339)

Werkgroep: 23
Begeleider: Esther Slot

Samenvatting

In deze studie is het mogelijke verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid onderzocht. Om het verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid te meten is de variabele getalbegrip onderverdeeld in non-symbolische vergelijking, symbolische vergelijking en mapping (Kolkman, Kroesbergen en Leseman, 2013). Binnen de variabele rekenvaardigheid is er onderscheid gemaakt tussen de CITO-scores en de DLE scores van de TTR. **Methode:** Het onderzoek heeft plaats gevonden bij ongeveer 470 leerlingen uit groep drie tot en met zes van het regulier basisonderwijs. De kinderen hebben computertaken uitgevoerd om het getalbegrip te meten. **Resultaten:** Uit de resultaten is gebleken dat er positieve correlaties aantoonbaar zijn tussen alle drie de aspecten van getalbegrip en de CITO-score, en eveneens tussen de aspecten van getalbegrip en de DLE score. **Conclusie en discussie:** Er is in dit onderzoek een positief verband gevonden tussen getalbegrip en rekenvaardigheid. Er zijn echter een aantal kanttekeningen te plaatsen bij het uitgevoerde onderzoek die in acht moeten worden genomen bij het generaliseren van de onderzoeksuitkomsten.

Sleutelwoorden: getalbegrip, non-symbolisch, symbolisch, mapping, rekenvaardigheid

Introductie

Kinderen ontwikkelen al op zeer jonge leeftijd een gevoel voor hoeveelheid en getallen, wat een belangrijke basis lijkt te zijn voor rekenvaardigheid (Landler & Kölle, 2009). Empirische bevindingen wijzen erop dat een algemeen begrip van hoeveelheid al aanwezig is bij hele jonge kinderen, wat de suggestie wekt dat dit begrip een evolutionaire basis heeft (Hauser, Tsao, Garcia, & Spelke, 2003). Kinderen zijn bijvoorbeeld in staat om hoeveelheden van elkaar te onderscheiden al voordat er sprake is van taalverwerving of onderwijs (Izard, Sann, Spelke, & Streri, 2009; Lipton & Spelke, 2003; Xu & Spelke, 2000). Dit basisbegrip in het verwerken van hoeveelheden kan worden gezien als de kern van getalsmatige kennis, dat ten grondslag ligt aan de verdere ontwikkeling van rekenvaardigheid (Butterworth, Varma, & Laurillard, 2011). Het vroegtijdig signaleren van rekenproblemen is belangrijk zodat problemen in de ontwikkeling van rekenvaardigheid voorkomen kunnen worden. Onderzoek naar de concrete oorzaken van rekenproblemen is daarom van belang, omdat het kan bijdragen aan de ontwikkeling van gepaste onderwijsinterventies op het gebied van rekenkundige ontwikkeling (De Smedt, Noël, Gilmore, & Ansari, 2013).

In deze studie wordt het mogelijke verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid besproken aan de hand van het *'Triple-code model'* van Dehaene (2001) uit het artikel van Kolkman en collega's (2013), waarbij getalbegrip wordt onderverdeeld in drie aspecten: non-symbolische vergelijking, symbolische vergelijking en mapping. Volgens het *'Triple-code model'* van Dehaene (2001) wordt numerieke informatie mentaal verwerkt volgens drie codes. Alle kinderen worden geboren met een systeem voor het verwerken van non-symbolische hoeveelheden, de analoge code (Dehaene, 2001). Wanneer het kind blootgesteld wordt aan een bepaalde taal, cultuur en rekenkundig onderwijs, krijgt het kind de kans om andere competenties te ontwikkelen. Zo ontwikkelt het kind zijn woordenschat, de verbale code, waardoor het leert cijfers en hoeveelheden te benoemen (Dehaene, 2001). Daarnaast maakt het kind kennis met symbolen, de visuele code, om hoeveelheden schriftelijk weer te geven (Dehaene, 2001). Tenslotte leert het kind verschillende procedures om rekenkundige taken uit te kunnen voeren (Dehaene, 2001). Het doel van deze studie is het begrijpen van het proces van getal verwerking bij kinderen waarbij een mogelijk verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid verklaard kan worden.

Non-symbolische vergelijking

Non-symbolische vergelijkingstaken meten de nauwkeurigheid van de mentale representaties door middel van het *Approximate Number System* (ANS). Het ANS maakt het mogelijk om numerieke hoeveelheden te verwerken, te begrijpen en te schatten (Barth et al., 2006; De Smedt et al., 2013). Het ANS is de cognitieve basis voor alledaagse rekenvaardigheden zoals optellen, aftrekken en vermenigvuldigen (Barth et

al., 2006; Inglis, Attridge, Batchelor, & Gilmore, 2011). Dit evolutionaire systeem stelt ons in staat om snel te beslissen, zonder expliciet te tellen, welk veld de meeste hoeveelheden heeft (Barth et al., 2006). De moeilijkheid van deze taak wordt gemanipuleerd door het variëren van de afstand tussen de numerieke hoeveelheden ('*distance effect*') en de verhoudingen ('*ratio*') in de twee velden (De Smedt et al., 2013). Wanneer het numerieke verschil tussen de hoeveelheden groter is, is het eenvoudiger voor kinderen om deze met elkaar te vergelijken (Lonneman, Linkersdörfer, Hasselhorn, & Lindberg, 2011).

Recente bevindingen over de numerieke ontwikkeling van kinderen gaan ervan uit dat non-symbolische vaardigheden belangrijke vaardigheden zijn voor het leren rekenen (Kolkman et al., 2013). Automatisering van getal verwerkingsprocessen is nodig om goed te kunnen rekenen en is een belangrijke voorwaarde voor het leren van latere rekenvaardigheden (Kolkman et al., 2013). Kinderen die laag presteren op rekenen maken vaker fouten op de non-symbolische vergelijkingstaken in vergelijking met kinderen die normaal presteren op rekenen (Landerl & Kölle, 2009; Mussolin, Mejias, & Noël, 2010).

Er bestaat in de literatuur veel discussie over het verband tussen de non-symbolische vergelijking en rekenvaardigheid bij kinderen (De Smedt et al., 2006). Verschillende studies hebben aangetoond dat kinderen met rekenproblemen slechter scoren op de symbolische vergelijkingstaak maar niet op de non-symbolische vergelijkingstaak (Holloway & Ansari, 2009; Rouselle & Noël, 2007). Echter, er is een belangrijk verschil tussen de twee studies met betrekking tot de numerieke afstand ('*distance effect*') en de verhoudingen ('*ratio*') in de twee velden. Enerzijds lieten kinderen met rekenproblemen een kleinere afstand tussen de hoeveelheden op de vergelijkingstaken zien in vergelijking met normaal ontwikkelde kinderen (Rouselle & Noël, 2007). Anderzijds lieten de kinderen met lagere rekenvaardigheden een grotere afstand op de vergelijkingstaken zien in vergelijking met normaal ontwikkelde kinderen (Holloway en Ansari, 2009; Loneman et al., 2011). Rouselle en Noël (2007) veronderstellen dat kinderen met rekenproblemen geen problemen hebben bij het verwerken van de hoeveelheden maar eerder bij het betekenis geven aan de hoeveelheden. Dit suggereert dat de correspondentie tussen de twee systemen: non-symbolische vergelijking en symbolische vergelijking belangrijk is voor het leren rekenen (Holloway & Ansari, 2009; Rouselle & Noël, 2007).

Symbolische vergelijking

Het verwerken van symbolisch weergegeven cijfers is belangrijk voor latere rekenkundige vaardigheden, omdat symbolen eerst gekoppeld moeten worden aan de representatie van de corresponderende hoeveelheid voordat ze met elkaar vergeleken kunnen worden (Sasanguie, Göbel, Moll, Smets, & Reynvoet, 2013). Rouselle en Noël

(2007) vergeleken 45 leerlingen die rekenproblemen vertoonden met 45 normaal presterende leerlingen op taken die algemene rekenvaardigheid vaststellen. Uit dit onderzoek is gebleken dat kinderen met rekenproblemen alleen beperkt waren wanneer zij Arabische cijfers moesten vergelijken (symbolische vergelijking), maar niet wanneer zij sets met elkaar moesten vergelijken (non-symbolische vergelijking).

Symbolisch getalbegrip is een belangrijke voorspeller voor latere rekenprestaties: moeilijkheden met symbolische vergelijking lijken ten grondslag te liggen aan de meeste problemen die zich voor kunnen doen in de ontwikkeling van rekenvaardigheid (Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010). Volgens De Smedt, Verschaffel, en Ghesquière (2009) heeft ook de snelheid waarmee symbolische vergelijkingen worden gemaakt een voorspellende waarde. Locuniak en Jordan (2008) hebben onderzoek gedaan naar het verband tussen getalbegrip en de automatisering van rekensommen. Getalbegrip werd gemeten bij kinderen tijdens hun kleuterjaren en de automatisering van rekensommen werd twee jaar later bij dezelfde kinderen gemeten. Uit het onderzoek is gebleken dat het symbolische systeem, met name het hebben van kennis van cijfers en het kunnen inschatten van hoeveelheden, in verband staat met de automatisering van rekensommen (Locuniak & Jordan, 2008).

Mapping

Mapping wordt in de literatuur gedefinieerd als het proces van het koppelen tussen het symbolische- en non-symbolische systeem en is een onderdeel van getalbegrip (Boonen, Kolkman, & Kroesbergen, 2011; Dehaene, 2001; Kolkman et al., 2013; Siegler & Opfer, 2003). Kinderen leren door middel van mapping de betekenis van getallen en symbolen en hun overeenkomende hoeveelheid (Krajewski & Schneider, 2009; Landerl & Kölle, 2009).

De ontwikkeling van het nauwkeurig kunnen mappen tussen de getallen en de non-symbolische hoeveelheden is belangrijk voor het leren van rekenvaardigheden zoals het optellen en het aftrekken (Booth & Siegler, 2008). Mapping vaardigheden blijken een belangrijke voorspeller te zijn voor latere rekenvaardigheden (Kolkman et al., 2013; Landerl & Kölle, 2009). In onderzoek is naar voren gekomen dat kinderen in de vroege ontwikkeling van getalbegrip al de betekenis en hoeveelheid van getallen leren. Kinderen leren zo begrijpen dat het getal drie overeenkomt met een groep van objecten en dat het getal 89 bijvoorbeeld groter is dan het getal 23 (Jordan et al., 2010; Kolkman et al., 2013). Mapping vaardigheden beginnen zich rond het derde levensjaar te ontwikkelen. Dit is de leeftijd waarin kinderen beginnen met het leren tellen (Kolkman et al., 2013; Lipton & Spelke, 2005). Kinderen leren de mapping vaardigheden door het maken van directe associaties tussen een getal en de non-symbolische representatie (Lipton & Spelke, 2005). Ze leren dan dat het woordje één gelijk staat aan één object. Na ongeveer één jaar beheersen kinderen ook de hoeveelheden twee en drie op deze

manier. Wanneer kinderen het proces van mapping na een paar maanden ook bij het getal vier machtig zijn, hebben ze het systeem door, namelijk dat elk getal uit een telrij gelijk is aan de waarde van het woord daarvoor plus één (Kolkman et al., 2013; Lipton & Spelke, 2005). Naarmate de ontwikkeling van mapping vaardigheden vordert, nemen deze een steeds belangrijkere plaats in. Ze worden steeds nauwkeuriger en worden gebruikt bij veel verschillende rekentaken (Booth & Siegler, 2008; Siegler & Booth, 2004). Zowel volgens Hannula en Lehtinen (2005) als volgens Dehaene (2001) blijft de kwaliteit van de mapping vaardigheden toenemen tot ongeveer acht jaar. Kinderen worden vaardiger in het herhalen van de getalvolgorde en kunnen beter focussen op hoeveelheden van een aantal objecten. Ook worden kinderen beter in het verbale tellen van hoeveelheden (Krajewski & Schneider, 2009).

Echter, wanneer de mapping vaardigheden nog niet volledig ontwikkeld zijn, hebben kinderen problemen met het schatten van de juiste posities van de getallen op een getallenlijn. Kinderen waarbij de mapping vaardigheden wel al beter ontwikkeld zijn kunnen de posities van de getallen op een getallenlijn beter schatten dan kinderen waarbij de mapping vaardigheden nog niet volledig ontwikkeld zijn (Kolkman et al., 2013). Problemen in de ontwikkeling van de rekenvaardigheid worden mogelijk veroorzaakt door een tekort aan getalbegrip. En een tekort aan getalbegrip kan verholpen worden door de mapping vaardigheden te verbeteren (Landerl & Kölle, 2009).

Leeftijd

De leeftijd van het kind is van invloed op getalbegrip en speelt een belangrijke rol in de ontwikkeling van de non-symbolische vergelijking, symbolische vergelijking en mapping (Jordan, Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007; Kolkman et al., 2013). Getalbegrip ontwikkeld zich steeds beter naar mate het kind ouder wordt (Pike & Forrester, 1997; Siegler & Booth, 2004). In recent onderzoek wordt aangetoond dat getalbegrip op jonge leeftijd (nul tot drie jaar) een voorspeller is van latere rekenvaardigheid. Jordan, Kaplan, Olah, en Locuniak (2006) onderzochten kinderen die een risico lopen op het ontwikkelen van rekenproblemen en zij vonden een verband tussen getalbegrip op jonge leeftijd en rekenmoeilijkheden op latere leeftijd.

Starr, Libertus, en Brannon (2013) hebben aangetoond dat getalbegrip bij kinderen van zes maanden een goede voorspeller is van de rekenscores van die kinderen, drie jaar later. Echter, Holloway en Ansari (2009) tonen aan dat het verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid na de leeftijd van zes jaar afneemt. Kinderen, die nog niet eerder in aanraking zijn gekomen met rekentaken, moeten een beroep doen op hun kennis van getalbegrip. Zij denken daarom dat het verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid alleen bestaat als kinderen voor het eerst in aanraking komen met rekentaken.

Onderzoeksvragen

In dit onderzoek wordt antwoord gegeven op de volgende vraag: *Wat is het verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid bij kinderen uit groep drie tot en met zes?* Terwijl eerder onderzoek zich vooral heeft gericht op jonge kinderen en volwassenen, zal dit onderzoek zich richten op basisschoolkinderen uit de groepen drie tot en met zes. Hiervoor zijn vier deelvragen opgesteld met betrekking tot de verschillende aspecten van getalbegrip. De eerste deelvraag is: Wat is het verband tussen non-symbolische vergelijking en rekenvaardigheid bij kinderen uit groep drie tot en met zes? De tweede deelvraag is: Wat is het verband tussen symbolische vergelijking en rekenvaardigheid bij kinderen uit groep drie tot en met zes? De derde deelvraag is: Wat is het verband tussen mapping en rekenvaardigheid bij kinderen uit groep drie tot en met zes? En de vierde deelvraag is: Wordt het verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid gemodereerd door leeftijd? Nader onderzoek naar de ontwikkeling van dit proces kan bijdragen aan het voorkomen van rekenproblemen door middel van vroegtijdige signalering en een gepaste interventie op het gebied van rekenen.

Er is veel discussie met betrekking tot onderzoek naar het verband tussen non-symbolische vergelijking en rekenvaardigheid. De resultaten van onderzoek zijn niet eenduidig genoeg waardoor het lastig is om een verwachting op te stellen. Wel wordt er, op basis van de literatuur, een positief verband verwacht tussen symbolische vergelijking en rekenvaardigheid bij kinderen van groep drie tot en met zes. Ook wordt er een positief verband verwacht tussen mapping vaardigheden en de mate van rekenvaardigheid. En tot slot lijkt leeftijd een belangrijke rol te spelen in de ontwikkeling van getalbegrip en rekenvaardigheid en wordt er verwacht dat leeftijd een modererend effect heeft op het verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid.

Methode

Participanten

Voor dit onderzoek is een gemakssteekproef getrokken, gericht op basisscholen. Het betrof een landelijke studie, wat betekent dat basisscholen door heel Nederland benaderd zijn voor deelname. Basisscholen zijn gevraagd of zij leerlingen uit groep drie tot en met zes ($M_{\text{age}}=101.38$ maanden, $SD=14.33$) wilden selecteren voor deelname ($N=472$). Deze selectie is gebeurd op basis van de CITO reken-wiskunde scores, om ervoor te zorgen dat de verschillende niveaus (I-V of A-E) elk in gelijke mate vertegenwoordigd zijn. Na toestemming van zowel de school als de ouders, hebben de leerlingen deelgenomen aan het onderzoek. Aan het onderzoek hebben 207 (47.8%) jongens, 220 (50.8%) meisjes meegewerkt en van 46 proefpersonen (9.8%) is het geslacht niet genoteerd ($n=472$). Van de leerlingen die meededen aan het onderzoek hebben 19 leerlingen (4%) een A+ gescoord op de CITO reken-wiskunde, 91 leerlingen (19.3%) een A, 123 leerlingen (26%) een B, 97 leerlingen (20.6%) een C, 71 leerlingen

(15%) een D en 65 leerlingen (13.7%) hebben op de CITO reken-wiskunde een E gescoord. Van zeven leerlingen ontbreekt de CITO reken-wiskunde score.

Procedure

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

Alle leerlingen die toestemming hadden gekregen van hun ouders maakten vijf getalbegriiptaken op een computer in een afgesloten ruimte. De getalbegriiptaken zijn ontworpen door de afdeling Pedagogiek van de Universiteit van Utrecht. Bij de getallenlijntaak waren er twee verschillende versies. Hierbij maakte de helft van de leerlingen versie één en de andere helft van de leerlingen maakte versie twee. Alle getalbegriiptaken bij elkaar duurden ongeveer 30 tot 40 minuten. Verder werd er naast de getalbegriiptaken klassikaal een TTR (Tempo Toets Rekenen) afgenomen (De Vos, 1992).

Instrumenten

Non-symbolisch getalbegrip. Het non-symbolisch getalbegrip zal gemeten worden door middel van de non-symbolische vergelijkingstaak waarbij leerlingen twee stippenwolken moeten vergelijken. De twee stippenwolken worden naast elkaar op het beeldscherm weergegeven. De leerling moet binnen vijf seconden door middel van de 'A' en 'L' toets op het toetsenbord aangeven welke stippenwolk de meeste stippen bevat. Voordat de taak echt start, maakt de leerling eerst zes oefenrondes waarbij de leerling visuele feedback krijgt over de juistheid van zijn/haar antwoorden. Na de zes oefenrondes krijgt de leerling geen feedback meer.

De mate van moeilijkheid van deze getalbegrip taak wordt gemanipuleerd door het variëren van de afstand tussen de numerieke hoeveelheden (distance effect) en de verhoudingen (ratio) in de twee velden (De Smedt et al., 2013). De taak bestaat uit drie rondes waarbij ronde één en twee uit 28 opgaven bestaan en ronde drie uit 30 opgaven. Op elke opgave zit een tijdslimiet van vijf seconden. Na vijf seconden verdwijnt de opgave en verschijnt de volgende opgave op het scherm.

Symbolisch getalbegrip. Symbolisch getalbegrip zal gemeten worden door middel van de symbolische vergelijkingstaak. Bij deze taak is het de bedoeling dat cijfers met elkaar vergeleken gaan worden op hoeveelheid. De leerling krijgt elke keer twee getallen naast elkaar op het beeldscherm te zien die verschillen in fysieke grootte, waarbij de leerling binnen vijf seconden het getal moet kiezen dat de hoogste waarde heeft. De leerling doet dit door de toetsen 'A' en 'L' op het toetsenbord te gebruiken. Van te voren maakt de leerling eerst zes oefentaken om de taak onder de knie te krijgen, hierbij krijgt de leerling visuele feedback over de juistheid van zijn antwoord. De taak

bestaat uit één ronde van 33 opgaven, waarbij elke opgave een tijdslimiet heeft van vijf seconden.

Mapping. Tot slot wordt het onderdeel mapping gemeten met behulp van de getallenlijntaak. Hierbij wordt de koppeling gemaakt tussen symbolische getallen en het non-symbolisch continuüm, de lijn waar de getallen op geplaatst moeten worden. Bij de getallenlijntaak is het de bedoeling dat de leerling, nadat het getal hardop is voorgelezen, de positie van een getal op de getallenlijn op het beeldscherm aanwijst. De getallenlijntaak heeft twee versies. Versie twee bestaat uit één oefenopgave extra. Bij beide versies krijgt de leerling bij de oefenopgaven de getallen '0' en '100' te zien, maar bij versie twee krijgt de leerling bij de oefenopgave ook het getal '50' te zien. De leerling krijgt alleen bij de oefenopgaven feedback over de juistheid van zijn antwoord. De getallenlijntaak bestaat uit twee delen. Het eerste deel bestaat uit 30 opgaven met een open getallenlijn en het tweede deel bestaat uit 30 opgaven met een gesloten getallenlijn.

Over de validiteit en betrouwbaarheid van deze taken, die de onderdelen van getalbegrip meten, is nog niets bekend omdat deze taken nog genormeerd moeten worden.

Rekenvaardigheid. Rekenvaardigheid zal gemeten worden door middel van de TTR en de scores van de laatste Cito LVS rekenen-wiskunde van de leerlingen (Janssen, & Engelen 2002). Bij de TTR moeten de leerlingen binnen één minuut verschillende rijtjes met sommen maken, elk rijtje bestaat uit 40 sommen. Ze beginnen met een rijtje plussommen, daarna volgen de minsommen, vervolgens keersommen, deelsommen en tot slot een rijtje met alle soorten sommen door elkaar. Leerlingen uit groep drie en vier hoeven alleen de rijtjes plus- en minsommen te maken. Volgens de COTAN beoordeling is zowel de betrouwbaarheid van de TTR als de validiteit onvoldoende (Cotan, 2009). Echter, de betrouwbaarheid en validiteit is mogelijk onvoldoende vanwege een gebrek aan onderzoek. De CITO rekenen is eerder klassikaal en schriftelijk gemaakt door de leerlingen. De toetsen voor groep drie en vier worden voorgelezen zodat de zwakke lezers evenveel kans hebben als de goede lezers om de opdrachten goed te maken. De CITO rekenen bestaat uit drie subdomeinen; 'getallen en bewerkingen', 'verhoudingen, breuken en procenten' en 'meten en meetkunde, tijd en geld' (Janssen, Verhelst, Engelen, & Scheltens, 2010). Uit de COTAN beoordelingen blijkt dat zowel betrouwbaarheid als de validiteit van de CITO-rekentoets goed is (Cotan, 2009).

Dataverwerking en statistische analyse

Het type onderzoek wat uitgevoerd gaat worden is toetsend, want er worden hypothesen getoetst die gebaseerd zijn op theorie. Het onderzoeksdesign in deze studie is cross-sectioneel, dit wil zeggen dat het onderzoek meerdere gegevens verzameld op één moment. Hierdoor kunnen variabelen en patronen van associatie ontdekt worden

(Bryman, 2008). Er is voor cross-sectioneel onderzoek gekozen, omdat er maar beperkte tijd is om dit onderzoek uit te voeren.

In het databestand zijn enkele missing values te vinden, deze zullen worden aangegeven met 999. Verder bestaat er ook de kans dat er outliers gevonden zullen worden. Voordat deze outliers mogelijk verwijderd kunnen worden, moet er eerst gekeken worden naar de oorzaak van de outlier. Er zou namelijk een meetfout ontstaan kunnen zijn of een leerling die afwijkt qua prestatie op de getalbegriiptaken.

Om een goede schatting te geven van de variatie in CITO-scores en TTR-scores is een multipele regressie uitgevoerd met de drie onderdelen van getalbegrip (non-symbolische vergelijking, symbolische vergelijking en mapping) als predictoren. Er is voor een multipele regressie analyse (MRA) gekozen, omdat er een verband wordt onderzocht met een voorspellende waarde. Voor de CITO-score is gebruik gemaakt van de vaardigheidsscore die is behaald na de toetsafname van januari 2014. Voor de TTR is gebruik gemaakt van de Didactische Leeftijd Equivalent (DLE), die kijkt naar het niveau dat de leerling heeft op gebied van automatisering van rekensommen in combinatie met het niveau dat de leerling hoort te hebben. De data van zowel de onafhankelijke als de afhankelijke variabele(n) zijn verwerkt op schaalniveau. Tot slot is er nog een moderator analyse uitgevoerd om de invloed van leeftijd op de relatie tussen getalbegrip en rekenvaardigheid te bepalen.

Resultaten

De H_0 -hypothese bijbehorende bij de onderzoeksvraag luidt: Er is geen verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid. De H_1 -hypothese luidt: Er is een positief verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid. De verwachting van het onderzoek was dat er een positief verband zou worden gevonden tussen getalbegrip en rekenvaardigheid. De hypothese is getoetst door een multipele regressieanalyse uit te voeren (MRA). De afhankelijke variabelen zijn CITO en de Tempo Toets Rekenen (TTR). Deze worden samen rekenvaardigheid genoemd. De onafhankelijke variabelen zijn de drie verschillende vormen van getalbegrip: non-symbolische vergelijking, symbolische vergelijking en mapping vaardigheden. Tenslotte wordt getoetst of leeftijd een modererend effect heeft op het verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid. De hypothesen voor dit onderdeel zijn als volgt: H_0 : Het verband tussen getalbegrip en leeftijd wordt niet gemodereerd door leeftijd. H_1 : Het verband tussen getalbegrip en leeftijd wordt gemodereerd door leeftijd. Op basis van de literatuur is de verwachting dat het verband wordt gemodereerd door leeftijd.

Voorafgaand aan het uitvoeren van de MRA zijn verschillende assumpties getest. Voor de scores die getalbegrip meten geldt dat de assumpties van normaliteit en homoscedasticiteit worden geschonden. Voor de assumptie van normaliteit levert dit geen problemen op, aangezien de steekproef groot genoeg is (Tabel 1). Voor de geschonden

assumptie van homoscedasticiteit geldt dat er een non-parametrische test uitgevoerd zou moeten worden in plaats van een MRA, zoals de toets van Wilcoxon. Er is echter toch gebruik gemaakt van een MRA voor het analyseren van de gegevens. Ten slotte wordt er ook voldaan aan de assumptie van lineariteit en multicollineariteit.

Tabel 1

Beschrijvende Statistieken van Getalbegrip en Rekenvaardigheid

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>
Symbolische vergelijkingstaak	.91	.12	416
Non-symbolische vergelijkingstaak	.63	.06	449
Mapping vaardigheden	.87	.15	452
Totale DLE score TTR	24.38	15.30	401
Vaardigheidsscore CITO	65.26	28.09	445
Leeftijd in maanden	101.38	14.33	461

M=Gemiddelde *SD*=Standaard Deviatie *N*=Aantal respondenten *DLE*=Didactische Leeftijd Equivalent

Voor elk onderdeel van getalbegrip is een positieve correlatie gevonden met de verschillende vormen van rekenvaardigheid (Tabel 2).

Tabel 2

Pearson Correlaties tussen Rekenvaardigheid en Getalbegrip

	CITO-score	DLE TTR-score
Non-symbolisch getalbegrip	.25*	.33*
Symbolisch getalbegrip	.22*	.38*
Mapping vaardigheden	.29*	.50*

* $p < .005$

De drie verschillende onderdelen van getalbegrip verklaren samen 11.6% van de variabiliteit in CITO-scores bij kinderen van groep drie tot en met zes, $R^2=.116$, adjusted $R^2=.109$, $F(3, 3387)=16.898$, $p<.005$. Getalbegrip verklaart daarnaast 29,1% van de variabiliteit in de scores van de TTR bij kinderen van groep drie tot en met zes, $R^2=.291$, adjusted $R^2=.285$, $F(3, 384)=52.426$, $p<.005$. Ongestandaardiseerde (B) en gestandaardiseerde (β) regressie coëfficiënten, en squared semi-partial correlaties (sr^2) voor de onderdelen van getalbegrip in het regressiemodel staan gerapporteerd in Tabel 3 en Tabel 4. Om de effectgrootte te bepalen van de variaties is Cohen's f^2 berekend. De

waarde voor de CITO-score was $f^2=.13$, wat betekent dat er sprake is van een klein effect (Allen & Bennett, 2010). Voor de TTR geldt dat Cohen's $f^2=.41$, wat wordt gezien als een groot effect (Allen & Bennett, 2010).

Voor de CITO-score geldt dat symbolisch getalbegrip geen significante voorspeller is: $t(393)=.227$, $p=.820$. Non-symbolisch getalbegrip is dat daarentegen wel: $t(393)=3.431$, $p<.05$. Dit geldt ook voor mapping vaardigheden: $t(390) = 3.838$, $p < .05$. Voor de TTR die score geldt dat symbolisch getalbegrip wel een significante voorspeller is: $t(390)=1.458$, $p<.05$. Ook non-symbolisch getalbegrip blijkt een significante voorspeller: $t(390)=4.072$, $p<.05$ net als mapping vaardigheden: $t(387) = 7.480$, $p < .05$. Voor het onderzoek betekenen deze resultaten dat de H_0 -hypothesen te verwerpen zijn aangezien er positieve verbanden bestaan tussen getalbegrip en rekenvaardigheid.

Tabel 3

Ongestandaardiseerde (B) en Gestandaardiseerde (β) Regressie Coëfficiënten, en Squared Semi-Partial Correlaties (sr^2) voor Symbolisch Getalbegrip in een Regressie Model dat de CITO-score Voorspelt

Variabele	B [95% BI]	β	sr^2
Symbolisch getalbegrip	3.477 [-26.583, 33.537]	.014	.0001
Non-symbolisch getalbegrip	78.86 [-33.664, 124.056]*	.177	.0300
Mapping vaardigheden	42.84 [20.90, 64.78]*	.230	.0300

Opmerking: N=395. BI = betrouwbaarheidsinterval.

** $p < .001$.*

Tabel 4

Ongestandaardiseerde (B) en Gestandaardiseerde (β) Regressie Coëfficiënten, en Squared Semi-Partial Correlaties (sr^2) voor Symbolisch Getalbegrip in een Regressie Model dat de TTR die scores Voorspelt

Variabele	B [95% BI]	β	sr^2
Symbolisch getalbegrip	10.686 [-3.724, 25.120]	.080	.0040
Non-symbolisch getalbegrip	45.282 [23.420, 67.143]*	.188	.0300
Mapping vaardigheden	40.45 [29.81, 51.08]*	.400	.1000

Opmerking: N=392. BI = betrouwbaarheidsinterval.

* $p < .001$.

Om te bepalen of er sprake is van een modererend effect van leeftijd is er naast de multiële regressie een moderatie analyse gedaan voor leeftijd. Hiervoor zijn de verschillende vormen van getalbegrip (de onafhankelijke variabelen) en de moderator variabele (leeftijd) gecentraliseerd. Vervolgens zijn die gecentraliseerde waarden van getalbegrip vermenigvuldigd met de gecentraliseerde waarde van leeftijd en is een nieuwe interactievariabele ontstaan. Deze interactievariabele is toegevoegd aan de multiële regressieanalyse (Tabel 5). In de tabel is te zien dat er geen interactief-effect te vinden is voor leeftijd. Het verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid wordt niet sterker of zwakker naarmate de leeftijd van het kind toeneemt. Op basis van deze gegevens wordt de H_0 -hypothese aangenomen.

Tabel 5

Verband Tussen Getalbegrip, TTR en CITO score Met Leeftijd Als Moderator, gestandaardiseerde regressie coëfficiënten (β) en significantieniveau (Sig.)

	TTR		CITO	
	β	Sig.	β	Sig.
Gecentraliseerde waarde van leeftijd	.663	.000*	.556	.000*
Non-symbolische taak %correct x leeftijd	1.482	.052	1.201	.494
Mapping (accuratesse getallenlijn) x leeftijd	-.450	.174	.561	.460
Symbolische taak % correct x leeftijd	-.766	.063	-1.170	.216

Opmerking: N=392.

* $p < .001$

Conclusie en discussie

In dit onderzoek is de volgende vraag onderzocht: Wat is het verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid bij kinderen uit groep drie tot en met zes? Op basis van de literatuur wordt verwacht dat er een positief verband aantoonbaar is tussen getalbegrip en rekenvaardigheid.

Uit het onderzoek is gebleken dat er een positief verband bestaat tussen getalbegrip en rekenvaardigheid. Dit blijkt voor zowel non-symbolische vergelijking, als voor symbolische vergelijking en mapping vaardigheden. Ook blijkt getalbegrip een voorspellende waarde te hebben voor rekenvaardigheid, gemeten door de CITO-score en de DLE score van de TTR. Echter, symbolische vergelijking blijkt geen significante voorspeller te zijn voor de CITO-score.

Daarnaast is onderzocht of leeftijd een modererend effect heeft op het verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid. De verwachting daarbij was dat leeftijd een modererend effect zou hebben op het onderzochte verband. Uit de analyses blijkt echter dat leeftijd geen modererend effect heeft op het verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid. Dit valt mogelijk te verklaren door de veronderstelling dat, kinderen ouder dan zes jaar al ervaringen hebben met rekentaken. Kinderen die nog niet eerder in aanraking zijn gekomen met rekentaken, moeten een beroep doen op hun kennis van getalbegrip. Kinderen ouder dan zes jaar hebben al ervaring opgegaan met rekentaken waardoor het verband tussen getalbegrip en rekenvaardigheid juist afneemt vanaf de leeftijd van zes jaar (Holloway & Ansari, 2009).

Bij het onderzoek zijn een aantal kanttekeningen te plaatsen. Wanneer gekeken wordt naar de dataverzameling van rekenvaardigheid moet in acht worden genomen dat de betrouwbaarheid en de validiteit van de TTR volgens de COTAN onvoldoende zijn (Cotan, 2009). Hier staat echter tegenover dat rekenvaardigheid in de huidige studie niet enkel gebaseerd is op de score van de TTR, maar ook op de score van de CITO die wel betrouwbaar en valide is bevonden (Cotan, 2009). Ten tweede geldt dat er voor het analyseren van de gegevens een non-parametrische test uitgevoerd had moeten worden, aangezien de assumptie van homogeniteit is geschonden. Dit is niet gebeurd, wat eveneens een reden is om voorzichtig om te gaan met generaliseren van de resultaten.

Aangezien dit een cross-sectioneel onderzoek betrof en er geen uitspraak kan worden gedaan over de voorspellende waarde van getalbegrip voor rekenvaardigheid, is een longitudinaal onderzoek nodig. Daarmee kan worden vastgesteld of een lage score op getalbegrip op jongere leeftijd rekenproblemen op latere leeftijd kan voorspellen. Dit is van belang omdat op basis daarvan kan worden bepaald of interventies wenselijk zijn wanneer een leerling laag scoort op getalbegriptaken. Een volgende stap in dit proces is dat er onderzoek wordt gedaan naar passende interventies voor kinderen die laag scoren op getalbegriptaken, zodat er inderdaad vroegtijdig kan worden ingegrepen bij kinderen die dat nodig hebben. Hierbij moet echter wel rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat moeilijkheden met het verwerken van numerieke informatie ook kan worden verklaart door problemen in het werkgeheugen (Kolkman et al., 2013). Interventies op het gebied van getalbegrip zijn in dat geval niet nuttig, omdat het probleem op een ander gebied ligt. Het is daarom wenselijk dat niet alleen getalbegrip, maar ook werkgeheugen wordt meegenomen in het onderzoek naar voorspellers van rekenkundige problemen.

Literatuur

- Allen, P., & Bennett, K. (2010). *PASW statistics by SPSS: A practical guide version 18.0*. South Melbourne: Cengage Learning Australia.
- 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
- Boonen, A. J. H., Kolkman, M. E., & Kroesbergen, E. H. (2011). The relation between teachers' math talk and the acquisition of number sense within kindergarten classrooms. *Journal of School Psychology*, *49*, 281-299. doi:10.1016/j.jsp.2011
- 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
- Bryman, A. (2008), *Social Research Methods*, Oxford: University Press, 748p.
- Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science*, *27*, 1049-1053. doi:10.1126/science.1201536
- Cotan, (2009). Verkregen via: cotandocumentatie.nl/beoordelingsysteem.php
- De Vos, T. (1992). *Tempo Test Rekenen (TTR)*: Nijmegen, the Netherlands: Berkhout.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, *44*, 1-42. doi:10.1016/0010-0277(92)90049-N
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind & Language*, *16*, 16-32. doi:10.1111/1468-0017.00154
- De Smedt, B., Noël, M. P., Gilmore, C., & Ansari, D. (2013). How do symbolic and non symbolic numerical magnitude processing skills relate to individual differences in children's mathematical skills? A review of evidence from brain and behavior. *Trends in Neuroscience and Education*, *2*, 48-55. doi:10.1016/j.tine.2013.06.001
- 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
- Hannula, M. M., & Lehtinen, E. (2005). Spontaneous focusing on numerosity and mathematical skills of young children. *Learning and Instruction*, *15*, 237-256. doi:10.1016/j.learninstruc.2005.04.005
- Hauser, M. D., Tsao, F., Garcia, P., & Spelke, E. S. (2003). Evolutionary foundations of number: Spontaneous representation of numerical magnitudes by cotton-top tamarins. *Proceedings of the Royal Society*, *270*, 1441-1446. doi:10.1098/rspb.2003.2414
- 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
- Inglis, M., Attridge, N., Batchelor, S., & Gilmore, C. (2011). Non-verbal number acuity correlates with symbolic mathematics achievement: but only in children. *Psychonomic Bulletin and Review*, *18*, 1222-1229.
doi:10.3758/s13423-011-0154-1
- Izard, V., Sann, C., Spelke, E. S., & Streri, A. (2009). Newborn infants perceive abstract numbers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *106*, 10382-10385. doi:10.1073/pnas.0812142106
- Janssen, J., & Engelen, R. (2002). *Verantwoording van de toetsen Rekenen- Wiskunde 2002*. Arnhem: Citogroep.
- Janssen, J., Verhelst, N., Engelen, R., & Scheltens, F. (2010). *Wetenschappelijke verantwoording van de toetsen LOVS rekenen-wiskunde voor groep 3 tot en met 8*. Cito, Arnhem.
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences*, *20*, 82-88. doi:10.1016/j.lindif.2009.07.004
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research and Practice*, *22*, 36-46. doi:10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Olah, L. N., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development*, *77*(1), 153-175. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00862.x
- Kolkman, M. E., Kroesbergen, E. H., & Leseman, 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
- Krajewski, K., Schneider, W. (2009). Early development of quantity to number-word linkage as a precursor of mathematical school achievement and mathematical difficulties: Findings from a four-year longitudinal study. *Learning and Instruction*, *19*, 513-526. doi:10.1016/j.learninstruc.2008.10.002
- Landerl, K., & Kölle, C. (2009). Typical and atypical development of basic numerical skills in elementary school. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*, 546-565.
doi:10.1016/j.jecp.2008.12.006
- Lipton, J. S., & Spelke, E. (2003). Origins of number sense. *Psychological Science*, *14*, 396-401. doi:10.1111/1467-9280.01453

- Lipton, J. S., & Spelke, E. S. (2005). Preschool children's mapping of number words to nonsymbolic numerosities. *Child Development, 5*, 978-988. doi:10.1111/j.1467-8624.2005.00891.x
- Locuniak, M. N., & Jordan, N. C. (2008). Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of Learning Disabilities, 41*, 451-459. doi: 10.1177/0022219408321126
- Lonneman, J., Linkersdörfer, J., Hasselhorn, M., & Lindberg, S. (2011). Symbolic and non-symbolic distance effects in children and their connection with arithmetic skills. *Journal of Neurolinguistics, 24*, 583-591. doi:10.1016/j.jneuroling.2011.02.004
- Mussolin, C., Mejias, S., Noël, M. P. (2010). Symbolic and nonsymbolic number comparison in children with and without dyscalculia. *Cognition, 115*, 10-25. doi:10.1016/j.cognition.2009.10.006
- Pike, C.D., Forrester, M.A. (1997). The Influence of Number-sense on Children's Ability to Estimate Measures, *Educational Psychology: An International Journal of Experimental Educational Psychology, 17*:4, 483-500, doi:10.1080/0144341970170408
- 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., 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
- Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child Development, 75*, 428-444. doi:10.1111/j.1467-8624.2004.00684.x
- Siegler, R. S., & Opfer, J. E. (2003). The development of numerical estimation: Evidence for multiple representations of numerical quantity. *Psychological Science, 14*, 237-250. doi:10.1111/1467-9280.02438
- Starr, A., Libertus, M.E., Brannon, E.M. (2013). Number sense in infancy predicts mathematical abilities in childhood. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 45*, 18116-18120, doi:10.1073/pnas.1302751110
- Xu, S., & Spelke, E. S. (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition, 74*, 1-11. doi:10.1016/S0010-0277(99)00066-9