



Universiteit Utrecht

De relatie tussen werkgeheugen en getalbegrip

Masterthesis Orthopedagogiek

Specialisatie: Leerlingenzorg

Naam: Patty Bijsterbosch (3334597)
Docent: Meijke Kolkman
Datum: 25 juni 2010

De relatie tussen het werkgeheugen en getalbegrip

P. Bijsterbosch

Universiteit Utrecht, Faculteit Sociale Wetenschappen

Abstract

This study examined the relationship between the working memory and number sense. Less is known about the development of number sense and the factors that are involved. The aim of the present study is to gain more knowledge about which variables are related to number sense so that interventions can be targeted at children who are at higher risk for developing mathematical problems. Different tasks were used to measure updating, inhibition, shifting and number sense for a group of 272 Dutch students who were in the first or second year of kindergarten. Growth could be measured. There were two measuring moments. The results show that there is a significant relationship between the working memory, the executive functions, and number sense. The executive functions were also a significant predictor of the development of number sense. Children who are able to process information and are in control of their inhibition are likely to receive higher mathematical achievements. Shifting between strategies and tasks are less important in mathematical development.

Key words: Working memory, number sense, inhibition, updating, shifting

Correspondentieadres: M.E.Kolkman@UU.nl

Introductie

Rekenvaardigheden vallen onder de basisvaardigheden waarvan verwacht wordt dat iedereen deze leert. Om deze reden maken kinderen in de kleuterklassen al kennis met de voorbereidende rekenvaardigheden. Deze vormen de basis voor het latere rekenen. Onder voorbereidende rekenvaardigheden vallen verschillende deelvaardigheden. De deelvaardigheid tellen omvat bijvoorbeeld het synchron tellen en het vergelijken van hoeveelheden (Gersten, Jordan & Flojo, 2005).

Er is veel onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van getalbegrip. Er is echter weinig kennis over de samenhang tussen getalbegrip en de cognitieve factoren (Kroesbergen et al., 2009). De aandacht voor de ontwikkeling van rekenvaardigheden is de afgelopen jaren echter

sterker geworden. In dit onderzoek staat de vraag centraal of er een samenhang is tussen de executieve functies en getalbegrip. Daarnaast wordt er gekeken of de executieve functies de ontwikkeling van getalbegrip kunnen voorspellen. Door het huidige onderzoek wordt getracht meer inzicht te krijgen in de relatie tussen executieve functies en getalbegrip. Er is beperkt onderzoek gedaan naar de voorspellende waarde van de executieve functies in getalbegrip. Dit onderzoek speelt hierop in door ook dit onderwerp in kaart te brengen. Daarnaast kan het huidige onderzoek aanknopingspunten bieden voor eventueel vervolgonderzoek. Het onderzoek heeft echter ook een maatschappelijke waarde. Zo kan er, als er positieve resultaten gevonden worden, rekening gehouden worden met de samenhang en de voorspellende waarde van de executieve functies. Begeleiding en eventuele interventies kunnen zo in een vroeg stadium gestart worden aan kinderen die tekorten laten zien in de executieve functies. Hierdoor kunnen de problemen op het gebied van getalbegrip geminimaliseerd worden.

Dehaene (1997) ziet getalbegrip als de basis van het leren rekenen. Onder getalbegrip verstaat hij de mogelijkheid om snel numerieke aantallen te begrijpen en deze te benaderen. Dehaene (1992) geeft door middel van het Triple Code model aan op welke manier kinderen getallen en hoeveelheden representeren in de hersenen. Binnen dit model worden drie codes onderscheiden. Deze maken een onderscheid in de manier waarop een getal gerepresenteerd kan worden. Als eerste noemt Dehaene (1992) de analoge code. Dit is het kunnen plaatsen van hoeveelheden op een mentale getallenlijn. Ook kennis over de hoeveelheden 'in de buurt' en het vergelijken van aantallen vallen onder de eerste code. De auditieve verbale code, de tweede code, bevat onder andere kennis van de telrij. Als laatste is er de visuele code, ook wel het Arabische numerieke systeem genoemd. Hieronder valt het koppelen van een getal aan een schrijfwijze (zeven wordt geschreven als '7'). Er wordt getracht aan te sluiten op de definitie van getalbegrip die Dehaene (1997) in het Triple Code model heeft weergegeven. Binnen het huidige onderzoek omvat getalbegrip de deelvaardigheden getallen benoemen, tellen en het plaatsen van hoeveelheden op een getallenlijn.

Het getalbegrip bij kinderen ontwikkelt zich geleidelijk. De ervaringen die kinderen opdoen met getallen, hebben invloed op de ontwikkeling van getalbegrip (Braams & Denis 2003; Van de Rijt & Van Luit, 1998). Deze ervaringen moeten zich echter wel frequent voor doen. Vooral het leren tellen en het leren van de telwoorden zijn belangrijk voor een goede ontwikkeling van het getalbegrip (Van de Rijt & Van Luit, 1998). Wanneer de ontwikkeling van het getalbegrip niet goed verloopt kunnen er problemen ontstaan. In het algemeen hebben kinderen met rekenproblemen tekorten in het werkgeheugen (Kroesbergen et al., 2009). Hierdoor ervaren zij problemen met het terughalen van kennis. Daarnaast zijn er problemen

met zowel de cognitieve als de metacognitieve strategieën. Zij zetten deze inadequaat in. Deze kinderen laten daarnaast ook tekorten zien in de transfer van geleerde kennis naar nieuwe onbekende taken (Kroesbergen & Van Luit, 2003).

Kroesbergen en collega's (2009) geven aan dat het werkgeheugen betrokken is bij het leren van de rekenvaardigheden. Baddeley (1996) heeft een model gemaakt dat het werkgeheugen in kaart brengt. Het multicomponenten werkgeheugenmodel wordt beschreven als een actief model dat verantwoordelijk is voor het opslaan en verwerken van informatie binnen een korte tijdsduur (Kroesbergen et al., 2009). Baddeley (1996) onderscheidt binnen dit model vier componenten. Als eerste de *central executive*. Deze reguleert de informatiestroom naar de overige componenten. Daarnaast heeft het een mediërende functie bij het terughalen van informatie uit het lange termijngeheugen en bij processen binnen het korte termijngeheugen die te maken hebben met het opslaan van informatie. Dit component wordt aangestuurd door de executieve functies. Deze spelen in de kindertijd tijdens het leren een grote rol (Bull & Scerif, 2001; Lehto, 1995; Swanson, 1999). Het tweede component is de *phonological loop*. Deze is verantwoordelijk voor het opslaan van auditieve informatie, zoals klanken of gesproken woorden (Kroesbergen et al., 2009). Een inaccuraat gebruik van de *phonological loop* kan een relatie hebben met individuele rekenproblemen. Tijdens het tellen en het onthouden moeten de kinderen de verbale codes die gebruikt worden encoderen en vasthouden. Dit proces verloopt bij deze kinderen niet goed tijdens het rekenen (Furst & Hitch, 2000). Daarnaast is er voor de opslag van visuele informatie het *visuospatial sketchpad* (Baddeley, 1996). Kroesbergen en collega's (2007) geven aan dat deze correleert met getalbegrip ($r=.56$). Daarnaast correleert tellen ook met het *visuo-spatial sketchpad* (Kyttala, Aunio, Lehto, Van Luit & Hautamaki, 2003). Als laatste is er de *episodic buffer*, een meer algemeen geïntegreerd opslagsysteem. Baddeley (2000) geeft aan dat de *episodic buffer* bijdraagt aan de interactie tussen het lange termijngeheugen en de componenten van het werkgeheugen. Het werkgeheugen is één van de belangrijkste invloeden op de prestaties op het gebied van rekenen (Bull & Espy, 2006; Van der Sluis, Van der Leij & De Jong, 2005; Bull & Scerif, 2001). Ook is aangetoond dat het werkgeheugen een voorspellende waarde heeft voor latere rekenprestatie. De precieze rol is echter onduidelijk (De Smedt et al., 2009).

Miyake en collega's (2000) stellen dat de executieve functies geplaatst kunnen worden in het werkgeheugenmodel van Baddeley (1996). Deze bestaan uit drie categorieën, te weten shifting, inhibitie en updating. Shifting is het kunnen overschakelen tussen taken en strategieën, zodat er een passende strategie gebruikt kan worden. Inhibitie is de vaardigheid om dominante reacties te kunnen onderdrukken. Op deze manier kan er doelgericht en

geconcentreerder gewerkt worden. Updating houdt in dat de persoon in staat is om inkomende informatie te reguleren en te verwerken. De informatie wordt ook vernieuwd door oudere informatie te vervangen door relevantere informatie (Van der Sluis et al., 2004). De executieve functies ontwikkelen zich snel tijdens de kindertijd. Veranderingen zijn vooral waarneembaar wanneer het kind tussen de drie en vijf jaar oud is (Müller, Dick, Gela, Overton, & Zelazo, 2006). De executieve functies zijn noodzakelijk bij het adequaat uitvoeren van complexe activiteiten, zoals rekentaken (Welsh, 2002). De executieve functies zijn vooral belangrijk in nieuwe situaties waarbij er geen gebruik kan worden gemaakt van routinehandelingen. Er is echter nog geen consensus bereikt over het precieze ontstaan van de verschillende functies (Kroesbergen et al., 2009).

De executieve functies zijn goede voorspellers voor de ontwikkeling van het rekenen op latere leeftijd (Kroesbergen et al., 2009). Zo is er empirisch bewijs dat aangeeft dat de executieve functies betrokken zijn bij het leren van de voorbereidende rekenvaardigheden (Kroesbergen, Van Luit, Naglieri, Franchi, & Taddei, 2009; Kroesbergen et al., 2007; Kyttälä, Aunio, Lehto, Van Luit, & Hautamäki, 2003). Bull en Espy (2006) geven aan dat het werkgeheugen waarschijnlijk één van de belangrijkste factoren is die een rol speelt bij de rekenprestaties. Kinderen met rekenproblemen vertonen significant meer tekorten in de executieve functies in vergelijking met leeftijdsgenoten zonder rekenproblemen (Bull & Scerif, 2001; Gathercole, Pickering, Knight, & Stegmann, 2004). Specifieker geeft onderzoek van Passolunghi en Pazzaglia (2005) aan dat updating samenhangt met prestaties op contextsommen. Ook is aangetoond dat het werkgeheugen een voorspellende waarde heeft voor latere rekenprestaties (De Smedt et al., 2009). Swanson (2006) geeft aan dat de groei van de executieve functies een belangrijke voorspeller is in het probleemoplossingvermogen en de rekenvaardigheden.

Concluderend kan gesteld worden dat de resultaten van de bovenstaande onderzoeken een samenhang laten zien tussen executieve functies en getalbegrip (Kroesbergen et al., 2009; Kroesbergen et al., 2007; Kyttälä, Aunio, Lehto, Van Luit, & Hautamäki, 2003). Daarnaast hebben de executieve functies een voorspellende waarde in getalbegrip (De Smedt et al., 2009; Swanson, 2006). De precieze rol van het werkgeheugen en de executieve functies in getalbegrip is echter nog onduidelijk (De Smedt, 2009; Kroesbergen et al., 2009). De verwachting is dat de executieve functies significant samenhangen met getalbegrip en dat de executieve functies een voorspellende waarde hebben in getalbegrip.

Het huidige onderzoek zal kinderen uit de kleuterklassen van het regulier onderwijs als doelgroep nemen. Gegeven het risico waarmee problemen op het gebied van getalbegrip geassocieerd worden, is het belangrijk kennis over de factoren die samenhangen met getalbegrip uit te breiden aan de hand van de volgende onderzoeksvraag:

Hangen de variabelen inhibitie, shifting en updating samen met getalbegrip bij kinderen uit de kleuterklassen van het regulier onderwijs?

Methode

Onderzoeksgroep

Aan dit onderzoek namen in totaal 272 leerlingen deel (125 jongens en 130 meisjes) uit groep 1 of 2 van 17 Nederlandse basisscholen. De gemiddelde leeftijd van de kinderen was 5 jaar en 10 maanden (range is 4;1 tot 5;8 jaar). In verband met afwezigheid van 17 leerlingen zijn er 255 leerlingen getest. De kinderen zijn op twee meetmomenten getest: januari/februari 2010 en mei/juni 2010. De onderzoekers hebben op de beide meetmomenten dezelfde testen afgenomen. De ouders van alle kinderen hebben toestemming gegeven aan het onderzoek.

Procedure

De testen zijn afgenomen op de basisscholen van de kinderen. De kinderen werden uit de klas opgehaald en meegenomen naar een aparte ruimte. De onderzoekers hebben geprobeerd de kinderen op hun gemak te stellen door duidelijk uit te leggen wat er zou gebeuren. Door de testen individueel en in een aparte ruimte af te nemen, is gestreefd naar een zo hoog mogelijke mate van betrouwbaarheid. De leerlingen werden op deze manier tijdens het testen zo min mogelijk beïnvloed door klasgenoten of andere storende factoren. De onderzoeker zag toe op het volledig maken van de testen en ging na of de kinderen de opdrachten begrepen. Wanneer een kind het niet begreep konden de oefenopgaven opnieuw gestart worden. De betrouwbaarheid van het onderzoek wordt tevens gewaarborgd door de training die de onderzoekers, voorafgaande aan de testperiode, gevolgd hebben. Aan de hand van deze training werd hen geleerd de testprocedure gestandaardiseerd en gestructureerd af te nemen.

Meetinstrumenten

Getalbegrip

Binnen het huidige onderzoek wordt getalbegrip opgesplitst in de deelvaardigheden tellen, getallen benoemen en hoeveelheden plaatsen op een getallenlijn. De taken Utrechtse

Getalbegrip Toets, Number line en getallen benoemen worden gebruikt om het getalbegrip in kaart brengen.

Utrechtse Getalbegrip Toets (UGT). Om de telvaardigheden in kaart te brengen is gebruik gemaakt van de Utrechtse Getalbegrip Toets - Revised (Van Luit & Van de Rijt, 2009). De originele UGT-R bevat negen subschalen en heeft twee gelijksoortige versies, versie A en versie B. In dit onderzoek zijn alleen de onderstaande subschalen van versie A gebruikt:

- Telwoorden gebruiken: voor- en achteruit tellen tot twintig, het gebruiken van kardinale en ordinale nummers.
- Synchron en verkort tellen: tellen terwijl naar objecten wordt gewezen, het herkennen van getallen op een dobbelsteen.
- Resultatief tellen: tellen van hoeveelheden zonder naar de objecten te wijzen.
- Algemene kennis van getallen: het gebruik van getallen in situaties van alledag.

Elke subschaal bestaat uit vijf items. Een fout gemaakt item wordt gescoord met een nul en een goed gemaakt item met een één. De ruwe score bestaat uit het totaal aantal goede antwoorden op de in totaal twintig items (Van de Rijt et al., 1999).

Number line (NL-10). Deze taak is gebaseerd op de testen van Laski en Siegler (2007). Deze wordt gebruikt om de vaardigheden in kaart te brengen die een rol spelen bij het plaatsen van getallen op de getallenlijn. Tijdens deze test worden de non-verbale kwantitatieve vaardigheden van de kinderen gemeten. De kinderen maken de test op de computer. Hier wordt een horizontale lijn getoond van 1-10. De onderzoeker introduceert de posities van de getallen 1 en 10. Daarna worden de kinderen gevraagd aan te wijzen waar zij denken waar de getoonde cijfers horen op de getallenlijn. Elk kind maakt 8 oefeningen op de getallenlijn 1-10. De individuele scores, de posities die de kinderen bij elk getal aanwezig, worden vergeleken met de exacte posities van de getallen. Door middel van SPSS kan geanalyseerd worden in hoeverre de individuele antwoorden corresponderen met de exacte antwoorden.

Getallen benoemen. Tijdens de test wordt het kind gevraagd, de getallen die op de computer verschijnen, te benoemen. De getallen, uiteenlopend van 1-10 worden in een random volgorde getoond. De score van de test is het aantal correct gegeven antwoorden. Deze taak is ingezet om het benoemen van getallen te kunnen testen.

Executieve functies

Binnen het huidige onderzoek worden de executieve functies onderverdeeld in inhibitie, shifting en updating. De taken *Flanker*, *Odd One Out*, *Word Recall Backwards* en

Dimensional Change Card Sorting worden gebruikt om de executieve functies in kaart te brengen.

Flanker. Om inhibitie te meten is er gebruik gemaakt van een aangepaste versie gebaseerd op *Eriksen Flanker Task* (Eriksen & Schultz, 1979). Deze test wordt door middel van een computer worden afgenomen. De kinderen moeten 'een schaap voeren' door op de knop te drukken waar het schaap naar toe kijkt. Kijkt het schaap naar rechts dan moet de rechterknop ingedrukt worden. Tijdens de congruente conditie zijn er 10 items waarin er maar één schaap te zien is. Tijdens de incongruente conditie zijn er 60 items waarin er meerdere schapen te zien zijn. Deze kijken verschillende kanten op. Hierbij moet het kind op het middelste schaap letten. Het kind moet hierbij de reactie op de andere schapen negeren en de flankers onderdrukken. Inhibitie wordt tijdens deze laatste conditie gemeten.

Odd One Out. Om visuele updating te meten is er gebruik gemaakt van de *Odd One Out* test. Deze is gebaseerd op het *Automated Working Memory Assessment Battery* (Alloway, 2007). Tijdens deze test krijgen de kinderen een rij van drie geometrische vormen op de computer te zien. Eén van de drie vormen is afwijkend. De plek van de afwijkende vorm moet het kind onthouden. Daarna krijgen zij een rij met drie lege plaatjes te zien waarbij zij mogen aanwijzen waar het afwijkende plaatje stond. Daarna krijgen zij een lege rij te zien waarbij zij mogen aanwijzen waar het afwijkende plaatje stond. Naarmate de oefening vordert wordt deze moeilijker. De kinderen moeten de plaats van meerdere afwijkende plaatjes onthouden en vervolgens in de juiste volgorde aanwijzen waar deze stonden. Bij drie goede antwoorden komt er steeds een rij bij, oplopend tot maximaal zeven rijen. De updatingvaardigheid ligt in het onthouden van de foute plek van de plaatjes, hoe hoger het aantal rijen, hoe meer het kind moet onthouden. Bij drie foute antwoorden in dezelfde reeks wordt de taak automatisch afgebroken. Het aantal goede antwoorden vormt de totaalscore op deze taak. De diagnostische validiteit van deze test in combinatie met kinderen met beperkingen op het gebied van het werkgeheugen is goed (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliott, 2008). Daarnaast geven Alloway en collega's (2006) aan dat uit een test-hertest blijkt dat de betrouwbaarheid .81 is voor kinderen in de leeftijd van 4,5 tot 11,5 jaar

Word Recall Backwards. Om verbale updating te meten is er gebruik gemaakt van de *Word Recall Backwards*. Deze is gebaseerd op het *Automated Working Memory Assessment Battery* (Alloway, 2007). Het kind hoort een reeks woorden die op het gebied van de semantiek, geen verband vertonen. Het kind wordt gevraagd de woorden te herhalen in een omgekeerde volgorde. De reeks woorden wordt telkens langer wanneer een kind correcte antwoorden geeft. De test wordt automatisch afgebroken wanneer een kind drie incorrecte

antwoorden geeft. Het aantal goed herhaalde trials is de ruwe score. De diagnostische validiteit van deze test voor kinderen met beperkingen op het gebied van het werkgeheugen is goed (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliott, 2008).

Dimensional Change Card Sorting (DCCS). Deze test is afgenomen om shifting te kunnen meten. Tijdens deze test worden er rode en blauwe boten en konijnen getoond. Gedurende de eerste fase (*pre-switch phase*) moeten de kinderen de figuren op kleur sorteren. Tijdens de tweede fase (*post-switch phase*) moeten de kinderen de figuren op vorm sorteren. Daarna, in de derde fase (*border phase*), wordt hen gevraagd de figuren te sorteren met behulp van een sorteerregel. Zo zal er wel of geen zwarte rand om de figuren die gesorteerd moeten worden te zien zijn. Binnen deze taak zullen de kinderen meerdere keren van strategie moeten wisselen. Op deze manier wordt er getracht shifting te meten. Het aantal correcte antwoorden in de laatste fase is gebruikt om de shifting vaardigheid te meten. De maximum score is 12.

Statistische analyse

In het huidige onderzoek zijn de correlatiecoëfficiënten berekend om het verband tussen de executieve functies en getalbegrip zichtbaar te maken. Daarnaast zullen de regressiecoëfficiënten berekend worden. Er wordt geanalyseerd welke executieve functie de beste voorspeller is op het gebied van getalbegrip. Om de groei van de variabelen in kaart te brengen is er gebruik gemaakt van de T-toets. Daarbij zijn ook de verschilvariabelen van zowel de executieve functies als getalbegrip gebruikt. Om deze manier is geanalyseerd of de groei op de executieve functies samenhangt met de groei op getalbegrip. Daarnaast wordt er getoetst of de groei op de executieve functies een voorspellende waarde heeft op de groei op getalbegrip. Bij de statistische analyses geldt dat getalbegrip gezien wordt als de afhankelijke variabele. De variabelen inhibitie, shifting en updating zijn onafhankelijke variabelen.

Resultaten

In tabel 1 zijn de kenmerken van de steekproef terug te vinden. Gekeken naar beide meetmomenten is er op alle taken groei zichtbaar. In tabel 4 wordt aangegeven op welke taak de meeste groei heeft plaatsgevonden. Wanneer er gebruikt wordt gemaakt van de standaarddeviaties kan geconcludeerd worden dat de Flanker taak de meest normaal verdeelde distributie heeft. Deze scores liggen het dichtst bij het gemiddelde. Daarentegen laten de taken *Word Recall Backwards*, de UGT en de NL-10 vergeleken met het gemiddelde een grote

standaarddeviatie zien. De distributies van deze taken zijn minder normaal verdeeld. Er zijn meer uiteenlopende scores op deze taken.

Tabel 1: Kenmerken van de steekproef

	Executieve functies	M	Sd	N
Meetmoment 1	Flanker	15.31	4.21	245
	Odd one out	6.04	2.54	245
	Word recall backwards	1.81	2.13	244
	DCCS	5.77	1.49	245
	UGT	3.98	3.10	241
	NL-10	.38	.33	240
	Getalbenoemen	5.9	3.56	240
Meetmoment 2	Flanker	17.38	3.25	255
	Odd one out	8.02	2.74	255
	Word recall backwards	3.37	2.28	255
	DCCS	6.65	2.14	250
	UGT	6.06	3.94	247
	NL-10	.66	2.14	245
	Getalbenoemen	8.80	2.18	245
Getalbegrip	Meetmoment 1	-.01	2.50	240
	Meetmoment 2	.01	2.24	233
Executieve functies	Meetmoment 1	.00	2.58	240
	Meetmoment 2	.01	2.58	238

M = gemiddelde; Sd = Standaarddeviatie; N = Aantal respondenten

Om het verband tussen de drie executieve functies en getalbegrip te toetsen, zijn de Pearson correlatiecoëfficiënten berekend, waarbij een $p < .05$ als significantieniveau gehanteerd is (tabel 2).

Tabel 2: De correlatiecoëfficiënten tussen de executieve functies en getalbegrip.

	Executieve functies	UGT	NL-10	Getal benoemen 1-10
Meetmoment 1	Flanker	.34**	.37**	.42**
	Odd one out	.45**	.30**	.37**
	Word recall backwards	.35**	.29**	.44**
	DCCS	.16*	.12	.10
Meetmoment 2	Flanker	.08	.21**	.16*
	Odd one out	.29**	.25**	.24**
	Word recall backwards	.27**	.30**	.34**
	DCCS	.23**	.11	.14

* Correlatie is significant bij $p < 0.5$

** Correlatie is significant bij $p < 0.1$

Tijdens het eerste meetmoment is er een relatief sterke positieve samenhang tussen de executieve functie inhibitie en de taak NL-10, getalbenoemen en de UGT. De executieve functies visuele en verbale updating correleren significant met al de taken op het gebied van getalbegrip. De executieve functie shifting correleert significant met de taak UGT.

Tijdens het tweede meetmoment is er een significante samenhang tussen de executieve functies visuele updating, verbale updating, shifting en de variabele UGT. De variabelen NL-10 en getallen benoemen correleren significant met de executieve functies visuele updating, verbale updating en inhibitie.

Daarnaast zijn er de regressiecoëfficiënten berekend om te toetsen welke executieve functie de beste voorspeller is op het gebied van getalbegrip (tabel 3). De regressieanalyse laat vervolgens zien dat de executieve functies tezamen 27, 1% van de variantie verklaren op de variabele UGT en 30,4 % op de variabele getallen benoemen. Wanneer er gekeken wordt naar de verklaarde variantie kan er geconcludeerd worden dat deze tijdens het tweede meetmomenten op alle modellen is afgezwakt.

Tabel 3: Regressiecoëfficiënten tussen de executieve functies en getalbegrip.

Meetmoment 1	Executieve functies	B	Beta	<i>p</i>
UGT R2 = .271 ; p = .00	Flanker	.09	.12	.07
	Odd one out	.40	.32	.00
	Word recall backwards	.29	.20	.00
	DCCS	.23	.11	.06
NL-10 R2 = .189 ; p = .00	Flanker	.02	.26	.00
	Odd one out	.02	.12	.07
	Word recall backwards	.03	.17	.01
	DCCS	.02	.08	.19
Getallen benoemen 1-10 R2 = .304 ; p = .00	Flanker	.24	.27	.00
	Odd one out	.20	.15	.02
	Word recall backwards	.52	.31	.00
	DCCS	.08	.04	.52
Meetmoment 2				
UGT R2 = .148 ; p = .00	Flanker	-.03	-.02	.72
	Odd one out	.34	.23	.00
	Word recall backwards	.31	.18	.01
	DCCS	.27	.15	.03
NL-10 R2 = .138 ; p = .00	Flanker	.01	.12	.06
	Odd one out	.02	.18	.01
	Word recall backwards	.03	.21	.00
	DCCS	.00	.01	.87
Getallen benoemen 1-10 R2 = .149 ; p = .00	Flanker	.04	.06	.37
	Odd one out	.13	.17	.00
	Word recall backwards	.26	.27	.00
	DCCS	.23	.03	.68

Gekeken naar het eerste meetmoment is de variabele Odd one out, die de visuele updating test, de hoogste voorspeller op de variabele van de UGT ($\beta = .32$; $p = .00$). Daarnaast laat de variabele van de verbale updating een significante correlatie zien met de variabele UGT. De executieve functie inhibitie is de hoogste voorspeller op de variabele NL-10 ($\beta = .26$; $p = .00$) en de executieve functie verbale updating is de hoogste voorspeller op de variabele getallen benoemen ($\beta = .31$; $p = .00$). Daarnaast correleren de executieve functies inhibitie en visuele updating significant met dit onderdeel van getalbegrip.

Gekeken naar het tweede meetmoment is de variabele Odd one out, die de visuele updating test, de hoogste voorspeller op de variabele van de UGT ($\beta = .23$; $p = .00$). De variabele Word recall backwards is de hoogste voorspeller op de variabele NL-10 ($\beta = .21$; $p = .00$) en de variabele getallen benoemen ($\beta = .27$; $p = .00$).

Om de groei tussen de verschillende variabelen in kaart te brengen is er gebruik gemaakt van een T-toets. De analyse laat zien dat de groei op alle variabelen significant is. De variabelen NL-10 ($t = 11.87$; $df = 225$; $p = .00$), Odd one out ($t = 12.06$; $df = 225$; $p = .00$) en getalbenoemen ($t = 14.87$; $df = 215$; $p = .00$) laten de grootste groei zien. Daarentegen laat de variabele Flanker ($t = .74$; $df = 225$; $p = .00$), die de inhibitie meet, een relatieve kleine significante groei zien.

Tabel 4: T-toets

	t	df	p
Flanker	.74	225	.00
Odd one out	12.06	225	.00
Word recall backwards	9.76	225	.00
DCCS	6.07	219	.00
UGT	8.15	225	.00
NL-10	11.87	225	.00
Getalbenoemen 1-10	14.87	215	.00

Aangezien er significante groei is op alle variabelen zal er getoetst worden of de groei op executieve functies samenhangt met de groei op getalbegrip. Om de correlatie tussen getalbegrip en de executieve functies, gebruikmakend van beide meetmomenten, te berekenen zijn de gegevens gecombineerd. Als eerste zijn de z-scores berekend voor alle variabelen om het verschil in eenheden vergelijkbaar te maken. De waarden van de variabelen zijn gestandaardiseerd. Daarna zijn de variabelen van getalbegrip en de executieve functies, voor beide meetmomenten, samengevoegd tot overkoepelende variabelen. Om groei in kaart te

brengen zijn er verschilvariabelen aangemaakt. Doormiddel van een correlatieanalyse (tabel 5) is getoetst in hoeverre de groei op de executieve functies samenhangt met de groei op getalbegrip. Er is een significante positieve correlatie gevonden. Deze is echter niet sterk.

Tabel 5: Correlatiecoëfficiënt tussen de executieve functies en getalbegrip.

	Getalbegrip (totaal)
Executieve functies (totaal)	.22**

** Correlatie is significant bij $p < 0.1$

Vervolgens is er door middel van een regressieanalyse (tabel 6) gekeken of de groei op executieve functies een voorspeller is voor de groei op getalbegrip. De resultaten geven een matige significante voorspeller van executieve functies in getalbegrip. De mate waarin een kind de executieve functies ontwikkelt kan de ontwikkeling van getalbegrip voorspellen.

Tabel 6: Regressiecoëfficiënten executieve functies en getalbegrip.

		B	Beta	p
Getalbegrip (totaal)	Executieve functies	.20	.22	.00
R2=	(totaal)			

Conclusie en discussie

Het doel van het huidige onderzoek was meervoudig, namelijk het onderzoeken of er een samenhang is tussen executieve functies en getalbegrip en of de executieve functies een voorspellende waarde hebben in getalbegrip. Er werd daarbij ook gekeken welke executieve functie de hoogste voorspeller was in getalbegrip. Gebleken is dat er een significante samenhang is tussen executieve functies en getalbegrip. Dit kan gekoppeld worden aan het feit dat executieve functies worden gezien als een van de belangrijkste invloeden op het gebied van het rekenen (Bull & Espy, 2006; Van der Sluis, Van der Leij & De Jong, 2005; Bull & Scerif, 2001). De executieve functie updating is de hoogste voorspeller op al de deelvaardigheden van getalbegrip.

Als er gekeken wordt naar de deelvaardigheid tellen, gemeten door de UGT, kan geconcludeerd worden dat er een samenhang is met alle executieve functies. De sterkste samenhang is met visuele updating. Dit kan gekoppeld worden aan het feit dat tellen significant correleert met het *visuo-spatial sketchpad*. Hier wordt de visuele informatie opgeslagen (Kyttaala, Aunio, Lehto, Van Luit & Hautamaki, 2003). De visuele updating is

daarnaast ook op beide meetmomenten de hoogste voorspeller in het tellen. Concluderend kan gesteld worden dat het verwerken en reguleren van visuele informatie correleert met het tellen. Bovendien blijkt het kunnen verwerken en reguleren van visuele informatie het tellen te kunnen voorspellen.

Zowel inhibitie als verbale updating correleren significant met het plaatsen van hoeveelheden op de getallenlijn. De samenhang verschilt echter tussen beide meetmomenten. Tijdens het eerste meetmoment is de samenhang tussen inhibitie het grootst. Tijdens het tweede meetmoment correleert updating het meest met hoeveelheden plaatsen op een getallenlijn. Wellicht kan de oorzaak gezocht worden in het feit dat de kinderen de taken voor de tweede maal hebben gemaakt. Het kan zijn dat zij deze taken beter konden volbrengen omdat zij voorafgaand al wisten hoe de taken in hun werk gingen. De executieve functie shifting correleert op geen van de meetmomenten significant met het plaatsen van hoeveelheden op de getallenlijn. Wanneer er gekeken wordt naar de hoogste voorspeller in het plaatsen van hoeveelheden op de getallenlijn komen er twee executieve functies naar voren. Tijdens het eerste meetmoment is inhibitie de hoogste voorspeller en tijdens het tweede meetmoment is dit verbale updating. De voorspellende waarde van inhibitie is tijdens het tweede meetmoment op alle categorieën van getalbegrip sterk gezakt. Een eventuele verklaring zou kunnen zijn dat kinderen, naarmate ze ouder worden, steeds minder een beroep hoeven te doen op de executieve functie inhibitie om taken te volbrengen. Dit wordt echter tegengesproken door Müller en collega's (2006) die stellen dat de executieve functies zich het snelst ontwikkelen tussen het derde en vijfde levensjaar. De kinderen in de onderzoeksgroep behoren tot deze leeftijdscategorie. Om deze verklaring te kunnen bevestigen of verwerpen is vervolgonderzoek aan te raden.

Bij getallen benoemen is er een significante samenhang met inhibitie en updating. De sterkste significante samenhang is met verbale updating. Er is geen significante samenhang tussen getallen benoemen en shifting. Het kunnen schakelen tussen strategieën en taken blijkt niet samen te hangen met het benoemen van getallen. De hoogste voorspeller in getallen benoemen is verbale updating. Concluderend kan gesteld worden dat er een samenhang is tussen het verwerken en reguleren van verbale informatie en het benoemen van getallen. Daarnaast is het verwerken en reguleren van verbale informatie de hoogste voorspeller in het benoemen van getallen.

Tijdens de laatste analyses is er getracht de groei van de executieve functies en het getalbegrip in kaart te brengen. Gebleken is dat de groei op de executieve functies de groei in getalbegrip significant voorspelt. Deze gegevens sluiten aan bij het feit dat de groei van de

executieve functies een belangrijke voorspeller is in het probleemoplossingvermogen en de rekenvaardigheden (Swanson, 2006).

Veel van de verbanden tonen een positieve significante correlatie. Een hoge score op de taken van de executieve functies brengt een hoge score op de taken van getalbegrip met zich mee. Dit bevestigt dat werkgeheugen samenhangt met getalbegrip. Er is empirisch bewijs dat aangeeft dat de executieve functies betrokken zijn bij het leren van de rekenvaardigheden (Kroesbergen, Van Luit, Naglieri, Franchi, & Taddei, 2009; Kroesbergen et al., 2007; Kytälä, Aunio, Lehto, Van Luit, & Hautamäki, 2003). Het huidige onderzoek laat echter ook zien dat lage scores op de taken van de executieve functies lage scores op de taken van getalbegrip met zich meebrengt. Wanneer kinderen moeilijkheden ervaren met inhibitie, updating en shifting zal het aanleren van bijvoorbeeld het tellen, cijfers benoemen en het plaatsen van getallen op de getallenlijn mogelijk ook bemoeilijkt worden. Een eventuele verklaring zou kunnen zijn dat kinderen met rekenproblemen meer tekorten in de executieve functies vertonen in vergelijking met leeftijdsgenoten zonder rekenproblemen (Bull & Scerif, 2001; Gathercole, Pickering, Knight, & Stegmann, 2004). Vervolgonderzoek is hierbij aan te raden.

Een eventueel discussiepunt zou de afzwakking van de invloed van de executieve functies tijdens het tweede meetmoment kunnen zijn. Wanneer er gekeken wordt naar de correlatie- en regressiecoëfficiënten valt op dat de samenhang en voorspellende waarden van de executieve functies zijn verzwakt. Alleen de invloed van de executieve functie verbale updating is op de deelvaardigheid plaatsen van hoeveelheden op een getallenlijn licht versterkt. Wellicht komt dit doordat dezelfde taken op twee momenten zijn afgenomen. Miyake en collega's (2000) stellen dat een executieve functie het beste getest kan worden tijdens het uitvoeren van een nieuwe taak. De tweede meting kan beïnvloed zijn doordat de kinderen al bekend waren met de taken. Er is echter getracht om deze invloed te beperken door de duur tussen meetmoment één en meetmoment twee drie maanden te laten zijn. Eventueel vervolgonderzoek zou kunnen uitwijzen of dit de daadwerkelijke oorzaak is.

Tijdens vervolgonderzoek zal rekening gehouden moeten worden met de tekortkomingen van het huidige onderzoek. Als eerste zijn de scholen van de kinderen select gekozen op basis van bereidheid. Mogelijke invloeden van het onderwijs of type scholen kunnen hierbij van invloed zijn geweest. Daarnaast is het huidige onderzoek een onderdeel van een groter onderzoek. Zo heeft een groep kinderen een training mogen ontvangen op het gebied van de executieve functies. Dit kan een rol gespeeld hebben bij het verkrijgen van de resultaten tijdens het tweede meetmoment. De achtergrondgegevens, als sociaal economische

status en intelligentie, zijn niet meegenomen in dit onderzoek. Aangeraden wordt om tijdens vervolgonderzoek deze mogelijk achterliggende factoren mee te nemen. Te denken valt aan stoornissen of andere beperkende factoren. Wanneer de bovengenoemde beperkingen buiten beschouwing gelaten worden, kunnen de huidige onderzoeksresultaten meegenomen worden in de kennis over de relatie tussen de executieve functies en het getalbegrip.

De positieve punten van dit onderzoek zijn met name de opzet van het onderzoek. De taken zijn gestructureerd afgenomen en de grootte van de steekproef laat generalisatie van de bevindingen toe. Het onderzoek heeft ook een maatschappelijke waarde. Wanneer men weet welke factoren samenhangen met de ontwikkeling van getalbegrip kan hier rekening mee gehouden worden tijdens de signalering van eventuele problemen. Wanneer kinderen tekorten vertonen in de executieve functies kunnen in een vroeg stadium begeleiding en eventuele interventies gestart worden om rekenproblemen te minimaliseren. Verder is dit onderzoek een bijdrage aan een longitudinale opzet. Op deze manier is het mogelijk ontwikkeling in kaart te brengen. Longitudinale studies zijn beperkt op het gebied van executieve functies en getalbegrip.

Als er gekeken wordt naar de onderzoeksvraag: *'Hangen de variabelen inhibitie, shifting en updating samen met getalbegrip bij kinderen uit de kleuterklassen van het regulier onderwijs?'* kan geconcludeerd worden dat de executieve functies samenhangen met getalbegrip. De executieve functies hebben een voorspellende waarde in getalbegrip. De vooraf opgestelde hypothesen blijken bevestigd te kunnen worden. Het is echter zo dat de ene executieve functie meer samenhangt met getalbegrip dan de andere. Zo hangt de executieve functie updating (visueel en verbaal) het meest samen met de onderdelen van getalbegrip. Dit onderzoek kan aanknopingspunten bieden voor vervolgonderzoek. Zo kan er gekeken worden waarom de executieve functie shifting wel samenhangt met tellen maar niet met getallen benoemen en hoeveelheden plaatsen op de getallenlijn. Daarnaast kan er gezocht worden naar de oorzaak waardoor updating in alle gevallen tot de hoogste voorspeller in getalbegrip is.

Referentielijst:

Alloway, T. P. (2007). Automated Working Memory Assessment. London: Pearson

Assessment. Translated and reproduced by permission of Pearson Assessment.

Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2008). Evaluating the validity of the Automated Working Memory Assessment. *Educational Psychology*, 28, 725-734.

- Baarda, D. B., De Goede, M. P. M., & Van Dijkum, C. J. (2007). Basisboek Statistiek met SPSS; Handleiding voor het verwerken en analyseren van rapporten over (onderzoeks)gegevens. Derde druk (pp 185-199). Houten: Wolters-Noordhoff.
- Braams, T. & Denis, D. (2003). Getalbegrip: Een noodzakelijke voorwaarde voor het leren rekenen. *Tijdschrift voor Remedial Teaching*, 5, 1-5.
- Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 5-28.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Bull, R. & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19, 273-293.
- Bull, R., & Espy, K. A. (2006). Working memory, executive functioning, and children's mathematics. In S. J. Pickering (Eds.), *Working memory and education* (pp. 93-123). London: Academic Press.
- Dehaene, S. (1997). *The Number Sense. How the mind creates mathematics*. Oxford: Oxford University Press.
- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B. & Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 186-201.
- Gathercole, S.E., Brown, L., & Pickering, S.J. (2003). Working memory assessments at School entry as longitudinal predictors of national curriculum attainment levels. *Educational and Child psychology*, 20, 109-122.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: Evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology*, 18, 1-16.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Byrd-Craven, J. (2008). Development of number line representations in children with mathematical learning disability. *Developmental Neuropsychology*, 33, 277-299.
- Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 293-304.

- Furst, A. J., & Hitch, G. J. (2000). Separate roles for executive and phonological components of working memory in mental arithmetic. *Memory and Cognition*, 28, 774-782.
- Laski, A. V., & Siegler, R. S. (2007). Is 27 a big number? Correlational and causal connections among numerical categorization, number line estimation, and numerical magnitude comparison. *Child Development*, 78, 1723-1743.
- Lehto, J. (1995). Working memory and school achievement in the ninth form. *Educational Psychology*, 15, 271-282.
- Kyttälä, M., Aunio, P., Lehto, J. E., Van Luit, J. E. H., & Hautamäki, J. (2003). Visuo-spatial working memory and early numeracy. *Educational and Child Psychology*, 20, 65-76.
- Kroesbergen, E. H. & Van Luit, J. E. H. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs: A meta-analysis. *Remedial and Special Education*, 24, 97-114.
- Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H., Naglieri, J. A., Franchi, E., & Taddei, S. (2009). A cross-cultural study of PASS-processes and preparatory mathematics.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Müller, U., Dick, A. S., Gela, K., Overton, W. F., & Zelazo, P. D. (2006). The role of negative priming in preschoolers’ flexible rule use on the dimensional change card sort task. *Child Development*, 77, 395-412.
- Passolunghi, M.C., & Pazzaglia, F. (2005). A comparison of updating processes in children good or poor in arithmetic word problem-solving. *Learning and Individual Differences*, 15, 257-269.
- Swanson, H. L. (1999). Reading comprehension and working memory in learning-disabled readers: Is the phonological loop more important than the executive system? *Journal of Experimental Child Psychology*, 72, 1-31.
- Swanson, H. L. (2006). Cross-sectional and incremental changes in working memory and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 98, 265-281.
- Van der Sluis, S., De Jong, P.F. & Van der Leij, A. (2005). Working Memory in Dutch Children with Reading- and Arithmetic-Related LD. *Journal of Learning disabilities*, 38, 207-222.

- Van de Rijt, B. A. M. & Van Luit, J. E. H. (1998). Effectiveness of the additional early mathematics program for teaching children early mathematics. *Instructional Science*, 26, 337-358.
- Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (1999). Milestones in the development of infant numeracy. *Scandinavian Journal of Psychology*, 40, 65-71.
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised* [*Early Numeracy Test-Revised*]. Doetinchem: Graviant.
- Welsh, M. C. (2002). Development and clinical variations in executive functions. In D. L. Molfese & V. J. Molfese (Eds.), *Developmental variations in learning. Applications to social, executive function, language, and reading skills*, 36, 139-185.
- Zelazo, P. D. (2006). The dimensional change card sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, 1, 297-301.