

De Relatie tussen Executieve Functies en Getalbegrip

Namen: Henriette Boeve (8019886)

Marjolein Hutten (3499340)

Loes Rossewij (3793346)

Universiteit Utrecht

Bachelorthesis: Pedagogische Wetenschappen

Begeleidster: Ilona Friso-Van den Bos

Datum: 18 juni 2012

Samenvatting

Rekenen is één van de culturele vaardigheden die in onze samenleving nodig is om de wereld te begrijpen. In Nederland hebben vijf tot tien procent van de schoolgaande kinderen problemen met rekenen. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat er twee belangrijke voorspellers van rekenvaardigheid zijn. Dit zijn getalbegrip en het werkgeheugen. Eén van de componenten van het werkgeheugen is de centrale executieve. De centrale executieve heeft als taken inhibitie, updating en shifting. Wat de rol van elke afzonderlijke executieve functies bij getalbegrip is, is nog niet geheel duidelijk. In dit onderzoek is de correlatie gemeten tussen getalbegrip en de executieve functies bij een steekproef van 430 kinderen uit groep twee van het reguliere basisonderwijs. Tevens is er onderzocht welke executieve functie de beste voorspeller is van getalbegrip. Uit de resultaten blijkt dat er een positieve samenhang is tussen shifting en getalbegrip en tussen updating en getalbegrip. Tussen inhibitie en getalbegrip blijkt er daarentegen geen significante samenhang te zijn. Uit de regressieanalyse is gebleken dat shifting de beste voorspeller van getalbegrip is, het verschil met updating is echter minimaal. Bij het interpreteren van de resultaten dient rekening te worden gehouden met een 'task impurity' probleem. Hierdoor zijn de executieve functies mogelijk niet puur gemeten, maar zijn ook andere variabelen gemeten.

Keywords: number sense, executive functions, childhood development, elementary education, mathematics, kindergarten

De Relatie tussen Executieve Functies en Getalbegrip

Rekenen is, naast lezen en schrijven, één van de culturele vaardigheden die in onze samenleving nodig is om de wereld te begrijpen. Denk aan het rekenen dat gebruikt wordt bij betalen, wegen en afstanden aangeven (Ruijsenaars, Luit, & Van Lieshout, 2006; Saracho & Spodek, 2009). Het is dus belangrijk dat iedereen voldoende leert rekenen. Uit onderzoek dat is uitgevoerd in Europa, Amerika en Israel blijkt dat vijf tot tien procent van de schoolgaande kinderen rekenproblemen heeft, deze percentages gelden dus ook voor alle schoolgaande kinderen in Nederland (Bryant, 2005; Kroesbergen & Van Luit, 2003). De aandacht voor de ontwikkeling van rekenvaardigheden en problemen die hierbij kunnen optreden, is in de laatste jaren dan ook sterk toegenomen. Indien bekend is welke factoren bijdragen aan de beheersing van rekenvaardigheid, zal er tijdig kunnen worden ingegrepen wanneer er zich rekenproblemen voordoen.

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat er twee belangrijke voorspellers van rekenvaardigheid zijn. Dit zijn het getalbegrip en het werkgeheugen (Jordan, Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, Van Loosbroek, & Van de Rijt, 2009). In dit onderzoek zal er worden gekeken of er tussen deze twee voorspellers een relatie bestaat.

Getalbegrip speelt een belangrijke rol bij het kunnen rekenen. Volgens Gersten en Chard (1999) is getalbegrip het soepel en flexibel kunnen omgaan met getallen, het gevoel wat getallen betekenen en de vaardigheid om mentale rekenhandelingen uit te voeren en de mentale handelingen kunnen koppelen aan de echte wereld van hoeveelheden. Een andere beschrijving wordt gegeven door Dehaene (2001). In deze beschrijving wordt getalbegrip omschreven als de vaardigheid om numerieke hoeveelheden snel te begrijpen, te benaderen en te manipuleren. Er wordt gesteld dat getalbegrip de basis is van het leren rekenen.

Voordat kinderen naar school gaan is het getalbegrip voor een groot deel ontwikkeld op informele wijze door middel van interacties met ouders, broers, zussen en andere volwassenen (Gersten & Chard, 1999). Het is belangrijk om achterstanden op dit gebied vroeg op te sporen bij kinderen, omdat een niet goed ontwikkeld getalbegrip kan leiden tot rekenproblemen (Gersten, Jordan, & Flojo, 2005; Siegler & Ramani, 2009).

De andere voorspeller die betrokken is bij het leren van rekenvaardigheden is het werkgeheugen (Bull & Epsy, 2006; Blair & Razza, 2007; Toll, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2011). Het werkgeheugen is één van de drie typen geheugen die de mens heeft. Naast het werkgeheugen zijn er ook nog het sensorische geheugen en het lange termijn geheugen (Passer et al., 2009). Het sensorische geheugen ontvangt binnengekomen zintuiglijke prikkels en slaat deze voor enkele seconde op. Het lange termijn geheugen ontvangt informatie van het werkgeheugen en slaat deze voor

onbeperkte tijd op. Verwerkte informatie kan hierdoor op een later moment opgeroepen worden. Het werkgeheugen zit als het ware tussen het sensorische en lange termijngeheugen in. Het verwijst naar een hersensysteem dat voorziet in tijdelijke opslag en manipulatie van de informatie die nodig is voor dergelijke complexe cognitieve taken als taalbegrip, leren en redeneren (Baddeley, 1992). Het werkgeheugen is nodig bij rekenvaardigheden, omdat informatie van het lange termijngeheugen door het werkgeheugen moet worden opgeslagen en moet worden gemanipuleerd, tijdens het oplossen van rekenkundige problemen (Toll et al., 2011). Kinderen met rekenproblemen hebben tekorten in het werkgeheugen, waardoor ze moeilijkheden ervaren met het terughalen van informatie en met het behouden van informatie in het werkgeheugen (Blair & Razza, 2007; Bull & Scerif, 2001; Kroesbergen et al., 2009). Het vermogen om informatie te behouden, is bijvoorbeeld van belang bij verhaalsommen of sommen waarbij meerdere stappen zijn vereist.

Het werkgeheugen bestaat uit vier componenten (Baddeley, 1992; Baddeley, 2000). Eén daarvan is het centrale executieve systeem. Dit aandacht-controle systeem stuurt de overige componenten van het werkgeheugen aan en het reguleert de informatiestroom. Dit systeem speelt een rol bij het terughalen van informatie uit het lange termijn geheugen en bij het opslaan van informatie die in het werkgeheugen is binnengekomen (Passer et al., 2009). Daarnaast zijn er drie ondergeschikte opslagsystemen. De fonologische lus is verantwoordelijk voor het opslaan van binnengekomen auditieve informatie. Het visueel ruimtelijk schetsboek is verantwoordelijk voor het opslaan van binnengekomen visuele informatie. Tot slot de episodische buffer. Dit opslagsysteem integreert informatie uit de slaafsystemen, die zowel visueel als auditief kunnen zijn. Er is echter nog weinig bekend over dit abstracte component. Dit onderzoek zal zich, zoals blijkt uit de onderzoeksvraag, enkel richten op het centrale executieve systeem.

Miyake en collega's (2000) stellen dat de centraal executieve drie executieve functies heeft, te weten inhibitie, updating, en shifting. Met inhibitie wordt het vermogen om een dominante respons te onderdrukken bedoeld. Updating is de vaardigheid om inkomende informatie te reguleren en te verwerken en het vernieuwen van oude informatie door nieuwe relevantere informatie. Shifting speelt een rol bij het verwisselen van meervoudige taken, strategieën en mentale constructies.

Uit eerder verricht onderzoek is gebleken dat executieve functies belangrijke factoren zijn bij het ontwikkelen van vroege rekenvaardigheden, daar de executieve functies een groot deel van de variantie in telvaardigheid tussen kinderen kunnen verklaren. Tevens is gebleken dat de executieve functies meer gerelateerd zijn aan rekenprestaties, dan dat intelligentie is (Kroesbergen et al., 2009). De precieze rol van de executieve functies afzonderlijk is echter nog onduidelijk. De oorzaak van dit

probleem ligt in het feit dat de executieve functies afzonderlijk moeilijk te definiëren en te meten zijn (Jurado & Roselli, 2007). Het is nog niet duidelijk of het centraal executieve systeem een systeem is met verschillende functies of een verzameling van onafhankelijke met elkaar interacterende controleprocessen. Onderzoek hiernaar is moeilijk door de abstractie van de executieve functies. Een fundamenteel probleem is het 'task impurity' probleem. Dit houdt in dat het lastig is om op zuivere wijze de afzonderlijke executieve functies te meten (Miyake et al., 2000).

Shifting en getalbegrip

De executieve functie shifting speelt, zoals eerder opgemerkt, een rol bij het verwisselen van meervoudige taken, strategieën en mentale constructies (Miyake et al., 2000). Deze functie is bij rekenvaardigheid van belang om te kunnen schakelen tussen strategieën, zoals het kunnen veranderen van plus- naar minsonnen, en bij het oplossen van een som die meerdere stappen vereist (Van der Ven, 2011).

Er is geen consensus betreffende de rol die shifting speelt bij rekenvaardigheid. Zo blijkt uit onderzoek dat kinderen met rekenproblemen niet lager scoren op taken die shifting meten, in vergelijking met de controlegroep zonder rekenproblemen (Van der Sluis, De Jong, & Van der Leij, 2004). Echter, wanneer er bij complexere taken een combinatie van meerdere executieve functies wordt vereist, dan scoren kinderen met rekenproblemen wel lager op deze taken, dan de controlegroep. Het is denkbaar dat shifting bij complexere taken wel een rol speelt. Deze veronderstelling kan mogelijk worden onderbouwd door ander onderzoek waaruit blijkt dat shifting niet bijdraagt aan de rekenvaardigheden van jonge kinderen (Espy et al., 2004). Echter, volgens andere resultaten blijkt dat shifting een voorspellende waarde heeft wat betreft rekenprestaties ongeacht de leeftijd (Bull, Espy, & Wiebe, 2008). Dit wil dus zeggen dat shifting ook op jongere leeftijd een rol speelt bij rekenvaardigheden. Het verschil in de leeftijden van de onderzoeksgroepen kan een verklaring zijn voor het feit dat er geen eenduidig beeld is van het verband tussen shifting en rekenvaardigheid. Wellicht speelt shifting pas op latere leeftijd een rol bij rekenvaardigheden, wanneer de sommen tevens complexer worden. Verder onderzoek naar het mogelijke verband tussen shifting en complexiteit van taken is gewenst.

Ondanks dat er geen overeenstemming is, is er veel onderzoek gedaan naar shifting en rekenvaardigheid. Er is daarentegen zeer beperkt onderzoek verricht naar de rol van shifting bij de ontwikkeling van getalbegrip. Gezien het feit dat getalbegrip een sterke voorspeller is van latere rekenprestaties wordt er in dit onderzoek verwacht dat shifting ook een rol speelt bij getalbegrip. Er wordt dus een positief verband verwacht tussen shifting en getalbegrip.

Updating en getalbegrip

Er is in de wetenschappelijke literatuur enige begripsverwarring tussen de term updating en het werkgeheugen. In sommige studies wordt er geen onderscheid gemaakt tussen updating en het werkgeheugen. Op basis van definitie kan er echter wel een onderscheid gemaakt worden tussen updating en het werkgeheugen. Updating is de mogelijkheid om tijdelijk opgeslagen informatie te wijzigen waarneer er nieuwe informatie binnenkomt. In het werkgeheugen kan informatie simultaan opgeslagen en verwerkt worden (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

Updating is een belangrijke vaardigheid voor getalbegrip. Het kind moet in staat zijn om te onthouden hoeveel voorwerpen er geteld zijn, welk getal er volgt op het daarvoor genoemde getal en onthouden waar het gebeven is in de telrij (Kroesbergen, Kolkman, & Van der Ven, 2009). Updating is waarschijnlijk het meest van belang wanneer een kind nog onvolwassen strategieën gebruikt. Deze strategieën vergen vele tussenliggende stappen, die allemaal moeten worden onthouden. Een kind met minder ontwikkelde update vaardigheden kan de resultaten van de tussenliggende stappen vergeten of maakt meer procedurele fouten. Kinderen met een lagere update capaciteit zijn waarschijnlijk langzamer en de meer foutgevoelige rekenkundige procedure leidt tot een langzamere ontwikkeling (Kroesbergen, Van der Ven, Kolkman, Van Luit, & Leseman, 2009). In een longitudinaal onderzoek bij kinderen van zeven jaar is de relatie onderzocht tussen de executieve functies en rekenvaardigheden (Van der Ven, Kroesbergen, Boom, & Leseman, 2012). Updating komt in dit onderzoek als beste voorspeller naar voren. De sterke positieve relatie tussen updating en rekenvaardigheden suggereert dat updating een sleutelrol speelt in het rekenkundige leerproces (Van der Ven et al., 2012). Deze bevindingen worden bevestigd door andere onderzoeken. Uit het onderzoek van Bull en collega's (2008) blijkt dat beter ontwikkelde executieve functies bij kinderen positief relateren aan rekenvaardigheden. Updating komt in dit onderzoek als de beste voorspeller naar voren. Uit andere onderzoeken blijkt ook dat wanneer kinderen goed ontwikkeld zijn in updating hoger scoren op rekenprestaties dan kinderen die minder goed ontwikkeld zijn op updating (Passolunghi & Pazzaglia, 2004; 2005; Bull & Scerif, 2001).

Er is in diverse onderzoeken een positieve relatie bevestigd voor updating en rekenvaardigheden (Bull & Scerif, 2001; Bull et al., 2008; Van der Ven et al., 2012). Omdat getalbegrip een goede voorspeller is van rekenvaardigheden wordt er een positieve relatie verwacht voor getalbegrip en updating.

Inhibitie en getalbegrip

Er zijn verschillende studies die een positieve relatie vinden tussen inhibitie en rekenvaardigheid (Bull & Scerif, 2001; Blair & Razza, 2007). Een verklaring voor deze relatie zou kunnen zijn dat gedurende het oplossen van rekenproblemen onrijpe strategieën en niet relevante informatie onderdrukt moet worden (Passolunghi & Siegel,

2001; Toll et al., 2011). Echter er zijn ook studies die geen direct verband vinden tussen rekenvaardigheid en inhibitie zoals die van Van der Sluis en collega's (2007). In deze laatste studie wordt er alleen een positief verband gevonden tussen rekenvaardigheid en inhibitie wanneer het gaat om een rekenopgave waar een combinatie van inhibitie en shifting vereist is. Er wordt geconcludeerd dat inhibitie moeilijk betrouwbaar te meten is omdat het te sterk correleert met andere factoren. Dit wordt veroorzaakt door het 'task impurity' probleem, wat wil zeggen dat er geen taak is die puur inhibitie meet (Miyake et al., 2000; Friedman & Miyake, 2004). Lage scores op een taak die inhibitie zou moeten meten, betekenen niet altijd slechte inhibitievaardigheden. Het kan te maken hebben met bijvoorbeeld te weinig cijferkennis. In ander onderzoek is er ook geen verband tussen inhibitie en rekenen gevonden. In het onderzoek is geen significant verschil gemeten op het gebied van inhibitie, bij kinderen van tien jaar, met en zonder rekenproblemen (Censabella & Noël, 2008).

Samenvattend kan er geconcludeerd worden dat er geen overeenstemming is over de vraag of er verband is tussen inhibitie en rekenvaardigheden. Een belangrijke reden is het 'task impurity' probleem. Er wordt in dit onderzoek dan ook een matig positieve samenhang verwacht tussen getalbegrip en inhibitie.

Door onderzoekers wordt geadviseerd om onderzoek te blijven doen naar de samenhang tussen executieve functies en rekenvaardigheden (Friedman & Miyake, 2004; Toll et al., 2011). In het huidige onderzoek wordt onderzocht of er een relatie is tussen executieve functies en getalbegrip bij kinderen in groep twee van de basisschool. Er wordt een regressieanalyse uitgevoerd om verder inzicht te krijgen in het verband tussen getalbegrip en de executieve functies, waarbij berekend wordt welke vaardigheid getalbegrip het sterkst voorspelt.

Methode

Participanten

In het onderzoek is gebruik gemaakt van een convenience steekproef. Scholen zijn middels een brief of per telefoon verzocht mee te doen aan het onderzoek. Deze scholen zijn gevestigd door heel Nederland, waardoor het onderzoek niet regio-/plaatsgebonden van aard is. Daarnaast zijn de religieuze achtergronden en de werkmethoden van de scholen divers. Op basis van de aanmelding van 25 scholen, is het aantal participanten tot stand gekomen. In totaal waren er, ten tijde van meetmoment twee, 444 participanten, waarbij van 430 respondenten de data bruikbaar was. Van de respondenten was 245 jongen en 199 meisje. Zij hadden een gemiddelde leeftijd 6;1 jaar. De participanten hadden uiteenlopende niveaus wat betreft schoolse prestaties, maar voldeden allen niet aan een diagnose. Dit was tevens een voorwaarde voor deelname.

Meetinstrumenten

Getalbegrip

Om de vaardigheid getalbegrip te meten, is gebruik gemaakt van de getallenlijntaak. Deze taak is gebaseerd op de getal-tot-positie-taak van Laski en Siegler (2007). Op een computerscherm werd een horizontale lijn vertoond, met een bereik van één tot honderd. Voor de taak begon werd er geoefend met de getallen één en honderd, waarbij feedback werd gegeven. De kinderen werd vervolgens gevraagd de positie van 22 verscheidende getallen aan te geven. De getalposities, zoals aangegeven door de kinderen, zijn weergegeven in een lineaire lijn. Indien deze lijn een lineair patroon laat zien, wil dit zeggen dat er sprake is van getalbegrip (R^2 ; Geary et al., 2008). Het kind weet de getallen dus juist te plaatsen.

Er wordt in de wetenschappelijke literatuur niets gerapporteerd over de validiteit en betrouwbaarheid van de taak. Wel wordt de taak gezien als belangrijke indicator van getalbegrip, omdat het kunnen plaatsen van getallen op een getallenlijn van invloed is op rekenprestaties (Siegler & Booth, 2004).

Inhibitie

Inhibitie wordt gemeten met de Flanker taak, gebaseerd op Rueda en collega's (2004). In deze taak moeten kinderen "een schaap voeden" door op een knop te drukken aan de kant waarnaar het schaap kijkt (links of rechts). Het schaap kan alleen zijn (neutrale conditie), geflankeerd worden door schapen die dezelfde kant opkijken (congruente conditie) of door schapen die de andere kant opkijken (incongruente conditie).

Het schaap dat gevoed moet worden staat altijd in het midden. Bovendien is er een centraal fixatieteken zichtbaar. De duur van de fixatietijd varieert tussen de 400 en 1600 milliseconden.

Bij sommige proeven verschijnt er een waarschuwingsteken. Dit waarschuwingsteken kan in het centrum verschijnen, dubbel verschijnen (onder en boven het centrum) of ruimtelijk (boven het centrum). Het onderdrukken van de automatische respons om op de verkeerde knop te drukken als gevolg van de incongruente flankerende schapen vraagt een mate van inhibitie. Inhibitie wordt in deze taak gemeten door de mediaan van de congruente reactietijden af te trekken van de mediaan van de incongruente reactietijden (Rueda et al., 2004). De verschilcores geven de mate van inhibitie weer.

De taak in het huidige onderzoek bevat 48 testitems en 12 oefenitems. De helft van de items heeft een links juist-antwoord en de andere helft een rechts juist-antwoord. Een derde van de proeven heeft een neutrale conditie, een derde een congruente conditie en nog een derde een incongruente conditie.

Rueda en collega's (2004) hebben middels de split half methode de betrouwbaarheid van de test onderzocht. De betrouwbaarheid kan geclassificeerd worden als goed. Over de validiteit is geen informatie bekend.

Shifting

De executieve functie shifting is gemeten nadat de kinderen de Flanker taak hebben uitgevoerd, die de vaardigheid inhibitie meet. De taak die shifting meet is gebaseerd op de Dimensional Change Card Sorting test (DCCS) van Zelazo (2006). De DCCS test legt de nadruk op sorteerregels. Gedurende de eerste fase moet het kind plaatjes op kleur sorteren. Bij de tweede fase moeten ze op vorm worden gesorteerd. Bij de derde fase is het sorteerprincipe een combinatie van de eerste twee fases. Of plaatjes op kleur of op vorm gesorteerd dienen te worden, is afhankelijk van een zwart kader om het beeld.

Bij de taak die in huidig onderzoek gebruikt is, moeten kinderen schapen voeren. Indien er gras in beeld komt, moet het buitenste schaap worden gevoerd. Wanneer er water in beeld komt, moet het middelste schaap worden gevoerd. Het kunnen veranderen van sorteerregel, dus veranderen van welk schaap moet worden gevoerd op basis van het zien van gras of water, meet de vaardigheid shifting. De mate waarin deze vaardigheid aanwezig is, is gebaseerd op het aantal correcte antwoorden. Alvorens er met de negentien testitems werd begonnen, waren er zes oefenitems.

Wat betreft de validiteit en betrouwbaarheid van de huidige testtaak, zou worden gekeken naar de validiteit en betrouwbaarheid van de DCCS-taak. Dit zou worden gedaan, daar de huidige taak op de DCCS-taak is gebaseerd. Echter, er zijn geen gegevens bekend over de validiteit en betrouwbaarheid van deze test. Hier kunnen dus geen gegevens over worden verstrekt.

Updating

Updating wordt gemeten met Word Recall Backwards (Alloway, 2007). Deze test doet een beroep op het werkgeheugen en het verbale korte termijngeheugen. De test wordt afgenomen met de computer en is geprogrammeerd met behulp van E-Prime (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA). Het kind hoort een reeks woorden die op het gebied van semantiek geen verband hebben. Het kind wordt gevraagd de woorden te herhalen in een omgekeerde volgorde. De reeks woorden wordt telkens langer wanneer het kind de correcte antwoorden geeft binnen een blok. De test wordt automatisch afgebroken wanneer een kind drie incorrecte antwoorden geeft binnen een blok. De ruwe score van een kind op deze test bestaat uit het aantal goed herhaalde trials.

De diagnostische validiteit voor kinderen met beperkingen op het gebied van het werkgeheugen is goed (Alloway, Gatherole, Kirkwood, & Elliott, 2008). De test-hertest betrouwbaarheid is .64 voor kinderen in de leeftijd van 4,5 tot 11,5 jaar, hetgeen als voldoende beoordeeld kan worden (Alloway, Gatherole, & Pickering, 2006).

Procedure dataverzameling

De participanten zijn in het voorjaar van 2011 individueel getest op de eigen school, onder leiding, in een aparte, stille ruimte. De leerlingen zijn uit de klas gehaald en hebben de testtaken op een laptop computer verricht, onder begeleiding van een getrainde testleider. In totaal hebben er twee sessies plaatsgevonden om alle testtaken te kunnen uitvoeren. De sessies hebben een half uur tijd per sessie in beslag genomen. Na de sessies hebben de leerlingen een sticker ontvangen.

Resultaten

In Tabel 1 zijn de beschrijvende statistieken af te lezen van getalbegrip en de executieve functies. Getalbegrip heeft een lichte rechtsscheve verdeling, shifting heeft een lichte linksscheve verdeling en updating en inhibitie zijn normaal verdeeld. Aangezien de steekproefgrootte groter is dan 30 respondenten, is ervoor gekozen geen gebruik te maken van transformatie. Bij inhibitie is er sprake van één afwijkende score, deze heeft echter geen grote invloed omdat het gaat om een grote steekproef.

Tabel 1

De Beschrijvende Statistieken van de Meettaken voor Getalbegrip en Shifting, Verbale Updating en Inhibitie

	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Min.	Max.
Getalbegrip	430	0.42	0.27	0.00	0.97
Shifting	433	13.01	4.40	5	19
Updating	431	4.94	1.82	0.00	13
Inhibitie	432	172.69	402.02	-1421	2180

Noot. *n* = aantal respondenten; Min = minimum; Max = maximum *M* = gemiddelde; *SD* = standaarddeviatie.

Correlaties tussen de executieve functies

Om de samenhang tussen de executieve functies onderling te toetsen, zijn de Pearson's correlatiecoëfficiënten berekend. Enkel de executieve functies shifting en updating hangen significant samen ($r=.22$; $p<.001$; $n=431$).

Correlatie tussen getalbegrip en executieve functies

Er is aan de voorwaarden voldaan om een correlatieanalyse uit te voeren (Baarda, De Goede, & Van Dijkum, 2011). De hypothesen zijn eenzijdig getoetst, daar er positieve relaties verwacht worden.

Uit de analyse blijkt dat er een significante positieve samenhang is tussen shifting en getalbegrip ($r=.29$; $p<.01$; $n=430$). Wanneer de mate van de executieve functie shifting toeneemt, zal de mate van getalbegrip tevens toenemen en andersom. De samenhang is matig. De hoeveelheid verklaarde variantie is 10% ($R^2=.10$), dit is matig. Dit wil namelijk zeggen dat 10% van de verschillen in getalbegrip wordt verklaard door het verschil in shifting.

De executieve functie updating correleert significant met getalbegrip ($r=.30$ $p<.001$; $n=430$). De samenhang kan worden beoordeeld als matig. Verbale updating verklaart 8,7% ($R^2=.09$) van de variantie op getalbegrip. Dit kan beoordeeld worden als een matig effect.

Er is geen sprake van een samenhang tussen inhibitie en getalbegrip ($r<.01$; $p=.67$; $n=429$). De hoeveelheid verklaarde variantie is klein ($R^2=<.001$), dus de verschillen in getalbegrip worden niet verklaard door inhibitie.

Regressieanalyse

Met de regressieanalyse wordt berekend welke vaardigheid getalbegrip het sterkst voorspelt. De determinatiecoëfficiënt van het regressiemodel geeft inzicht in het percentage waarmee de executieve functies de variabiliteit van getalbegrip verklaren. Er is aan de voorwaarden voldaan om een multiële regressieanalyse uit te kunnen voeren (Baarda et al., 2011).

De multiële regressieanalyse wijst uit dat enkel shifting en updating significante voorspellers zijn van de afhankelijke variabele getalbegrip ($p<.05$; zie Tabel 2). Shifting blijkt de beste voorspeller van getalbegrip. Echter, het verschil tussen de onafhankelijke variabelen shifting en updating, die beide significant correleren met getalbegrip, is erg klein.

De verklaarde variantie (R^2) van dit model is .15. Dit wil zeggen dat 15% van de variantie van getalbegrip wordt verklaard door dit model. Dit percentage is een matig effect.

Tabel 2

Resultaten van de Multiële Regressieanalyse van de Afhankelijke Variabele Getalbegrip

Onafhankelijke Variabelen	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>β</i>	<i>p</i>
Shifting	.02	<.01	.25	<.001
Updating	.04	.01	.24	<.001
Inhibitie	<.001	<.001	.02	.67

Conclusies en discussie

In dit artikel is onderzocht of er een relatie is tussen getalbegrip en executieve functies. Daarnaast is er gekeken welke executieve functie de beste voorspeller van getalbegrip is.

Het blijkt dat er een positieve samenhang is tussen shifting en getalbegrip en tussen updating en getalbegrip. Dit wil zeggen dat wanneer een kind van strategie en taak kan wisselen of wanneer een kind nieuwe informatie kan verwerken en vervangen, het kind hoger scoort op getalbegrip. Dit werd op grond van eerdere studies ook verwacht (Bull & Scerif, 2001; Bull et al., 2008; Passolunghi & Pazzaglia, 2005; Van der Ven, 2011). De hypothesen worden dus aangenomen. Tussen inhibitie en getalbegrip blijkt er daarentegen geen significante samenhang te zijn. De vaardigheid om een respons te kunnen onderdrukken, draagt dus niet bij aan het vergroten van getalbegrip en de hypothese wordt daarom ook verworpen. Dit is tegen de verwachting in. In eerder onderzoek is er ondanks het 'task impurity' probleem een positieve samenhang gevonden (Bull & Scerif, 2001; Blair & Razza, 2007; Passolunghi & Siegel, 2001; Toll et al., 2011).

Uit de regressieanalyse is gebleken dat shifting de beste voorspeller van getalbegrip is. Dit wil zeggen dat deze executieve functie het meest van belang is bij de ontwikkeling van getalbegrip, in vergelijking met de andere executieve functies. Echter, het verschil tussen shifting en updating is erg klein. Er kan dus niet met zekerheid gesteld worden dat shifting de grootste voorspeller van getalbegrip is. Inhibitie liet geen significante voorspelbaarheid zien.

Er zijn een aantal kanttekeningen te plaatsen bij de gevonden resultaten. Ten eerste bestaat er voor de executieve functies de mogelijkheid van een 'task impurity' probleem (Van der Sluis et al., 2007; Friedman & Miyake, 2004). Immers, voor het kunnen wisselen van een taak, moet er ook een respons worden onderdrukt en moet nieuwe informatie verwerkt kunnen worden. Wellicht zijn de executieve functies dus niet op een juiste manier gemeten, waardoor de resultaten met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd dienen te worden. In toekomstig onderzoek zal er meer aandacht moeten zijn voor de onzuiverheid van de te meten executieve taken.

Daarnaast moet er worden gekeken naar de manier waarop de verschillende executieve functies zijn gemeten. Zo is er bij shifting en updating gemeten middels accuratesse, dit wil zeggen dat het aantal goede en foute antwoorden op een taak zijn gescoord. Op basis hiervan is een score ontstaan. Inhibitie is daarentegen gemeten middels reactietijd. Hierbij draagt het aantal goede of foute antwoorden niet bij aan de uiteindelijke score. Indien de mate van inhibitie ook zou zijn gemeten door middel van het aantal goede en foute antwoorden of door het aantal goede antwoorden per seconde (Van der Sluis et al., 2007), zou er misschien wel sprake zijn geweest van een correlationeel verband tussen inhibitie en getalbegrip en zou inhibitie mogelijk wel een

voorspeller zijn van getalbegrip. Mogelijk is juist voor inhibitie, accuratesse een betere scoremaat omdat snel handelen ook een indicator kan zijn voor impulsief gedrag (Van der Ven, 2011). Inhibitie is bij jonge kinderen moeilijk te meten. Uit onderzoek blijkt dat inhibitie belangrijker wordt bij meer complexe taken, die pas later in de kindertijd aan de orde komen (Van der Sluis et al., 2004). Jonge kinderen, zoals de participanten van dit onderzoek, beschikken wellicht nog niet over de focus om iets zo snel mogelijk en accuraat te doen. Dit kan van invloed zijn geweest op de resultaten van de analyses. Verder onderzoek naar de relatie tussen inhibitie en getalbegrip is gewenst.

Tot slot is de leeftijd van de participanten mogelijk ook niet geschikt voor het uitvoeren van de getallenlijntaak. Wanneer er wordt gekeken naar onderwijsdoelen met betrekking tot rekenen, dan wordt er verwacht dat leerlingen van eind groep twee kunnen tellen tot tien (Ruijssenaars et al., 2006). De getallenlijntaak loopt vanaf het getal één tot en met honderd. Van een leerling uit groep twee kan echter niet worden verwacht dat deze foutloos tot honderd kan tellen en deze getallen ook herkent. Het is dus de vraag in hoeverre het getalbegrip bij deze kinderen al ontwikkeld is. Wanneer er echter naar de resultaten van de getallenlijntaak wordt gekeken, is de gemiddelde score van de participanten niet als slecht te benoemen ($M=.42$). Het lijkt dus dat de participanten, ondanks hun jonge leeftijd, wisten wat ze moesten doen en de getallen al redelijk kunnen ordenen.

Ondanks dat er sprake is van tekortkomingen in het huidige onderzoek, is deze studie wel van toegevoegde waarde. De resultaten van dit onderzoek kunnen gebruikt worden als aanknopingspunten met betrekking tot vroegtijdige signalering en diagnostiek van rekenproblemen. Remediërende programma 's kunnen de rekenvaardigheid bij jonge kinderen verbeteren door zich te richten op het trainen van de executieve functies.

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. *School of Education, 28*, 725-734. doi:10.1080/01443410802243828
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial shortterm and working memory in children: Are they separable? *Child Development, 77*, 1698-1716. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x
- Baarda, D. B., De Goede, M. P. M., & Van Dijkum, C. J. (2011). *Basisboek Statistiek met SPSS; Handleiding voor het verwerken en analyseren van rapporten over (onderzoeks)gegevens*. Vierde druk. Groningen; Noordhoff Uitgevers bv.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science, 255*, 556-559. doi:10.1126/science.1736359
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 417-423. doi:10.1016/S1364-66139(00)01538-2
- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development, 78*, 647-663. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x
- Bryant, D. P. (2005). Commentary on early identification and intervention for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Difficulties, 38*, 340-345. doi:10.1177/00222194050380041001
- Bull, R., & Epsy, K. A. (2006). Working memory, executive functioning, and children's mathematics. In S. J. Pickering (Eds.), *Working Memory and Education* (pp. 93-123).
- Bull, R., & Epsy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology, 33*, 205-228. doi:10.1080/875665640801982312
- 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. doi:10.1207/S15326942DN1903_3
- Censabella, S., & Noël, M. P. (2008). The inhibition capacities of children with mathematical disabilities. *Child Neuropsychology, 14*, 1-20. doi: 10.1080/09297040601052318
- Dehaene, S. (2001). Précis of " the number sense ". *Mind and Language, 16*, 16-36. doi:10.1111/1468-0017.00154

- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 26*, 465-486.
doi:10.1207/s15326942dn2601_6
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General, 133*, 101-135. doi:10.1037/0096-3445.133.1.101
- Gersten, R., & Chard, D. (1999). Number sense: Rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *Journal of Special Education, 44*, 18-28.
doi:10.1177/002246699903300102
- 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*, 133-142. doi:10.1080/87565640801982361
- 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. doi:10.1177/00222194050380040301
- 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
- Jurado, M. B., & Roselli, M. (2007) The Elusive Nature of Executive Functions: A Review of our Current Understanding. *Neuropsychology Review, 17*, 2007, 213-233.
doi:10.1007/s11065-007-9040-z
- 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. doi:10.1177/07419325030240020501
- Kroesbergen, E. H., Kolkman, M. E., & Van der Ven, E. M. (2009). Hoe peuters en kleuters leren tellen: De rol van getalbegrip, executieve functies en activiteiten thuis. *Tijdschrift voor Orthopedagogiek, 288-300*.
- Kroesbergen, E. H., Van der Ven, S. H. G., Kolkman, M. E., Van Luit, J. E. H., & Leseman, P. P. M. (2009). Executieve functies en de ontwikkeling van (voorbereidende) rekenvaardigheid. *Pedagogische Studien, 86*, 334-349.
- Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H., Van Lieshout, E. C. D. M., Van Loosbroek, E., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). Individual differences in early numeracy: The role of executive functions and subitizing. *Journal of Psychoeducational Assessment, 27*, 226-236. doi:10.1177/0734282908330586
- 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.
doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01087.x
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100. doi:10.1006/copg.1999.0734
- Passer, M., Smith, R., Holth, N., Bremner, A., Sutherland, E., & Vliek, M. (2009). *Psychology: The science of mind and Behaviour. European Edition*. Berkshire: McGraw-Hill.
- 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. doi:10.1016/j.lindif.2005.03.001
- Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2001). Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80, 44-57. doi:10.1006/jecp.2000.2626
- Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 348-367. doi:10.1016/j.jecp.2004.04.002
- Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. B., Lercari, L. P., & Posner, M. I. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, 42, 1029-1040. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2003.12.012
- Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2006). *Rekenproblemen en dyscalculie: theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling*. Lemniscaat: Rotterdam.
- Saracho, O. N., & Spodek, B. (2009). Educating the young mathematician: The twentieth century and beyond. *Early Childhood Education Journal*, 36, 305-312.
doi:10.1007/s10643-008-02939
- 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., & Ramani, G. B. (2009). Playing linear number board games—but not circular ones—improves low-income preschoolers' numerical understanding. *Journal of Educational Psychology*, 101, 545-560. doi:10.1037/a0014239
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 745-759.
doi:10.1080/17470210500162854

- Toll, S. W. M., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 44*, 521-532. doi:10.1177/0022219410387302
- Van der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence, 35*, 427-449. doi:10.1016/j.intell.2006.09.001
- Van der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology, 87*, 239-266. doi:10.1016/j.jecp.2003.12.002
- Van der Ven, S. H. G. (2011). *The structure of executive functions and relations with early math learning* (Pedagogisch proefschrift). Verkregen via: Sociale Wetenschappen Proefschriften (ISBN: 978-90-393-5586-2).
- Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. M. (2012). The structure of executive functions in children: A closer examination of inhibition, shifting, and updating. *British Journal of Developmental Psychology*. verkregen via <http://www.onlinelibrary.wiley.com>. doi:10.1111/j.2044-835X.2012.02079.x
- Zelazo, P. D. (2006). The dimensional change card sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols, 1*, 297-301. doi:10.1038/nprot.2006.46