



Universiteit Utrecht

**De Relatie Tussen Executief Functioneren en Rekenen bij Rekenzwakke
Kinderen: De Mediërende Rol van Getalbegrip**

Definitieve versie

Master's thesis (201600201)

Utrecht University

Master's program in Clinical Child, Family and Education Studies (*Orthopedagogiek*)

Naam student	Jaimy Emmerig
Studentnummer	5715164
Thesisbegeleidster	Ilona Friso-van den Bos & Evelyn Kroesbergen
Tweede beoordelaar	Sanne van der Ven
Datum	5 juli 2017

Voorwoord

Voor u ligt mijn masterscriptie die ik heb geschreven in het kader van de opleiding Orthopedagogiek aan de Universiteit Utrecht. Om de scriptie tot een succesvol einde te brengen zijn verschillende vaardigheden aan bod gekomen. Zo heb ik meer ervaring kunnen opdoen met het testen van kinderen in een één-op-één situatie. Daarnaast heb ik meer kennis opgedaan met verschillende analyses in SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Voor het mede mogelijk maken van dit onderzoek wil ik een aantal mensen bedanken. Ten eerste zijn dit Ilona Friso-van den Bos & Evelyn Kroesbergen die mij als thesisbegeleiders hebben begeleid tijdens dit onderzoek, alsmede Sanne van der Ven als tweede beoordelaar. Ten tweede wil ik de directie en leerkrachten van de reguliere basisschool de Westhoek te Maassluis bedanken voor de kans die ik heb gekregen om data voor het onderzoek te verzamelen. Tot slot wil ik iedereen bedanken voor zijn/haar enthousiasme en steun die hebben bijgedragen aan mijn onderzoek.

Abstract

Introduction. The percentage of children attending school in the population with arithmetic difficulties, is 7 percent. However, arithmetic skills are of great importance for general development, including school functioning. **Purpose.** The current research provides insight into the relationship between executive functions (inhibition, updating and shifting) and number sense among Dutch primary school children aged 6 to 10 years. In addition, it provides insight in the relation between number sense and arithmetic skills. Finally, the question is answered whether there is mediation of number sense in the relationship between executive function and arithmetic skills. **Method.** The data were collected through computer tasks for children with arithmetic difficulties ($n= 48$). These tasks covered the following two factors: executive function and number sense. **Results.** The analysis showed a significant, positive correlation between executive functions and number sense ($r_s= .77$). Also, a positive, significant correlation was found between number sense and arithmetic skills ($r_s= .58$). However, after controlling for age no significant correlations between both relations were found. Furthermore, no mediation of number sense was found in the relationship between executive functions and arithmetic skills. **Conclusion.** These findings show that the relationship between executive functions, number sense and arithmetic are of great importance for children with arithmetic difficulties. However, age plays an great and important role in this. When interpreting the results of this research, the use of a small sample and the ‘task impurity’ problem should be taken into account.

Keywords: Executive functions, inhibition, updating, shifting, number sense, arithmetic skills.

Inleiding

Ongeveer 7 procent van de schoolgaande kinderen in de wereld ervaart problemen bij het rekenen (Passolunghi, Vercelloni, & Schadee, 2007). Rekenvaardigheden zijn echter van belang voor het schoolse functioneren, belangrijker zelfs dan lees- en schrijfvaardigheden (Kucian et al., 2014). Daarnaast zijn rekenvaardigheden belangrijk om de wereld om ons heen te begrijpen (Saracho & Spodek, 2008). Het is dus van belang dat iedereen goed leert rekenen. Om te leren rekenen zijn verschillende factoren van belang, zoals: kortetermijngeheugen, langetermijngeheugen, intelligentie, getalbegrip en werkgeheugen (Passolunghi et al., 2007). In deze studie wordt slechts ingegaan op de laatste twee factoren, namelijk getalbegrip en werkgeheugen.

Getalbegrip is de vaardigheid om getallen te begrijpen en de waarde ervan te kunnen schatten (Dehaene, 2001). Uit meerdere onderzoeken blijkt een goed ontwikkeld getalbegrip belangrijk te zijn voor het ontwikkelen van rekenvaardigheden (Aunio & Niemivirta 2010; Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010; Kolkman, Kroesbergen, Leseman, 2013). Volgens het trippelcode model van Dehaene wordt getalbegrip onderverdeeld in drie categorieën met ieder een eigen functie, namelijk de analoge ($\square\square\square$), verbale ('drie') en visuele ('3') code (Schmithorst & Brown, 2004). Het kind wordt geboren met de analoge code, dit geeft het inzicht weer in het plaatsen van aantallen op een mentale getallenlijn (Dehaene & Cohen, 1995). Non-symbolische vaardigheden, het vermogen om numerieke aantallen te begrijpen en te manipuleren, zijn hiervoor van belang (Dehaene, 2001; Kolkman et al., 2013). De verbale code houdt in dat men het woord kan herkennen dat bij een aantal hoort en dit kan benoemen. De visuele code geeft tot slot weer dat men de getallen kan schrijven volgens het Arabische numerieke systeem (Dehaene & Cohen, 1995). Voor zowel de verbale als de visuele code zijn symbolische vaardigheden van belang, het vermogen om getallen te begrijpen zowel bij het zien als horen ervan (Dehaene, 2001). Problemen in de rekenontwikkeling lijken veroorzaakt te worden door symbolische vaardigheidsproblemen (Jordan et al., 2010). Wanneer non-symbolische en symbolische vaardigheden samen worden gebruikt, noemen we dit mapping. Zowel non-symbolisch als symbolische vaardigheden en mapping zijn belangrijk voor het ontwikkelen van rekenvaardigheden (Dehaene, 2001; Booth & Siegler, 2008).

Daarnaast blijkt het werkgeheugen een goede voorspeller te zijn voor het ontwikkelen van rekenvaardigheden (Bull, Espy, & Wiebe, 2008; Geary, 2011; Friso-van den Bos, van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2013). Het werkgeheugen is van belang om rekenkundige informatie te verwerken, tijdelijk op te slaan en toe te passen (Baddeley, 2003). Het werkgeheugen bestaat uit drie componenten: het centraal executief systeem en twee

slaafsystemen, namelijk: de fonologische lus en het visueel-ruimtelijk schetsblok. De functie van de fonologische lus is het tijdelijk opslaan en manipuleren van verbale informatie. De opslag en manipulatie van visuele informatie is daarentegen de functie van het visueel-ruimtelijk schetsblok (Baddeley, 2003). Uit onderzoek van Passolunghi en collega's (2007) blijkt het visueel-ruimtelijk schetsblok belangrijk te zijn voor het ontwikkelen van rekenvaardigheden, de fonologische lus lijkt daarentegen geen belangrijke voorspeller te zijn. Het centraal executief systeem als derde component van het werkgeheugen, bestaat uit verschillende executieve functies. Executieve functies zijn cognitieve processen die belangrijk zijn voor de rekenontwikkeling (Carlson, 2005). De volgende executieve functies zijn hierbij het meest van belang: inhibitie, shifting en updating (Friso-van den Bos et al., 2013). Inhibitie zorgt ervoor dat je irrelevante impulsen kunt onderdrukken waardoor doelbewust gedrag realiseerbaar is. Shifting is van belang om bij het rekenen te wisselen tussen oplossingsstrategieën, zodat de juiste gekozen wordt. Tot slot is updating van belang om informatie op te slaan in het werkgeheugen en te onthouden; bijvoorbeeld hoeveel objecten er geteld zijn of tussenoplossingen (Carlson, 2005; Miyake et al., 2000). Ontwikkelde taken die executieve functies meten doen ook een beroep op andere cognitieve componenten zoals visuele verwerking, het is hierdoor lastig de functies direct te meten (Huizinga, 2007). Dit wordt ook wel het 'taakonzuiverheid' probleem genoemd.

In vergelijking met kinderen zonder rekenproblemen, ondervinden kinderen met rekenproblemen vaker tekorten in deze drie beschreven executieve functies (Carlson, 2005; Holmes & Adams, 2006). De resultaten wat betreft de relaties tussen executieve functies en rekenvaardigheid zijn niet eenduidig. Zo blijkt uit onderzoek van Carlson (2005) inhibitie positief samen te hangen met rekenvaardigheid. Uit onderzoek van Van der Sluis, De Jong, & Van der Leij (2004) blijkt dat ook shifting en updating positief samenhangen met rekenvaardigheid. Echter zijn er ook onderzoeken die de relatie tussen rekenvaardigheid en inhibitie/shifting niet aantonen (Censabella en Noël, 2008; Espy et al., 2004). Wat betreft de rol van executieve functies in getalbegrip komt uit een beperkt aantal onderzoeken het verband hiertussen naar voren (Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, Van Loosbroek, & Van de Rijt, 2009; Bull et al., 2008; Clark, Pritchard, & Woodward, 2010). Uit het onderzoek van Kroesbergen en collega's (2009) blijkt dat updating vaak als belangrijkste voorspeller van getalbegrip wordt gezien. Ook lijkt inhibitie belangrijk te zijn voor de ontwikkeling van getalbegrip. Hoe de resultaten zich weerhouden in het verband tussen executieve functies en getalbegrip is echter niet eenduidig door beperkt onderzoek (Friso-van den Bos, 2013). Het is daarom van belang om onderzoek te blijven doen naar de samenhang tussen executieve

functies, getalbegrip en rekenvaardigheid (Toll et al., 2011). In deze samenhang dient rekening te worden gehouden met de invloed van leeftijd. Executieve functies, getalbegrip en rekenvaardigheden ontwikkelen zich namelijk steeds beter wanneer kinderen ouder worden (Bull & Lee, 2014; Siegler & Booth, 2004; Bull, Espy, Wiebe, Sheffield, & Nelson, 2011).

In het huidige onderzoek staat de vraag centraal of er een samenhang is tussen de executieve functies en getalbegrip bij rekenzwakke kinderen in de leeftijd van 6 t/m 10 jaar. Daarnaast wordt er gekeken of de mate van getalbegrip samenhangt met het rekenvaardigheidsniveau. Tot slot wordt de vraag beantwoord of er sprake is van mediatie van getalbegrip in de relatie tussen het executief functioneren en rekenvaardigheid. Uit de bovenstaande literatuur komt namelijk naar voren dat de executieve functies samenhangen met rekenvaardigheid en dat daarnaast ook getalbegrip samenhangt met rekenvaardigheid (Friso-van den Bos et al., 2013; Dehaene, 2001). Er wordt daarom verwacht dat de executieve functies van invloed zijn op de rekenvaardigheid en dat getalbegrip hierbij een mediërende rol speelt. Dit onderzoek is wetenschappelijk relevant omdat er vrijwel geen onderzoek is gedaan naar deze mediatie. Daarnaast is het effectief om te onderzoeken hoe juist rekenzwakke kinderen effectiever geholpen kunnen worden, omdat juist deze doelgroep problemen ervaart met rekenen. Als blijkt dat executieve functies positief van invloed zijn op rekenvaardigheid en de mate van getalbegrip hierin bijdraagt, kunnen interventies worden aanbevolen die hierop inspelen. Namelijk interventies die executief functioneren en getalbegrip verbeteren voor een betere rekenontwikkeling bij het kind.

Methode

Participanten

De totale steekproef van dit kwantitatieve onderzoek betrof 178 kinderen, waarvan 97 meisjes (54.5%) en 81 jongens (45.5%). De kinderen waren afkomstig van zeven verschillende reguliere basisscholen in Nederland uit de groepen 3 t/m 6. De scholen zijn telefonisch of per e-mail benaderd, dit betrof een gemaksteekproef. Vervolgens hebben deelnemende scholen en ouders een informatiebrief ontvangen met uitleg over het onderzoek. Met toestemming van schooldirectie en ouders door middel van een toestemmingsformulier hebben de kinderen geparticipeerd door het maken van verschillende computertaken.

Om de onderzoeksvragen van het huidig onderzoek te kunnen beantwoorden zijn de kinderen ingedeeld op basis van de vaardigheidsscore op de Cito-toets Rekenen-Wiskunde 2017. Er is gebruik gemaakt van de laagst 40% scorende kinderen in groep 3 t/m 6. Dit zijn kinderen met een z-score van -2.75 t/m -0.24 op de vaardigheidsscore. De onderzoeksgroep

betrof totaal 48 kinderen, waarvan 24 jongens (50%) en 24 meisjes (50%). De kinderen waren in de leeftijd van 6 t/m 10 jaar, de gemiddelde leeftijd in jaren was 7;5 met een standaardafwijking van 14 maanden.

Meetinstrumenten

Voor het huidig onderzoek is getalbegrip gemeten met de testbatterij DANS (Dutch Assessment battery for Number Sense). Deze bestaat uit een symbolische vergelijkingstaak, een non-symbolische vergelijkingstaak en een getallenlijntaak. De betrouwbaarheid en validiteit van de DANS is nog niet onderzocht. Daarnaast werden de volgende executieve functies gemeten: inhibitie, shifting en updating. Tot slot werden de rekenvaardigheden van het kind in kaart gebracht. Hieronder worden de constructen met de bijbehorende meetinstrumenten verder toegelicht.

Symbolisch. De symbolische taak bestond uit 43 items. Er werden steeds twee getallen onder de 100 naast elkaar aangeboden op het computerscherm. Het kind moest het hoogste cijfer aangeven, door op de A (respons voor linkergetal) of de L (respons voor rechtergetal) te drukken op het toetsenbord (Mundy & Gilmore, 2009).

Non-symbolisch. De non-symbolische taak bestond uit 43 items, er werden twee stippen wolken aangeboden van ieder 1 t/m 100 stippen. Het kind moest aangeven welke wolk de meeste stippen bevatte door op de A (respons voor linker wolk) of de L (respons voor rechter wolk) te drukken op het toetsenbord (Leibovich & Henik, 2013). Voor zowel de symbolische als de non-symbolische taak werden eerst oefenitems aangeboden. Door middel van een duimpje omhoog of omlaag op het scherm werd er aangegeven of het kind het juist had gedaan, daarnaast werd er mondelinge feedback gegeven. Na de oefenitems werd alleen mondelinge feedback gegeven, tussen de items door was er sprake van een kort focus moment. Voor zowel symbolisch vergelijken als non-symbolisch vergelijken is accuratesse en de gemiddelde reactietijd in milliseconden gemeten. Voor het huidig onderzoek zijn de scores bepaald aan de hand van de gemiddelde reactietijd in milliseconden. Hiervoor is gekozen omdat de spreiding groter was dan bij accuratesse, wat het onderzoek betrouwbaarder maakt.

Getallenlijn. Bij de getallenlijn moest het kind de positie van een getal aangeven op een getallenlijn, het bestond uit 30 items. Op de getallenlijn stond een 0 en 100 bij de uiteinden weergegeven. Het kind wees de gekozen positie van het getal aan en de testleider sleepte de balk over de getallenlijn naar de aangewezen locatie, welke vervolgens werd opgeslagen (Laski & Siegler, 2007). Voor de taak begon werden twee oefenitems aangeboden. De getalbegrip taken zijn experimentele taken en zijn niet valide of genormeerd.

Er is echter wel onderzoek gedaan naar drie soortgelijke taken, waaruit blijkt dat de betrouwbaarheid voldoende is (Booth & Siegler, 2008; Clarke & Shinn, 2004). Er kan worden aangenomen dat deze gevonden resultaten ook van toepassing zijn op de gebruikte testen in het huidig onderzoek. De score op de taak is bepaald door gebruik te maken van de 'R²; proportie verklaarde variantie', dit geeft aan welk gedeelte van de variantie in de variabele getallenlijn verklaard wordt door de invloed van getalbegrip.

Inhibitie. Inhibitie werd gemeten met de Flanker taak, welke is gebaseerd op Rueda en collega's (2004). Bij deze taak worden er vijf gele vissen naast elkaar weergegeven die naar links of rechts zwemmen. Het kind moet vervolgens de aandacht richten op de middelste vis en aangeven welke kant de vis op zwemt, Z voor links en M voor rechts. Voordat de taak begon werd er geoefend. Er is gekozen voor deze test omdat de betrouwbaarheid van de test goed is. Over de validiteit is echter geen informatie beschikbaar (Rueda et al., 2004).

Shifting. Dit werd gemeten aan de hand van een taak gebaseerd op de Dimensional Change Card Sorting test (DCCS) van Zelazo (2006). Deze taak is geïntegreerd in de Flanker taak. Tijdens de Flanker taak worden er regels op het scherm toegevoegd waardoor het kind moet wisselen tussen oplossingsstrategieën. Op het moment dat op het scherm voer verschijnt, moet het kind op de vissen in het midden reageren, en op het moment dat er gras verschijnt, moet het kind op de flankerende vissen reageren. Er is voor deze test gekozen omdat uit onderzoek van Bialystok & Martin (2004) naar voren komt dat shifting een fundamentele functie is die je nodig hebt bij het oplossen van de DCCS-taak. Voor zowel de scores van inhibitie als shifting is accuratesse en de gemiddelde reactietijd in milliseconden gemeten. Voor het huidig onderzoek zijn de scores bepaald aan de hand van de gemiddelde reactietijd in milliseconden. Hiervoor is gekozen omdat de spreiding groter was dan bij accuratesse, wat het onderzoek betrouwbaarder maakt.

Updating. Verbale updating gemeten met de Word Recall Backwards (Alloway, 2007). Het kind moest hierbij een reeks met woorden in omgekeerde volgorde nazeggen. Er waren zes niveaus, de woordenreeks begon met twee woorden en liep op tot maximaal zeven woorden. Binnen elk niveau werden er zes items aangeboden. Het kind ging door naar een volgend niveau wanneer er vier goede antwoorden werden gegeven binnen één niveau. De taak werd afgebroken wanneer het kind drie fouten antwoorden gaf binnen één niveau. Voor deze test is gekozen omdat de betrouwbaarheid voldoende is en de validiteit goed is op een vergelijkbare taak (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliott, 2008). De score op de taak is uiteindelijk bepaald door accuratesse, hiervoor is gekozen omdat er op deze taak geen gemiddelde reactietijd is gemeten.

Rekenvaardigheden. Het Centraal Instituut voor Toetsontwikkeling (Cito, 2014) heeft een betrouwbaar instrument ontwikkeld om de rekenvaardigheden van een kind te meten, namelijk de Cito-toets Rekenen-Wiskunde. Om rekenvaardigheden in kaart te brengen is daarom gebruik gemaakt van de gestandaardiseerde vaardigheidsscore op de Cito-toets Rekenen-Wiskunde januari/februari 2017. De resultaten zijn vanuit het computerprogramma Leerling Ontwikkel Volg Systeem ([LOVS]; Cito, 2014) bij de basisscholen opgevraagd.

Databewerkingen

Voor het huidig onderzoek zijn een aantal databewerkingen uitgevoerd. De data wat betreft de composietvariabele getalbegrip is tot stand gekomen door de scores van symbolisch vergelijken, non-symbolisch vergelijken en getallenlijntaak te standaardiseren. De scores van non-symbolisch en symbolisch vergelijken zijn hiervoor eerst gespiegeld. Op deze manier geeft een hoge score bij alle drie de taken een beter getalbegrip weer. Vervolgens zijn de scores van de drie taken opgeteld en is er een totaalscore van het getalbegrip tot stand gekomen. De data wat betreft de composietvariabele executief functioneren is tot stand gekomen door de scores van inhibitie, shifting en updating te standaardiseren. De scores van shifting en inhibitie zijn hiervoor eerst gespiegeld. Op deze manier geeft een hoge score bij de drie taken een beter executief functioneren weer. Vervolgens zijn de scores van de drie taken opgeteld en is er een totaalscore van het executief functioneren tot stand gekomen. Om aan te tonen dat er één factor gemeten kan worden met alle drie de taken van zowel getalbegrip als het executief functioneren is er gebruik gemaakt van factoranalyse. Analyses worden gedaan met behulp (partiele en bivariate) correlaties en mediatie analyse. Hierbij werd gecontroleerd voor leeftijd.

Procedure

Het huidig onderzoek maakte deel uit van een grotere studie, waarin naast de bovengenoemde meetinstrumenten nog een aantal andere instrumenten zijn afgenomen. De instrumenten werden afgenomen tijdens twee sessies. Tijdens de eerste sessie werd voor het huidig onderzoek in groep 3 en 4 de Flanker taak (Rueda et al., 2004) en de DANS testbatterij afgenomen. Daarnaast werd de subtest 'Woordenschat' van de Wechsler Intelligence Scale for Children-III ([WISC-III-NL] Wechsler, 1992; Nederlandse bewerking: Kort et al., 2005) afgenomen, de resultaten hiervan werden echter alleen meegenomen voor het grootschalig onderzoek. Tijdens de tweede sessie werd de Word Recall Backwards afgenomen voor het huidig onderzoek. Daarnaast werden de CNST, Odd one out, de subtest 'Begrijpen' van de

WISC-III-NL (Wechsler, 1992; Nederlandse bewerking: Kort et al., 2005) en een benoemtaak (alleen groep 3) afgenomen. Deze resultaten werden alleen meegenomen voor het grootschalig onderzoek. Voor groep 5 en 6 werd tijdens de eerste sessie de DANS testbatterij afgenomen en tijdens de tweede sessie de Flanker taak en de Word Recall Backwards. Daarnaast werd de Odd one out, de CNST en de Creatieve rekentaak afgenomen. Ook deze resultaten werden niet meegenomen in het huidig onderzoek. De afname volgorde van de taken was afhankelijk van de belastbaarheid van het kind en het leerjaar. De testen zijn afgenomen in een één-op-één situatie, de twee sessies duurde allebei ongeveer 30 minuten. De tweede sessie vond plaats op een andere dag, tijdens de sessies werd er geen gebruik gemaakt van pauzes. Het onderzoek is afgenomen in een prikkelarme testruimte om afleiding zo veel mogelijk te voorkomen. Alle taken zijn afgenomen op een laptop met behulp van het programma E-prime (Schneider, Eschman, & Zuccolotto, 2002). De testleider heeft de taken geoefend en afgenomen via een protocol. Tijdens het afnemen van de oefenitems bij de taken werd er mondeling feedback gegeven aan het kind zoals *“Goed zo!”* wanneer het antwoord juist was en *“Niet erg. Volgende keer beter”* wanneer het antwoord fout was. Na de oefenitems werd het kind regelmatig aangemoedigd door het geven van algemene positieve feedback zoals *“Je hebt je best gedaan! Nog twee rondes te gaan”*.

Resultaten

Samenhang Getalbegrip en Executief Functioneren

Er zijn twee onafhankelijke variabelen, dit zijn getalbegrip ($M = .0$, $SD = 2.29$) en het executief functioneren ($M = -.04$, $SD = 1.83$). Het getalbegrip is tot stand gekomen door middel van drie afzonderlijke taken, de volgende vaardigheden zijn gemeten: non-symbolisch vergelijken ($M = 27.46$, $SD = 3.71$), symbolisch vergelijken ($M = 29.90$, $SD = 3.26$) en positie op een getallenlijn ($M = .83$, $SD = .18$). Ook het executief functioneren van de participanten is tot stand gekomen door middel van drie afzonderlijke taken, de volgende functies zijn gemeten: inhibitie ($M = 34.79$, $SD = 1.34$), shifting ($M = 14.79$, $SD = 3.49$) en updating ($M = 7.15$, $SD = 2.43$). Uit de factoranalyse is gebleken dat zowel voor getalbegrip als het executief functioneren het model met één factor een eigenwaarde betrof groter dan 1 (1.79), elk model met meerde factoren had een eigenwaarde kleiner dan 1. Hierdoor konden de drie taken van getalbegrip samen worden gevoegd voor het meten van één maat van getalbegrip. Ditzelfde geldt voor het executief functioneren.

Uit de bivariate correlatieanalyses is gebleken dat de composiet variabele getalbegrip significant positief samenhangt met alle drie de executieve functies en met de composiet

variabele executief functioneren (zie tabel 1). De samenhang tussen getalbegrip en updating is laag te noemen. De samenhang tussen getalbegrip en inhibitie/shifting is hoog te noemen. Wanneer we de getalbegrip vaardigheden apart bekijken, blijkt dat ze allen significant positief correleren met getalbegrip en de executieve functies. De enige uitzondering is dat er geen correlatie wordt gevonden tussen non-symbolisch vergelijken en updating. Verder is uit de partiële correlatiesanalyses gebleken dat na correctie voor leeftijd de composiet variabele getalbegrip en de getalbegrip vaardigheden apart niet tot redelijk samenhangen met alle drie de executieve functies en met de composiet variabele executief functioneren. Deze relaties zijn echter niet meer significant (zie tabel 1).

Tabel 1

Correlaties Tussen Getalbegrip, Executief Functioneren en Rekenvaardigheid

Variabele	GB	NSV	SV	GL	EF	Inhibitie	Shifting	Updating	RV
GB	-	.68*	.89*	.73*	.77*	.75*	.70*	.42*	.58*
NSV	.65	-	.47*	.10	.46*	.41*	.52*	.21	.17
SV	.83	.39	-	.57*	.70*	.69*	.69*	.34**	.61*
GL	.63	-.05	.39	-	.58*	.63*	.39*	.41*	.55*
EF	.64	.43	.53	.40	-	.85*	.86*	.75*	.57*
Inhibitie	.65	.36	.53	.49	.77	-	.69*	.41*	.48*
Shifting	.57	.49	.55	.17	.80	.55	-	.43*	.47*
Updating	.25	.13	.14	.26	.69	.23	.28	-	.47*
RV	.25	-.11	.33	.33	.26	.14	.15	.29	-

Noot. Boven het diagonaal worden de bivariaten correlaties weergegeven, onder het diagonaal worden de partiële correlaties weergegeven waarbij gecontroleerd voor leeftijd. GB= getalbegrip; NSV = non-symbolisch vergelijken; SV= symbolisch vergelijken; GL= getallenlijn; EF= executief functioneren; RV= rekenvaardigheid. * $p < .05$, tweezijdig. ** $p < .01$, tweezijdig

Samenhang Getalbegrip en Rekenvaardigheid

De afhankelijke variabele is het rekenvaardigheidsniveau. De score op de (derde generatie) Cito reken-wiskunde toets bepaalt de vaardigheidsscore van de leerling ($M=154.27$, $SD=43.56$).

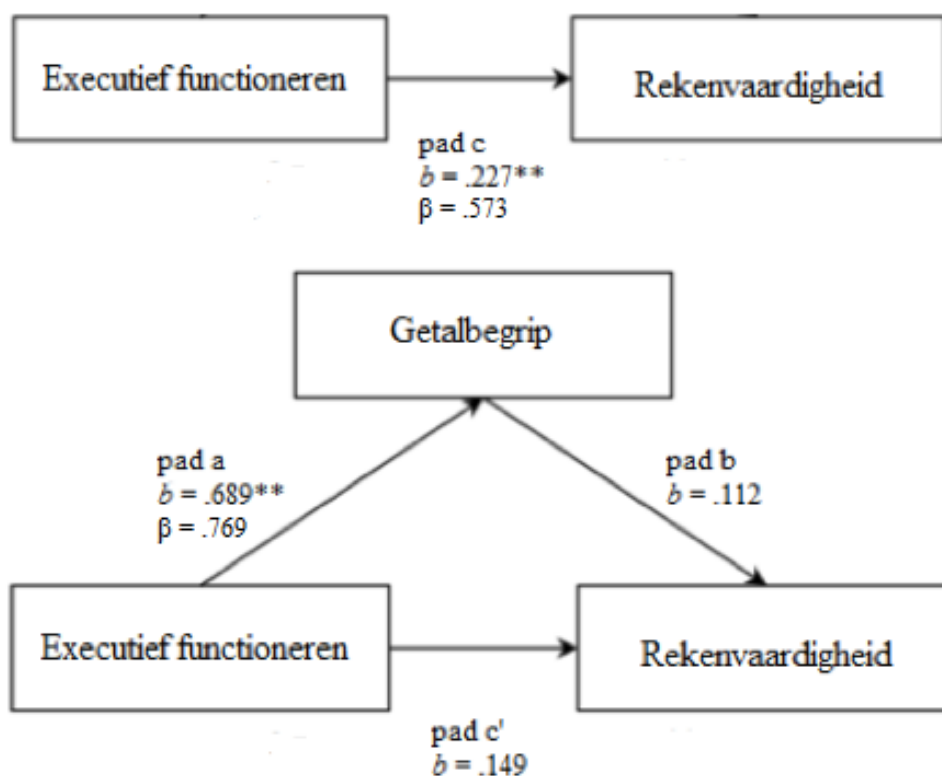
Uit de bivariate correlatieanalyse is gebleken dat getalbegrip significant positief samenhangt met rekenvaardigheid ($r_s = .58$, $p = < .01$). Het betreft een middelmatige samenhang. Zowel symbolisch vergelijken als de positie op een getallenlijn correleren positief met het rekenvaardigheidsniveau van de leerling, deze correlaties zijn middelmatig te noemen. Non-symbolisch vergelijken correleert niet significant met rekenvaardigheid. Verder

is uit de partiële correlatieanalyses gebleken dat na correctie voor leeftijd de composietvariabele getalbegrip niet meer significant samenhangt met rekenvaardigheid. Er is nauwelijks sprake van een verband (zie tabel 1).

Samenhang tussen Executief Functioneren en Rekenvaardigheid; de mediërende rol van Getalbegrip

Er zijn een viertal voorwaarden om te spreken van mediatie. Er moet ten eerste een significant effect zijn van het executief functioneren op rekenvaardigheid, in afwezigheid van getalbegrip. Ten tweede moet er sprake zijn van een significant effect van het executief functioneren op getalbegrip. Ten derde moet getalbegrip een significant hebben op rekenvaardigheden en moet het effect tussen het executief functioneren en rekenvaardigheid afnemen wanneer getalbegrip als mediator wordt toegevoegd.

Uit de mediatieanalyse, berekend met de PROCESS-tool van Hayes (2013) blijkt dat er aan de eerste voorwaarde is voldaan. Uit de analyse blijkt namelijk dat er een significant direct effect aanwezig is tussen executief functioneren en rekenvaardigheid, zonder getalbegrip als mediator. Zie figuur 1 pad c; de regressiecoëfficiënt is positief ($b = .23$, $t(45) = 4.69$, $p < .01$). Het executief functioneren is een significante voorspeller voor de mate van rekenvaardigheid. Ook aan de twee voorwaarde is voldaan. Uit de analyse blijkt namelijk dat er een significant effect aanwezig is tussen executief functioneren en getalbegrip. Zie pad a; de regressiecoëfficiënt is positief ($b = .69$, $t(45) = 8.06$, $p < .01$). Het executief functioneren is een significante voorspeller voor de mate van getalbegrip. Ten derde heeft getalbegrip geen significant effect op de mate van rekenvaardigheid, zie pad b ($b = .11$, $t(44) = 1.34$, $p = 0.19$). Wanneer de mediatie vervolgens wordt uitgevoerd blijkt er geen indirect effect te zijn van getalbegrip (mediator) op de relatie tussen het executief functioneren en het rekenvaardigheidsniveau van het kind, zie pad c' ; de regressiecoëfficiënt is niet significant ($b = .15$, $t(44) = 1.99$, $p > .05$). De afname van het directe naar het indirecte effect is .07, maar is niet significant. Er wordt dus geen mediërende rol van getalbegrip gevonden in de samenhang tussen executief functioneren en rekenvaardigheid, maar alleen een significant direct effect. De Beta's (β) van de significante relaties worden weergegeven in figuur 1. Wanneer gecontroleerd wordt voor leeftijd wordt ook geen mediatie gevonden van getalbegrip. Daarnaast blijkt er nog wel een direct verband tussen executief functioneren en rekenvaardigheid, deze is echter niet meer significant ($b = .10$, $t(44) = 1.78$, $p > .05$).



Figuur 1 Grafische weergave resultaten mediatie analyse (direct en indirect effect)

$**p < .01$

Discussie en Conclusie

Het doel van dit onderzoek was meervoudig. Ten eerste is de samenhang onderzocht tussen de executieve functies en getalbegrip. Ten tweede is onderzocht of de mate van getalbegrip samenhangt met rekenvaardigheid. Tot slot is de mediatie van getalbegrip in de relatie tussen het executief functioneren en rekenvaardigheid onderzocht. Gebleken is dat alle drie de executieve functies significant positief samenhangen met getalbegrip. Dit betekent dat wanneer een kind impulsen kan onderdrukken, informatie kan verwerken en vervangen of kan wisselen tussen oplossingsstrategieën, het kind hoger scoort op getalbegrip. Dit komt overeen met bevindingen vanuit de literatuur waaruit blijkt dat executieve functies belangrijk zijn voor de ontwikkeling van getalbegrip, met name inhibitie, shifting en updating (Kroesbergen et al., 2009; Bull et al., 2008; Clark et al., 2010). Daarnaast blijkt dat getalbegrip significant en positief samenhangt met het rekenvaardigheidsniveau. Dit geeft aan dat wanneer een kind getallen begrijpt en de waarde ervan weet in te schatten, het kind een hoger rekenvaardigheidsniveau bezit. Vanuit verschillende onderzoeken wordt dit beeld bevestigd,

namelijk dat een goed ontwikkeld getalbegrip belangrijk is voor het ontwikkelen van rekenvaardigheden (Aunio & Niemivirta 2010; Jordan et al., 2010; Kolkman et al., 2013). Wanneer gecontroleerd wordt voor leeftijd blijken bovenstaande relaties tussen executief functioneren en getalbegrip redelijk samen te hangen, maar niet meer significant. Verder blijkt er nauwelijks nog een verband te zijn tussen getalbegrip en rekenvaardigheid. Tot slot blijkt geen sprake te zijn van mediatie van getalbegrip in de samenhang tussen executieve functies en rekenvaardigheid. Zoals hierboven beschreven komt uit het huidig onderzoek en de literatuur naar voren dat de executieve functies samenhangen met rekenvaardigheid en dat daarnaast ook getalbegrip samenhangt met rekenvaardigheid (Friso-van den Bos et al., 2013; Carlson, 2005; Dehaene, 2001). De mediërende rol van getalbegrip in de relatie tussen executieve functies en rekenvaardigheid werd daarom wel verwacht. Er blijkt echter alleen sprake te zijn van een significant direct verband tussen executief functioneren en rekenvaardigheid. Ook deze relatie is zeer laag en niet meer significant na correctie op leeftijd.

Het huidige onderzoek kent drie kritische noten. Ten eerste is dit de invloed van leeftijd in de relatie tussen executief functioneren, getalbegrip en rekenvaardigheid. Uit verschillende onderzoeken komt naar voren dat executieve functies, getalbegrip en rekenvaardigheden zich ontwikkelen naarmate kinderen ouder worden. Op oudere leeftijd gaan executieve functies zich meer onderscheiden en worden rekenopgaven complexer (Bull & Lee, 2014; Siegler & Booth, 2004; Bull et al., 2011). Dit kan ervoor hebben gezorgd dat er na correctie voor leeftijd geen significante relaties zijn gevonden in het huidig onderzoek.

Een tweede kritische noot is dat de executieve functies mogelijk het ‘task impurity’ (taakonzuiverheid) probleem bevatten (Van der Sluis, De Jong, & Van der Leij, 2007). Dit betekent dat taken de executieve functies niet direct kunnen meten omdat er ook een beroep wordt gedaan op andere cognitieve componenten zoals visuele verwerking (Huizinga, 2007). Dit kan mogelijk een rol hebben gespeeld in het huidig onderzoek tijdens het afnemen van de computertaken. Daarnaast meten de taken meerdere executieve functies tegelijk, een lage score op een bepaalde executieve functie hoeft hierdoor niet gelijk te duiden op een verminderend executief functioneren. Voor vervolgonderzoek wordt geadviseerd om meer rekening te houden met het ‘taakonzuiverheid’ probleem. Door correctie op leeftijd zoals hierboven beschreven en andere mogelijk beïnvloedbare factoren, kunnen executieve functies mogelijk betrouwbaarder gemeten worden.

Ten derde is dit de generaliseerbaarheid van dit onderzoek. Het aantal participanten ($N= 48$) in de onderzoeksgroep is klein. De totale steekproef ($N= 178$) is aselekt geworven en

hieruit is een selectie gemaakt van de laagste 40% scorende kinderen op de Cito-toets Rekenen-Wiskunde. Door deze selectie bleven er relatief weinig participanten over in de onderzoeksgroep. Voor de generaliseerbaarheid van het huidig onderzoek zullen de resultaten daarom zeer voorzichtig moeten worden geïnterpreteerd. Voor vervolgonderzoek zou geadviseerd kunnen worden om bij voorbaat meer te selecteren op kinderen met een lage rekenscore en daarnaast een grotere steekproef te werven.

Ondanks de tekortkomingen is dit onderzoek van toegevoegde waarde geweest. Er is meer inzicht verkregen in de rol die executieve functies spelen in getalbegrip bij kinderen met rekenvaardigheidsproblemen, executieve functies spelen namelijk een zeer belangrijke rol bij deze doelgroep. Belangrijk is hierbij om rekening te houden met de leeftijdsfase van het kind. Uit onderzoek van Booth & Siegler (2008) blijkt dat het verbeteren van non-symbolische en symbolisch vaardigheden het vermogen vergroot om nieuwe rekenvaardigheden te leren. Voor het onderwijs, is het van belang om deze vaardigheden bij kinderen in een vroeg stadium aan te leren of te verbeteren. Om het getalbegrip te verbeteren is het daarnaast belangrijk om executieve functies vroegtijdig te verbeteren bij rekenzwakke kinderen. Zo heeft een kind met rekenproblemen moeite met impulsen onderdrukken, zoals het negeren van geluiden of irrelevante informatie uit de omgeving tijdens het maken van verhaaltjessommen (Kolkman et al., 2013; Friso-van den Bos, 2013). Een praktisch advies is om het kind in een rustige omgeving te plaatsen, zoals een apart plekje in de klas waardoor overbodige prikkels worden weggenomen. Verder wordt updating, zoals onthouden hoeveel objecten er zijn geteld of tussenoplossingen, gezien als belangrijkste voorspeller bij het rekenen (Carlson, 2005; Kolkman et al., 2013). Een professional zou hierop in kunnen spelen door bij kinderen met rekenproblemen de instructie te herhalen voordat zij zelfstandig gaan werken en de opgaves veel te oefenen.

Referentielijst

- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. London: Hartcourt 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
- Aunio, P., & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences, 20*, 427-435. doi:10.1016/j.lindif.2010.06.003
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders, 36*, 189-208. doi:10.1016/S0021-9924(03)00019-4
- Bialystok, E., & Martin, M. M. (2004). Attention and inhibition in bilingual children: evidence from the dimensional change card sort task. *Developmental Science, 7*, 325-339. doi:10.1111/j.1467-7687.2004.00351.x
- 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
- Brock, L. L., Rimm-Kaufmann, S. E., Nathanson, L., & Grimm, K. J. (2009). The contributions of 'hot' and 'cool' executive function to children's academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly, 24*, 337-349. doi:10.1016/j.ecresq.2009.06.001
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in pre-schoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology, 33*, 205-228. doi:10.1080/87565640801982312
- Bull R., Espy, K. A., Wiebe, S. A., Sheffield, T. D., & Nelson, J. M. (2011). Using confirmatory factor analyses to understand executive control in preschool children: Sources of variation in emergent mathematic achievement. *Developmental Science, 14*, 679-692. doi:10.1111/j.1467-7687.2010.01012.x
- Bull, R., & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives, 8*, 36-41. doi:10.1111/cdep.12059
- Butterworth, B., Sashank, V., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science, 332*, 1049-1053. doi:10.1126/science.1201536

- Cito. (2014). *Computer programma LOVS*. Geraadpleegd op 14 juni 2017, van: http://www.cito.nl/onderwijs/primair%20onderwijs/cito_volgsysteem_po/cito_volgsysteem_po_achtergrondinfo/computerprogramma_lovs
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally Sensitive Measures of Executive Function in Preschool Children. *Developmental Neuropsychology*, 28, 595-616. doi:10.1207/s15326942dn2802_3
- Censabella, S., & Noël, M. P. (2008). The inhibition capacities of children with mathematical disabilities. *Child Neuropsychology*, 14, 1-2. doi:10.1080/09297040601052318
- Clark, C. A. C., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool executive functioning in abilities predict early mathematics achievement. *Developmental Psychology*, 46, 1176-1191. doi:10.1037/a0019672
- Clarke, B., & Shinn, M. (2004). A preliminary investigation into the identification and development of early mathematics curriculum-based measurement. *School Psychology Review*, 33, 234-248. Verkregen van: https://www.researchgate.net/publication/262006279_A_Preliminary_Investigation_Into_the_Identification_and_Development_of_Early_Mathematics_Curriculum-Based_Measurement
- Dehaene, S. (2001). Précis of “the number sense”. *Mind and Language*, 16, 16-36. doi:10.1111/1468-0017.00154
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition*, 1, 83-120.
- Espy, K., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Meade Stalets, M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26, 465-486. doi:10.1207/s15326942dn2601_6
- Friso-van den Bos, I., van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., van Luit, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 10, 29-44. doi:10.1016/j.edurev.2013.05.003
- Friso - van den Bos, I. (2013). Het verband tussen executieve functies en getalbegrip bij basisschoolkinderen: Een meta-analyse. *Orthopedagogiek: Onderzoek en Praktijk*, 52, 295-308.
- Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: a 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, 47, 1539–1552. doi:10.1037/a0025510
- Hayes, A.F. (2013). An introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach. New York: Guilford Press.

- Holmes, J., & Adams, J.W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology, 26*, 339-366. doi:10.1080/01443410500341056
- Huizinga, M. (2007). De ontwikkeling van executieve functies tussen kindertijd en jongvolwassenheid. *Neuropsychologie, 11*, 69-76. doi:10.1007/BF03079129
- 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
- Kolkman, M. E., Kroesbergen, E. H., & Leseman, P. P. M. (2013). Early numerical development and the role of non-symbolic and symbolic skills. *Learning and Instruction, 25*, 95-103. doi:10.1016/j.learninstruc.2012.12.001
- Kort, W., Schittekatte, M., Dekker, P. H., Verhaeghe, P., Compaan, E. L., Bosmans, M., & Vermeir, G. (2005). *WISC-III NL Wechsler Intelligence Scale for Children. Derde Editie NL. Handleiding en Verantwoording*. Amsterdam: Harcourt Test Publishers/Nederlands Instituut voor Psychologen.
- 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
- Kucian, K., Ashkenazi, S. S., Hänggi, J., Rotzer, S., Jäncke, L., Martin, E., & Von Aster, A. (2014). Developmental dyscalculia: A disconnection syndrome? *Brain Structure and Function, 219*, 1721-1733. doi:10.1007/s00429-013-0597-4
- Laski, E. 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
- Leibovich, T., & Henik, A. (2013). Magnitude processing in non-symbolic stimuli. *Frontiers in Psychology, 4*, 1-6. doi:10.3389/fpsyg.2013.00375
- 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/cogp.1999.0734
- Mundy, E., & Gilmore, C. K. (2009). Children's mapping between symbolic and nonsymbolic

- representations of numbers. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*, 490-502.
doi:10.1016/j.jecp.2009.02.003
- Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development*, *22*, 165-184. doi:10.1016/j.cogdev.2006.09.001
- Pearson Benelux B.V. (2017). *Cogmed werkgeheugentraining*. Geraadpleegd 10 juni 2017, via: <https://www.cogmed.nl/>
- 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
- Saracho, O., N., & Spodek, B. (2008). Educating the young mathematician: The twentieth century and beyond. *Early Childhood Education Journal*, *4*, 305-312.
doi:10.1007/s10643-008-0293-9
- Schmithorst, V. J., & Brown, R. D. (2004). Empirical validation of the triple-code model of numerical processing for complex math operations using functional MRI and Group Independent Component Analysis of the mental addition and subtraction of fractions. *NeuroImage*, *22*, 1414-1420. doi:10.1016/j.neuroimage.2004.03.021
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). E-prime, Version 1.1. Pittsburgh, PA: Psychology Software Tools.
- Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child Development*, *2*, 428-444. doi: 10.1111/j.1467-8624.2004.00684.x
- 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. (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 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
- Wicks-Nelson, R., & Israel, A. C. (2015). *Abnormal Child and Adolescent Psychology, DSM-5 Update* (8th ed.). New York, USA: Pearson Education.
- 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