

Selectieve aandacht, werkgeheugen en vroege rekenvaardigheden bij peuters (3;7 jaar)

Masterthesis

Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Naam: I. Eerden

Studentnummer:3781712

Begeleiders: J. E. van 't Noordende, MSc.

Tweede Beoordelaar: dr. W. Schot

Datum: 09-06-2016

Voorwoord

Voor u ligt de masterthesis: ‘Selectieve aandacht, werkgeheugen en vroege rekenvaardigheden bij peuters (3;7)’. Deze thesis is een onderdeel van de master Pedagogische Wetenschappen, masterprogramma Orthopedagogiek. Met plezier heb ik meegewerkt aan dit longitudinale onderzoek. Tijdens dit onderzoek heb ik veel geleerd waarvan het meest belangrijke is dat het ook leuk kan zijn om onderzoek te doen. Ik heb genoten van de testafnames met deze jonge kinderen. Soms was het een uitdaging om met ze te werken, maar het was vooral leuk en leerzaam. Ook het zien van de relatie tussen ouder en kind, en de verschillende manieren van omgang hebben mij veel inzichten gegeven.

Graag wil ik Jaccoline van 't Noordende bedanken voor haar begeleiding en hulp. Bedankt voor de vele en nuttige feedback. Je hebt me steeds uitgedaagd zelf oplossingen te zoeken en mijn thesis naar een hoger niveau te tillen. Bovendien bedankt voor het vertrouwen in mij wat betreft statistiek en SPSS. Daarnaast wil ik mijn zus Annet en haar vriend Roel bedanken voor het sparren over de materie en voor de feedback op mijn thesisonderdelen. Tot slot dank ik mijn vriend Oncko voor zijn steun, voor het helpen relativeren en voor het bieden van ontspanning wanneer ik het nodig had.

Abstract

Introduction: Selective attention and working memory are strongly related to (early) math skills. Besides, it is stated that selective attention is the key mechanism which ensures that working memory works efficiently. This research examines if selective attention mediates the relation between working memory and early math skills. **Method:** The research group consists of 100 children of 3;7 years of age. Selective attention is tested with a visual search task. Visual spatial working memory is tested with a dot matrix and verbal working memory with a word recall task, both from the AWMA program. Within this research early math skills are tested with a comparison, and a counting task. **Results:** The relation between working memory and early math skills is not mediated by selective attention. There are no significant relations found except for the relation between visual-spatial selective attention and visual-spatial working memory and the relation between verbal working memory and comparing. **Discussion:** Visual-spatial selective attention and visual-spatial working memory are related which indicates that toddlers with working memory problems can also profit from visual-spatial selective attention training. Toddlers with a better selective attention or visual-spatial working memory do not necessarily perform better at counting or comparing. For comparing, not for counting, they do benefit from a better functioning verbal working memory. These results contradict findings from other research which suggests that findings between different age groups are not to be generalized to other age groups.

Keywords: selective attention, working memory, early math skills, toddlers

Samenvatting

Inleiding: Selectieve aandacht en werkgeheugen zijn sterk gerelateerd aan (vroeg) rekenvaardigheden. Gesteld wordt dat selectieve aandacht ervoor zorgt dat het werkgeheugen goed kan functioneren. In dit onderzoek wordt onderzocht of selectieve aandacht de relatie tussen werkgeheugen en vroeg rekenvaardigheden medieert. **Methode:** In totaal hebben 100 kinderen van 3;7 jaar oud deelgenomen aan het onderzoek. Selectieve aandacht is onderzocht door middel van een visueel search task. Visueel-ruimtelijk werkgeheugen wordt gemeten met een dot matrix en verbaal werkgeheugen met een woord recall taak, beiden uit het AWMA programma. Vroeg rekenvaardigheden zijn binnen dit onderzoek onderzocht met een comparison taak en een teltaak. **Resultaten:** De relatie tussen werkgeheugen en vroeg rekenvaardigheden wordt niet gemedieerd door selectieve aandacht. Er zijn geen significante relaties gevonden, behalve de relatie tussen visueel-ruimtelijke selectieve aandacht en visueel-ruimtelijk werkgeheugen en de relatie tussen verbaal werkgeheugen en de vroeg rekenvaardigheid hoeveelheden vergelijken. **Discussie:** Visueel-ruimtelijke selectieve aandacht en visueel-ruimtelijk werkgeheugen zijn aan elkaar gerelateerd wat betekent dat peuters met werkgeheugentekorten kunnen profiteren van interventies gericht op visueel-ruimtelijke selectieve aandacht. Peuters met een betere visueel-ruimtelijke selectieve aandacht en visueel-ruimtelijk werkgeheugen presteren niet per definitie beter op de vroeg rekenvaardigheden. Wel profiteren peuters voor hoeveelheden vergelijken, niet voor tellen, van een beter functionerend verbaal werkgeheugen. De resultaten spreken sommige bevindingen uit eerder onderzoek tegen wat erop duidt dat bevindingen tussen verschillende leeftijdsgroepen niet altijd gegeneraliseerd kunnen worden naar andere leeftijden.

Kernwoorden: selectieve aandacht, werkgeheugen, vroeg rekenvaardigheden, peuters

SELECTIEVE AANDACHT, WERKGEHEUGEN EN VROEGE REKENVAARDIGHEDEN

Selectieve aandacht, werkgeheugen en vroege rekenvaardigheden bij peuters (3;7 jaar)

Het eigen maken van rekenvaardigheden is van groot belang voor het schoolsucces en om deel te kunnen nemen aan activiteiten in de maatschappij (Passolunghi, Lanfranchi, Altoè, & Sollazzo, 2015). Met name de vroege rekenvaardigheden zijn belangrijk. Deze vroege vaardigheden vormen de basis voor rekenen en wiskunde (Aunio, Hautamäki, & Van Luit, 2005), en zijn gerelateerd aan betere rekenvaardigheden op latere leeftijd (Cleassens & Engel, 2013). Omdat vroege rekenvaardigheden de basis vormen voor het verder leren rekenen, is het belangrijk onderzoek te doen naar deze vaardigheden en naar de processen die daarbij betrokken zijn. Meer kennis hierover kan helpen bij het ontwikkelen van preventies en interventies voor rekenproblemen.

De prevalentie van dyscalculie, een stoornis die gekenmerkt wordt door problemen met rekenen, onder kinderen in de schoolleeftijd is 6,5% (Gross-Tsur, Manor, & Shaley, 1996; Hein, Bzufka, & Neumärker, 2000). Door onderzoek te doen naar kinderen met rekenproblemen kan de ontwikkeling van rekenvaardigheden in kaart gebracht worden. Hieruit blijkt dat de ontwikkeling van rekenvaardigheden beïnvloed wordt door het functioneren van het werkgeheugen (Kroesbergen & Van Dijk, 2015; Wilson, Andrewes, Struthers, Rowe, Bogdanovic, & Waldie, 2015). Naast het werkgeheugen blijkt ook selectieve aandacht een belangrijke voorspeller voor het rekenniveau van kinderen (Stevens & Bavelier, 2012). Werkgeheugen en selectieve aandacht lijken niet alleen vroege rekenvaardigheden te beïnvloeden, ze lijken ook sterk aan elkaar gerelateerd te zijn. Gesteld wordt dat een goede selectieve aandacht cruciaal is voor het goed functioneren van het werkgeheugen (Conway & Engle, 1994; Cowan & Morey, 2006). Selectieve aandacht zou daarmee ook indirect, via het werkgeheugen, rekenvaardigheden kunnen beïnvloeden. In dat geval is er sprake van mediatie. Het huidige onderzoek richt zich op de factoren selectieve aandacht, werkgeheugen en vroege rekenvaardigheden en onderzoekt of selectieve aandacht de relatie tussen werkgeheugen en vroege rekenvaardigheden medieert.

Vroege rekenvaardigheden. Aunio en collega's (2005) stellen dat de vroege vaardigheden 'hoeveelheden vergelijken' en 'tellen' ten grondslag liggen aan het ontwikkelen van rekenvaardigheden. Hoeveelheden vergelijken kan gedefinieerd worden als onderscheid maken tussen verschillende hoeveelheden en deze verschillen kunnen benoemen. Bijvoorbeeld meer-minder of groter-kleiner (Griffin, 2009). Kinderen jonger dan 2 jaar oud blijken al onderscheid te kunnen maken tussen verschillende kleine hoeveelheden van drie tot

SELECTIEVE AANDACHT, WERKGEHEUGEN EN VROEGE REKENVAARDIGHEDEN

vier items (Antell & Keating, 1983). Rousselle, Palmers en Noël (2004) tonen aan dat peuters van 3 jaar oud onderscheid kunnen maken tussen grotere hoeveelheden.

De tweede vroege vaardigheid betreft het tellen van kleine hoeveelheden. Het gaat hierbij om het tellen van objecten door ze één voor één aan te wijzen en hierbij de telrij op te zeggen (Griffin, 2009). Kinderen ontwikkelen de telvaardigheid gemiddeld tussen de 2 en 4 jaar oud (Rousselle et al., 2004). Op twee- tot driejarige leeftijd kunnen kinderen vaak al de telrij opzeggen. Het lukt ze echter niet altijd om het juiste aantal objecten passend bij het getalwoord te vinden (Kolkman, 2013). Vanaf gemiddeld 4 jaar oud kunnen kinderen tellen door objecten stuk voor stuk aan te wijzen (Griffin, 2009).

Dat jonge kinderen slechts deze twee vroege rekenvaardigheden beheersen kan verklaard worden vanuit de *central conceptual structure theory* (CCST). Deze theorie is gebaseerd op de theorie van Piaget die stelt dat ontwikkeling in fasen gebeurt (Griffin, 2009). In elke fase ontwikkelt zich een set van intellectuele structuren in de hersenen. Deze structuren zijn verbindingen in de hersenen die het leren van vaardigheden mogelijk maken. Bij verschillende leeftijdsfasen horen andere intellectuele structuren. Op vierjarige leeftijd beschikken kinderen over twee structuren, één voor hoeveelheden vergelijken en één voor tellen (Griffin, 2004; Griffin, 2009). Een belangrijke kanttekening die hierbij geplaatst wordt is dat de reeds genoemde leeftijden gemiddeld zijn wat betekent dat er ook kinderen zijn die deze vaardigheden eerder dan wel later beheersen dan anderen. Deze onderlinge verschillen kunnen verklaard worden door selectieve aandacht (Stevens & Bavelier, 2012).

Selectieve aandacht. Aandacht blijkt een belangrijke component voor het ontwikkelen van vroege rekenvaardigheden. Aandacht wordt gezien als het onderliggende en cruciale mechanisme om te kunnen leren (Steele, Cornish, Karmiloff-Smith, & Scerif, 2012). Onderzoek naar kinderen met *Attention Deficit/Hyperactivity Disorder* (Aandachttekortstoornis met hyperactiviteit [ADHD]) toont aan dat problemen met aandacht zorgen voor problemen op school. Er bestaat een negatieve relatie tussen kinderen met het overwegend onoplettende type van ADHD en rekenvaardigheden (Tosto, Momi, Asherson, & Malki, 2015). Bij dit type van ADHD is sprake van aandachtsproblemen. Ook Fuchs en collega's (2006) tonen aan dat er een significante relatie bestaat tussen aandacht en rekenvaardigheden waarbij aandacht een voorspeller is voor het prestatieniveau op rekenvaardigheden bij kinderen van 6 tot 8 jaar oud.

In verschillende onderzoeken komen diverse componenten van aandacht naar voren. Met name selectieve aandacht blijkt een positieve invloed te hebben op schoolprestaties (Steele et al., 2012), meer specifiek voor geletterdheid, taalverwerking en rekenvaardigheden

SELECTIEVE AANDACHT, WERKGEHEUGEN EN VROEGE REKENVAARDIGHEDEN

(Stevens & Bavelier, 2012). Selectieve aandacht zorgt er voor dat iemand in staat is zich te focussen op specifieke stimuli en tegelijkertijd de irrelevante stimuli te negeren (Steele et al., 2012), waardoor informatie beter en meer automatisch verwerkt kan worden tijdens het uitvoeren van taken. Dit geldt ook specifiek voor rekenvaardigheden. Een betere selectieve aandacht helpt kinderen ‘*numerical knowledge*’ (numerieke kennis) te ontwikkelen. Deze numerieke kennis en vaardigheden stellen kinderen in staat om numerieke hoeveelheden te begrijpen en om bewerkingen hiermee uit te voeren (Commodari & Di Blasi, 2014). Met name visueel-ruimtelijke selectieve aandacht blijkt belangrijk bij het ontwikkelen van vroege rekenvaardigheden (Steele et al., 2012). Zo voorspelt visueel-ruimtelijke selectieve aandacht op driejarige leeftijd het rekenniveau van deze kinderen op vierjarige leeftijd. Dat juist visueel-ruimtelijke selectieve aandacht belangrijk is, kan verklaard worden door het feit dat kinderen getallen van nature op een visuele manier voorstellen (Kolkman, 2013; Rouselle et al., 2004). Er wordt bijvoorbeeld gedacht dat kinderen over een mentale getallenlijn beschikken waarbij grote getallen meer geassocieerd worden met de rechterkant en kleinere getallen meer met de linkerkant (Kolkman, 2013). Het huidige onderzoek zal daarom de visueel-ruimtelijke selectieve aandacht onderzoeken.

Werkgeheugen. Naast selectieve aandacht blijkt ook het werkgeheugen belangrijk bij het ontwikkelen van rekenvaardigheden. Zo is aangetoond dat het werkgeheugen nodig is om te kunnen rekenen (Raghubar, Barnes, & Hecht, 2010). Werkgeheugen kan gedefinieerd worden als een systeem dat een beperkte hoeveelheid informatie tijdelijk kan opslaan en terughalen waardoor processen en handelingen uitgevoerd kunnen worden (Baddeley, 2003). Het werkgeheugen bestaat uit verschillende onderdelen met elk een eigen taak: de fonologische lus slaat verbale informatie op, het visueel-ruimtelijk schetsblok slaat visuele en ruimtelijke informatie op, de ‘*central executive*’ coördineert als overkoepelend systeem de andere systemen en de episodische buffer koppelt en integreert informatie van de verschillende systemen met elkaar (Baddeley, 2003; Kroesbergen, Van 't Noordende, & Kolkman, 2014).

De verschillende delen van het werkgeheugen hebben allen een specifieke rol bij verschillende rekenvaardigheden (Martin, Cirino, Sharp, & Barnes, 2014; Meyer, Salimpoor, Wu, Geary, & Menon, 2010). Bij het maken van sommen lijken kinderen vooral het visueel-ruimtelijk schetsblok te gebruiken (Raghubar et al., 2010), terwijl ze bij taken die het rekenredeneervermogen toetsen voornamelijk de fonologische lus en de *central executive* gebruiken (Meyer et al., 2010). Rekenredeneervermogen betreft het verbaal oplossend

SELECTIEVE AANDACHT, WERKGEHEUGEN EN VROEGE REKENVAARDIGHEDEN

vermogen bij tellen en verbaal aangeboden rekenopdrachten en het benoemen van geometrische vormen.

Onderzoek naar kinderen in de leeftijd van 4 jaar oud toont aan dat verbaal werkgeheugen een voorspeller is voor algemeen leren, terwijl visueel-ruimtelijk werkgeheugen een specifieke voorspeller is voor (vroege) rekenvaardigheden (Bull, Epsy, & Wiebe, 2008). Dit laatste wordt ondersteund door het onderzoek van Kroesbergen en collega's (2014) waarin aangetoond wordt dat een beter presterend visueel-ruimtelijk werkgeheugen zorgt voor betere vroege rekenvaardigheden. Een mogelijke verklaring voor de rol die het visueel-ruimtelijk werkgeheugen speelt is dat het visueel-ruimtelijk schetsblok het mogelijk maakt abstractere problemen op een concrete manier voor te stellen. Hierdoor kunnen kinderen een koppeling maken tussen informele kennis en abstracte taal en symboliek wat nodig is voor rekenen (Holmes & Adams, 2006).

Er is nog weinig bekend over de ontwikkeling van vroege rekenvaardigheden bij peuters en de rol die het werkgeheugen daarbij speelt. Aangezien onderzoek het idee ondersteunt dat onderdelen van het werkgeheugen domein specifieke vaardigheden beïnvloeden (Meyer et al., 2010; Raghubar et al., 2010), worden in dit onderzoek zowel visueel-ruimtelijk als verbaal werkgeheugen onderzocht.

Het huidige onderzoek. Het leren van vroege rekenvaardigheden wordt sterk beïnvloed door visueel-ruimtelijk en verbaal werkgeheugen (Martin et al., 2014; Meyer et al., 2010; Raghubar et al., 2010) en visueel-ruimtelijke selectieve aandacht (Commodari & Di Blasi, 2014; Fuchs et al., 2006; Steele et al., 2012). Tussen selectieve aandacht en werkgeheugen blijkt ook een relatie te bestaan. Het werkgeheugen heeft een gelimiteerde capaciteit. Dit houdt in dat maar een beperkte hoeveelheid informatie opgeslagen, verwerkt en gemanipuleerd kan worden (Conway, Tuholski, Shisler, & Engle, 1999). Selectieve aandacht is belangrijk voor de toegang van informatie tot het werkgeheugen. Tevens blijkt selectieve aandacht het functioneren van het werkgeheugen te optimaliseren (Stevens & Bavelier, 2012). Uit onderzoek blijkt dat selectieve aandacht ervoor zorgt dat de kleine hoeveelheid informatie die in het werkgeheugen opgeslagen kan worden ook daadwerkelijk relevante informatie is (Cowan & Morey, 2006; Conway & Engle, 1994; May, Hasher, & Kane, 1999). Individuen kunnen bijvoorbeeld, dankzij selectieve aandacht, de belangrijk informatie uit een gesprek filteren wanneer zij tegelijkertijd ook irrelevante stimuli aangeboden krijgen (Stevens & Bavelier, 2012). Ook bij rekenvaardigheden is dit effect van selectieve aandacht geconstateerd. Bij een comparison taak kunnen kinderen zich bijvoorbeeld focussen op het aantal stippen zonder zich af te laten leiden door de verschillende groottes van de stippen. Dat

SELECTIEVE AANDACHT, WERKGEHEUGEN EN VROEGE REKENVAARDIGHEDEN

selectieve aandacht en werkgeheugen belangrijk zijn voor de rekenontwikkeling blijkt uit onderzoek bij individuen met rekenproblemen. Zij hebben vaak tekorten in het werkgeheugen die gerelateerd zijn aan het niet kunnen onderdrukken van irrelevante stimuli (Stevens & Bavelier, 2012). Doordat selectieve aandacht niet goed werkt en de irrelevante stimuli niet worden onderdrukt, worden deze stimuli in het werkgeheugen opgeslagen en verwerkt. Aangezien de capaciteit van het werkgeheugen niet groot is, heeft dit duidelijk zijn weerslag op het functioneren.

De prestatie van het visueel-ruimtelijk en verbaal werkgeheugen en daarmee zijn invloed op vroege rekenvaardigheden, lijkt dus afhankelijk te zijn van visueel-ruimtelijke selectieve aandacht. De hoofdvraag van dit onderzoek is: ‘Wordt de relatie tussen werkgeheugen en vroege rekenvaardigheden gemedieerd door selectieve aandacht?’

Methode

Onderzoeksdesign en procedure

Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van een cross-sectioneel design. De data zijn afkomstig van 2 cohorten met het meetmoment van cohort 1 in 2015 en het meetmoment van cohort 2 in 2013. De kinderen zijn in 2012 geworven door middel van een oproep op internetfora en middels een brief die via de gemeente verstuurd is naar alle ouders met kinderen in de juiste leeftijd. De ouders hebben dan ook actief toestemming gegeven om deel te nemen aan dit onderzoek. Het onderzoek kost per participant ongeveer twee uur.

Populatie en steekproef

De populatie bestaat uit 48 kinderen uit cohort 1 en 52 kinderen uit cohort 2. In het huidige onderzoek worden beide groepen samengenomen. In totaal nemen 37 jongens en 63 meisjes met een gemiddelde leeftijd van 3.75 ($SD = 0.06$) jaar oud deel aan het onderzoek. Van de ouders heeft 59.1% een WO opleiding afgerond, 30.8% een HBO opleiding en 7.6% een MBO opleiding. Vijfenzestig procent van de gezinnen heeft een jaarinkomen van €50.000 of meer, 27% heeft een jaarinkomen van €35.000 – €50.000, 4% heeft een jaarinkomen van €25.000 – €35.000 en 3% heeft een jaarinkomen van €15.000 – €25.000. De kinderen komen voornamelijk uit de omgeving Utrecht.

Meetinstrumenten

Visual Search Task. De Visual Search Task (VST) meet de visueel-ruimtelijke selectieve aandacht van kinderen. De test bestaat uit drie rondes waarin op het computerscherm dieren (olifanten, beren en paarden) worden getoond. Deze dieren hebben dezelfde grootte en kleur. Het kind moet bij deze test alleen de olifanten aanwijzen en moet proberen dit zo snel mogelijk te doen. Eerst zijn er drie oefenrondes waarbij er dieren in een

SELECTIEVE AANDACHT, WERKGEHEUGEN EN VROEGE REKENVAARDIGHEDEN

schema verschijnen in respectievelijk 1x2, 2x2 en 3x3. Vervolgens begint de test waarvan de eerste twee rondes bestaan uit een schema van 6x8 en de laatste ronde bestaat uit een schema van 9x8. Elke ronde duurt 40 seconden en er is per kolom telkens één olifant te vinden. De behaalde score is de som van het aantal goed aangewezen olifanten van de drie testrondes met een maximum van 24.

Dot Matrix. Deze test komt uit de Automated Working Memory Assessment [AWMA] (Alloway, 2007) en wordt gebruikt om visueel-ruimtelijk werkgeheugen te meten. De test bestaat uit negen blokken met zes items waarbij een scherm met vakken getoond wordt waarin een wisselende hoeveelheid stippen verschijnt. Het aantal stippen is gelijk aan het nummer van het blok; één stip in blok 1 tot en met negen stippen in blok 9. Het aantal stippen dat getoond wordt is afhankelijk van de prestatie van het kind. Hoe beter het kind presteert, hoe moeilijker de test wordt en hoe meer stippen er getoond worden. Bij drie gemaakte fouten breekt de test af. Bij vier correcte antwoorden wordt doorgedaan naar het volgende blok. Het kind wordt gevraagd, als de stip weer uit beeld verdwenen is, aan te wijzen in welk vakje het de stip heeft gezien. Bij de items met meerdere stippen moet het kind de vakjes waar de stip in verscheen in dezelfde volgorde aanwijzen als de computer ze liet zien. De stippen blijven 2 seconden in beeld. De test-hertestbetrouwbaarheid is 0.83 voor kinderen tussen 4.5 en 11.5 jaar oud (Alloway, Gathercole, & Pickering, 2006).

Word Recall. Met deze test uit het AWMA programma (Alloway, 2007), wordt het verbaal werkgeheugen gemeten. De test bestaat uit zeven blokken met zes items waarbij de computer een woord zegt en het kind dit woord na moet zeggen. Het aantal te herhalen woorden is gelijk aan het nummer van het blok; één woord in blok 1 tot en met zeven woorden in blok 7. Als het kind drie fouten maakt in één blok wordt de test afgebroken. Als het kind minder dan drie fouten maakt wordt verder gegaan naar het volgende blok. De test-hertestbetrouwbaarheid van deze test is 0.76 voor kinderen tussen 4.5 en 11.5 jaar (Alloway et al., 2006).

Comparison. De comparison wordt gebruikt om te meten of kinderen in staat zijn hoeveelheden te vergelijken. Dit is een onderdeel van vroege rekenvaardigheden. Bij deze test wordt een scherm getoond met twee verschillende hoeveelheden munten, variërend van 1 tot 16 munten. Het kind wordt gevraagd het plaatje aan te wijzen met meer munten. De totale score is de som van het aantal correcte antwoorden met een maximumscore van 26.

Teltaak. Deze test wordt gebruikt om de telvaardigheid te meten. De test bestaat uit vier rondes. Het startaantal in ronde 1 is vijf blokjes. De kinderen moeten de blokjes tellen. Als het kind het startaantal goed telt, wordt meteen het hoogste aantal blokjes van de

SELECTIEVE AANDACHT, WERKGEHEUGEN EN VROEGE REKENVAARDIGHEDEN

volgende ronde aangeboden. Bij elke ronde komen er vijf blokjes bij. In ronde 2 is het startaantal dus tien blokjes. Maakt het kind een fout, dan wordt één blokje weggehaald en mag het kind de overblijvende blokjes tellen. Telt het kind nu wel goed, dan wordt de taak afgebroken: de hoogste hoeveelheid die het kind kan tellen is gevonden. Telt het kind niet goed, wordt er wederom één blokje verwijderd. Er wordt doorgedaan naar lagere hoeveelheden tot het kind de blokjes wel juist heeft geteld of dat de laagste hoeveelheid van die ronde is bereikt. Het maximumaantal is 20 blokjes in ronde 4 wat tevens de maximale score is.

Analyse

Het huidige onderzoek betreft een mediatieanalyse. Een mediatieanalyse bestaat uit verschillende regressieanalyses. Voor een mediatie is het belangrijk dat het aantal participanten bij alle variabelen gelijk is. Wanneer kinderen niet alle taken uitgevoerd hebben die voor de mediatieanalyses van belang zijn, worden zij uit de dataset verwijderd.

Voor de mediatieanalyse met de comparison wordt eerst met een regressieanalyse onderzocht welke invloed de VST heeft op de comparison. Wanneer deze relatie significant is zal als volgt verder worden getoetst: De relatie tussen de VST en de dot matrix wordt met een regressie analyse onderzocht evenals de relatie tussen de VST en de word recall. Vervolgens wordt met een regressieanalyse onderzocht hoe sterk de relatie is tussen de VST en de dot matrix als onafhankelijke variabelen en de comparison als afhankelijke variabele en wat de relatie is tussen de VST en de word recall als onafhankelijke variabelen en de comparison als afhankelijke variabele. Wanneer de relatie tussen de VST en de comparison niet significant is, zullen de andere relaties met losse regressieanalyses worden onderzocht. Deze relaties zijn: VST-dot matrix, VST-word recall, dot matrix-comparison en word recall-comparison. Om het effect van de relaties te bepalen wordt de classificatie van Pearson gebruikt (Field, 2009). Een effectgrootte (R) van +0.10 duidt op een klein effect, +0.30 duidt op een gemiddeld effect en +0.50 duidt op een groot effect.

Voordat alle regressieanalyses uitgevoerd worden, wordt getoetst of voldaan wordt aan de volgende assumpties: (1) de variabelen dienen normaal verdeeld te zijn, (2) uitschieters dienen verwijderd te worden, of aangepast te worden naar een score die drie standaarddeviaties afwijkt van het gemiddelde, wanneer deze de uitkomst beïnvloedt (3) er moet sprake zijn van normaliteit, lineariteit en homoscedasticiteit en (4) de *Mahalanobis distance* mag niet groter zijn dan de kritische waarde X^2 voor alle waarden in de dataset.

Voor de mediatieanalyse met de teltaak wordt dezelfde procedure herhaald en worden dezelfde assumpties getoetst.

Resultaten

De mediatieanalyse met de comparison bestaat uit 86 kinderen die allen de VST, de comparison, de dot matrix en de word recall hebben uitgevoerd. De mediatieanalyse met de teltaak wordt uitgevoerd voor 82 kinderen die de VST, de teltaak, de dot matrix en de word recall hebben voltooid. In Tabel 1 en Tabel 2 zijn de beschrijvende statistieken van respectievelijk de mediatieanalyse met de comparison en de mediatieanalyse met de teltaak weergegeven.

Tabel 1

Beschrijvende Statistieken van de Variabelen van de Mediatieanalyse met de Comparison

Variabelen	M (SD)		Minimum	Maximum
COM	19.512	(4.319)	10.00	26.00
VST	18.270	(3.182)	9.00	24.00
WR	13.670	(4.526)	5.00	23.00
DM	9.730	(2.466)	5.00	15.00

Note. Het minimum/maximum betreft het geobserveerde minimum/maximum.

Tabel 2

Beschrijvende Statistieken van de Variabelen van de Mediatieanalyse met de Teltaak

Variabelen	M (SD)		Minimum	Maximum
TEL	8.950	(5.342)	0.00	20.00
VST	18.430	(3.067)	11.00	24.00
WR	13.880	(4.582)	5.00	23.00
DM	9.660	(2.554)	4.00	15.00

Note. Het minimum/maximum betreft het geobserveerde minimum/maximum.

Mediatieanalyse selectieve aandacht, werkgeheugen en comparison

Allereerst is de relatie tussen de VST en de comparison getoetst met behulp van een regressieanalyse. Voorafgaand zijn een aantal assumpties geëvalueerd en aan deze assumpties wordt voldaan. Hiervoor is een uitschieter binnen de VST aangepast naar een score die drie standaarddeviaties afwijkt van het gemiddelde. De relatie tussen de VST en de comparison is zwak ($R^2 = .04$) en niet significant, $F(1, 84) = 3.68$, $p = .059$, $\beta = .21$. Dat deze relatie niet significant is, betekent dat er geen sprake kan zijn van mediatie. De overige relaties zullen

SELECTIEVE AANDACHT, WERKGEHEUGEN EN VROEGE REKENVAARDIGHEDEN

daarom door middel van losse regressieanalyses onderzocht worden. Dit betreft de relaties tussen de VST en de dot matrix, de VST en de word recall, de dot matrix en de comparison en de word recall en de comparison.

De relatie tussen de VST en de dot matrix is significant, $R^2 = .06$, $F(1, 84) = 5.14$, $p = .026$, $\beta = .24$. De effectgrootte toont aan dat deze relatie als zwak tot gemiddeld geclassificeerd kan worden. De relatie tussen de VST en de word recall is zwak ($R^2 = .03$) en niet significant, $F(1, 84) = 2.20$, $p = .142$, $\beta = .16$. De relatie tussen de dot matrix en de comparison is niet significant, $R^2 = .02$, $F(1, 84) = 1.50$, $p = .225$, $\beta = .13$. Wel significant is de relatie tussen de word recall en de comparison, $F(1, 84) = 7.70$, $p = .007$, $\beta = .29$. Deze relatie is van gemiddelde sterkte ($R^2 = .08$).

Mediatieanalyse selectieve aandacht, werkgeheugen en teltaak

Voor de mediatieanalyse met de teltaak wordt eerst de relatie tussen de VST en de teltaak getoetst met behulp van een regressieanalyse. Ook deze variabelen voldoen aan de assumpties. Hiervoor is een uitschieter binnen de VST aangepast naar een score die drie standaarddeviaties afwijkt van het gemiddelde. De relatie tussen de VST en de teltaak is zwak ($R^2 = .02$) en niet significant, $F(1, 80) = 1.60$, $p = .210$, $\beta = .14$. Hierdoor kan er geen sprake zijn van mediatie. De overige relaties zullen daarom door middel van losse regressieanalyses worden onderzocht. Het betreft de relaties tussen de VST en de dot matrix, de VST en de word recall, de dot matrix en de teltaak en de word recall en de teltaak.

De relatie tussen de VST en de dot matrix is significant, $F(1, 80) = 5.00$, $p = .028$, $\beta = .24$. De sterkte van de relatie zwak tot gemiddeld ($R^2 = .06$). De relatie tussen de VST en de word recall is niet significant, $R^2 = .03$, $F(1, 80) = 2.20$, $p = .142$, $\beta = .16$. De relatie tussen de dot matrix en de teltaak is zwak ($R^2 = .03$) en niet significant, $F(1, 80) = 2.67$, $p = .106$, $\beta = .18$. Tot slot is ook de relatie tussen de word recall en de teltaak niet significant, $R^2 = .02$, $F(1, 80) = 1.83$, $p = .180$, $\beta = .15$.

Discussie

In het huidige onderzoek is onderzocht of visueel-ruimtelijke selectieve aandacht de relatie tussen visueel-ruimtelijk en verbaal werkgeheugen en de vroege rekenvaardigheden 'hoeveelheden vergelijken' en 'tellen' medieert. Vroege rekenvaardigheden, het vergelijken van hoeveelheden en tellen (Griffin, 2006; Griffin, 2009), liggen ten grondslag aan de verdere ontwikkeling van rekenvaardigheden (Aunio et al., 2005). Visueel-ruimtelijke selectieve aandacht wordt aan rekenvaardigheden gerelateerd (Commodari & Di Blasi, 2014; Steele et al., 2012; Stevens & Bavelier, 2012), evenals visueel-ruimtelijk en verbaal werkgeheugen (Kroesbergen et al., 2014; Kroesbergen & Van Dijk, 2015; Martin et al., 2014; Raghubar et

SELECTIEVE AANDACHT, WERKGEHEUGEN EN VROEGE REKENVAARDIGHEDEN

al., 2010). Onderzoek naar welke processen en mechanismen gerelateerd zijn aan vroege rekenvaardigheden kan kennis opleveren die bruikbaar is voor preventies en interventies voor rekenproblemen.

Visueel-ruimtelijke selectieve aandacht is niet gerelateerd aan het kunnen vergelijken van hoeveelheden. Dit betekent dat kinderen met een betere visueel-ruimtelijke selectieve aandacht niet per definitie beter presteren op taken van hoeveelheden vergelijken. Daarnaast betekent het ontbreken van een significante relatie dat er geen sprake is van mediatie. Visueel-ruimtelijke selectieve aandacht is wel gerelateerd aan visueel-ruimtelijk werkgeheugen, een resultaat dat verklaard kan worden vanuit de theorie van Baddeley (2003) die stelt dat visueel-ruimtelijke stimuli verwerkt worden via het visueel-ruimtelijk schetsblok. Zowel visueel-ruimtelijke selectieve aandacht als visueel-ruimtelijk werkgeheugen zijn gemeten met visuele stimuli die via het visueel-ruimtelijk schetsblok worden verwerkt. Deze theorie kan echter niet verklaren dat er geen relatie gevonden is tussen visueel-ruimtelijke selectieve aandacht en het vergelijken van hoeveelheden, aangezien beide onderzocht zijn met visuele stimuli. Bovendien onderstreept eerder onderzoek juist het belang van visueel-ruimtelijke selectieve aandacht voor het beter presteren op (vroege) rekenvaardigheden (Commodari & Di Blasi, 2014; Fuchs et al., 2006; Steele et al., 2012). Het verschil in bevindingen kan veroorzaakt worden door een verschil in onderzoeksgroep aangezien andere onderzoeken met name gefocust zijn op kinderen ouder dan 4 jaar. Steele en collega's (2012) tonen aan dat selectieve aandacht in de vroege jaren nog in ontwikkeling is. Mogelijk is de visueel-ruimtelijke selectieve aandacht op de leeftijd van 3;7 jaar nog niet voldoende ontwikkeld waardoor deze de rekenvaardigheden niet kan optimaliseren. In tegenstelling tot het visueel-ruimtelijk werkgeheugen wordt het verbaal werkgeheugen bij peuters niet beïnvloedt door visueel-ruimtelijke selectieve aandacht.

Het prestatieniveau van de vroege rekenvaardigheid hoeveelheden vergelijken wordt niet voorspeld door het functioneren van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Het verbaal werkgeheugen is daarentegen wel gerelateerd aan het vergelijken van hoeveelheden wat betekent dat kinderen die een beter functionerend verbaal werkgeheugen hebben, beter onderscheid kunnen maken tussen hoeveelheden. Dit wordt mogelijk veroorzaakt doordat het reken-redeneervermogen sterk wordt beïnvloed door het verbaal werkgeheugen (Martin et al., 2014). Kinderen moeten bij het vergelijken van hoeveelheden beredeneren wat de relatie tussen de hoeveelheden is, een taak die mogelijk reken-redeneervermogen vereist.

Visueel-ruimtelijke selectieve aandacht en tellen blijken niet aan elkaar gerelateerd te zijn. Beter kunnen tellen wordt niet veroorzaakt door het beter kunnen selecteren van

SELECTIEVE AANDACHT, WERKGEHEUGEN EN VROEGE REKENVAARDIGHEDEN

relevante stimuli. Tevens betekent dit dat er geen sprake is van mediatie. Wederom tonen de resultaten een verband tussen visueel-ruimtelijke selectieve aandacht en visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Visueel-ruimtelijke selectieve aandacht heeft geen invloed op het verbaal werkgeheugen van peuters. Daarnaast kan uit dit onderzoek geconcludeerd worden dat de vroege rekenvaardigheid tellen niet wordt beïnvloed door visueel-ruimtelijk of verbaal werkgeheugen. Net als selectieve aandacht is ook het werkgeheugen op jonge leeftijd nog in ontwikkeling wat een argument kan zijn dat de bevindingen van het huidige onderzoek ondersteunt. Op latere leeftijd wordt namelijk wel een relatie gevonden wat kan duiden op een meer ontwikkelt werkgeheugen op deze leeftijd (Kroesbergen et al., 2014; Kroesbergen & Van Dijk, 2015; Raghobar et al., 2010). Bovendien lijkt het visueel-ruimtelijk werkgeheugen belangrijk omdat kinderen een mentale getallenrepresentatie hebben (Kolkman, 2013). Aunio en collega's (2005) tonen echter aan dat deze mentale getallenlijn pas rond een leeftijd van 6 jaar is ontwikkeld. Dit kan verklaren waarom visueel-ruimtelijke selectieve aandacht en visueel-ruimtelijk werkgeheugen niet aan rekenvaardigheden gerelateerd zijn bij peuters.

Als vervolgonderzoek zou een breder onderzoek uitgevoerd kunnen worden waarin meerdere aspecten van het werkgeheugen en van (selectieve) aandacht meegenomen worden. Het huidige onderzoek toetst slechts twee aspecten van het werkgeheugen en slechts één aspect van (selectieve) aandacht. Bovendien kan onderzoek naar de ontwikkeling van het werkgeheugen hierbij betrokken worden in de vorm van een neuropsychologisch onderzoek bij kinderen in de voorschoolse leeftijd. Dit kan veel nieuwe kennis opleveren die bruikbaar is in de praktijk. Het huidige onderzoek is een van de eerste onderzoeken naar kinderen in de peuterleeftijd. Om de conclusies uit dit onderzoek met meer zekerheid te kunnen stellen, is het van belang dat vervolgonderzoek gebruik maakt van een grotere en meer diverse onderzoeksgroep. De bevindingen zijn dan niet alleen van toepassing op een beperkte groep peuters maar kunnen dan mogelijk gegeneraliseerd worden naar alle peuters.

Concluderend kan gesteld worden dat visueel-ruimtelijke aandacht en visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij kinderen op 3;7 jarige leeftijd aan elkaar gerelateerd zijn. Peuters met problemen in het werkgeheugen kunnen buiten specifieke werkgeheugentraining ook de selectieve aandacht trainen om het functioneren van het werkgeheugen te verbeteren. Vroege rekenvaardigheden bij peuters worden niet beïnvloed door selectieve aandacht of door het visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Het verbaal werkgeheugen is wel een voorspeller voor het vergelijken van hoeveelheden. Dit resultaat heeft belangrijke implicaties voor de praktijk omdat het betekent dat een interventie gefocust op selectieve aandacht en visueel-ruimtelijk werkgeheugen op de peuterleeftijd niet effectief is voor het stimuleren van de vroege

SELECTIEVE AANDACHT, WERKGEHEUGEN EN VROEGE REKENVAARDIGHEDEN

rekenvaardigheden. Het verbaal werkgeheugen trainen zou wel een positief effect kunnen hebben op de prestaties van taken waarbij hoeveelheden vergeleken worden. Op basis van deze resultaten wordt een specifieke rekeninterventie aangeraden voor het verbeteren van rekenvaardigheden, een constatering die Kroesbergen en collega's (2014) ook doen ondanks dat zij wel een relatie vinden tussen rekenvaardigheden en het werkgeheugen. Dat vroege rekenvaardigheden niet voorspeld worden door selectieve aandacht en werkgeheugen, wijkt af van resultaten uit eerder onderzoek naar oudere kinderen (Commodari & Di Blasi, 2014; Kroesbergen et al., 2014; Steele et al., 2012). Dit wijst erop dat bevindingen bij verschillende onderzoekspopulaties niet zomaar gegeneraliseerd kunnen worden naar andere leeftijden.

Literatuur

- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. Londen: Pearson Assessment.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short term and working memory in children: Are they separable? *Child Development, 6*, 1698-1716. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x
- Antell, S. E., & Keating, D. P. (1983). Perception of numerical invariance in neonates. *Child Development, 3*, 695-701. doi:10.2307/1130057
- Aunio, P., Hautamäki, J., & Van Luit, J. E. H. (2005). Mathematical thinking intervention programmes for preschool children with normal and low number sense. *European Journal of Special Needs Education, 2*, 131-146. doi:10.1080/08856250500055578
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience, 4*, 829-839. doi:10.1038/nrn1201
- 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, 3*, 205-228. doi:10.1080/87565640801982312
- Claessens, A., & Engel, M. (2013). How important is where you start? Early mathematics knowledge and later school success. *Teachers College Record, 6*, 1-29.
- Commodari, E., & Di Blasi, M. (2014). The role of the different components of attention on calculation skill. *Learning and Individual Differences, 32*, 225-232. doi:10.1016/j.lindif.2014.03.005
- Conway, A. R. A., & Engle, R. W. (1994). Working memory and retrieval: A resource dependent inhibition model. *Journal of Experimental Psychology, 4*, 354-373. doi:10.1037//0096-3445.123.4.354
- Conway, A. R. A., Tuholski, S. W., Shisler, R. J., & Engle, R. W. (1999). The effect of memory load on negative priming: An individual differences investigation. *Memory & Cognition, 6*, 1042-1050. doi:10.3758/BF03201233
- Cowan, N., & Morey, C. C. (2006). Visual working memory depends on attentional filtering. *TRENDS in Cognitive Sciences, 4*, 139-141. doi:10.1016/j.tics.2006.02.001
- Field, A. (2009). *Discovering Statistics using SPSS*. London: SAGE Publications Ltd
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Capizzi, A. M., ..., & Fletcher, J. M. (2006). The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. *Journal of*

SELECTIEVE AANDACHT, WERKGEHEUGEN EN VROEGE REKENVAARDIGHEDEN

Educational Psychology, 1, 29-43. doi:10.1037/0022-00663.98.1.29

- Griffin, S. (2004). Contributions of central conceptual structure theory to education. In A. Demetriou, & A. Raftopoulos (Eds.), *Cognitive Developmental Change: Theories, Models and Measurement* (pp. 264-295). Cambridge: Cambridge University Press
- Griffin, S. (2009). Learning sequences in the acquisition of mathematical knowledge: Using cognitive developmental theory to inform curriculum design for Pre-K-6 mathematics education. *Mind, Brain, and Education, 2*, 96-107.
doi:10.1111/j.1751-228X.2009.01060.x
- Gross-Tsur, V., Manor, O., & Shalev, R. S. (1996). Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. *Developmental Medicine and Child Neurology, 1*, 25-33.
doi:10.1111/j.1469-8749.1996.tb15029.x
- Hein, J., Bzufka, M. W., & Neumärker, K.-J. (2000). The specific disorder of arithmetic skills. Prevalence studies in a rural and urban population sample and their clinic neuropsychological validation. *European Child & Adolescent Psychiatry, 2*, 87-101.
doi:10.1007/s007870070012
- Holmes, J., & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology, 3*, 339-336. doi:10.1080/01443410500341056
- Kroesbergen, E. H., & Van Dijk, M. (2015). Working memory and number sense as predictors of mathematical (dis-)ability. *Zeitschrift für Psychologie, 2*, 102-109.
doi:10.1027/2151-2604/a000208
- Kroesbergen, E. H., Van 't Noordende, J. E., & Kolkman, M. E. (2014). Training working memory in kindergarten children: Effects on working memory and early numeracy. *Child Neuropsychology, 1*, 23-37. doi:10.1080/09297049.2012.736483
- Kolkman, M. E. (2013). *Make it count! Numerical development and the role of working memory*. Utrecht: Utrecht University
- Martin, R. B., Cirino, P. T., Sharp, C., & Barnes, M. (2014). Number and counting skills in kindergarten as predictors of grade 1 mathematical skills. *Learning and Individual Differences, 1*, 12-23. doi:10.1016/j.lindif.2014.05.006
- May, C. P., Hasher, L., & Kane, M. L. (1999). The role of interference in memory span. *Memory & Cognition, 5*, 759-767. doi:10.3758/BF03198529
- Meyer, M. L., Salimpoor, V. N., Wu, S. S., Geary, D. C., & Menon, V. (2010). Differential contribution of specific working memory components to mathematics achievement in 2nd and 3rd graders. *Learning and Individual Differences, 2*, 101-109.

doi:10.1016/j.lindif.2009.08.004

Passolunghi, M. C., Lanfranchi, S., Altoè, G., & Sollazzo, N. (2015). Early numerical abilities and cognitive skills in kindergarten children. *Journal of Experimental Child Psychology, 1*, 25-42. doi:10.1016/j.jecp.2015.02.001

Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences, 2*, 110-122. doi:10.1016/j.lindif.2009.10.005

Rousselle, L., Palmers, E., & Noël, M. P. (2004). Magnitude comparison in pre-schoolers: What counts? Influence of perceptual variables. *Journal of Child Psychology, 1*, 57-84. doi:10.1016/j.jecp.2003.10.005

Steele, A., Karmiloff-Smith, A., Cornish, K., & Scerif, G. (2012). The multiple subfunctions of attention: Differential developmental gateways to literacy and numeracy. *Child Development, 6*, 2028-2041. doi:10.1111/j.1467-8624.2012.01809.x

Stevens, C., & Bavelier, D. (2012). The role of selective attention on academic foundations: A cognitive neuroscience perspective. *Developmental Cognitive Neuroscience, 2*, 30-43. doi:10.1016/j.dcn.2011.11.001

Tosto, M. G., Momi, S. K., Asherson, P., & Malki, K. (2015). A systematic review of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and mathematical ability: Current findings and future implications. *BMC Medicine, 13*, 1-14. doi:10.1186/s12916-015-0414-4

Wilson, A. J., Andrewes, S. G., Struthers, H., Rowe, V. M., Bogdanovic, R., & Waldie, K. E. (2015). Dyscalculia and dyslexia in adults: Cognitive bases of comorbidity. *Learning and Individual Differences, 37*, 118-132. doi:10.1016/j.lindif.2014.11.017