

Verband tussen werkgeheugen en getalbegrip

Onderzoek naar het verband tussen werkgeheugen en getalbegrip
onder kinderen van groep twee van Nederlandse basisscholen

Universiteit Utrecht

Faculteit Sociale Wetenschappen

Bachelorthesis Pedagogische Wetenschappen

Student:	J.P.C.M. Kuijsters	3644898
	M.J. Sanchez Ramos	9446494
	M. van der Spek	3948323

Begeleider: I. Friso-van den Bos

23 Juni 2013

Samenvatting

Het beheersen van goede rekenvaardigheden is een goede voorspeller voor de schoolcarrière van een kind en essentieel voor het kunnen slagen in de maatschappij. Uit diverse onderzoeken blijkt dat er twee belangrijke en betrouwbare voorspellers zijn van de algemene rekenvaardigheden, namelijk getalbegrip en het werkgeheugen. In dit onderzoek is het verband onderzocht tussen werkgeheugen en getalbegrip onder kinderen van groep twee van Nederlandse basisscholen. Bij 85 kinderen uit groep twee van tien basisscholen is het werkgeheugen gemeten met subtests uit de Automated Working Memory Assessment en het getalbegrip met de getallenlijntaak. Tegen alle verwachtingen in duiden de analyses van de correlatietoets op niet significante samenhangen tussen getalbegrip en het werkgeheugen. Een daarna verrichte meervoudige regressieanalyse liet ook geen significant effect zien. Dit onderzoek heeft niet kunnen aantonen dat er bij jonge, Nederlandse kinderen sprake is van een positief verband tussen werkgeheugen en getalbegrip. Er is echter nog te weinig bekend over het werkgeheugen en getalbegrip bij deze jonge kinderen. Vervolgonderzoek naar de psychometrische kwaliteiten van de getallenlijntaak en de betrouwbaarheid en validiteit van de AMWA is wenselijk evenals een uitgebreider onderzoek naar jonge kinderen in de kleuterleeftijd.

Kernwoorden: werkgeheugen, getalbegrip, getallenlijn, kinderen, kleuters

Inleiding

Taal en rekenen hebben een prominente plaats in het Nederlands onderwijs. In de kleutergroepen (groep een en twee) wordt de basis gelegd voor het echte leren lezen en rekenen dat vanaf groep drie aangeboden wordt. Hoe kinderen in deze leeftijd omgaan met getallen is een goede voorspeller van de rekenprestaties op latere leeftijd (Aubrey & Godfrey, 2003). Het belang van goed rekenonderwijs in deze groepen wordt hierdoor onderstreept.

Mazzocco en Thompson (2005) geven in hun onderzoek aan dat problemen met rekenen, die zichtbaar worden in groep drie, al opgemerkt kunnen worden in de kleutergroepen als kinderen bezig zijn met taken als cijfers lezen, de getallenlijn, optellen en bij het toepassen van rekenprincipes. Op deze leeftijd gaan kinderen op twee manieren om met getallen. Wagner en Davis (2010) beschrijven dit verschil aan de hand van de termen *quantity sense* en *number sense*. *Number sense* is een synoniem voor getalbegrip. *Quantity sense* duidt het aangeboren gevoel voor hoeveelheden aan. Het kind is in staat hoeveelheden te schatten en met kleine hoeveelheden te werken. Dit gevoel breidt zich uit via de ervaringen die het kind opdoet maar heeft een beperkt bereik. *Quantity sense* is een gave die sommige soorten dieren ook hebben in tegenstelling tot *number sense* die alleen bij de mens hoort. *Number sense* heeft betrekking op het begrip van getallen. Kinderen met een goede *number sense* hebben een goed ontwikkelde kennis van getallen en de relaties tussen getallen. *Number sense* zorgt ervoor dat een kind een getal exacter kan duiden. Deze theorie komt overeen met de theorie van Dehaene (1998) waarin hij beschrijft dat bepaalde soorten dieren in staat zijn hoeveelheden te onthouden, te vergelijken en soms op te tellen. Ook stelt hij dat de capaciteit om getallen abstract te bewerken, beperkt is tot de mens. In het rekenonderwijs is *number sense* hetgene wat geleerd, geoefend en getoetst wordt. Sommige kinderen laten al in een vroeg stadium een gebrek aan *number sense* zien dat hen belemmert bij, bijvoorbeeld, het leren van cijfers en bij relaties leggen tussen cijfers en hoeveelheden. Als consequentie hiervan ervaren deze kinderen problemen met het leren van rekenprocedures (Geary, 2010).

Om te kunnen verklaren waarom sommige kinderen moeite hebben met het leren van rekenprocedures is het belangrijk om te weten welke processen betrokken zijn bij het leren rekenen. Het model van het werkgeheugen van Baddeley en Hitch (1974) kan gebruikt worden om meer inzicht te krijgen in een aantal denkprocessen die betrokken zijn bij het leren. In hun model beschrijven Baddeley en Hitch dat het werkgeheugen uit drie belangrijke componenten bestaat: de fonologische lus, het visueel-ruimtelijk schetsblok en de *central executive*. De fonologische lus en het visueel-ruimtelijk schetsblok worden ook wel slaafsystemen genoemd. De fonologische lus dient als opslagplaats voor verbale informatie. Het visueel-ruimtelijk schetsblok is de bergruimte voor de visuele informatie en heeft een belangrijke rol bij het genereren en manipuleren van mentale afbeeldingen. Beide systemen houden de gegevens vast voor korte duur.

VERBAND TUSSEN WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP

De *central executive* is verantwoordelijk voor de regulatie van de informatiestromen en heeft drie verschillende functies: *shifting*, *updating* en inhibitie. De eerste functie, *shifting*, is de mogelijkheid om te schakelen tussen taken en strategieën, zoals het afwisselend kunnen sorteren van objecten qua kleur en vorm. Bestaande relevante informatie vernieuwen, vervangen en opslaan in het werkgeheugen wordt mogelijk gemaakt door de functie *updating*. De derde functie, inhibitie, heeft betrekking op het onderdrukken van een dominante reactie (Miyake et al., 2000).

In dit onderzoek wordt er gekeken of er bij kinderen van groep twee een verband is tussen het werkgeheugen en getalbegrip. Studies zoals die van Geary (2010) hebben in het verleden laten zien dat er een samenhang is tussen rekenprestaties bij kinderen uit groep drie en het werkgeheugen. Resultaten uit verschillende tests duiden op een relatie tussen rekenprestaties en het werkgeheugen (Geary, 2010; Mabbott & Bisanz, 2008; Passolunghi & Siegel, 2001; Rasmussen & Bisanz, 2005). In dit onderzoek worden echter kinderen uit groep twee onderzocht om te kijken of de relatie op deze leeftijd ook aanwezig is. Daarbij gaat de aandacht uit naar de mate waarin de afzonderlijke werkgeheugencomponenten betrokken zijn bij getalbegrip.

Ten eerste richt dit onderzoek zich op het verband tussen de fonologische lus en *number sense*. Geary (2010) concludeert uit zijn analyses dat de fonologische lus niet de enige predictor is voor goede rekenprestaties bij kinderen in groep drie. De rekenprestaties in eerdere groepen en het IQ van het kind zouden hier wel bruikbare informatie voor kunnen leveren. Ook D'Amico en Guarnera (2005) hebben in hun studies aangetoond dat de fonologische lus niet de belangrijkste factor is voor getalbegrip. Integendeel, er is een integraal werkgeheugen nodig om goede rekenprestaties te kunnen leveren. Afzonderlijke slaafsystemen kunnen hiervoor niet als enige verklaring dienen (Imbo & LeFevre, 2010; Swanson, 2004; Swanson, 2006). Er zijn echter ook onderzoeken die laten zien dat er wel een sterke relatie te vinden is tussen de fonologische lus en rekenvaardigheden (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006; Andersson & Lyxell, 2007). Volgens deze studies zou de fonologische lus verantwoordelijk zijn voor het correct uitvoeren van rekentaken en bij het ophalen van rekenfeiten uit het lange termijn geheugen. Als een kind een rekentaak moet maken, zou hij de informatie verbaal ontvangen om die vervolgens om te zetten in een visueel-ruimtelijke code (Rasmussen & Bisanz, 2005). Uit dit laatste kan geconcludeerd worden dat de fonologische lus een rol speelt bij rekenen wanneer verbale informatie tijdelijk moet worden opgeslagen om vervolgens een rekenopgave te kunnen maken (Fürst & Hitch, 2000). Op basis van al deze studies is de verwachting dat de resultaten uit dit onderzoek het idee zullen ondersteunen dat de fonologische lus verantwoordelijk is voor goede rekenvaardigheden. Er is een positief verband tussen een integraal werkgeheugen, waar de fonologische lus deel van uitmaakt, en *number sense* maar ook tussen de fonologische lus, als afzonderlijk slaafstelsel, en rekenvaardigheden. Als dit positief verband aangetoond wordt, zal de hypothese dat er een relatie is tussen de fonologische lus en getalbegrip, bevestigd worden.

Ten tweede richt dit onderzoek zich op de vraag of er een verband is tussen het visueel-ruimtelijk schetsblok en getalbegrip. Holmes, Adams, en Hamilton (2008) hebben in hun onderzoek aangetoond dat er een verband is tussen het visueel-ruimtelijk schetsblok en de rekenvaardigheden

VERBAND TUSSEN WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP

van kinderen gedurende de hele schoolperiode. Recent onderzoek laat zien dat er wel leeftijdsafhankelijke verschillen zijn in de mate waarin het visueel-ruimtelijk schetsblok betrokken is bij rekenkundige opdrachten (Rasmussen & Bisanz, 2005). Hitch, Halliday, Schaafstal, en Schraagen (1988) geven in hun onderzoek aan dat kleuters meer gebruik maken van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en oudere kinderen meer geneigd waren tot het gebruiken van de fonologische lus of de verbale benadering. Jonge kinderen zouden, onder andere, nog niet genoeg capaciteit hebben om visuele informatie om te zetten in verbale informatie. Deze kinderen maken meer gebruik van visueel-ruimtelijke oplossingsstrategieën, bijvoorbeeld tellen met behulp van concreet materiaal, zoals blokjes of vingers. Oudere kinderen kunnen meer verbale oplossingsstrategieën toepassen, zoals hoofdrekennen (Hitch et al., 1988; Holmes et al., 2008; Rasmussen & Bisanz, 2005). Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat er een positief verband is tussen het visueel ruimtelijk geheugen en de rekenvaardigheden. Omdat het visueel-ruimtelijk schetsblok juist op jonge leeftijd verband lijkt te houden met rekenvaardigheden, verwachten wij ook een positief verband tussen het visueel-ruimtelijk schetsblok en getalbegrip gedurende de kleutertijd.

Ten derde het verband tussen de *central executive* en getalbegrip. Een aantal studies hebben reeds significante correlaties tussen de executieve functies *inhibitie*, *shifting* en *updating* en getalbegrip aangetoond bij kinderen van groep twee (Kroesbergen, Van de Rijt, & Van Luit, 2007; Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, Van Loosbroek, & Van de Rijt, 2009). Kroesbergen et al., (2009) concluderen dan ook dat executieve functies erg belangrijk zijn bij het leren van rekenvaardigheden, juist in de kleuterklas. Hier wordt immers de basis gelegd voor de latere rekenkundige ontwikkeling. Zij menen dat het concept van executieve functies zeer behulpzaam kan zijn bij de vroege identificatie van rekenproblemen bij risicokinderen. Op basis van deze studies (Kroesbergen et al., 2007; Kroesbergen et al., 2009; Van der Ven, Kroesbergen, Boom, & Leseman, 2013) is de verwachting dat de resultaten uit dit onderzoek een positief verband aantonen tussen de *central executive* en getalbegrip.

Op grond van verschillende onderzoeken die reeds hebben plaatsgevonden wordt er in dit onderzoek een samenhang verwacht tussen *central executive*, fonologische lus, visueel-ruimtelijk schetsblok en getalbegrip. In tegenstelling tot voorgaande onderzoeken richt dit onderzoek zich specifiek op kinderen uit groep twee. Het verband tussen werkgeheugen en getalbegrip is met name onder deze groep kinderen nog weinig onderzocht.

Methode

Participanten

Voor dit onderzoek werden 85 kinderen van groep twee onderzocht van tien basisscholen in Nederland. De deelnemende kinderen werden at random gekozen uit een *convenience sample* van basisscholen over het hele land. De steekproef bestond uit 35 jongens en 50 meisjes in de leeftijd van 5 en 6 jaar. De gemiddelde leeftijd was 5 jaar en 10 maanden ($SD = 4.33$ maanden). Alle kinderen

VERBAND TUSSEN WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP

waren in Nederland geboren; 21% had een buitenlandse achtergrond. Van de kinderen kwam 29% uit gezinnen waar de hoogst gevolgde opleiding MBO of lager is. Voor alle kinderen was vooraf toestemming verkregen van één of beide ouders of verzorgers.

Meetinstrumenten

Getalbegrip

Om getalbegrip in kaart te brengen werd gebruik gemaakt van de getallenlijntaak symbolisch 1-10. Deze taak mat of een kind de positie van een getal van een tot tien kon aangeven op een lege getallenlijn. Het kind kreeg op de computer een horizontale lijn te zien met links het getal nul en rechts het getal tien. De testleider gaf aan dat alle getallen in een rij op de lijn moesten en dat ieder getal zijn eigen plekje had. Nadat de testleider de posities van de getallen nul en tien had benoemd, moesten de kinderen de posities van de getallen één tot en met negen aanwijzen op de getallenlijn. De posities die de kinderen aangaven zijn vergeleken met de exacte posities van de getallen op de getallenlijn. De score werd bepaald door de gemiddelde score te nemen van de absolute afwijking tussen daadwerkelijke en geschatte waarde. De getallenlijntaak is gebaseerd op een test uit het onderzoek van Laski en Siegler, die gebruikmaken van een getallenlijn van 1-100 (Laski & Siegler, 2007; Siegler & Booth, 2004). Er zijn geen gegevens beschikbaar over de betrouwbaarheid en de validiteit van de getallenlijntaak. Het kunnen plaatsen van getallen op een getallenlijn wordt gezien als een goede indicator van getalbegrip en de getallenlijntaak wordt in meerdere onderzoeken gebruikt om getalbegrip te meten (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent, & Numtee, 2007; Siegler & Booth, 2004).

Werkgeheugen

De verschillende componenten van het werkgeheugen werden gemeten met subtests van de Automated Working Memory Assessment (AWMA; Alloway, 2007). Dit is een gestandaardiseerd instrument op de computer die de capaciteit van het werkgeheugen meet van kinderen en jongeren in de leeftijd van 4 tot en met 22 jaar. Bij elke subtest werden vooraf een aantal oefenitems gegeven alvorens de subtest werd gestart. De AWMA wordt gezien als een diagnostisch valide instrument (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliot, 2008).

Om de capaciteit van de fonologische lus te meten, werd de subtest *digit recall forwards* gebruikt (Alloway, 2007). Bij deze subtest kreeg het kind een reeks cijfers te horen en moest daarna de cijfers in de juiste volgorde herhalen. De cijferreeksen werden aangeboden in series van minimaal vier en maximaal zes items. Bij vier correcte items werd de cijferreeks een cijfer langer. Bij drie foute items binnen een serie werd de taak gestopt. De score is berekend op basis van het aantal correct herhaalde cijferreeksen. De test-hertest betrouwbaarheid van deze subtest is .84 voor kinderen in de leeftijd van 4,5 tot 11,5 jaar (Alloway et al., 2006).

Voor het meten van het visueel-ruimtelijk schetsblok werd gebruik gemaakt van de subtest *dot matrix* (Alloway, 2007). De kinderen kregen op een computerscherm een matrix te zien van vier bij vier. In de matrix verschenen om de beurt rode stippen in verschillende vakken. Het kind moest onthouden waar de stippen stonden en als de stippen verdwenen waren, wees het de locaties van de

VERBAND TUSSEN WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP

stippen aan in de goede volgorde. De test begint met het onthouden van één stip en bouwt op naar het onthouden van vijf stippen in goede volgorde. De kinderen kregen de stippen aangeboden in series van minimaal vier en maximaal zes items. Bij vier correcte items binnen een serie ging het kind over naar de volgende serie waarbij de reeks stippen werd uitgebreid met een stip. Bij drie foute items binnen een serie werd de taak gestopt. De score is berekend op basis van het aantal correct herhaalde reeksen van stippen die het kind heeft aangewezen. De test-hertest betrouwbaarheid is .83 en kan dus als goed omschreven worden (Alloway et al., 2006).

Om de *centrale executive* van het werkgeheugen te meten, werd in dit onderzoek de subtest *odd one out* gebruikt (Alloway, 2007). De kinderen kregen op een computerscherm een rij van drie vakjes te zien met plaatjes erin. Ze moesten aanwijzen welk plaatje er niet bij hoorde. Vervolgens zagen de kinderen drie lege vakjes en moesten ze de locatie aanwijzen van het plaatje dat er niet bij hoorde. De test begint met het tonen van één rij plaatjes en bouwt op tot het onthouden van vijf rijen plaatjes. De kinderen kregen de rijen aangeboden in series van minimaal vier en maximaal zes items. Bij vier correcte items binnen een serie ging het kind over naar de volgende serie waarbij het een rij extra aangeboden kreeg. Bij drie foute items binnen een serie werd de taak automatisch gestopt. De score is bepaald door de hoeveelheid correct onthouden posities van plaatjes in de rijen. De test-hertest betrouwbaarheid is .81 voor kinderen in de leeftijd van 4,5 tot 11,5 jaar (Alloway et al., 2006).

Procedure dataverzameling

De tests die voor dit onderzoek gebruikt werden, kwamen uit een grotere testbatterij waarin verschillende getalbegripstaken afgenomen werden. De tests werden in twee sessies afgenomen. Voor dit onderzoek werd de subtest getallenlijn symbolisch 1-10 in de eerste sessie afgenomen. In de tweede sessie werden de volgende subtests afgenomen: *digit recall forwards*, *dot matrix* en *odd one out*.

Tussen de twee sessies werd minimaal één dag rust voor het kind ingebouwd. De test werd afgenomen door bachelor studenten van de Universiteit Utrecht. Zij maakten gebruik van computermateriaal om de test af te nemen en zij beschikten over een gestandaardiseerde handleiding. De test werd individueel afgenomen in een rustige ruimte op school. De kinderen konden aan de tests werken zonder dat er een tijdslimiet gesteld werd. Bij de afronding van de test werd het kind gecompimenteerd, beloond en teruggebracht naar de klas waar hij verder deel ging nemen aan het schoolprogramma.

Resultaten

Beschrijvende statistieken

In het onderzoek stond de vraag centraal of er een verband was tussen werkgeheugen en getalbegrip. In Tabel 1 zijn de beschrijvende statistieken terug te vinden van de bijbehorende meetinstrumenten. Getalbegrip werd gemeten middels een getallenlijntaak met getallen van 1 tot en

VERBAND TUSSEN WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP

met 10. Bij de meting werd de gemiddelde score genomen van de absolute afwijking tussen daadwerkelijke en geschatte waarde.

Tabel 1

Beschrijvende Statistieken van Scores Meetinstrumenten

Meetinstrument	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Minimum	Maximum
Getallenlijntaak symbolisch 1-10	85	1.09	0.72	0	4
Digit recall forwards	85	19.81	4.05	0	31
Dot matrix	85	15.88	3.91	2	26
Odd one out	85	10.35	3.80	0	20

Statistische analyses

Het verband tussen werkgeheugen en getalbegrip werd getoetst aan de hand van een correlatietoets. Er werd een positieve samenhang verwacht tussen de werkgeheugencomponenten fonologische lus, het visueel-ruimtelijk schetsblok, *central executive* en getalbegrip. Vanwege deze gerichte hypothesen werd er eenzijdig getoetst. Het verband werd berekend met de Spearman correlatiecoëfficiënt. Er was namelijk geen sprake van een normaalverdeling bij de variabele getalbegrip, voorwaarde voor het hanteren van de Pearson correlatiecoëfficiënt. Er bleek een rechtsscheve verdeling van getalbegrip te zijn. Uit de analyses kwamen niet significante negatieve samenhangen tussen getalbegrip en visueel-ruimtelijk schetsblok ($r_s = -.08$, $p = .22$) en *central executive* ($r_s = -.04$, $p = .37$). De analyse gaf een niet significante positieve samenhang aan tussen getalbegrip en fonologische lus ($r_s = .05$, $p = .34$). In dit onderzoek betekende een negatieve correlatie een positief verband, omdat een lage score op de getallenlijn duidde op een hoog getalbegrip. Een positieve correlatie gaf een negatief verband aan.

De waarde van de Spearman correlatiecoëfficiënt was bij alle drie de componenten zeer klein, waardoor we niet konden spreken van een verband tussen de variabelen. De hypothese dat er een verband is tussen werkgeheugen en getalbegrip, werd dan ook niet bevestigd in dit onderzoek.

Tot slot werd er een meervoudige regressieanalyse uitgevoerd om te bepalen welke component de sterkste voorspeller was van getalbegrip en hoeveel variantie er verklaard werd door de afzonderlijke werkgeheugencomponenten. Er was voldaan aan de voorwaarden om een meervoudige regressieanalyse uit te voeren (Baarda, De Goede, & Van Dijkum, 2011). De resultaten van de analyse zijn weergegeven in Tabel 2. De fonologische lus, het visueel-ruimtelijk schetsblok en *central executive* bleken geen significante voorspellers te zijn van getalbegrip. De verklaarde variantie (R^2) van dit model was .027. Dit betekent dat 2,7% van getalbegrip werd verklaard door de werkgeheugencomponenten. Dit was een zeer klein effect, dat niet significant bleek te zijn ($p = .53$).

VERBAND TUSSEN WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP

Tabel 2

Resultaten van de Meervoudige Regressie Analyse van de Voorspellers Fonologische Lus, Visueel-ruimtelijk Schetsblok en Central Executive op Getalbegrip

Meetinstrument	<i>B</i>	β	SE	<i>p</i>
Digit Recall Forwards	0.03	0.16	.02	.16
Dot matrix	-0.01	-0.05	.02	.65
Odd one out	-0.01	-0.05	.02	.69

Conclusie en Discussie

Het doel van dit onderzoek was te onderzoeken of er een verband bestaat tussen het werkgeheugen en het getalbegrip bij kinderen van groep twee van Nederlandse basisscholen. Getalbegrip zou, volgens de theorie van Dehaene (1998), een vermogen zijn dat mensen in staat stelt om informatie, waaronder numerieke gegevens, op een juiste wijze te combineren en te manipuleren. Kinderen op de basisschool leren de basisvaardigheden die zij nodig hebben om met cijfers te kunnen werken. Dit wordt in het onderwijs als rekenvaardigheden aangeduid. Getalbegrip kan omschreven worden als de voorloper van rekenvaardigheden. Om te kunnen onderzoeken hoe het komt dat sommige kinderen betere rekenvaardigheden ontwikkelen dan anderen, werd in dit onderzoek het model van het werkgeheugen van Baddeley en Hitch (1974) als uitgangspunt genomen. Geary (2010) heeft in eerdere studies laten zien dat er een samenhang is tussen rekenprestaties bij kinderen uit groep drie en het werkgeheugen. Resultaten uit verschillende werkgeheugentesten duiden op een relatie tussen het werkgeheugen en de rekenprestaties (Geary, 2010; Mabbott & Bisanz, 2008; Passolunghi & Siegel, 2001; Rasmussen & Bisanz, 2005). In dit onderzoek is nagegaan of er tevens een relatie is tussen het werkgeheugen en getalbegrip bij kinderen in groep twee. Door middel van correlatietoetsen is geanalyseerd in hoeverre de verschillende geheugencomponenten afzonderlijk van elkaar een relatie hebben met getalbegrip.

De analyses gaven aan dat er een niet significante samenhang is tussen getalbegrip en de werkgeheugencomponenten. Vervolgens werd een meervoudige regressieanalyse uitgevoerd, om te bepalen welk werkgeheugencomponent de sterkste voorspeller is van getalbegrip en hoeveel variantie er verklaard wordt door de werkgeheugencomponenten. Ook deze resultaten waren niet significant. Dit is tegenstrijdig met de vooraf opgestelde hypothesen gebaseerd op eerdere studies. Uit vele onderzoeken blijkt dat er een verband bestaat tussen het werkgeheugen en de rekenvaardigheden (Holmes & Adams, 2006; Passolunghi, Vercelloni, & Schadee, 2007; Rasmussen & Bisanz, 2005). Er is minder bekend over de relatie tussen het werkgeheugen en getalbegrip. Aangezien getalbegrip de voorloper is van latere rekenvaardigheden (Berch, 2005; Jordan, Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007)

VERBAND TUSSEN WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP

werd ook een positief verband verwacht tussen de afzonderlijke componenten van het werkgeheugen en getalbegrip.

Dit onderzoek toont aan dat er bij jonge, Nederlandse kinderen geen sprake is van een positief verband tussen werkgeheugen en getalbegrip. Er zijn bij de resultaten van dit onderzoek wel kanttekeningen te plaatsen. Een mogelijke verklaring voor het feit dat er geen significante resultaten zijn gevonden, is de keuze van de meetinstrumenten. Er is gekozen voor de getallenlijntaak 1 – 10 om getalbegrip te meten, zoals in andere onderzoeken vaker is gedaan (Booth & Siegler, 2008; Siegler & Booth, 2004). Er is vrijwel niets bekend over de psychometrische kwaliteit van dit instrument. Meer onderzoek zal hiernaar nodig zijn. Het is mogelijk dat de betrouwbaarheid en validiteit van de getallenlijntaak niet voldoende is, dit ondermijnt de resultaten. Bij vervolgonderzoek zou een meetinstrument gebruikt kunnen worden voor getalbegrip dat vanuit onderzoek valide is gebleken, zoals de UGT-R (Van Luit & Van de Rijt, 2009).

In de effectstudie van Alloway et al. (2008) wordt aangegeven dat de validiteit van de AWMA, het meetinstrument voor het werkgeheugen in dit onderzoek, voldoende is. Dit is echter de enige effectstudie van dit meetinstrument en het is een studie naar niet-Nederlandse kinderen. In het huidige onderzoek is het visueel-ruimtelijk schetsblok gemeten met de subtest *dot matrix*. In een onderzoek van Hitch et al. (1988) dat een verband aangeeft tussen getalbegrip en visueel-ruimtelijk schetsblok, is een andere subtest gebruikt. Aan de hand van tekeningen van gemeenschappelijke objecten zoals een vork, pen werd het visueel-ruimtelijk werkgeheugen van kleuters onderzocht. De fonologische lus is gemeten met de subtest *digit recall forwards*, terwijl in een ander onderzoek dat een verband aangeeft tussen fonologische lus en getalbegrip, gebruik is gemaakt van de subtest *word span* (Andersson & Lyxell, 2007). Wellicht zijn er subtiele verschillen in vaardigheden zoals gemeten door verschillende werkgeheugentaken, waardoor de relatie met getalbegrip beïnvloed wordt. In de toekomst zou uitgebreider onderzoek naar de validiteit en betrouwbaarheid van het meetinstrument AWMA gewenst zijn.

De *centrale executive* is gemeten met de subtest *odd one out*. In dit onderzoek is niet expliciet gekeken naar de executieve functies van de kinderen. Het executieve systeem vormt een belangrijke factor voor rekenprestaties. Friso-van den Bos (in druk) heeft in haar meta-analyse laten zien dat er een correlatie bestaat tussen getalbegrip en de executieve functies. Ook wordt een duidelijke relatie gevonden tussen executieve functies, werkgeheugen en getalbegrip. Zo wordt bij *updating* taken een hogere correlatie gevonden tussen visueel-ruimtelijke *updating* taken en getalbegrip dan bij verbale taken. Dit suggereert dat bepaalde getalbegripstaken eerder gebruik maken van bepaalde visueel-ruimtelijke strategieën dan verbale strategieën. Het meenemen van executieve functies bij vervolgonderzoek zou wellicht een nauwkeuriger uitkomst kunnen geven.

Een andere mogelijke verklaring voor de gevonden resultaten is de leeftijd van de participanten in het onderzoek. In dit onderzoek was 63,5% van de kinderen jonger dan 6 jaar. Eerdere onderzoeken die een relatie laten zien tussen het werkgeheugen en getalbegrip zijn gebaseerd op kinderen vanaf 6 jaar. Het is mogelijk dat de getallenlijntaak nog niet bruikbaar is voor

VERBAND TUSSEN WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP

kinderen in de kleuterleeftijd. Laski en Siegler (2007) geven in hun onderzoek aan dat een logaritmische getallenlijn lineair wordt naarmate kinderen ouder worden. Booth & Siegler (2006) beschrijven in hun onderzoek dat kinderen van 6 tot 8 jaar een ontwikkeling laten zien van een logaritmische representatie van getallen, via een mix van lineaire en logaritmische representatie, naar een lineaire representatie van getallen. Voor de jonge kinderen die aan dit onderzoek meededen zou het moeilijk kunnen zijn om cijfers goed op een lijn te plaatsen, omdat zij nog gebruik maken van een logaritmische representatie van getallen. Dit zou de resultaten kunnen vertekenen. Echter uit onderzoek blijkt dat lineaire en logaritmische mentale getallenlijnen hoog met elkaar correleren. Dit weerspreekt deze verklaring (Friso-van den Bos, Kolkman, Kroesbergen, & Leseman, in druk).

Naast de vraag of de getallenlijn wel bruikbaar is voor kinderen in groep twee is een ander discussiepunt in dit onderzoek of de getallenlijn wel het best passende instrument is om getalbegrip te meten bij jonge kinderen. Jordan en Locuniak (2008) geven in hun onderzoek aan dat getallen kunnen onthouden, kennis van cijfers bezitten en eenvoudige rekenkundige manipulaties kunnen verrichten zoals aantallen vergelijken en kleine hoeveelheden optellen en aftrekken, voorspellende gebieden zijn voor getalbegrip van kinderen van groep twee. De belangrijkste voorspeller van deze genoemde domeinen is het eenvoudige rekenkundige manipulaties kunnen verrichten. In het huidige onderzoek is de getallenlijntaak gebruikt om getalbegrip te meten. De getallenlijn meet de representatie van getallen van het kind en niet de kennis van rekenkundige manipulaties. Een aanbeveling voor vervolgonderzoek is om verschillende meetinstrumenten te gebruiken die de aanwezige kennis van eenvoudige rekenkundige manipulaties van het kind meten en vergelijken. De cijferkennis en het vermogen om getallen te onthouden zouden in een tweede instantie gemeten kunnen worden.

Geconcludeerd kan worden dat er nog steeds een mogelijkheid bestaat dat er een verband is tussen het werkgeheugen en getalbegrip voor kinderen van groep twee. Vervolgonderzoek met de juiste meetinstrumenten die aansluiten bij de kennis en vaardigheden van deze doelgroep is vereist om definitieve uitspraken hierover te kunnen doen. Ondanks het feit dat alle resultaten niet significant waren binnen dit onderzoek, geven de resultaten wel aanleiding en suggesties tot verder onderzoek naar mogelijke verklaringen voor de gevonden resultaten. Ten eerste zal vervolgonderzoek zich kunnen richten op de psychometrische kwaliteiten van de getallenlijntaak en de AWMA om de betrouwbaarheid en validiteit van deze meetinstrumenten te onderbouwen. Vervolgonderzoek naar het verband tussen het werkgeheugen en getalbegrip zou ook gebruik kunnen maken van meetinstrumenten met een bewezen validiteit. Tevens zou in de toekomst uitgebreider onderzoek naar jonge kinderen in de kleuterleeftijd gewenst zijn, zodat er meer bekend zal worden over het verband tussen het werkgeheugen en getalbegrip op deze leeftijd.

Literatuur

- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. London: Pearson Assessment.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H. J., & Elliott, J. (2008). Evaluating the validity of the Automated Working Memory Assessment. *Educational Psychology, 28*, 725-734.
doi:10.1080/01443410802243828
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuo-spatial shortterm and working memory in children: Are they separable? *Child Development, 77*, 1698-1716.
doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x
- Andersson, U., & Lyxell, B. (2007). Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? *Journal of Experimental Child Psychology, 96*, 197-288. doi:10.1016/j.jecp.2006.10.001
- Aubrey, C., & Godfrey, R. (2003). The development of children's early numeracy through key stage 1. *British Educational Research Journal, 29*, 821-840.
doi:10.1080/0141192032000137321
- Baarda, D. B., De Goede, M. P. M., & Van Dijkum, C. J. (2011). *Basisboek Statistiek met SPSS; Handleiding voor het verwerken en analyseren van en rapporteren over (onderzoeks)gegevens*. Groningen: Noordhoff Uitgevers bv.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, (pp. 47-89). New York: Academic Press.
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 38*, 333-339. doi:10.1177/00222194050380040901
- Booth, J. L., & Siegler, R. S. (2006). Developmental and individual differences in pure numerical estimation. *Developmental Psychology, 41*, 189-201. doi:10.1037/0012-1649.41.6.189
- Booth, J. L., & Siegler, R. S. (2008). Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. *Child Development, 79*, 1016-1031.
doi:org/10.1111/j.1467-8624.2008.01173.x
- D'Amico, A., & Guarnera, M. (2005). Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning and Individual Differences, 15*, 189-202.
doi:10.1016/j.lindif.2005.01.002
- Dehaene, S. (1998). *The number sense: how the mind creates mathematics*. London: Oxford University Press.
- Friso-van den Bos, I. (in druk). Het verband tussen executieve functies en getalbegrip bij basisschoolkinderen: Een meta-analyse. *Orthopedagogiek: Onderzoek en Praktijk*.
- Friso-van den Bos, I., Kolkman, M. E., Kroesbergen, E. H., & Leseman, P. P. M. (in press). Explaining variability: Numerical representations in 4- to 8-year old children. *Journal of Cognition and Development*. doi:10.1080/15248372.2012.742900

- Fürst, A. J., & Hitch, G. J. (2000). Separate roles for executive and phonological components of working memory in mental arithmetic. *Memory & Cognition*, *28*, 774-782.
doi:10.3758/BF03198412
- Geary, D. C. (2010). Mathematical disabilities: Reflections on cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Learning and Individual Differences*, *20*, 130-133.
doi: 10.1016/j.lindif.2009.10.008
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, *78*, 1343-1359. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x
- Hitch, G. J., Halliday, S., Schaafstal, A. M., & Schraagen, J. M. C. (1988). Visual working memory in young children. *Memory and Cognition*, *16*, 120-132. doi:10.3758/BF03213479
- 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
- Holmes, J., Adams, J. W., & Hamilton, C. J. (2008). The relationship between visuospatial sketchpad capacity and children's mathematical skills. *European Journal of Cognitive Psychology*, *20*, 272-290. doi:10.1080/09541440701612702
- Imbo, I., & LeFevre, J. (2010). The role of phonological and visual working memory in complex arithmetic for chinese- and canadian-educated adults. *Memory and Cognition*, *38*, 176-185.
doi:10.3758/MC.38.2.176
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice*, *22*, 36-46. doi:10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x
- Jordan, N. C., & Locuniak, M. N. (2008). Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of learning disabilities*, *41*, 451-460.
doi:org/10.1177/0022219408321126
- Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H., Van Lieshout, E. C. D. M., Van Loosbroek, E., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). Young children at risk for math disabilities: Counting skills and executive functions. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *27*, 226-236.
doi:10.1177/0734282908330586
- Kroesbergen, E. H., Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (2007). Working memory and early mathematics: Possibilities for early identification of mathematics learning disabilities. In T. E. Scruggs & M. A. Mastropieri (Eds.), *Advances in learning and behavioral disabilities: International perspective*, *20*, (pp. 1-19). Oxford: Elsevier.
- 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

- Mabbott, D. J., & Bisanz, J. (2008). Computational skills, working memory, and conceptual knowledge in older children with mathematics learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 41*, 15-28. doi:10.1177/0022219407311003
- Mazzocco, M. M. M., & Thompson, R. E. (2005). Kindergarten predictors of math learning disability. *Learning Disabilities Research and Practice, 20*, 142-155. doi:10.1111/j.1540-5826.2005.00129.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
- 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., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development, 22*, 165-184. doi:org/10.1016/j.cogdev.2006.09.001
- Rasmussen, C., & Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology, 91*, 137-157. doi:10.1016/j.jecp.2005.01.004
- Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child Development, 75*, 428-444. doi:10.1111/j.14678624.2004.00684.x
- Swanson, H. L. (2004). Working memory and phonological processing as predictors of children's mathematical problem solving at different ages. *Memory and Cognition, 32*, 648-661. doi:10.3758/BF03195856
- Swanson, H. L. (2006). Cognitive processes that underlie mathematical precociousness in young children. *Journal of Experimental Child Psychology, 93*, 239-264. doi:10.1016/j.jecp.2005.09.006
- Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. M. (2013). The structure of executive functions in children: A closer examination of inhibition, shifting, and updating. *British Journal of Developmental Psychology, 31*, 70-87. doi:10.1111/j.2044-835X.2012.02079x
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). Utrechtse getalbegrip toets-revised [Early numeracy test-revised]. Doetinchem: Graviant.
- Wagner, D., & Davis, B. (2010). Feeling number: grounding number sense in a sense of quantity. *Educational Studies in Mathematics, 74*, 39-51. doi:10.1007/s10649-009-9226-9