

Running head: DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK  
WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIJ: SPEELT SEKSE EEN ROL?

De relatie tussen verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen en getalbegrip: Speelt sekse een  
rol?

Master's thesis

Utrecht University

Master's programme in Clinical Child, Family and Education Studies

A.H. Korving - 4137515

Supervisor: Iona Friso-van den Bos

Second assessor: Bodine Romijn

Datum: 25-06-2018

Aantal woorden: 4508

# DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP: SPEELT SEKSE EEN ROL?

## Abstract

**Aim:** In the literature, number sense, visuospatial and verbal working memory are seen as predictors of mathematic skills. The aim of this study was to investigate to what extent visuospatial and verbal working memory are related to number sense of children in primary school and whether these relationships are different for boys and girls.

**Method:** In the current study 98 children aged 6-10 years from 4 schools were tested. Verbal working memory was measured with a Word recall backwards task and visuospatial working memory was measured with an Odd one out task. Number sense was measured with a number line task from 0-1000. **Results:** A hierarchical multiple regression analysis and a Pearson's correlation were executed to analyze the data. It was shown that working memory was not related to number sense. There was a difference between boys and girls for number sense and verbal working memory. The results showed that neither the relation between verbal working memory and number sense or the relation between visuospatial working memory and number sense was moderated by gender. **Conclusion:** Boys perform better on number line tasks, but girls score higher on verbal working memory. The results regarding the relation between verbal working memory and visuospatial working memory were inconsistent with the results from earlier research. More insight is still needed in the relationship between working memory and number sense. Possible explanations and directions for future research are discussed.

*Keywords: number sense, verbal working memory, visuospatial working memory, mathematic skills, gender*

## DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIJ: SPEELT SEKSE EEN ROL?

De relatie tussen verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen en getalbegrip. Speelt sekse een rol?

Leren rekenen is een essentieel onderdeel van de cognitieve ontwikkeling en speelt een grote rol in het kunnen functioneren binnen de huidige maatschappij. Echter, de rekenontwikkeling verloopt niet bij alle kinderen probleemloos. Daarom is het relevant om te kijken naar de factoren die van invloed zijn op de rekenontwikkeling. Het getalbegrip is de basis voor het leren rekenen en een belangrijke voorspeller voor latere rekenvaardigheid. Het bestaat uit verschillende componenten, zoals het maken van een getallenlijn, tellen en voorbereidende rekenvaardigheden (Kroesbergen, Van der Ven, Kolkman, Van Luit & Leseman, 2009). Dit zijn vaardigheden om numerieke hoeveelheden te begrijpen, te benaderen en te manipuleren en zijn nodig om rekenopgaves te kunnen maken (Dehaene, 2001). Het huidige onderzoek zal zich richten op de rol die twee onderdelen van het werkgeheugen bijdragen aan de ontwikkeling van getalbegrip. Ook zal er naar de rol van sekse worden gekeken.

### **Executieve functies**

Naast getalbegrip kan er ook worden gezocht naar voorspellers van rekenvaardigheid op een hoger cognitief niveau. In dit onderzoek zal één cognitieve factor worden besproken, namelijk het werkgeheugen, in relatie tot getalbegrip. Uit onderzoek blijkt dat het werkgeheugen een rol speelt bij het ontwikkelen van rekenvaardigheden (DeStefano & Lefevre, 2004). Het multi-componentenmodel van Baddeley en Hitch (1974) beschrijft het werkgeheugen met drie hoofdcomponenten, namelijk een centraal executief systeem, het visueel-ruimtelijk schetsblok en de fonologische lus.

Inhibitie, shifting en updating zijn verschillende componenten van het centraal executief systeem. Inhibitievaardigheden zijn nodig voor het beheersen en onder controle houden van impulsen. Het wisselen tussen verschillende responssets wordt shifting genoemd (Zelazo, Muller, Frye, & Marcovitch, 2003). Updating is het opslaan en bijwerken van informatie in het werkgeheugen (Miyake e.a., 2000). Updating kan van deze functies het meest worden gerelateerd aan getalbegrip, omdat bij getalbegrip het opslaan en verwerken van relevante informatie een grote rol speelt (Passolunghi & Pazzaglia, 2005). Daarom zal in het huidige onderzoek de focus liggen op updating als executieve functie en zullen de overige functies niet verder worden besproken.

De andere twee hoofdcomponenten van het werkgeheugen zijn de fonologische lus en het visueel-ruimtelijk schetsblok. De centrale executieve stuurt het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen aan. De fonologische lus wordt ook wel het verbaal werkgeheugen

## DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIJ: SPEELT SEKSE EEN ROL?

genoemd en houdt zich bezig met de opslag en bewerking van verbale informatie (Baddeley & Hitch, 1974). Uit onderzoeken blijkt dat het verbaal werkgeheugen kan worden gerelateerd aan getalbegrip (Jenks et al., 2007; Noël, 2009). In het onderzoek van Jenks en collega's (2007) staat dat kinderen met een sterk verbaal werkgeheugen zich beter ontwikkelde in de telvaardigheden dan kinderen met een zwak verbaal werkgeheugen. Daarentegen vond het onderzoek van Costa en collega's (2011) geen relatie tussen het verbaal werkgeheugen en telvaardigheden.

Het visueel-ruimtelijke schetsblok wordt ook wel het visueel-ruimtelijk werkgeheugen genoemd en gaat over de opslag en bewerking van visueel-ruimtelijke informatie (Alloway & Alloway, 2010). Ook is er een relatie gevonden tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en getalbegrip. Er werd een verband gevonden tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en non-verbale rekentaken bij kleuters (Klein & Bisanz, 2000; Rasmussen & Bisanz, 2005). In een onderzoek van Barnes en collega's (2011) werd echter gevonden dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen een voorspeller was voor taken op verbaal niveau. Gezien deze verschillende onderzoeksresultaten zal daarom in dit onderzoek de samenhang tussen het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen en getalbegrip worden onderzocht, om meer inzicht te krijgen in de voorspellende waarde van deze twee vormen van het werkgeheugen.

### **Sekseverschillen**

De bevindingen uit eerder onderzoek naar sekseverschillen in rekenvaardigheden zijn niet eenduidig. Veel onderzoeken hebben als resultaat dat jongens over het algemeen beter scoren op rekenkundige taken (bijvoorbeeld Roselli, Ardila, Matute & Inozemtseva, 2009). Er bestaan verschillen tussen jongens en meisjes als het gaat om taken op verbaal en visueel-ruimtelijk niveau. Verbale taken zijn het schatten van getallen, vergelijken, hoeveelheden koppelen, ordenen en tellen. Visueel-ruimtelijke taken zijn het maken van mentale getallenlijnen. Deze taken meten het getalbegrip (Jordan, Kaplan, Nabors Oláh, & Locuniak, 2006). Jongens lijken beter te presteren op ruimtelijke taken (Levine, Huttenlocher, Taylor & Langrock, 1999). Echter, uit ander onderzoek blijkt dat meisjes beter presteren op verbale taken (Blakemore & Frith, 2008). Aangezien getalbegrip als belangrijke voorspeller van latere rekenvaardigheden wordt gezien, zou het verschil in rekenen tussen jongens en meisjes mogelijk verklaard kunnen worden door een eerder verschil in getalbegrip. Daarnaast is er een verschil in strategieën die jongens en meisjes gebruiken om deze numerieke taken op te lossen. Jongens gebruiken eerder retrieval strategieën, een strategie waarbij gegevens worden opgehaald uit het geheugen, terwijl meisjes de voorkeur geven aan verbale manipulatieve strategieën, zoals het tellen op de vingers en het gebruik van algoritmes (Carr, & Jessup,

## DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP: SPEELT SEKSE EEN ROL?

1997; Hickendorff, Van Putten, Verhelst & Heiser, 2010). Uit onderzoek van Carr & Davis (2001) blijkt dat het niet gaat om de voorkeur voor een bepaalde strategie, maar dat het sekseverschil zit in het rekenkundig vermogen. Jongens scoorden beter op sommen waarbij zij een beroep moesten doen op het geheugen dan meisjes, daarom gebruiken zij deze strategie vaker.

Er is daarnaast beperkt bewijs gevonden voor sekseverschillen in de ontwikkeling van executieve functies en bestaande onderzoeken hebben tegenstrijdige bevindingen. Bij het onderzoek van Epsy en collega's (2001) scoorden meisjes beter op updating. Bij het onderzoek van Gathercole en collega's (2004) scoorden alleen jongens in de leeftijd van 13 tot 15 beter op een werkgeheugentaak. In een onderzoek van Alloway en collega's (2006) werd geen verschil tussen jongens en meisjes van 4 tot 11 jaar gevonden voor zowel verbale als visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken. Door dit wisselende beeld van de ontwikkeling van het werkgeheugen voor jongens en meisjes is het belangrijk om in het huidige onderzoek ook de rol van sekse mee te nemen.

### **Sekseverschillen bij getalbegrip en het werkgeheugen**

In de eerste twee jaren van de basisschool ontstaan al sekseverschillen in getalbegrip (Penner & Paret, 2008). Wellicht kan dit sekseverschil ook worden verklaard door de strategieën die jongens en meisjes gebruiken (Carr & Davis, 2001). Jongens gebruiken strategieën die een beroep doen op het geheugen en meisjes verbale strategieën zoals tellen op de vingers. Mogelijk is er dan ook een verschil in hoe jongens en meisjes het verbaal- en visueel-ruimtelijk werkgeheugen gebruiken bij getalbegrip, aangezien het werkgeheugen in verband staat met het getalbegrip (Clark et al., 2010). Het is dus interessant om te kijken naar de vraag of er een sekseverschil is bij het getalbegrip van kinderen en of de rol die het werkgeheugen hierbij speelt ook verschillend is voor jongens en meisjes.

Er is voor zover bekend geen wetenschappelijk onderzoek gedaan naar deze relatie. Daarnaast zijn de meeste bovenstaande onderzoeken uitgevoerd in het buitenland, een onderzoek met Nederlandse respondenten kan mogelijk voor een ander beeld zorgen, bijvoorbeeld door het taalverschil in de benoeming van getallen. Het huidige onderzoek zal zich dan ook richten op een mogelijk sekseverschil voor de relatie tussen verbaal werkgeheugen en visueel-ruimtelijk werkgeheugen als voorspeller van getalbegrip. Het bestaan van dit verschil kan belangrijke consequenties hebben voor de onderwijspraktijk. Het is belangrijk dat tekorten in de rekenontwikkeling vroeg worden gesignaleerd en verholpen om grotere problemen te voorkomen. Daarom is het belangrijk om inzicht te krijgen in de factoren die een rol spelen in de ontwikkeling van rekenvaardigheden (Van Luit & Van de

## DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIJ: SPEELT SEKSE EEN ROL?

Rijt, 2009). Wanneer men weet welke rol het werkgeheugen speelt bij het leren van deze voorbereidende rekenvaardigheden van jongens en meisjes kan het rekenonderwijs effectiever worden gemaakt door rekening te houden met dit sekseverschil in de manier van lesgeven.

### **Probleemstelling**

Het doel van deze masterthesis was om te onderzoeken in hoeverre het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen gerelateerd zijn aan het getalbegrip van kinderen op de basisschool en of geslacht een modererende factor is in de relatie tussen het werkgeheugen en getalbegrip? Er waren vier deelvragen opgesteld: Is er een relatie tussen visueel-ruimtelijk werkgeheugen en getalbegrip? Is er een relatie tussen verbaal werkgeheugen en getalbegrip? Heeft sekse een modererend effect op de relatie tussen visueel-ruimtelijk werkgeheugen en getalbegrip? En heeft sekse een modererend effect op de relatie tussen verbaal werkgeheugen en getalbegrip?

Op basis van literatuuronderzoek wordt verwacht dat een hoge score op beide werkgeheugentaken is gerelateerd aan een hoge mate van getalbegrip (Passolunghi & Pazzaglia, 2004). Er wordt verwacht dat de relatie tussen het verbaal werkgeheugen en het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en getalbegrip verschillend is voor jongens en meisjes, gezien de verschillende resultaten uit eerdergenoemde onderzoeken naar genderverschillen in het gebruik van rekenstrategieën (Roselli, Ardila, Matute & Inozemtseva, 2009). Deze hypothesen zullen aan de hand van kwantitatief empirisch onderzoek worden getoetst.

### **Methode**

#### **Participanten**

Er hebben 98 kinderen meegewerkt aan dit onderzoek. De participanten volgden onderwijs aan 4 verschillende scholen, waarvan één internationale school. 23.5% ( $N = 23$ ) van de kinderen zaten in groep 3, 21.4% ( $N = 21$ ) in groep 4, 37.8% ( $N = 37$ ) in groep 5 en 17.3% ( $N = 17$ ) in groep 6. 50% van de respondenten was jongen ( $N = 49$ ) en 50% van de respondenten was meisje ( $N = 49$ ). De leeftijd varieerde van 6 tot en met 10 jaar ( $M = 7.47$   $SD = 1.14$ ). De kinderen zijn in de volgende landen geboren: Nederland ( $N = 82$ ), India, Roemenie, Spanje, Nepal, Italië, Portugal, Verenigde Staten, Rusland, Duitsland, Syrië. 2% van de kinderen heeft een leerstoornis, te weten dyslexie. 5.1 % van de kinderen is een keer blijven zitten. De achtergrondgegevens zijn ook apart genoteerd voor jongens en meisjes (Tabel 1).

Tabel 1

*Verschillende Achtergrondvariabelen van de participanten*

## DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIJ: SPEELT SEKSE EEN ROL?

	Jongens	Meisjes	Totaal
Deel van de onderzochte groep ( <i>N</i> )	49	49	98
Aantal kinderen met een leerstoornis	2	0	2
Aantal kinderen met een doublure	4	1	5
Gemiddelde leeftijd ( <i>M</i> )	7.88	7.61	
Nederlandse achtergrond ( <i>N</i> )	41	41	82
Nederlandse taal thuis gesproken ( <i>N</i> )	41	39	80

Noot. t-toetsen uitgevoerd, geen van de gegevens was significantie bij  $*p < .05$ .

### Procedure

Voor dit onderzoek is data verzameld via verschillende computertaken met het programma e-prime. Basisschoolkinderen van groep 3 tot en met 6 zijn geworven door de Master studenten Orthopedagogiek. De kinderen hebben individueel de computertaken uitgevoerd onder begeleiding van een getrainde testleider in een stille ruimte binnen de school. De testleider bediende de laptop en het kind gaf antwoord of wees een item aan op het scherm. De instructies bij de taken waren gestandaardiseerd. De taken duurde ongeveer twee maal 25 minuten per kind. De kinderen werden in twee sessies getest om hen niet langdurig te belasten. Er is sprake van convenience sampling. Aan de ouders is voorafgaand aan het onderzoek toestemming gevraagd voor het gebruik van de antwoorden van hun kinderen. Ouders en leerkrachten zijn geïnformeerd dat deelname aan dit onderzoek geheel vrijwillig is en alle onderzoeksgegevens volstrekt vertrouwelijk en anoniem verwerkt worden. Respondenten hebben geen beloning ontvangen.

Het huidige onderzoek maakt deel uit van een groter onderzoek en daardoor werden niet alle afgenomen taken gebruikt. Alleen de taken voor het meten van het visueel-ruimtelijk en verbaal werkgeheugen, namelijk de word recall backwards taak, de odd one out taak en de getallenlijntaak werden gebruikt. De overige taken die zijn afgenomen zijn: een flankertaak die inhibitie en shifting meet, een patroonherkenningstaak en een test voor de verwerkingssnelheid en benoemsnelheid. Ten slotte zijn de Cito scores van rekenen bij de leerkracht opgevraagd.

### Instrumenten

#### Verbaal werkgeheugen

## DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIJ: SPEELT SEKSE EEN ROL?

De Word recall backwards is gebaseerd op AWMA (Automated Working Memory Assessment) testbatterij van Alloway (2007). Bij de Word recall backwards taak dient het kind woorden in de omgekeerde volgorde na te zeggen. De taak begint met twee oefenitems van twee woorden. Vervolgens wordt begonnen met twee woorden en loopt de moeilijkheidsgraad op tot zeven woorden. Wanneer het kind vier goede antwoorden geeft, gaat het door naar het volgende blok waarin de series met een woord verlengd worden, maar wanneer het kind drie verkeerde antwoorden binnen een blok geeft wordt de taak afgebroken. Deze taak meet het verbale deel van updating. Het aantal goede antwoorden werd meegenomen als score. Deze taak kent een goede betrouwbaarheid (Pickering & Gathercole, 2001). De validiteit van de digit recall backwards taak, welke in grote mate te vergelijken is met de word recall backwards, blijkt goed te zijn (Alloway, Gathercole, Kirkwood & Elliott, 2008).

### **Visueel-ruimtelijk werkgeheugen**

De Odd one out taak is ook gebaseerd op de AWMA (Alloway, 2007). Het kind dient de afwijkende vorm aan te wijzen in een rij van vormen en vervolgens de locaties van deze vormen te onthouden. Het kind krijgt steeds een reeks van drie plaatjes te zien op een rijtje en moet aanwijzen welke van de drie afwijkend is. Vervolgens moet het kind aanwijzen in welk vakje het afwijkende plaatje stond. Er worden eerst geoefend met het aanwijzen van het juiste plaatje en de juiste plaats van één serie en daarna tweemaal met twee series. De taak begint met één serie van drie plaatjes en loopt op tot vijf series van drie plaatjes. Wanneer het kind vier goede antwoorden geeft, gaat het door naar het volgende blok waarin de series met een woord verlengd worden, maar wanneer het kind drie verkeerde antwoorden binnen een blok geeft wordt de taak afgebroken. Dit is een taak om het visueel-ruimtelijke deel van updating te meten. Uit onderzoek van Alloway en collega's blijkt dat de criteriumvaliditeit van deze taak goed is, daarnaast heeft de test-hertest betrouwbaarheid een waarde van .81 voor kinderen van 4.5 tot 11.5 jaar (Alloway, Gathercole, Kirkwood & Elliott, 2008; Alloway, Gathercole, & Pickering, 2006).

### **Getalbegrip**

Getalbegrip is gemeten met behulp van een getallenlijntaak. Hierbij dient het kind een getal tussen de nul en duizend op de juiste plek op de getallenlijn te plaatsen. Het kind moet de positie van een getal met een vinger aanwijzen op een lege getallenlijn en de testleider verschuift de muis naar de plek die het kind aanwijst. Links staat de 0 en rechts staat de 1000. Er wordt geoefend met de getallen 0 en 1000. De getallen worden hardop voorgelezen. Het kind doorloopt de hele taak en krijgt in totaal 30 getallen te zien tussen de 0 en de 1000. Voor



## DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP: SPEELT SEKSE EEN ROL?

de score wordt gekeken naar de absolute gemiddelde afwijking van het aangewezen getal ten opzichte van de daadwerkelijke plaats. Een hoge score betekent een grotere absolute gemiddelde afwijking. Een getallenlijntaak als deze wordt gezien als een valide instrument om een beeld te krijgen van het getalbegrip (Booth & Siegler, 2008). Een getallenlijntaak wordt ook als betrouwbaar gezien (Link, Moeller, Huber, Fischer, & Nuerk, 2013).

### **Analyseplan**

Voor dit onderzoek zal gebruik worden gemaakt van een hiërarchische multi-pele regressieanalyse. Ten eerste zullen er beschrijvende statistieken en data-inspectie worden uitgevoerd om te kijken naar uitschieters en om de correlaties tussen de variabelen, namelijk het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen, getalbegrip en geslacht, te berekenen. Er zullen ook t-toetsen worden uitgevoerd om naar het sekseverschil te kijken.

In de hiërarchische regressie wordt getoetst of een hoge score op verbaal of visueel-ruimtelijk werkgeheugen een voorspeller is voor een hoge score op getalbegrip en of deze relatie sterker is voor jongens of meisjes. In totaal worden er twee hiërarchische multi-pele regressieanalyses (MRA) uitgevoerd; één voor verbaal werkgeheugen en één voor visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Hiervoor zijn eerst de assumpties normaliteit, homoscedasticiteit, multicollineariteit en lineariteit getoetst. De variabelen die in stap 1 getoetst worden op de onafhankelijke variabele verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen, zijn de afhankelijke variabele getalbegrip met de mogelijke moderator geslacht. In stap 2 wordt de interactieterm tussen verbaal en visueel-ruimtelijk geheugen en geslacht toegevoegd.

## **Resultaten**

### **Beschrijvende statistieken en data-inspectie**

Ten eerste is gekeken naar de voorwaarden voor een multi-pele regressieanalyse (MRA). De variabele getalbegrip was scheef naar links verdeeld, en is met behulp van een natuurlijk logaritme getransformeerd, waarna de variabele normaal verdeeld was. De overige variabelen waren normaal verdeeld, hiervoor waren de skewness en de kurtosis berekend, deze scores lagen tussen de -1 en 1. Ook is voldaan aan de voorwaarde voor multicollineariteit aangezien de correlatie tussen de voorspellers onder de 0.8 lag. Als laatste is voldaan aan normaalverdeling, lineariteit en homoscedasticiteit van de residuen.

De beschrijvende statistieken van alle studiev variabelen zijn weergegeven in Tabel 2. Hier zijn ook de correlaties te zien. De correlatie tussen verbaal werkgeheugen en visueel-ruimtelijk werkgeheugen was alleen significant voor meisjes, dit was een middelgroot effect. Dit betekent dat een hoge score op verbaal werkgeheugen alleen bij meisjes gerelateerd was aan een hoge score op visueel-ruimtelijk werkgeheugen. De correlaties van getalbegrip en

## DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIJ: SPEELT SEKSE EEN ROL?

verbaal werkgeheugen en de correlatie tussen getalbegrip en visueel-ruimtelijk werkgeheugen waren voor zowel jongens en meisjes niet significant.

Er is een *t*-toets voor onafhankelijke groepen uitgevoerd om de scores op de verschillende variabelen van jongens te vergelijken met die van meisjes. Levene's test was niet significant, dit betekent dat de gelijke varianties konden worden aangenomen. Voor getalbegrip was de *t*-toets statistisch significant, waarbij meisjes een hogere score hadden en dus een grotere afwijking lieten zien ten opzichte van de juiste positie op de getallenlijn dan jongens,  $t(88) = 2.58$   $p = .01$ , tweezijdig,  $d = 0.31$ , dit betrof een klein effect. Daarnaast is er een *t*-toets uitgevoerd om te kijken of de score op het verbale werkgeheugen verschillend was voor jongens en meisjes, dit verschil was significant  $t(91) = 2.30$   $p = .02$ , tweezijdig,  $d = 0.51$  wat duidt op een middelgroot effect, waarbij meisjes hoger scoorden op verbaal werkgeheugen dan jongens. Ten slotte is een *t*-toets uitgevoerd om te kijken naar een verschil tussen jongens en meisjes voor het visueel-ruimtelijk werkgeheugen, deze was niet significant,  $t(95) = 1.73$   $p = .09$ , tweezijdig. Er waren dus geen significante verschillen in scores op het visueel-ruimtelijk werkgeheugen tussen jongens en meisjes.

Tabel 2

### Beschrijvende Statistieken

	1.	2.	3.	Jongens <i>M (SD)</i>	Meisjes <i>M (SD)</i>
1. Getalbegrip	-	-.003	-.18	107.66 (77.26)	147.41 (87.94)
2. Verbaal WG	.05	-	.25	6.51 (2.25)	7.61 (2.36)
3. Visueel-ruimtelijk WG	-.14	.45*	-	13.41 (3.46)	14.58 (3.02)

Noot. \* $p < .01$ . Correlatie boven de diagonaal is voor jongens. Correlatie onder de diagonaal is voor meisjes

WG = Werkgeheugen

### Moderatie van relatie tussen verbaal werkgeheugen en getalbegrip door geslacht

In model 1 van de MRA, verklaarden verbaal werkgeheugen en geslacht 8% van de totale variantie in getalbegrip, deze verklaarde variantie was significant,  $R^2 = .08$ ,  $F(2, 82) = 3.62$ ,  $p = .03$ . Verbaal werkgeheugen was geen significante voorspeller van getalbegrip. Geslacht was wel een significante voorspeller van getalbegrip. Er was dus, zoals ook uit de *t*-toets gebleken, een significant verschil in getalbegrip tussen jongens en meisjes.

Uit stap 2 van de regressieanalyse blijkt dat de toevoeging van de interactie tussen verbaal werkgeheugen en geslacht niet leidde tot een significante toename in de verklaarde variantie in getalbegrip,  $\Delta R^2 = .001$ ,  $\Delta F(1, 81) = .06$ ,  $p = .81$ . De interactieterm tussen

## DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIJ: SPEELT SEKSE EEN ROL?

verbaal werkgeheugen en geslacht was dan ook geen significante voorspeller van getalbegrip. De relatie tussen verbaal werkgeheugen en getalbegrip was niet anders voor jongens en meisjes.

Tabel 3

*Resultaten van Hiërarchische Regressieanalyse Verbaal Werkgeheugen, Geslacht en interactievariabele als predictor Getalbegrip*

	Getalbegrip			
	Model	<i>B</i>	<i>SE (B)</i>	$\beta$
1				
	Verbaal WG	.01	.03	.03
	Geslacht	-.35	.14	-.28*
2				
	Verbaal WG	.01	.04	.05
	Geslacht	-.25	.43	-.20
	Verbaal WG x geslacht	-.01	.06	-.08

*Noot.* \* $p < .05$ .  $N = 85$

### **Moderatie van relatie tussen visueel-ruimtelijk werkgeheugen en getalbegrip door geslacht**

In model 1 van de MRA, verklaarden visueel-ruimtelijk werkgeheugen en geslacht 9% van de totale variantie in getalbegrip, deze verklaarde variantie was significant,  $R^2 = .09$ ,  $F(2,86) = 4.27$ ,  $p = .02$ . Visueel-ruimtelijk werkgeheugen was geen significante voorspeller van getalbegrip. Geslacht was wel een significante voorspeller van getalbegrip, er was dus een significant verschil in getalbegrip tussen jongens en meisjes.

Uit stap 2 van de regressieanalyse blijkt dat de toevoeging van de interactie tussen visueel-ruimtelijk werkgeheugen en geslacht niet leidde tot een significante toename in de verklaarde variantie in getalbegrip,  $\Delta R^2 = < .001$ ,  $\Delta F(1, 85) = .002$ ,  $p = .96$ . De interactieterm tussen visueel-ruimtelijk werkgeheugen en geslacht was dan ook geen significante voorspeller van getalbegrip. De relatie tussen visueel-ruimtelijk werkgeheugen en getalbegrip was niet anders voor jongens en meisjes.

DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIJ: SPEELT SEKSE EEN ROL?

Tabel 4

*Resultaten van Hiërarchische Regressieanalyse Visueel-Ruimtelijk Werkgeheugen, Geslacht en interactievariabele als predictor Getalbegrip*

Model	Getalbegrip		
	<i>B</i>	<i>SE (B)</i>	$\beta$
1			
Visueel-Ruimtelijk	-.03	.02	-.15
WG			
Geslacht	-.36	.31	-.29**
2			
Visueel-Ruimtelijk	-.03	.03	-.15
WG			
Geslacht	-.33	.59	-.27*
Verbaal WG	<.01	.04	-.02
x geslacht			

*Noot.* \* $p < .05$  \*\* $p < .01$ .  $N = 89$

### Conclusie

Het doel van dit onderzoek was om te kijken naar de relatie tussen het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen en getalbegrip en de rol die sekse hierin speelt. Deze vraag was opgesplitst in vier deelvragen. Uit de literatuur bleek dat het werkgeheugen kon worden gerelateerd aan het getalbegrip en beide goede voorspellers zijn voor latere rekenvaardigheden (DeStefano & Lefevre, 2004; Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, Van Loosbroek & Van de Rijt, 2000; Passolunghi & Pazzaglia, 2004).

De eerste hypothese stelde dat een hoge score op werkgeheugentaken gerelateerd is aan een hoge mate van getalbegrip. Uit de regressie-analyse bleek dat het verbaal werkgeheugen geen significante voorspeller was voor getalbegrip. Ook bleek het visueel-ruimtelijk werkgeheugen geen significante voorspeller te zijn voor getalbegrip. Een opvallende bevinding is tevens dat er geen significante correlaties werden gevonden tussen getalbegrip en zowel het verbaal werkgeheugen en het visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Deze hypothese kan dus niet worden bevestigd. Dit sluit niet aan bij bevindingen uit eerdere

## DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIJ: SPEELT SEKSE EEN ROL?

onderzoeken over de relaties tussen het werkgeheugen en het getalbegrip (Jenks et al., 2007; Klein & Bisanz, 2000; Noël, 2009; Rasmussen & Bisanz, 2005).

Daarnaast bleek dat de correlaties tussen het verbaal werkgeheugen en het visueel-ruimtelijk werkgeheugen alleen significant was voor meisjes, dit was een middelgroot effect. Er is een klein significant effect gevonden voor getalbegrip in het verschil tussen jongens en meisjes. Dit betekent dat meisjes minder accuraat scoorden in vergelijking met jongens op de getallenlijntaak, aangezien zij een grotere absolute gemiddelde afwijking lieten zien en dus minder goed scoorden op het aanwijzen van de juiste plek van het getal op de lijn. Dit komt overeen met eerdere onderzoeken waarbij jongens beter leken te presteren op deze ruimtelijke rekenkundige taken (Levine, Huttenlocher, Taylor & Langrock, 1999). Tevens was er een middelgroot effect voor het verbale werkgeheugen. Dit betekent dat meisjes hoger scoorden dan jongens op de taak voor het verbaal werkgeheugen en dus betere capaciteiten lieten zien op het gebied van de opslag en bewerking van verbale informatie (Baddeley, 1992). In eerder onderzoek van Epsy en collega's (2001) scoorden meisjes ook hoger dan jongens op een werkgeheugentaak, er waren echter ook onderzoeken die tegenstijdige of wisselende resultaten lieten zien (Alloway et al, 2006; Gathercole et al, 2004).

De hypothese over het moderatie-effect stelde dat de relatie tussen het verbaal werkgeheugen en het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en getalbegrip verschillend is voor jongens en meisjes. Deze hypothese kan echter niet worden bevestigd. Uit de regressie-analyses bleek dat zowel de relatie tussen verbaal werkgeheugen als de relatie tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en getalbegrip niet anders was voor jongens en meisjes, aangezien de effecten van de interactietermen niet significant waren. Hoewel jongens en meisjes dus verschillend scoren op de variabelen getalbegrip en verbaal werkgeheugen zorgt dit niet voor een significante rol van sekse in de relatie tussen werkgeheugen en getalbegrip.

### **Verklaringen en aanbevelingen**

Er zal gezocht worden naar verklaringen voor de resultaten die in strijd zijn met de literatuur. Ten eerste zal er gekeken worden naar de variabele getalbegrip, gemeten met een getallenlijntaak. De oogbewegingen die kinderen maken wanneer ze schatten waar een getal geplaatst moet worden kan worden gebruikt om de strategie van kinderen in kaart te brengen via Eye tracking (Sullivan, Juhasz, Slattery, & Barth, 2011). Uit onderzoek blijkt dat er individuele verschillen zijn in de strategieën die kinderen hanteren bij een getallenlijntaak. De studie van Schot en collega's suggereert dat het van belang kan zijn op welke plaats het te schatten getal verschijnt op het scherm, in verband met een strategie waarbij kinderen dit getal gebruiken als referentiepunt voor het midden van de lijn om te beslissen of het getal hoger of

## DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIJ: SPEELT SEKSE EEN ROL?

lager ligt dan de 500. Bij de huidige getallenlijntaak werd het te schatte getal aan de linker kant of in het midden van het scherm getoond. Het regelmatig presenteren van het getal op dezelfde plek dan invloed hebben gehad op de schatting van het kind.

Daarnaast is voor dit onderzoek alleen de 0-1000 getallenlijntaak gebruikt. Uit onderzoek bleek dat kinderen eerst het schatten op de getallenlijn tot 100 ontwikkelen en vervolgens het schatten tot 1000 (Siegler & Opfer, 2003). In het huidige onderzoek hadden de kinderen verschillende leeftijden (6-10). Wellicht is bij de jongere kinderen het schatten tot 1000 nog niet ontwikkeld en geeft dit niet een correct beeld van de ontwikkeling van het getalbegrip. In toekomstig onderzoek kunnen beide taken worden meegenomen voor een completer beeld.

De resultaten van dit onderzoek kunnen ook beïnvloed zijn door beperkingen van het huidige onderzoek. Allereerst zijn de taken afgenomen door verschillende testleiders die de test hebben afgenomen op verschillende dagen en in verschillende omgevingen. Dit kan gezorgd hebben voor een verschil in instructie en wijze van afname wat van invloed kan zijn op de resultaten. De testleider bediende de muis bij de taken en dit kan vooral bij de getallenlijntaak gevoelig zijn voor meetfouten. Ten tweede is er sprake van een selecte en relatief kleine steekproef, de scholen en kinderen zijn geselecteerd door de testleiders zelf. Dit betekent ook dat de resultaten niet zonder meer generaliserend kunnen worden naar de gehele populatie basisschoolkinderen. Hierbij is ook geen rekening gehouden met kind- en omgevingsfactoren. Uit onderzoek blijkt dat bijvoorbeeld de sociaaleconomische situatie en het opleidingsniveau van de ouders een rol kunnen spelen in de ontwikkeling van kinderen (Bronfenbrenner, 1979). Tevens waren de taken een momentopname en werden alleen de prestaties van het kind op dat moment meegenomen. Tot slot waren de scholen die hebben deelgenomen aan het onderzoek zelf ook geïnteresseerd in de prestaties van hun leerlingen op het gebied van voorspellers van rekenvaardigheden. Wanneer het onderzoek had plaats gevonden op random geselecteerde scholen die minder open hadden gestaan voor optimalisatie van het rekenonderwijs en evaluatie van de prestaties van hun leerlingen op de afgenomen taken, waren de resultaten wellicht anders uitgevallen.

Dit onderzoek heeft aangetoond dat zowel het verbaal als het visueel-ruimtelijk werkgeheugen niet als voorspeller konden worden gezien voor getalbegrip. Wel zijn deze resultaten relevant. Hoewel de moderatie van geslacht niet kan worden bevestigd kan er wel worden gesteld dat jongens beter in staat zijn een mentale getallenlijn te maken en meisjes juist beter scoren op het verbaal werkgeheugen. Daarnaast is er geen verschil in het visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Meer inzicht is nog nodig in de relatie tussen het werkgeheugen en

## DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP: SPEELT SEKSE EEN ROL?

getalbegrip, dit benadrukt dat er verder onderzoek nodig is waarin dit opnieuw wordt onderzocht, aangezien de huidige resultaten tegenstrijdig zijn met eerdere bevindingen en theoretische modellen. Voor toekomstig onderzoek is het raadzaam om in een getallenlijntaak de getallen op dezelfde plek te presenteren en daarnaast een 0-100 getallenlijntaak mee te nemen voor een duidelijker beeld van de vaardigheden van jongere kinderen. Ook wordt aangeraden om longitudinaal onderzoek te doen met een aselechte steekproef van grotere omvang om de ontwikkeling van vaardigheden op het gebied van werkgeheugentaken en getalbegrip nog beter in kaart te brengen. Het gevonden sekseverschil voor getalbegrip kan, naast het gevonden verschil van verbaal werkgeheugen in relatie tot rekenstrategieën van jongens en meisjes, gebruikt worden om het rekenonderwijs te optimaliseren, aangezien getalbegrip de basis is voor het leren rekenen.

# DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP: SPEELT SEKSE EEN ROL?

## Referenties

- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. London: Pearson Assessment. Translated and reproduced by permission of Pearson Assessment.
- Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology, 106*, 20–29. doi:10.1016/j.jecp.2009.11.003.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2008). Evaluating the validity of the Automated Working Memory Assessment. *Educational Psychology, 28*, 725-734. doi:10.1080/01443410802243828
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial shortterm memory and working memory in children: Are they separable? *Child Development, 77*, 1698-1716. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation, 8*, 47-89. doi:10.1016/S0079-7421(08)60452-1
- Barnes, M. A., Stubbs, A., Raghobar, K. P., Agostino, A., Taylor, H., Landry, S. ... & Smith Chant, B. (2011). Mathematical skills in 3-and 5-year-olds with spina bifida and their typically developing peers: A longitudinal approach. *Journal of the International Neuropsychological Society, 17*, 431-444. doi:10.1017/S1355617711000233
- Blakemore, S. J., & Frith, U. (2008). *The learning brain. Lessons for education*. Malden: Blackwell Publishing.
- 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
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Carr, M., & Davis, H. (2001). Gender differences in arithmetic strategy use: A function of skill and preference. *Contemporary Educational Psychology, 26*, 330-347. doi:10.1006/ceps.2000.1059
- Carr, M., & Jessup, D.L. (1997). Gender differences in first grade mathematics strategy use: Social and metacognitive influences. *Journal of Educational Psychology, 89*, 318-328. doi:10.1037/0022-0663.89.2.318
- Clark, C. A. C., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental Psychology, 46*, 1176-1191. doi:10.1037/a0019672



DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP: SPEELT SEKSE EEN ROL?

- Costa, A. J., Lopes Silva, B. J., Chagas, P. P., Krinziger, H., Lonneman, J., Wilmes, K., ... Haase, V. G. (2011). A hand full of numbers: A role for offloading in arithmetics learning? *Frontiers in Psychology, 2*, 368. doi:10.3389/fpsyg.2011.00368
- Dehaene, S. (2001). Précis of “ the number sense ”. *Mind and Language, 16*, 16-36. doi:10.1111/1468-0017.00154
- DeStefano, D., & LeFevre, J. A. (2004). The role of working memory in mental arithmetics. *European Journal of Cognitive Psychology, 16*. 353-386. doi:10.1080/09541440244000328
- Espy, K. A., Kaufmann, P. M., Glisky, M. L., & McDiarmid, M. D. (2001). New procedures to assess executive functions in preschool children. *The Clinical Neuropsychologist, 15*, 46-58. doi:10.1076/clin.15.1.46.1908
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology, 40*, 177- 190. doi:10.1037/0012-1649.40.2.177
- Hickendorff, M., van Putten, C. M., Verhelst, N. D., & Heiser, W. J. (2010). Individual differences in strategy use on division problems: Mental versus written computation. *Journal of Educational Psychology, 102*, 438-452. doi: 10.1037/a0018177
- Jenks, K. M., De Moor, J., Van Lieshout, E. C. D. M., Maathuis, K. G. B., Keus, I., & Gorter, G. W. (2007). The effect of cerebral palsy on arithmetic accuracy is mediated by working memory, intelligence, early numeracy and instruction time. *Developmental Neuropsychology, 32*, 861–879. doi:10.1080/87565640701538758
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Oláh, L., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child development, 77*, 153-175. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00862.x
- Klein, J. S., & Bisanz, J. (2000). Preschoolers doing arithmetic: The concepts are willing but the working memory is weak. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 54*, 105. doi:10.1037/h0087333
- 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
- Kroesbergen, E. H., Van der Ven, S. H. G., Kolkman, M. E., Van Luit, J. E. H., & Leseman, P. P. M. (2009). Executieve functies en de ontwikkeling van (voorbereidende)

## DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN GETALBEGRIP: SPEELT SEKSE EEN ROL?

- rekenvaardigheid. *Pedagogische Studies*, 86, 334. Geraadpleegd van:  
<http://pedagogischestudien.nl/download?type=document&identificer=616391>
- Levine, S. C., Huttenlocher, J., Taylor, A., & Langrock, A. (1999). Early sex differences in spatial skill. *Developmental Psychology*, 35, 940-949. Geraadpleegd van:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/b48d/cee69f7d0d0849cb516cc94642dfa97d6a43.pdf>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., & Howerter, A. (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
- Noël, M. (2009). Counting on working memory when learning to count and to add: A preschool study. *Developmental Psychology*, 45, 1630-164 doi:10.1037/a0016224
- Passolunghi, M. C., & Pazzaglia, F. (2004). Individual differences in memory updating in relation to arithmetic problem solving. *Learning and Individual Differences*, 14, 219-230. doi:10.1016/j.lindif.2004.03.001
- Passolunghi, M. C., & Pazzaglia, F. (2005). A comparison of updating processes in children good or poor in arithmetic word problem-solving. *Learning and Individual Differences*, 15, 257-269. doi:10.1016/j.lindif.2004.03.001
- Pickering, S. J., & Gathercole, S. E. (2001). *Working memory test battery for children*. London: Psychological Corporation.
- 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
- Roselli, M., Ardila, A., Matute, E., & Inozemtseva, O. (2009). Gender differences and cognitive correlates of mathematical skills in school-aged children. *Child Neuropsychology*, 15, 216-231. doi:10.1080/09297040802195205
- Siegler, R. S., & Opfer, J. E. (2003). The development of numerical estimation: Evidence for multiple representations of numerical quantity. *Psychological Science*, 14, 237-243.  
doi:10.1111/1467-9280.02438
- Sullivan, J. L., Juhasz, B. J., Slattery, T. J., & Barth, H. C. (2011). Adults' number-line estimation strategies: Evidence from eye movements. *Psychonomic Bulletin & Review*, 18, 557-563. doi:10.3758/s13423-011-0081-1
- Van Luit, H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *De Utrechtse Getalbegrip Toets - Revised*. Graviant Educatieve Uitgaven

DE RELATIE TUSSEN VERBAAL EN VISUEEL-RUIMTELIJK WERKGEHEUGEN EN  
GETALBEGRIP: SPEELT SEKSE EEN ROL?

Zelazo, P. D., Muller, U., Frye, D., & Marcovitch, S. (2003). The development of executive function: Cognitive complexity and control'revised. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68, 93–119. doi:10.1111/j.0037976X.2003.00266.x