

# De Relatie tussen het Visueel-Ruimtelijk Werkgeheugen en Number-Space Mapping

Masterthesis - Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Student: Milou van der Weele, 4217268

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

Tweede beoordelaar: W.D. Schot, PhD

Datum: 09-06-2015



**Universiteit Utrecht**

### Voorwoord

Het afgelopen jaar heb ik onderzoek gedaan naar de relatie tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen, het strategiegebruik en number-space mapping. Een onderzoek dat is uitgevoerd binnen een longitudinaal onderzoek naar de relatie tussen getal en ruimte in de baby- en peutertijd onder leiding van Jaccoline van 't Noordende. De aanleiding tot dit onderzoek is zeer persoonlijk geweest. Tijdens de testafnames is mij opgevallen dat kinderen op de Six Boxes taak grofweg drie soorten strategieën hanteerden. Hierdoor raakte ik geïnteresseerd in het mogelijke verband tussen het strategiegebruik en de prestaties op eenzelfde taak. Dit, samen met het oriënterend literatuuronderzoek naar number-space mapping heeft het startpunt gevormd van mijn uiteindelijke thesis. Mede door deze persoonlijke achtergrond ben ik verheugd u het resultaat te kunnen voorleggen.

In dit voorwoord wil ik graag de ruimte nemen om een aantal personen te bedanken. Allereerst wil ik Jaccoline van 't Noordende bedanken voor de begeleiding tijdens het gehele traject. Haar betrokkenheid bij het onderzoek en haar analytische kennis, leverde mij duidelijke feedback op waardoor ik tot een beter product ben gekomen. Yentl Haster wil ik bedanken voor het mede verzamelen van de data in meetmoment 5. Vanwege de goede communicatie bleek dit een prettige samenwerking. Verder bedank ik alle 2,5 jarigen en de ouders die hebben deelgenomen aan het onderzoek. Zonder hun deelname was dit onderzoek niet mogelijk geweest. Tot slot bedank ik mijn naaste familie en vrienden voor de steun tijdens de thesis, maar bovenal tijdens de Masteropleiding Orthopedagogiek in het geheel.

*Finis coronat opus - het resultaat bekroond het werk.*

Milou van der Weele

Utrecht, 2015

### Samenvatting

**Achtergrond:** Deze studie heeft onderzoek gedaan naar de meest onderscheidende uitkomstmaat om de relatie tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping aan te tonen, namelijk middels (1) de prestaties op de werkgeheugentaak (de werkgeheugenscore) of (2) de gebruikte strategie op de werkgeheugentaak. **Methode:** Aan het onderzoek namen 41 jonge kinderen deel met een gemiddelde leeftijd van 2 jaar en 6 maanden. Het visueel-ruimtelijk werkgeheugen werd gemeten aan de hand van de Six Boxes taak. Op deze taak is onderscheid gemaakt tussen drie verschillende strategievormen, namelijk sequentieel (van links naar rechts of van rechts naar links), (2) centraal (vanuit het midden) en (3) willekeurig (overige strategieën). Number-space mapping werd gemeten middels de Number-Space Mapping Matching taak. **Resultaten:** De eerste analyse toont aan dat er geen significante verschillen zijn in werkgeheugenscore voor kinderen die de sequentiële, centrale-, of willekeurige strategie gebruiken. De tweede- en derde analyses tonen aan dat noch de werkgeheugenscore noch het strategiegebruik een relatie heeft met number-space mapping. **Conclusie:** Aan de hand van de huidige data is er geen relatie gevonden tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping. Meer onderzoek is nodig om de specifieke relatie tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping te begrijpen en om de verschillende vormen van strategiegebruik te onderscheiden.

**Trefwoorden:** *Visueel-ruimtelijk werkgeheugen, strategiegebruik en number-space mapping.*

### Abstract

**Background:** This study investigated the relation between the visual-spatial working memory and number-space mapping. The differences between (1) the performance on the memory task (the memory score) or (2) the strategy used on the working memory task were examined. **Methods:** This study involves 41 toddlers with a mean age of 2 years and 6 months. The visual-spatial working memory was measured by the Six Boxes task. On this task three different strategy types were distinguished: sequentially (from left to right or right to left), (2) central (from the centre) and (3) random (other strategies). Number-space mapping was measured on the Number-Space Mapping Matching task. **Results:** The initial analysis shows that there are no significant differences in working memory score for children using the sequential, central- or random strategy. The second- and third analyzes show that neither the performance on the memory task nor the used strategy has a relation with number-space mapping. **Conclusion:** These findings suggest that there is no relation between the visual-

spatial working memory and number-space mapping. More research is needed to understand the specific link between the visual-spatial working memory and number-space mapping and to distinguish different types of strategy use.

**Keywords;** *Visual-spatial working memory, strategy use and number-space mapping*

## De Relatie tussen het Visueel-Ruimtelijk Werkgeheugen en Number-Space Mapping

Het leggen van de relatie tussen getal en ruimte, waarbij aantallen vertaald worden naar overeenkomstige ruimtelijke posities, wordt ook wel number-space mapping genoemd (Cappelletti, Freeman, & Cipolotti, 2007; Dehaene & Brannon, 2010; Van Dijck, Gevers, & Fias, 2009). Number-space mapping wordt door sommige onderzoekers gezien als een aangeboren vermogen van de hersenen om getallen te associëren met ruimte (De Hevia & Spelke, 2009; Drucker & Brannon, 2014; Patro & Haman, 2012; Whyte & Bull, 2008). Anderen zijn overtuigd dat de relatie tussen getal en ruimte is aangeleerd en benadrukken de rol van het formele reken- en leesonderwijs (Berteletti, Lucangeli, Piazza, Dehaene, & Zorzi, 2010; Booth & Siegler, 2006; Siegler & Booth, 2004; Siegler & Opfer, 2003). Dehaene, Izard, Spelke en Pica (2008) nemen deze twee bevindingen samen en stellen dat number-space mapping universeel en dus aangeboren is, maar dat onderwijs en cultuur de richting van deze relatie bepalen.

Number-space mapping wordt in het onderzoek van Mundy en Gilmore (2009) gerelateerd aan de reken- en wiskundige schoolprestaties van kinderen en speelt een belangrijke rol in de rekenkundige ontwikkeling van kinderen (Anobile, Cicchini, & Burr, 2013). Het is dan ook niet verwonderlijk dat er de afgelopen jaren steeds meer onderzoek wordt gedaan naar de factoren die number-space mapping bij kinderen kunnen beïnvloeden. Onlangs is de rol van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen onderzocht door Van Dijck en Fias (2011).

Het onderzoek van Van Dijck en Fias (2011) naar de mogelijke relatie tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping is vooralsnog alleen bij volwassenen uitgevoerd, waardoor er weinig bekend is over de oorsprong en de ontwikkeling van de relatie tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping en de wijze waarop deze relatie aangetoond kan worden. In de huidige studie zal er onderzoek gedaan worden naar de relatie tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping bij jonge kinderen en zal worden onderzocht hoe deze relatie het beste kan worden aangetoond.

In bestaande wetenschappelijke literatuur is number-space mapping bij jonge kinderen meermaals onderzocht. Verschillend onderzoek heeft uitgewezen dat zelfs hele jonge kinderen, die nog geen volledige taal hebben verworven en die nog niet geleerd hebben te tellen, gevoelig zijn voor de relatie tussen getal en ruimte (De Hevia & Spelke, 2010; De Hevia, Vanderslice, & Spelke, 2012). De Hevia en Spelke (2010) tonen aan dat jonge

kinderen een reeks stippen toenemend in aantal, visueel verbinden aan een reeks lijnen toenemend in lengte (en niet aan een reeks lijnen afnemend in lengte). In het onderzoek van De Hevia, Vanderslice en Spelke (2012) naar crossdimensionale mapping tussen de dimensies lengte, getal en helderheid, associeerden jonge kinderen getal en lengte boven kansniveau met elkaar. Dit verband werd niet aangetoond tussen de dimensies lengte en helderheid, en tussen getal en helderheid.

Bovenstaande bevindingen duiden op een unieke relatie tussen getal en ruimte bij jonge kinderen. De vraag blijft of er een relatie kan worden aangetoond tussen deze number-space mappingsvaardigheden van jonge kinderen en het visueel-ruimtelijk werkgeheugen.

In het model van Baddeley (2000) wordt het werkgeheugen opgevat als een systeem dat bestaat uit een centraal executief systeem en drie subsystemen; het visueel-ruimtelijk schetsblad, de fonologische lus en de episodische buffer (Baddeley, 2000). Het visueel-ruimtelijk werkgeheugen is in staat om visuele informatie te verwerken en tijdelijk te bewaren tijdens complexe cognitieve activiteiten (Baddeley, Allen, & Hitch, 2011). Onderzoek van Van Dijck en Fias (2011) heeft aangetoond dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen een belangrijke functie vervult tijdens number-space mapping bij volwassenen.

Van Dijck en Fias (2011) tonen in hun onderzoek aan dat de relatie tussen getal en ruimte niet vaststaat en automatisch tot stand komt vanuit het langetermijngeheugen, maar dat deze gebaseerd wordt op een korte termijn representatie gedurende de taakuitvoering. De relatie tussen getal en ruimte wordt volgens hen niet gebaseerd op de absolute grootte van getallen, maar op de relatieve grootte van de getallen, afhankelijk van het numerieke bereik en de context van de taakopgave (Dehaene, Bossini, & Giroux, 1993; Fias, Brysbaert, Geypens, & d' Ydewalle, 1996). Het ophalen van informatie tijdens de taakuitvoering en de aanpassing aan de doelen van de taak suggereert de betrokkenheid van het werkgeheugen op number-space mapping. Dit leidt tot de hypothese dat het werkgeheugen noodzakelijk is voor de ruimtelijke associatie van getallen (Herrera, Macizo, & Semenza, 2008).

Herrera, Macizo en Semenza (2008) en Van Dijck, Gevers en Fias (2009) onderzochten deze hypothese. Beide onderzoeken tonen aan dat het onthouden van visueel-ruimtelijke informatie tijdens een numerieke taak leidt tot een verminderde numeriek-ruimtelijke associatie. Oftewel, wanneer het vermogen van het werkgeheugen om taakrelevante informatie te overzien is verstoord, zal dit een nadelig effect hebben op de taakprestaties (Beilock & Carr, 2005).

Bovenstaande onderzoeken wijzen uit dat volwassenen beter in staat zijn om aantallen te herkennen en te koppelen aan ruimtelijke representaties wanneer er sprake is van een goed

werkend visueel-ruimtelijk werkgeheugen (Herrera, Macizo, & Semenza, 2008). Hierdoor lijkt het aannemelijk dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen in samenwerking met de verschillende subsystemen ook kinderen in staat stelt om aantallen te herkennen, deze informatie te onthouden en te koppelen aan ruimtelijke representaties en dus een rol speelt bij number-space mapping (De Hevia & Spelke, 2010; De Hevia, Vallar, & Girelli, 2008).

Om deze mogelijke relatie te onderzoeken zal in de huidige studie het visueel-ruimtelijk werkgeheugen met de number-space mappingsvaardigheden van jonge kinderen vergeleken worden. Deze studie maakt gebruik van de Six Boxes taak om het visueel-ruimtelijk werkgeheugen te meten. Het doel van deze taak is om alle verstopte speelgoedieren in een reeks gesloten bakjes te vinden, terwijl er gebruik wordt gemaakt van een wachttijd tussen het openen van de bakjes door.

Hoe het visueel-ruimtelijk werkgeheugen op deze taak gemeten moet worden is nog onduidelijk. Onderzoeken tonen enerzijds aan dat de werkgeheugentaken het visueel-ruimtelijk werkgeheugen als losstaand construct meten (Engle, Cantor, & Carullo, 1992; Just & Carpenter, 1992). Anderzijds wordt de hypothese gedeeld dat het presteren op een werkgeheugentaak afhankelijk is van een goed begrip en strategiegebruik (McNamara & Kintsch, 1996; McNamara & Scott, 2001). Strategiegebruik wordt gezien als doelgerichte strategie die toegepast wordt om de verwerking en opslag van informatie tijdens een taakuitvoering te vergemakkelijken (Turley-Ames & Whitfield, 2002; Wellman, 1985).

Strategiegebruik wordt al bij hele jonge kinderen waargenomen en er bestaan veel inter-individuele verschillen in het strategiegebruik van deze kinderen. De verschillen tussen kinderen kunnen enerzijds het gevolg zijn van de verschillen in capaciteit van het werkgeheugen. Anderzijds kan dit het gevolg zijn van de verschillen in de aanspraak van het werkgeheugen. Kane en Engle (2000) spreken van een gecontroleerde verwerking. Dit betekent dat kinderen die gebruik maken van een strategie op werkgeheugentaken informatie efficiënter verwerken en opslaan in het werkgeheugen. Ook zijn zij efficiënter in het terughalen van informatie uit het langetermijngeheugen en zijn zij beter in het onderdrukken van irrelevante informatie (Engle, Cantor, & Carullo, 1992; Kane & Engle, 2000; McNamara & Scott, 2001). Kinderen die geen strategie gebruiken hebben hier relatief meer moeite mee en zullen zich sneller laten afleiden door irrelevante stimuli (Turley-Ames & Whitfield, 2002).

Op de Six Boxes taak kunnen er verschillende strategieën ingezet worden om de taakuitvoering te vergemakkelijken. Er zijn grofweg drie soorten strategieën mogelijk. Kinderen kunnen de bakjes van links naar rechts of van rechts naar links openen, ze kunnen

beginnen vanuit het midden of ze kunnen geen duidelijke strategie hanteren. Doordat onderzoek van McNamara en Scott (2001) heeft aangetoond dat kinderen die gebruik maken van een strategie gemiddeld betere prestaties leveren op een werkgeheugentaak, ten opzichte van de kinderen die geen duidelijke strategie gebruiken (McNamara & Scott, 2001; Turley-Ames & Whitfield, 2002), lijkt het aannemelijk dat de gebruikte strategie op de werkgeheugentaak van invloed is op de prestaties op eenzelfde taak.

### **Huidig onderzoek**

Aangezien het visueel-ruimtelijk werkgeheugen van invloed is op de number-space mappingsvaardigheden bij volwassenen en de prestaties op een werkgeheugentaak sterk afhankelijk lijken van de gebruikte strategie, gaat de huidige studie deze relatie bij jonge kinderen onderzoeken. Ook zal er onderzoek gedaan worden naar de meest onderscheidende uitkomstmaat om de relatie tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping aan te tonen, namelijk (1) de prestaties op de werkgeheugentaak (de werkgeheugenscore) of (2) de gebruikte strategie op de werkgeheugentaak. Dit leidt tot de volgende onderzoeksvragen: (1) Zijn er significante verschillen in werkgeheugenscore voor kinderen die verschillende strategieën gebruiken? (2) Is er een relatie tussen de werkgeheugenscore en number-space mapping? (3) Is er een relatie tussen het strategiegebruik en number-space mapping? Op grond van bovenstaand literatuuronderzoek is de verwachting dat zowel de werkgeheugenscore als het strategiegebruik gebruikt kan worden om de relatie tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping aan te tonen.

## **Methode**

### **Participanten**

De onderzoekspopulatie bestaat uit kinderen die geboren zijn tussen 1 februari en 1 april 2012. Aan het onderzoek hebben 49 kinderen meegedaan. Acht kinderen zijn uitgesloten van de analyses, omdat er geen score beschikbaar was op minimaal één van de twee taken. Deze kinderen deden niet mee of weigerden de testafname te voltooien. Data-analyses zijn uitgevoerd op de data van 41 kinderen (36.59% jongens en 63.41% meisjes), die tussen september en november 2014 gemiddeld 2 jaar en 6 maanden oud waren ( $SD = .04$ ).

Het merendeel van de participanten is woonachtig in de omgeving van Utrecht (90.24%) en de ouders en verzorgers zijn overwegend hoog opgeleid. In 43.90% van de gevallen zijn beide ouders universitair geschoold. In 24.39% van de gevallen is één ouder



universitair geschoold en de andere ouder HBO-geschoold. In 12.20% van de gevallen zijn beide ouders HBO-geschoold.

### **Procedure**

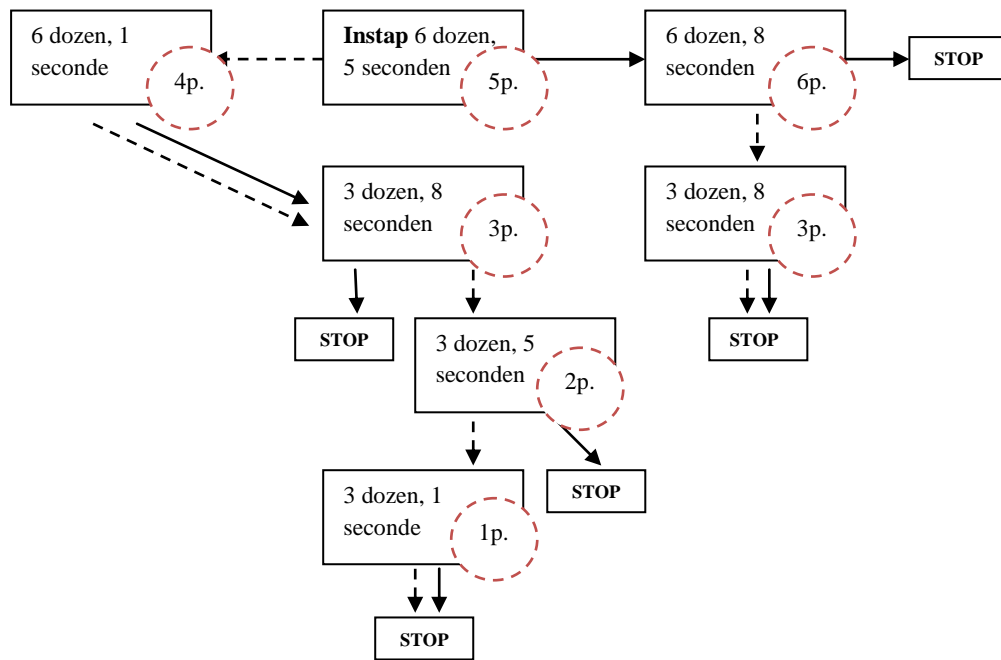
Ouders en verzorgers zijn benaderd middels een via de gemeente verzonden brief of door berichtgevingen op verschillende fora over opvoedkundige vraagstukken. Bij kinderen waarvan de ouders toestemming hebben gegeven voor het onderzoek is in het Labyrint Babylab van de afdeling Pedagogiek aan de Universiteit Utrecht bij ieder kind, in een gestandaardiseerde volgorde en setting, de Six-Boxes taak en de Number-Space Mapping Matching taak individueel afgenomen. De afname heeft een gemiddelde duur van 25 minuten en maakt deel uit van een grotere testbatterij (tien onderdelen). Deze neemt in totaal gemiddeld anderhalf uur in beslag.

### **Meetinstrumenten**

**Six Boxes taak.** De Six Boxes taak meet het visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij kinderen. Het doel van de Six Boxes taak is om alle verstopte speelgoeddieren in een reeks gesloten bakjes te vinden, terwijl er gebruik wordt gemaakt van een wachttijd tussen het openen van de bakjes door. Hierbij is het van belang dat het kind onthoudt welke bakjes reeds geopend zijn.

De taak begint met een oefentrial. Het kind krijgt de opdracht om in twee bakjes, twee dieren te verstoppen en af te sluiten met een deksel. Wanneer beide diertjes zijn gevonden, wordt er gestart met de echte taak.

De testfase start met zes bakjes en een wachttijd van vijf seconden. Het kind krijgt de opdracht om zes dieren te verstoppen in bakjes, welke vervolgens in een reeks voor het kind worden geplaatst. Na een wachttijd van vijf seconden maken ze één bakje open. Dit doosje wordt leeggemaakt en gesloten. Na vijf seconden openen ze een doosje naar keuze. Hoe er op de eerste reeks wordt gepresteerd, bepaalt de hoeveelheid bakjes en de wachttijd in de volgende reeks (zie figuur 1). Als het kind alle diertjes heeft gevonden is de dichte lijn naar de volgende trial gevolgd. De gestippelde lijn is gevolgd, wanneer het kind drie opeenvolgende fouten maakt. De score die wordt toegekend is gerelateerd aan de hoogst behaalde trial dat succesvol is volbracht (zie figuur 1).



*Figuur 1.* Pijlenschema werkgeheugentaak met bijhorende scores.

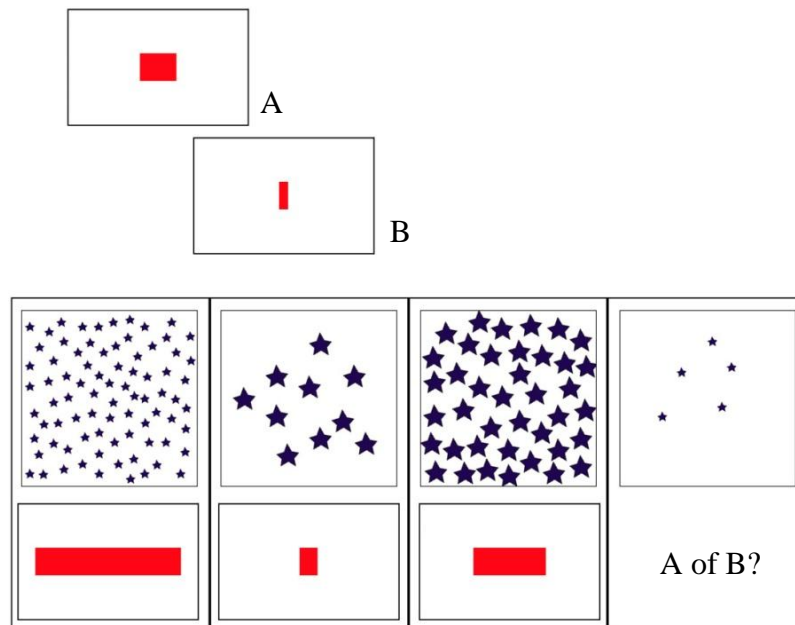
Het strategiegebruik op de werkgeheugentaak is gebaseerd op de hoogst behaalde trial en is onderverdeeld in drie mogelijke strategieën. Wanneer de bakjes in een reeks van links naar rechts (of omgekeerd) openmaakt worden, is er sprake van een *sequentiële aanpak*. Het onderzoek spreekt van een *centrale aanpak* wanneer er het kind start vanuit het midden en vervolgens de bakjes links of rechts van het midden opent. Wanneer er geen duidelijke strategie is toegepast, is dit de *willekeurige aanpak* genoemd.

Tabel 1

*Voorwaarden voor het Strategiegebruik*

Aanpak	Voorwaarde zes bakjes	Voorwaarde drie bakjes
Sequentiële aanpak	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Maximaal twee bakjes overslaan, bijv. 1-3-2-4-6-5.</li> <li>– Maximaal drie dubbelen, bijv. 1,2,2,3,4,4,5,5,6.</li> <li>– Wanneer een kind eerst beide uiteindes opent, waarna hij aan de reeks begint. (bijv. 6,1,2,3,4,5) is er ook sprake van de sequentiële aanpak.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Het kind begint bij een uiteinde en werkt zonder overslaan of dubbele in een reeks (1, 2, 3, of 3, 2, 1).</li> </ul>
Centrale aanpak	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Er wordt gestart in bakje 3 of 4.</li> <li>– Geen bakjes overslaan.</li> <li>– Maximaal drie dubbelen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Het kind start met het tweede bakje, daarna opent hij bakje 1 en 3 (of andersom). Hier mogen geen dubbelen in voorkomen.</li> </ul>
De willekeurige aanpak	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Er wordt niet aan bovenstaande voorwaarden voldaan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Er wordt niet aan bovenstaande voorwaarden voldaan.</li> </ul>

**Number-Space Mapping Matching taak.** De Number-Space Mapping Matching taak heeft als doel om de relatie te ontdekken tussen overeenkomstige plaatjes (veel sterren → lange lijn / weinig sterren → korte lijn). De taak bestaat uit vier voorbeelditems, vier oefenitems en een tien testitems. De voorbeeld- en oefenitems bestaan uit drie plaatjes die gematched moeten worden. De testitems bestaan uit vier plaatjes die gematched moeten worden. In Figuur 2. is een voorbeeld van een testitem weergegeven.



*Figuur 2.* Een testitem uit de Number-Space Mapping Matching taak

De taak start met de voorbeelditems. Hier is aan het kind voorgedaan hoe een drietal sterren en lijnen gematched worden. Door de testleider is er niets gezegd over hoeveelheden en de grootte van de lijnen. De kinderen dienen zelf te ontdekken hoe het principe werkt.

Na de voorbeelditems is er gestart met de oefenitems. Hier zijn de eerste twee matches aan het kind voorgedaan. Aan het kind is gevraagd om de derde match te vormen. Hiervoor bestaat de keuze uit twee lijnen met een verschil in lengte.

Na de oefenitems is er gestart met de testitems. Tijdens de testitems is er geen mondelinge instructie meer gegeven. De eerste drie matches zijn door de testleider voorgedaan. Het kind krijgt de opdracht om de vierde match te vormen (zie figuur 2).

De totaalscore is berekend aan de hand van het aantal correcte antwoorden op de testitems (*min.* = 0, *max.* = 10).

### **Data-analyse**

Om te onderzoeken of er significante verschillen zijn in werkgeheugenscore voor kinderen die de sequentiële, centrale-, of willekeurige strategie gebruiken is in dit onderzoek gebruik gemaakt van een eenweg variantieanalyse (ANOVA). Het strategiegebruik op de hoogst behaalde trial is hierbij de onafhankelijke variabele en de werkgeheugenscore de afhankelijke variabele. Inspectie van de skewness en kurtosis statistieken indiceren dat er aan de assumptie van normaalverdeling is voldaan voor elk van de drie condities. De Levene's test

is niet significant gebleken,  $F(2, 38) = 0.41, p = .67$ . Hierdoor is ook aan de assumptie voor homogeniteit van varianties voldaan.

Om de voorspellende waarde van de werkgeheugenscore op number-space mapping te onderzoeken is er gebruik gemaakt van een regressieanalyse. De onafhankelijke variabele is de werkgeheugenscore. De afhankelijke variabele is de score op de Number-Space Mapping Matching taak. Inspectie van de boxplots tonen één outlier aan ( $\pm 2SD$ ) op de Number-Space Mapping Matching taak. Deze is getransformeerd naar twee standaarddeviaties onder het gemiddelde. Data-analyse wijst uit dat er geen grove schendingen zijn gedaan van de assumpties voor normaliteit, lineariteit en homoscedasticiteit.

Tot slot is er een eenweg variantie-analyse (ANOVA) gebruikt om de verschillen in number-space mapping voor kinderen die de sequentiële, centrale-, of willekeurige strategie gebruiken te onderzoeken. De onafhankelijke variabele is het strategiegebruik op de hoogst behaalde trial. De afhankelijke variabele is de score op de Number-Space Mapping Matching taak. De skewness en de kurtosis statistieken indiceren dat er aan de assumptie van een normaalverdeling is voldaan voor elk van de drie condities. De Levene's test is niet significant gebleken,  $F(2, 38) = 0.62, p = .54$ . De assumptie voor homogeniteit van varianties is aangenomen.

Dit onderzoek houdt de criteria voor effectgroottes aan van Cohen (1988).  $\eta^2 = .01$  is een klein effect,  $.06$  is een gemiddeld effect en  $.14$  is een groot effect.  $R^2 = .02$  is een klein effect,  $.13$  is een gemiddeld effect en  $.26$  is een groot effect.

## Resultaten

In Tabel 1 worden de beschrijvende statistieken weergegeven van de Number-Space Mapping Matching taak [NSMM] en de Six Boxes taak [SBT]. Het aantal participanten, de minimum-, maximum- en gemiddelde score, en de standaarddeviatie zijn per taak gegeven.

In Tabel 2 worden de beschrijvende statistieken weergegeven van de gemiddelde scores van de Number-Space Mapping Matching taak en de Six Boxes taak per strategie.

Tabel 1

*Beschrijvende Statistieken van de Variabelen Number-Space Mapping en het Visueel-Ruimtelijk Werkgeheugen*

	<i>n</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
(1) Number-space mapping [NSMM]	41	2	8	5.36	1.37
(2) Visueel-ruimtelijk werkgeheugen [SBT]					
- Werkgeheugenscore	41	3	6	5.12	1.05

*Noot: n= aantal participanten, Min= laagst behaalde score op de taak, Max= hoogst behaalde score op de taak.*

Tabel 2

*Beschrijvende Statistieken van de Gemiddelde Scores op de Number-Space Mapping Matching Taak en de Six Boxes Taak per Strategie.*

	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Gemiddelde score op de SBT per strategie			
(a) Sequentiële aanpak	14	5.14	1.03
(b) Centrale aanpak	13	5.23	1.01
(c) Willekeurige aanpak	14	5.00	1.18
Gemiddelde score op de NSMM per strategie			
(a) Sequentiële aanpak	14	5.14	1.10
(b) Centrale aanpak	13	5.38	1.61
(c) Willekeurige aanpak	14	5.57	1.45

*Noot: n= aantal participanten.*

De eenweg variantieanalyse (ANOVA) om de verschillen in werkgeheugenscore voor kinderen die de sequentiële, centrale-, of willekeurige strategie gebruiken te beoordelen is statistisch niet significant gebleken,  $F(2, 38) = 0.16, p = .85, \eta^2 = .01$ . Er is sprake van een klein effect.

De regressie analyse om het percentage variantie in number-space mapping dat kan worden verklaard door de werkgeheugenscore te onderzoeken is statistisch niet significant gebleken.  $R^2 = .02, F(1,39) = 0.81, p = .37$ . Er is sprake van een klein effect. Niet-

gestandaardiseerde ( $B$ ) en gestandaardiseerde ( $\beta$ ) regressie coëfficiënten voor het visueel-ruimtelijk werkgeheugen in het regressiemodel zijn respectievelijk  $B = -.18[-.58, .22]$ ,  $\beta = -.14$ .

De eenweg variantie-analyse (ANOVA) om de verschillen in number-space mapping voor kinderen die de sequentiële, centrale-, of willekeurige strategie gebruiken te onderzoeken, is statistisch niet significant gebleken,  $F(2, 38) = 0.33$ ,  $p = .72$ ,  $\eta^2 = .02$ . Er is sprake van een klein effect.

### Discussie en conclusie

Number-space mapping wordt bij volwassenen beïnvloed door het visueel-ruimtelijk werkgeheugen (Van Dijck & Fias, 2011). Het is onduidelijk of deze relatie ook bij jonge kinderen kan worden waargenomen en op welke wijze dit gemeten kan worden. Het visueel-ruimtelijk werkgeheugen lijkt enerzijds te worden gemeten door de prestaties op een werkgeheugentaak, anderzijds heeft onderzoek van McNamara en Scott (2001) en Turley-Ames en Whitfield (2002) aangetoond dat ook het strategiegebruik de prestaties op een werkgeheugentaak kan beïnvloeden.

De huidige studie heeft onderzoek gedaan naar de relatie tussen number-space mapping en het visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij jonge kinderen en heeft onderzocht wat de meest onderscheidende uitkomstmaat is om de relatie tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping aan te tonen, namelijk (1) de prestaties op de werkgeheugentaak (de werkgeheugenscore) of (2) de gebruikte strategie op de werkgeheugentaak?

In de huidige studie zijn er geen duidelijke verschillen in prestaties op de werkgeheugentaak voor de verschillende strategiesoorten waargenomen. Dit is in tegenstrijd met de bestaande literatuur, waarbij wordt aangetoond dat kinderen die geen strategie gebruiken meer moeite hebben met het terughalen van informatie uit het langetermijngeheugen en het onderdrukken van irrelevante informatie, waardoor ze minder presteren op werkgeheugentaken (Engle, Cantor, & Carullo, 1992; Kane & Engle, 2000; McNamara & Scott, 2001; Turley-Ames & Withfield, 2002). In de huidige studie hebben kinderen die geen duidelijke strategie toepassen (de willekeurige strategie) gemiddeld even goed gepresteerd op de werkgeheugentaak als kinderen die wel gebruik maken van een strategie. Hierdoor heeft dit onderzoek geen verband kunnen aantonen tussen het strategiegebruik en het visueel-ruimtelijk werkgeheugen.

Een mogelijke verklaring van het feit dat in de huidige studie geen verschil is gevonden in prestaties voor de verschillende strategiesoorten is dat het strategiegebruik is

gebaseerd op drie grote groepen met veel inter-individuele verschillen. Dit onderzoek acht het aannemelijk dat kinderen die bakjes van links naar rechts openmaken, zonder overslaan en dubbelen, het strategiegebruik en het werkgeheugen efficiënter toepassen, in vergelijking met kinderen die hier een langere weg voor nodig hebben. Voor een vervolg onderzoek wordt om deze reden aangeraden de bestaande groepen onder te verdelen in subgroepen. Hierbij valt te denken aan 'sequentieel in één keer goed' en 'sequentieel met één error' enzovoort.

De niet-significante resultaten kunnen mogelijk ook verklaard worden doordat er een plafondeffect was op de Six Boxes taak. Dit betekent dat een groot gedeelte van de participanten de hoogst haalbare score behaalde. Hierdoor heeft de test weinig kunnen discrimineren tussen de goed presterende participanten. Meer differentiatie in de complexiteit van de taak zou dit probleem kunnen verhelpen.

Ondanks dat het onderzoek van Van Dijck en Fias (2011) de relatie tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping bij volwassenen heeft aangetoond, is in de huidige studie geen relatie gevonden tussen de prestatie en het strategiegebruik op de werkgeheugentaak en number-space mapping bij jonge kinderen. Op basis van dit onderzoek kan om die reden niet worden vastgesteld dat er een relatie bestaat tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping bij jonge kinderen. Dit is opvallend aangezien volgens dit onderzoek verwacht zou worden dat de relatie tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping bij volwassen zich gedurende de kindertijd heeft ontwikkeld. Hoewel dit niet is onderzocht, is het mogelijk dat de ontwikkeling van deze relatie pas op een latere leeftijd plaatsvindt dan de gemiddelde leeftijd van de kinderen waarop het huidige onderzoek is gebaseerd (2 jaar en 6 maanden).

Voor een vervolg onderzoek raadt dit onderzoek aan om op de Number-Space Matching Mapping taak onderscheid te maken in een 'NSM-score boven kansniveau' (score >6) en een 'NSM-score beneden kansniveau' (score <6). Op deze manier is het waarschijnlijker dat kinderen in de analyses betrokken worden die gebruik maken van number-space mapping. Een score onder de zes zou kunnen duiden op het niet gebruiken van number-space mapping en/of het niet begrijpen van de opdracht, waardoor er geen number-space mapping gemeten is.

Kanttelingen die bij dit onderzoek geplaatst kunnen worden zijn de steekproefgrootte, conceptvorming en de generaliseerbaarheid

De relatief kleine steekproef ( $n=41$ ) kan ertoe hebben geleid dat er geen statistische verschillen zijn gevonden aan de hand van de gedane data-analyses. Ook zijn de constructen visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping gebaseerd op één taak. In verder



onderzoek is het gewenst om de betrouwbaarheid van het onderzoek te vergroten door het gebruik van een grotere steekproef en door de concepten te baseren op meerdere taken.

Tot slot heeft dit onderzoek gebruik gemaakt van een relatief homogene steekproef. De participanten van dit onderzoek zijn merendeels hoog opgeleid en beschikken over een hoog inkomen. Onderzoek heeft uitgewezen dat deze gezinnen hun kinderen cognitief meer stimuleren en prikkelen dan ouders met een laag sociaal-economische status (Curenton & Justice, 2008). Om die reden zijn de onderzoeksresultaten niet direct generaliseerbaar.

Concluderend blijkt uit de huidige studie dat er geen relatie bestaat tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en number-space mapping bij kinderen met de gemiddelde leeftijd van 2 jaar en 6 maanden. Zowel het strategiegebruik als de werkgeheugenscore had geen relatie met de number-space mappingsvaardigheden van kinderen.

Toch blijft het onderzoek naar de verschillende strategieën interessant, omdat uit onderzoek is gebleken dat de prestaties op een werkgeheugentaak positief te beïnvloeden zijn door het aanleren van verschillende strategieën (Turley-Ames & Whitfield, 2002). Een efficiënter gebruik van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen kan vervolgens leiden tot een groter vermogen om aantallen te herkennen en te koppelen aan ruimtelijke representaties; het zogenoemde number-space mapping (Herrera, Macizo, & Semenza, 2008). Op deze manier kan het strategiegebruik indirect invloed op number-space mapping hebben. Hierdoor is het van belang dat deze relatie goed begrepen wordt, omdat number-space mapping belangrijk is voor het voorspellen en structureren van de omgeving (Dehaene & Brannon, 2010) en voor een aantal centrale wiskundige vaardigheden (De Hevia & Spelke, 2009).

## Literatuur

- Anobile, G., Cicchini, G. M., & Burr, D. (2013). Separate mechanisms for perception of numerosity and density. *Psychological Science, 25*, 265-270.  
doi:10.1177/0956797613501520
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 417-423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baddeley, A. D., Allen, R. J., & Hitch, G. J. (2011). Binding in visual working memory: The role of the episodic buffer. *Neuropsychology, 49*, 1393–1400.  
doi:10.1016/j.neuropsychologia.2010.12.042
- Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2005). When high-powered people fail: working memory and “choking under pressure” in math. *Psychological Science, 16*, 101-105.  
doi:10.1111/j.0956-7976.2005.00789.x
- Berteletti, I., Lucangeli, D., Piazza, M., Dehaene, S., & Zorzi, M. (2010). Numerical estimation in preschoolers. *Developmental Psychology, 46*, 545-551.  
doi:/10.1037/a0017887
- Booth, J. L., & Siegler, R. S. (2006). Developmental and individual differences in pure numerical estimation. *Developmental Psychology, 42*, 189-201.  
doi:10.1037/0012-1649.41.6.189
- Cappelletti, M., Freeman, E. D., & Ciolotti, L. (2007). The middle house or the middle floor: Bisecting horizontal and vertical mental number lines in neglect. *Neuropsychologia, 45*, 2989-3000. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2007.05.014
- Curenton, S. M., & Justice, L. M. (2008). Children’s preliteracy skills: Influence of mothers’ education and beliefs about shared reading interactions. *Early Education and Development, 19*, 261-283. doi:10.1080/10409280801963939
- Dehaene, S., Bossini, S., & Giraux, P. (1993). The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology, 122*, 371-396.  
doi:10.1037/0096-3445.122.3.371
- Dehaene, S., & Brannon, E.M. (2010). Space, time, and number: a Kantian research program. *Trends in Cognitive Sciences, 14*, 517-519. doi:10.1016/j.tics.2010.09.009
- Dehaene, S., Izard, W., Spelke, E., & Pica, P. (2008). Log or Linear? Distinct intuitions of the number scale in Western and Amazonian Indigene cultures. *Science, 320*, 1217-1220.  
doi:10.1126/science.1156540
- De Hevia, M. D. & Spelke, E. S. (2009). Spontaneous mapping of number and space in adults and young children. *Cognition, 110*, 198-207. doi:10.1016/j.cognition.2008.11.003

- De Hevia, M. D., & Spelke, E. S. (2010). Number-space mapping in human infants. *Psychological Science, 21*, 653-660. doi:10.1177/0956797610366091
- De Hevia, M. D., Vallar, G., & Girelli, L. (2008). Visualizing number in the mind's eye: The role of visuo-spatial processes in numerical abilities. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 132*, 1361-1372. doi:10.1016/j.neubiorev.2008.05.015
- De Hevia, M. D., Vanderslice, M., & Spelke, E. S. (2012). Cross-dimensional mapping of number, length and brightness by preschool children. *PLoS ONE, 7*, 1-9. doi:10.1371/journal.pone.0035530
- Drucker, C. B., & Brannon, E. M. (2014). Rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) map number onto space. *Cognition, 132*, 57-67. doi:10.1016/j.cognition.2014.03.011
- Engle, R. W., Cantor, J., & Carullo, J. J. (1992). Individual differences in working memory and comprehension: A test of four hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 18*, 972-992. doi:10.1037/0278-7393.18.5.972
- Fias, W., Brysbaert, M., Geypens, F., & d'Ydewalle, G. (1996). The importance of magnitude information in numerical processing: Evidence from the SNARC effect. *Mathematical Cognition, 2*, 95-110. doi: 10.1080/135467996387552
- Herrera, A., Macizo, P., & Semenza, C. (2008). The role of working memory in the association between number magnitude and space. *Acta Psychologica, 128*, 225-237. doi:10.1016/j.actpsy.2008.01.002
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review, 99*, 122-149. doi:10.1037/0033-295X.99.1.122
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2000). Working-memory capacity, proactive interference, and divided attention: Limits on long-term memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 26*, 336- 358. doi:10.1037/0278-7393.26.2.336
- McNamara, D. S., & Kintsch, W. (1996). Learning from text: Effects of prior knowledge and text coherence. *Discourse Processes, 22*, 247-287. doi:10.1080/01638539609544975
- McNamara, D. S., & Scott, J. L. (2001). Working memory capacity and strategy use. *Memory & Cognition, 29*, 10-17. doi:10.3758/BF03195736
- Mundy, E., & Gilmore, C. K. (2009). Children's mapping between symbolic and non-symbolic representations of number. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 490-502. doi:10.1016/j.jecp.2009.02.003

- Patro, K., & Haman, M. (2012). The spatial–numerical congruity effect in preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology, 110*, 534-542.  
doi:10.1016/j.jecp.2011.09.006
- Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young child development, *Child Development, 75*, 428–444.  
doi:10.1111/j.1467-8624.2004.00684.x
- Siegler, R. S., & Opfer, J. E. (2003). The development of numerical estimation evidence for multiple representations of numerical quantity. *Psychological Science, 14*, 237-250.  
doi: 10.1111/1467-9280.02438
- Turley-Ames, K. J., & Whitfield, M. M. (2002). Strategy training and working memory task performance. *Journal of Memory and Language, 49*, 446-468.  
doi:10.1016/S0749-596X(03)00095-0
- Van Dijck, J. P., & Fias, W. (2011). A working memory account for spatial–numerical associations. *Cognition, 119*, 114-119. doi:10.1016/j.cognition.2010.12.013
- Van Dijck, J. P., Gevers, W., & Fias, W. (2009). Numbers are associated with different types of spatial information depending on the task. *Cognition, 113*, 248-253.  
doi:10.1016/j.cognition.2009.08.005
- Wellman, H. (1985). *The early development of memory strategies*. In E. Weinert & M. Perlmutter (Eds.). *Memory development: Universal changes and individual differences* (pp. 3-29). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Whyte, J. C., & Bull, R. (2008). Number games, magnitude representation, and basic number skills in preschoolers. *Developmental Psychology, 44*, 588-596.  
doi:10.1037/0012-1649.44.2.588