



**Universiteit Utrecht**

De relatie tussen de werkgeheugencomponenten en het  
getalbegrip van Nederlandse kinderen.

**Universiteit Utrecht**  
**Faculteit Sociale Wetenschappen**  
**Bachelorthesis Pedagogische Wetenschappen**

Student:	Elise Goud	3372405
	Caroline Quint	3339807
	Ilona van de Reep	3400689
	Lotte de Winter	3349888

Begeleider: Ilona van den Bos

Datum: 17 juni 2011

### **Abstract**

The aim of this study was to investigate the relationship between number sense and the different components of working memory in Dutch children in preschool. A sample of 154 children aged five to seven was required to perform tasks designed to assess their number sense and the capacity of their working memory and its different components. The results suggest a significant correlation between the different constructs, implying a positive relationship between number sense and the different components of working memory. Furthermore, working memory appears to predict 37% of the variance in number sense in this sample of young Dutch children.

*Keywords:* Getalbegrip; Werkgeheugen; Visueel-ruimtelijk schetsblok; Fonologische lus; Centraal uitvoerend systeem

### **Introductie**

De tijd die een kind in de kleuterklas doorbrengt, is erg belangrijk als basis voor de verdere ontwikkeling (Ball, 1994). Kinderen worden tijdens deze periode voorbereid op hun verdere schoolcarrière. Een belangrijk onderdeel van de schoolcarrière vormt het ontwikkelen van getalbegrip. Begrip van getallen leidt tot de ontwikkeling van rekenvaardigheden. Onderzoek wijst uit dat zowel getalbegrip als vroege rekenvaardigheden belangrijke voorspellers vormen voor de latere wiskundevaardigheden van een kind (LeFevre, Fast, Skwarchuk et al., 2010).

Verder speelt ook het werkgeheugen een belangrijke rol bij het ontwikkelen van getalbegrip (Alloway & Alloway, 2010). Eveneens vormt het werkgeheugen een belangrijke voorspeller van een succesvolle schoolcarrière (Passolunghi & Siegel, 2004). Wanneer bepaalde gebieden van het werkgeheugen niet goed functioneren, kan dit dus gevolgen hebben voor de ontwikkeling van het getalbegrip en later voor de rekenvaardigheden van een kind. Gebreken in deze gebieden zouden mogelijk door middel van interventies verminderd kunnen worden, waardoor de rekenvaardigheden en daarmee het schoolsucces van een kind kan worden vergroot.

### **Getalbegrip**

Getalbegrip is al op zeer jonge leeftijd aanwezig (Halberda, Mazocco, & Feigenson, 2008; Piazza et al., 2010). Over de definitie van getalbegrip bestaat geen consensus (Lago & DiPerna, 2010). De kernpunten van de verschillende definities zijn het kunnen omgaan met getallen en het tellen, inzicht hebben in getalpatronen en hoeveelheden, en het kunnen schatten (Berch, 2005).

In Nederland wordt de definitie van Van Luit (2000) veelal gebruikt. Van Luit (2000) ziet getalbegrip als het begrijpen dat getallen tellend en aanduidend gebruikt

kunnen worden. Dit omvat het begrip dat met een getal zowel het hoeveelste getelde element als het totale aantal tot dan toe getelde elementen aangeduid kan worden. Dit wordt geleerd in het ordenend tellen. Ervaringen met ordenend tellen gaan dus vooraf aan een goed begrip van abstracte getallen (Ruijsenaars, Van Luit, & Van Lieshout, 2006; Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, Van Loosbroek & Van de Rijt, 2009). Aan het tot stand komen van getalbegrip gaan enkele voorwaarden vooraf. Piaget (1947, zoals geciteerd in Ruijsenaars et al., 2006) formuleerde de volgende voorwaarden: conservatie, correspondentie, classificatie en seriatie. Conservatie houdt het omkeerbaar kunnen denken in. Correspondentie is het kunnen ordenen volgens paarsgewijze overeenkomst. Classificatie betreft het groeperend ordenen in verzamelingen en seriatie het rangordenen. Later zijn hieraan het tellen, de rekentaal en het maatbegrip toegevoegd. Tellen is het gebruiken van de ordening van de telrij. Met rekentaal wordt bedoeld het kennen van de rekentermen, zoals meer en minder (Krajewski & Schneider, 2009). Maatbegrip is het inzicht dat getallen als relatief moeten worden opgevat (Ruijsenaars et al., 2006).

De meeste kinderen ontwikkelen getalbegrip in informele situaties voordat zij naar de basisschool gaan. Kinderen die dit onvoldoende geleerd hebben, hebben formele instructie van volwassenen nodig om getalbegrip te verwerven. Dit gebeurt op de basisschool rond de leeftijd van 5 à 6 jaar (Bruer, 1997; Howell & Kemp, 2010; Kroesbergen et al., 2009). Er bestaat geen overeenstemming over welke cognitieve vaardigheden voorspellers zijn van de ontwikkeling van getalbegrip (Kroesbergen et al., 2009; LeFevre, Fast & Smith-Chant, 2010).

### **Werkgeheugen**

In verschillende onderzoeken komt naar voren dat het werkgeheugen een belangrijke rol speelt bij de ontwikkeling van getalbegrip en rekenvaardigheden (Alloway & Alloway, 2010; Alloway & Passolunghi, 2011; Geary, 2009; Herrera, Macizo, & Semenza, 2008). Het werkgeheugen verwijst naar "het systeem, of systemen, die ervoor zorgen dat er informatie in de geest vastgehouden kan worden, terwijl er complexe taken worden uitgevoerd, zoals redeneren en leren" (Baddeley, 2010, p. 136). Naast het tijdelijk opslaan van informatie kan het werkgeheugen deze informatie ook manipuleren (Baddeley, 2010). In het werkgeheugen wordt onderscheid gemaakt tussen het centraal uitvoerend systeem, het visueel-ruimtelijk schetsblok, de fonologische lus en de episodische buffer (Baddeley, 2010). Het centraal uitvoerend systeem coördineert het visueel-ruimtelijk schetsblok, de fonologische lus en de episodische buffer. Deze componenten hebben een beperkte capaciteit en worden ook wel de slaafsystemen genoemd (Baddeley & Hitch, zoals geciteerd in Baddeley, 2003).

Het centraal uitvoerend systeem, bestaande uit de executieve functies, is het meest belangrijke onderdeel van het werkgeheugen (Baddeley, 2000). Het stuurt de aandacht en de informatiestroom binnen het werkgeheugen (Baddeley, 2003). Als belangrijke executieve functies worden *shifting*, *updating* en *inhibition* onderscheiden. *Shifting* biedt de mogelijkheid tot het adequaat wisselen tussen activiteiten. Het vernieuwen en vervangen van bestaande informatie wordt mogelijk gemaakt door *updating*, terwijl *inhibition* het onderdrukken van natuurlijke, niet noodzakelijke, automatische reacties betreft (Imbo & Vandierendonck, 2007; Miyake et al., 2000). Deze functies zijn nodig om complexe en doelgerichte activiteiten, zoals rekentaken, uit te voeren (Welsh, zoals geciteerd in Kroesbergen et al., 2009). De executieve functies zorgen ervoor dat nieuwe informatie wordt geïntegreerd in bestaande kennis.

Het visueel-ruimtelijk schetsblok, één van de slaafsystemen dat gecoördineerd wordt door het centraal uitvoerend systeem, is verantwoordelijk voor het tijdelijk opslaan van visueel-ruimtelijke informatie. Daarnaast speelt het een rol bij het ordenen en manipuleren van dergelijke informatie (Swanson, 1999). Het visueel-ruimtelijk schetsblok kan worden opgedeeld in een visuele en een ruimtelijke component (Baddeley, 1996; Mohr & Linden, 2005). Hoewel beide componenten gebruik maken van visuele aandacht, richt de visuele subcomponent zich op het beeld en de fysische eigenschappen, zoals kleur en structuur. De ruimtelijke subcomponent richt zich op de spatiële aspecten, zoals vorm en locatie (Mohr & Linden, 2005).

Een ander slaafstelsel dat gecoördineerd wordt door het centraal uitvoerend systeem is de fonologische lus. Deze component van het werkgeheugen slaat gesproken klanken en woorden tijdelijk op en manipuleert deze. Daarnaast bestaat de fonologische lus uit twee subcomponenten: een actief herhalingsproces en een passieve, fonologische basisopslag (Baddeley, 2003; Imbo & Vandierendonck, 2007). Bij verbale vragen wordt bijvoorbeeld een beroep gedaan op de fonologische lus. Evenals het visueel-ruimtelijk schetsblok heeft de fonologische lus een beperkte opslagmogelijkheid. Het hardop herhalen van een woord neemt tijd in beslag. Wanneer het aantal items dat herhaald moet worden toeneemt, wordt op een zeker moment het punt bereikt dat het eerste item niet meer herhaald kan worden. Dit item is door de hoeveelheid aan andere informatie verloren gegaan voordat het vernieuwd kon worden (Baddeley, 2003). Een klein aantal cijfers of een kleine reeks van woorden kan wel in het geheugen worden opgenomen. De rij is beter te onthouden naarmate er betekenis wordt gegeven aan de afzonderlijke items (Baddeley, 2003).

Verder vormt de episodische buffer ook een onderdeel van het werkgeheugen. Deze component is een tijdelijke opslagplaats waar informatie uit de verschillende subsystemen kan worden geïntegreerd. Aangezien de episodische buffer in contact staat met het lange termijn geheugen kan ook informatie hieruit worden geïntegreerd

(Baddeley, 2010). Doordat hier weinig over bekend is en deze component moeilijk te meten is, zal hier verder niet op ingegaan worden.

### **Doel**

Het doel van dit onderzoek is om dieper in te gaan op de relatie tussen getalbegrip en de afzonderlijke componenten van het werkgeheugen. De onderlinge samenhang tussen het werkgeheugen en getalbegrip kan inzicht geven in de wijze waarop een kind het beste voorbereid kan worden op het formele rekenonderwijs. Deze kennis kan daarnaast bijdragen aan het ontwikkelen van effectieve interventie- en preventiemethoden om te voorkomen dat kinderen met een achterstand aan het formele rekenonderwijs beginnen (Rasmussen & Bisanz, 2005).

Er zijn al verscheidene onderzoeken gedaan naar de relatie tussen getalbegrip en rekenvaardigheden, en naar de relatie tussen de verschillende componenten van het werkgeheugen en rekenvaardigheden en respectievelijk getalbegrip. Uit dergelijk onderzoek blijkt dat de verschillende componenten van het werkgeheugen samenhangen met specifieke rekenvaardigheden (Alloway & Passolunghi, 2011; Ward, Sagiv, & Butterworth, 2009).

De rol van de fonologische lus is niet eenduidig. Over het algemeen kan gesteld worden dat de fonologische lus een rol speelt bij rekenen wanneer verbale informatie tijdelijk moet worden opgeslagen om vervolgens mentaal een rekenopgave te kunnen maken (Fürst & Hitch, 2000). Daarnaast lijkt de fonologische lus een rol te spelen bij procedurele strategieën en bij optelsommen en vermenigvuldigingssommen bij Aziatische leerlingen. Bij westerse leerlingen wordt dit verband niet gevonden (DeStefano & LeFevre, 2004; Imbo & Vandierendonck, 2007). Het visueel-ruimtelijk schetsblok is betrokken wanneer het kind mentale modellen gebruikt, zoals een denkbeeldige getallenlijn waaraan het kind houvast heeft bij het oplossen van opgaven, zoals een rekensom met optellen (Lee & Kang, 2002). Het gebruik van het visueel-ruimtelijk schetsblok is afhankelijk van de leeftijd van het kind. In de kleuterfase voorspelt het visueel-ruimtelijk schetsblok 10% van de rekenscores, in het eerste jaar van het formeel onderwijs is dit slechts 3% (Holmes, Adams, & Hamilton, 2008). Dit komt vermoedelijk door een verandering in oplossingsstrategieën. Jongere kinderen maken meer gebruik van visuospatiële oplossingsstrategieën terwijl bij oudere kinderen de strategieën verder ontwikkeld zijn en meer verbale oplossingen kunnen bieden die minder beroep doen op het visueel-ruimtelijk schetsblok en die complexere taken mogelijk maken (Holmes et al., 2008; Rasmussen & Bisanz, 2005).

Er is dus veel onderzoek gedaan naar de afzonderlijke componenten van het werkgeheugen en de verbanden met de rekenprestaties van kinderen. De fonologische lus blijkt significant gerelateerd te zijn aan rekenprestaties bij kinderen (Alloway,

Gathercole & Pickering, 2006; Andersson & Lyxell, 2007; De Smedt et al., 2009; DeStefano & LeFevre, 2004; Fürst & Hitch, 2000; Imbo & VanDierendonck, 2007; Imbo, Vandierendonck & Rammelaere, 2007; Kole, Healy & Buck-Gengler, 2005; McKenzie, Bull & Gray, 2003; Rasmussen & Bisanz, 2005). Daarnaast zijn er herhaaldelijk verbanden aangetoond tussen rekenprestaties en het visueel-ruimtelijk schetsblok (Alloway et al., 2006; De Hevia, Vallar, & Girelli, 2008; Herrera et al., 2008; Holmes et al., 2008; Lee & Kang, 2002; McKenzie et al., 2003; Rasmussen & Bisanz, 2005). Los van de andere componenten blijken de executieve functies gerelateerd te zijn aan vroege rekenprestaties (Bull & Scerif, 2001; Fürst & Hitch, 2000; Kroesbergen et al., 2009; Miyake et al., 2000).

Voorgaande onderzoeken hebben dus voornamelijk de relatie tussen de componenten van het werkgeheugen en rekenvaardigheden of rekenprestaties belicht. Er is echter nog weinig bekend over de relatie tussen het werkgeheugen en zijn componenten en het construct getalbegrip. Verder heeft eerder onderzoek zich voornamelijk gericht op oudere kinderen of volwassenen, of kinderen afkomstig uit andere landen dan Nederland. In dit onderzoek wordt echter gekeken naar het verband tussen de componenten van het werkgeheugen en getalbegrip bij jonge, Nederlandse kinderen. Dit onderzoek onderscheidt zich dus van eerdere onderzoeken doordat het zich richt op het verband tussen de componenten van het werkgeheugen en getalbegrip bij Nederlandse kinderen die nog niet deelnemen aan het formele (reken)onderwijs.

De onderzoeksvraag die hieruit voortvloeit luidt: Bestaat er een relatie tussen getalbegrip en de verschillende componenten van het werkgeheugen bij Nederlandse kinderen? In het licht van al gepubliceerde onderzoeken over de relatie tussen de verschillende componenten van het werkgeheugen en getalbegrip zullen de volgende deelvragen aangaande Nederlandse kinderen worden beantwoord: Wat is de relatie tussen getalbegrip en de fonologische lus, waarbij er wel of geen beroep gedaan wordt op de executieve functies? Wat is de relatie tussen getalbegrip en het visueel-ruimtelijk schetsblok, waarbij er wel of geen beroep gedaan wordt op de executieve functies?

## **Methode**

### *Participanten*

155 Kinderen uit groep 2 van het basisonderwijs doen mee aan het onderzoek. De zes betrokken scholen zijn verspreid over verschillende regio's in Nederland. Eén kind is uit de data verwijderd. Dit kind bleek onterecht in de onderzoeksgroep terecht gekomen te zijn en in groep 1 te zitten. Van de overige 154 kinderen zijn 72 meisjes (46.8%) en 82 jongens (53.2%). De gemiddelde leeftijd is 5;07 jaar ( $M = 5;07$  met een standaarddeviatie van 0;05 jaar ( $SD = .47$ ). De leeftijd varieert van 4;11 tot 7;00 jaar.

Van het totale aantal kinderen hebben 152 de Nederlandse nationaliteit (98.7%), verder is er één Turks kind (0.6%) en één Nicaraguaans kind (0.6%).

### *Instrumenten*

Om scores te meten op de verschillende componenten van het werkgeheugen worden taken gebruikt die komen uit, of gebaseerd zijn op de *Automated Working Memory Assessment* (AWMA) (Alloway, 2007). Onderzoek wijst uit dat de AWMA een diagnostisch valide meetinstrument is (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliot, 2008). Dit is gemeten door de resultaten van de AWMA te vergelijken met de resultaten die behaald zijn op het onderdeel van de WISC dat het werkgeheugen meet. Ook blijkt de interne validiteit van de AWMA goed te zijn (Alloway et al., 2006). Hieruit blijkt dat de taken van de AWMA accuraat de constructen meten die zij beogen te meten, namelijk de verschillende componenten van het werkgeheugen. Voor alle taken geldt dat vooraf een aantal oefenitems worden gegeven.

Om een score te bepalen van de activiteit van de fonologische lus wanneer weinig beroep wordt gedaan op de executieve functies, wordt de taak *Word Recall* gebruikt. Deze test is niet afkomstig uit de AWMA maar is wel gebaseerd op taken uit deze testbatterij. De diagnostische validiteit van *Word Recall* is goed voor kinderen met tekorten in het werkgeheugen (Alloway et al., 2008). Voor *Word Recall* is de test-hertest betrouwbaarheid .76, dit is een hoge score (Alloway et al., 2006). In deze taak wordt door een opgenomen stem een serie van semantisch ongerelateerde woorden opgenoemd. Het kind wordt gevraagd deze in dezelfde volgorde te herhalen. Het aantal woorden neemt toe wanneer het kind een voorgaand aantal woorden vier keer goed kan herhalen. De taak wordt afgebroken wanneer een kind drie foute antwoorden geeft binnen een set met hetzelfde aantal woorden. De score die wordt opgegeven is het aantal correct herhaalde series.

Voor het bepalen van een score van de activiteit van de fonologische lus wanneer veel executieve functies actief zijn, wordt gebruik gemaakt van de computertaak *Word Recall Backwards*. De test-hertest betrouwbaarheid van de taak is .64 (Alloway et al., 2006). De semantisch ongerelateerde woorden moeten door het kind in omgekeerde volgorde herhaald worden. De methode van toetsing, de afbreeknorm en de manier van scoren komt overeen met die van de *Word Recall* taak.

De score van de activiteit van het visueel-ruimtelijk schetsblok wanneer weinig beroep gedaan wordt op de executieve functies, wordt bepaald door gebruik te maken van de *Dot Matrix* taak. De test-hertest betrouwbaarheid is .83, dit wordt beoordeeld als een hoge score (Alloway et al., 2006). De kinderen krijgen op het computerscherm een matrix te zien van 4x4. In de matrix komt in één van de vakjes een zwart kruisje te staan. Zodra het kruisje weg is, moet het kind aanwijzen in welk vakje het kruisje stond.

De test begint met een blok met één kruisje en dit wordt opgebouwd in blokken van zes pogingen tot zeven kruisjes, die na elkaar in het scherm verschijnen. De poging wordt fout gerekend, wanneer het kind één of meer verkeerde vakjes aanwijst of wanneer de volgorde van de aangewezen vakjes niet klopt. Wanneer vier achtereenvolgende pogingen van het blok correct zijn, wordt automatisch overgegaan naar het volgende blok. Na drie opeenvolgende fouten wordt de test afgebroken. Het aantal correct benoemde antwoorden geeft de score weer.

De capaciteit van het visueel-ruimtelijk schetsblok wanneer een groot beroep wordt gedaan op de executieve functies, wordt gemeten met de *Odd-one-out* taak (Alloway, 2007). De test-hertest betrouwbaarheid is .81, dit wordt beoordeeld als een hoge score (Alloway et al., 2006). Kinderen moeten hierbij uit een rij van drie figuren de figuur kiezen die anders is wat betreft de vorm. Wanneer de figuren niet meer in beeld zijn, moet het kind aanwijzen waar de afwijkende figuur stond. De taak loopt op in moeilijkheidsgraad doordat er meerdere sets figuren na elkaar komen en het kind in dezelfde volgorde moet aanwijzen waar de afwijkende figuren stonden. Bij vier achtereenvolgende correcte antwoorden, gaat men door met het volgende blok. De taak wordt afgebroken wanneer een kind drie foute antwoorden geeft binnen een blok. De score die wordt genoteerd is het totaal aantal correcte antwoorden.

Getalbegrip wordt gemeten door middel van een taak uit de Utrechtse Getalbegrip Toets (UGT) (Van Luit & Van de Rijt, 2009). De originele UGT bevat twee delen, versie A en versie B. In dit onderzoek worden alleen de subschalen van versie A gebruikt waarbij tellen centraal staat, namelijk: (1) het gebruiken van de telwoorden: vooruit en achteruit tot twintig tellen, gebruik makend van kardinale en ordinale getallen; (2) gestructureerd tellen: tellen waarbij de objecten aangewezen worden en getallen herkennen op een dobbelsteen; (3) resultatief tellen: tellen zonder de objecten aan te wijzen; (4) algemeen begrip van telwoorden: het gebruik van getallen in alledaagse situaties. Elke subschaal bevat vijf items. De items worden gescoord met 0 voor een fout antwoord en 1 voor een goed antwoord. De UGT wordt afgenomen in een computerversie.

De predictieve validiteit van de UGT-Revised (UGT-R) kan voldoende tot ruimvoldoende genoemd worden (Besseler, 2010). De UGT-R kan dus als redelijk betrouwbare voorspeller van latere rekenvaardigheid worden beschouwd. Naar de betrouwbaarheid van de UGT-R kan echter nog verder onderzoek gedaan worden. Wanneer de UGT-R betrouwbaar blijkt te zijn, meet deze daadwerkelijk getalbegrip.

### **Procedure**

De kinderen die getest zijn, komen van zes scholen verspreid over verschillende regio's in Nederland. De ouders van de kinderen hebben schriftelijk toestemming gegeven voor het onderzoek en hebben gegevens over het kind en zichzelf verstrekt. De meting



bestond in totaal uit drie sessies, waarbij alle kinderen individueel, buiten de klas in een stille ruimte, zijn getest. De testen zijn op de desbetreffende scholen afgenomen en de duur van elke sessie was ongeveer een half uur. Voor het beantwoorden van de vraagstelling in dit onderzoek wordt echter alleen gebruik gemaakt van de resultaten van de eerste sessie van de meting. Daarbij zijn de taken van deel A van de UGT afgenomen om zodoende de mate van getalbegrip van elk kind vast te stellen. Aansluitend heeft de meting voor het werkgeheugen plaatsgevonden. Het meten van het werkgeheugen is gedaan aan de hand van een aantal taken uit of gebaseerd op de AWMA, namelijk de *Dot Matrix*, *Odd-one-out*, *Word Recall* en *Word Recall Backwards*. De taken worden door verschillende testleiders afgenomen. Deze testleiders hebben door middel van een trainingsdag en oefensessies leren werken met het afnemen van de taken. Er wordt gewerkt met een testhandleiding en de afname is volgens een gestandaardiseerde methode gedaan.

### Resultaten

De samenhang tussen het werkgeheugen en het getalbegrip zal getoetst worden aan de hand van correlatietoetsen en een regressieanalyse. De vier deelvragen zullen getoetst worden aan de hand van vier correlatietoetsen. Voor alle componenten van het werkgeheugen wordt een positieve samenhang met getalbegrip verwacht. Afsluitend zal gekeken worden of het werkgeheugen in zijn geheel een voorspellende factor is voor het getalbegrip. De verwachting is dat een beter werkgeheugen een beter getalbegrip voorspelt. Doordat er gerichte hypothesen zijn opgesteld zal bij de correlatietoetsen eenzijdig getoetst worden. Bij alle analyses zal getoetst worden met een betrouwbaarheidsinterval met een alpha van .01. Hiervoor is gekozen om kanskapitalisatie tegen te gaan, aangezien er vier analyses worden uitgevoerd. De effectgrootte  $r$  wordt beoordeeld aan de hand van de volgende ondergrenscriteria: .10 is een klein, .30 is een matig, en .50 is een groot effect. De beschrijvende statistieken van de bijbehorende meetinstrumenten staan in Tabel 1, waarbij de score het aantal goed gegeven antwoorden aangeeft.

Tabel 1

#### *Beschrijvende statistieken van Scores op Meetinstrumenten*

Meetinstrument	$n$	$M$	$SD$	Minimum	Maximum
Subschalen tellen UGT-A	154	9.95	2.55	4	17
Word Recall	154	13.24	2.58	4	20
Word Recall Backwards	154	4.75	1.83	0	10
Dot Matrix	154	10.28	2.47	2	16
Odd-one-out	154	11.06	4.42	1	19

### *Getalbegrip en de fonologische lus*

Bij het controleren van de voorwaarden, blijkt dat er aan de voorwaarde voor minimaal meetniveau wordt voldaan, doordat beide variabelen van ratio meetniveau zijn. Er wordt voldaan aan de voorwaarden voor een normaalverdeling wanneer de criteria .8 voor *skewness* en .3 voor *kurtosis* gehanteerd worden. Deze criteria zullen bij alle analyses worden gehanteerd. Er is echter geen lineaire relatie tussen beide variabelen. Daarnaast is de steekproef niet aselekt getrokken, dit geldt tevens voor de hierna volgende analyses. Omdat er niet voldaan wordt aan alle voorwaarden van een Pearson rangcorrelatietoets, wordt er een Spearman rangcorrelatietoets uitgevoerd.

Uit de analyse blijkt dat er een significante positieve relatie bestaat tussen de *Word Recall* en de subschalen tellen van deel A van de UGT,  $r_s(154) = .39, p < .01$ . Dit betekent dat er een matige positieve samenhang is tussen getalbegrip en de fonologische lus.

### *Getalbegrip en de fonologische lus met gebruik van executieve functies*

Aan de voorwaarde voor minimaal meetniveau wordt voldaan doordat beide variabelen van ratio meetniveau zijn. Er wordt voldaan aan de voorwaarden voor een normaalverdeling. Van een lineaire relatie is echter geen sprake, wel is sprake van een monotoon stijgende relatie. Het gevolg van deze schendingen is dat wordt gekozen voor de Spearman rangcorrelatietoets.

Uit de analyse blijkt dat er een significante positieve relatie bestaat tussen de *Word Recall Backwards* en de subschalen tellen van deel A van de UGT,  $r_s(154) = .47, p < .01$ . Dit betekent dat er een matige positieve samenhang bestaat tussen scores op getalbegrip en op de fonologische lus waarbij executieve functies betrokken zijn.

### *Getalbegrip en het visueel-ruimtelijk schetsblok*

Aan de voorwaarde voor minimaal meetniveau wordt voldaan doordat beide variabelen van ratio meetniveau zijn. Daarnaast geven de waarden van *skewness* en *kurtosis* aan dat er sprake is van een normale verdeling voor zowel de scores op de *Dot matrix* taak als voor de scores op de UGT. De relatie tussen beide variabelen is echter niet lineair en er blijken uitschieters te zijn. Gezien de schending van de voorwaarden zal een Spearman rangcorrelatietoets worden uitgevoerd.

Uit de analyse blijkt dat er een significante positieve relatie bestaat tussen de *Dot Matrix* en de subschalen tellen van deel A van de UGT,  $r_s(154) = .43, p < .01$ . Er bestaat dus een matige positieve samenhang tussen de mate van getalbegrip en de score op het visueel-ruimtelijk schetsblok.

*Getalbegrip en het visueel-ruimtelijk schetsblok met gebruik van executieve functies*

Aan de voorwaarde voor minimaal meetniveau wordt voldaan doordat beide variabelen van ratio meetniveau zijn. Daarnaast zijn de variabelen normaal verdeeld en zijn er geen uitschieters bij de variabelen en is er een lineair verband zichtbaar.

Uit de analyse blijkt dat er een significante positieve relatie bestaat tussen de scores van de respondenten op de *Odd-one-out* en de subschalen tellen van deel A van de UGT,  $r(154) = .31$ ,  $p < .01$ . Er bestaat dus een matige positieve samenhang tussen de mate van getalbegrip en de score op het visueel-ruimtelijk schetsblok met gebruik van executieve functies.

Het gevonden verband wordt gecontroleerd voor de variabelen sekse, leeftijd en sociaal-economische status (SES). SES wordt berekend aan de hand van het gemiddelde opleidingsniveau van de ouders van het betreffende kind. Van 153 respondenten waren deze gegevens beschikbaar. Er blijken geen significante verschillen in de uitkomst wanneer er wordt gecontroleerd voor deze variabelen. De correlaties worden respectievelijk  $r(154) = .32$ ,  $p < .01$ ;  $r(154) = .29$ ,  $p < .01$  en  $r(153) = .31$ ,  $p < .01$ . Dit wil zeggen dat sekse, leeftijd en SES geen invloed hebben op de samenhang tussen getalbegrip en het visueel-ruimtelijk schetsblok met gebruik van executieve functies. Bij de andere analyses is er niet gecontroleerd voor deze variabelen, aangezien er geen sprake was van een lineaire relatie en er geen Pearson correlatietoets kon worden uitgevoerd.

**Getalbegrip en het werkgeheugen**

Uit de regressieanalyse blijkt een significant verband tussen getalbegrip en het werkgeheugen. Hoe groter de capaciteit van het werkgeheugen hoe beter het getalbegrip. In het regressiemodel blijkt de *Odd-one-out* taak geen significante voorspeller te zijn (zie Tabel 2). Het visueel-ruimtelijk schetsblok met gebruik van executieve functies blijkt geen unieke verklaarde variantie toe te voegen. De sterkte van het verband uitgedrukt in een correlatiecoëfficiënt is  $.61$  ( $p < .01$ ). Van de variantie in getalbegrip kan 37% verklaard worden door het werkgeheugen.

Tabel 2

*Resultaten Regressieanalyse*

Meetinstrument	<i>B</i>	$\beta$	<i>SE</i>	<i>p</i>
Word Recall	.39	.23	.13	.00
Word Recall Backwards	.55	.23	.19	.01
Dot Matrix	.57	.32	.13	.00
Odd-one-out	.13	.08	.13	.29

### Conclusie-Discussie

Het doel van het huidige onderzoek was te onderzoeken of er samenhang bestaat tussen getalbegrip en componenten van het werkgeheugen. Hierbij zijn de relaties tussen getalbegrip en het visueel-ruimtelijk schetsblok en de fonologische lus onderzocht, waarbij de executieve functies wel of niet betrokken zijn. Uit de analyses is naar voren gekomen dat alle werkgeheugencomponenten significant samenhangen met getalbegrip. Bij alle relaties was er sprake van een matige positieve correlatie. Dit verband tussen de verschillende componenten van het werkgeheugen en getalbegrip zou verklaard kunnen worden doordat het kind tijdens het maken van de taken van de UGT een beroep doet op het werkgeheugen. Allereerst is de uitleg van alle taken verbaal, waardoor er een beroep gedaan wordt op de fonologische lus. Een voorbeeld van een taak waarbij specifiek een beroep wordt gedaan op de fonologische lus is het akoestisch tellen. Het kind wordt hierbij gevraagd hardop tot 20 te tellen. Daarnaast zijn er taken waar visuele cues in verwerkt zijn of waarbij het kind moet werken met een mentale getallenlijn. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de taak waarbij het kind bij het tellen steeds één getal moet overslaan. Hierbij wordt een beroep gedaan op het visueel-ruimtelijk schetsblok. De UGT doet eveneens een beroep op de executieve functies. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om taken waarbij gebruik gemaakt dient te worden van *inhibition*. Een voorbeeld hiervan is wanneer een kind een cirkel van blokjes moet tellen zonder te wijzen. Het niet mogen aanwijzen van de blokjes doet een beroep op de executieve functie *inhibition* van het kind. Daarnaast moet het kind echter ook stoppen met tellen wanneer het alle blokjes gehad heeft. Ook hierbij moet een beroep gedaan worden op *inhibition*. De relatie tussen getalbegrip en de componenten van het werkgeheugen vloeit dus voort uit de betrokkenheid van het werkgeheugen bij het uitvoeren van de taken van de UGT.

Hoewel er weinig onderzoeken ingaan op de relatie tussen de componenten van het werkgeheugen en getalbegrip, komen de resultaten van dit onderzoek overeen met eerdere onderzoeken die de relatie tussen de verschillende componenten van het werkgeheugen en rekenprestaties of rekenvaardigheid onderzochten (Alloway & Alloway, 2010). Getalbegrip is immers een voorloper en voorspeller van latere rekenvaardigheden. In de huidige studie wordt specifiek een verband gevonden tussen getalbegrip en verschillende componenten van het werkgeheugen. In overeenstemming hiermee blijkt bijvoorbeeld uit eerder onderzoek dat de werking van de fonologische lus verband houdt met rekenvaardigheden bij jonge kinderen (Alloway et al., 2006; Andersson & Lyxell, 2007; McKenzie, Bull & Gray, 2003). Dit geldt eveneens voor het verband tussen het visueel-ruimtelijk schetsblok en rekenvaardigheden (Alloway et al., 2006; Herrera et al., 2008; McKenzie et al., 2003) en executieve functies (Bull & Scerif, 2001; Fürst & Hitch, 2000; Miyake et al., 2000). Interessant is verder dat onderzoek uitwijst dat de verschillende componenten van het werkgeheugen al op de jonge leeftijd van 4 jaar te

onderscheiden en in werking zijn (Alloway et al., 2006). Deze leeftijd stemt overeen met de onderzoeksgroep die in het huidige onderzoek gebruikt is. Hieruit blijkt dus dat de componenten van het werkgeheugen op deze leeftijd reeds getest kunnen worden om hun verband met de mate van getalbegrip vast te stellen.

Uit de regressieanalyse blijkt dat het werkgeheugen als geheel een voorspellende factor is voor getalbegrip. Dit wil zeggen dat een grotere capaciteit van het werkgeheugen samenhangt met een beter getalbegrip bij de onderzochte populatie. De taak *Odd-one-out*, waarbij gebruik gemaakt wordt van het visueel-ruimtelijk schetsblok en veel executieve functies, voegt echter geen unieke verklaarde variantie toe. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de *Word Recall Backwards* en de *Dot Matrix* al zoveel variantie verklaren dat de *Odd-one-out* geen unieke relevante bijdrage meer levert. De *Word Recall Backwards* verklaart al een deel van de variantie betreffende de executieve functies en de *Dot Matrix* levert al een bijdrage voor het visueel-ruimtelijk schetsblok. Door de overlap van verschillende constructen in de taken blijft er geen unieke verklaarde variantie over voor de *Odd-one-out*. Dit wil echter niet zeggen dat het geen invloed heeft op getalbegrip, wat bevestigd wordt door de in de analyse gevonden significante positieve samenhang tussen de *Odd-one-out* en de UGT.

Dit onderzoek toont aan dat er bij jonge, Nederlandse kinderen sprake is van een positieve relatie tussen getalbegrip en werkgeheugen. Er is echter geen sprake van een aselechte steekproef. De gevonden resultaten zullen dus met voorzichtigheid geïnterpreteerd moeten worden en zijn niet direct generaliseerbaar naar een andere populatie. Verder is het onderzoek naar de betrouwbaarheid en validiteit van de meetinstrumenten een mogelijke beperking. De AWMA testbatterij is ontwikkeld door Alloway (2007). Aangezien deze auteur ook de effectstudie schrijft, kan er sprake zijn van onvoldoende objectiviteit. Het gebruik maken van enkel de UGT om getalbegrip te meten, wordt niet gezien als een beperking. De UGT is in Nederland namelijk algemeen geaccepteerd als een meetinstrument voor getalbegrip. De consequentie die dit met zich meebrengt is dat de resultaten slechts naar Nederlandse kinderen te generaliseren zijn.

Aangezien het onderzoek uit slechts één enkele meting bestaat, kunnen geen uitspraken gedaan worden over causaliteit. Longitudinaal onderzoek zal moeten uitwijzen op welke manier de constructen elkaar beïnvloeden. Dit is van belang om te weten te komen waar interventie zich op moet richten als het beide constructen wil verbeteren.

Toekomstig onderzoek kan zich eveneens richten op het verband tussen het werkgeheugen en lezen bij Nederlandse kinderen. Wanneer blijkt dat het werkgeheugen zowel een goede voorspeller is voor getalbegrip als voor leesvaardigheid kan werkgeheugentraining ingezet worden om beide vaardigheden te verbeteren.

## Referenties

- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. London: Pearson Assessment.
- Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic achievement. *Journal of Experimental Child Psychology, 106*, 20-29. doi:10.1016/j.jecp.2009.11.003
- 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
- Alloway, T. P., & Passolunghi, M. C. (2011). The relationship between working memory, IQ, and mathematical skills in children. *Learning and Individual Differences, 21*, 133-137. doi:133-137.10.1016/j.lindif.2010.09.013
- 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
- Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 49*, 5-28. doi:10.1080/027249896392784
- 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-
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Neuroscience, 4*, 829-839. doi:10.1038/nrn1201
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology, 20*, R136-R140. doi:10.1016/j.cub.2009.12.014
- Ball, C. (1994). *Start right: The importance of early learning*. Ontleend aan <http://eric.ed.gov/PDFS/ED372833.pdf>
- 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
- Besseler, J. C. E. M. (2010). De predictieve validiteit van de UGT-R – Een onderzoek naar de voorspellende waarde van testcores op de Utrechtse Getalbegrip Toets – Revised met betrekking tot voorbereidende rekenprestaties. Ontleend aan <http://igitur-archive.library.uu.nl/student-theses/2010-0907-202408/Masterthesis%20Besseler,%20JCEM-0414603.pdf>
- Bruer, J. T. (1997). Education and the brain: A bridge too far. *Educational Researcher*, *26*, 4-16. Ontleend aan <http://www.area.net>
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability. Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, *19*, 273-293. doi:10.1207/S15326942DN1903\_3
- De Hevia, M. D., Vallar, G., & Girelli, L. (2008). Visualizing numbers in the mind's eye: The role of visuo-spatial processes in numerical abilities. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *32*, 1361-1372. doi:10.1016/j.neubiorev.2008.05.015
- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquière. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*, 186-201. doi:10.1016/j.jecp.2009.01.004
- DeStefano, D., & LeFevre, J. A. (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, *16*, 353-386.  
doi:10.1080/09541440244000328
- Fürst, A. J., & Hitch, G. J. (2000). Separate roles for executive and phonological components of working memory in mental arithmetic. *Memory and Cognition*, *28*, 774-782. doi:10.3758/MC.38.2.176
- Geary, D. C. (2009). Mathematical disabilities: Reflections on cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Learning and Individual Differences*, *20*, 130-133. doi:10.1016/j.lindif.2009.10.008
- Halberda, J., Mazocco, M. M. M., & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-

- verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature*, *455*, 665-669.  
doi:10.1038/nature07246
- 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
- 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
- Howell, S.C., & Kemp, C.R. (2010). Assessing preschool number sense: Skills demonstrated by children prior to school entry. *Educational Psychology*, *30*, 411-429. doi:10.1080/01443411003695410
- Imbo, I., & Vandierendonck, A. (2007). The role of phonological and executive working memory resources in simple arithmetic strategies. *European Journal of Cognitive Psychology*, *19*, 910-933. doi:10.1080/09541440601051571
- Imbo, I., Vandierendonck, A., & De Rammelaere, S. (2007). The role of working memory in the carry operation of mental arithmetic: Number and value of the carry. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *60*, 708-731.  
doi:10.1080/17470210600762447
- Kole, J.A., Healy, H.F., & Buck-Gengler, C.J. (2005). Does number data entry rely on the phonological loop? *Memory*, *13*, 388-394. doi:10.1080/09658210344000224
- Krajewski, K., & Schneider, W. (2009). Exploring the impact of phonological awareness, visual-spatial working memory, and preschool quantity-number competencies on mathematics achievement in elementary school: Findings from a 3-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*, 516-531.  
doi:10.1016/j.jecp.2009.03.009
- 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



- Lago, R. M., & DiPerna, J. C (2010). Number sense in kindergarten: A factor analytic study of the construct. *School Psychology Review, 39*, 164-191. Ontleend aan <http://www.nasponline.org>
- Lee, K. M., & Kang, S. Y. (2002). Arithmetic operation and working memory: differential suppression in dual tasks. *Cognition, 83*(3), 63-68.  
doi:10.1016/S0010-0277(02)00010-0
- LeFevre, J., Fast, L., Skwarchuk, S., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development, 81*, 1753-1768.  
doi:10.1111/j.1467-8624.2010.01508.x
- LeFevre, J. A., Fast, L., & Smith-Chant, B. L. (2010). Pathways tot mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development, 81*, 1753-1767. doi:10.1111/j.1467-8624.2010.01508.x
- McKenzie, B., Bull, R., & Gray, C. (2003). The effects of phonological and visual-spatial interference on children's arithmetical performance. *Educational and Child Psychology, 20*, 93-108. Ontleend aan <http://decp.bps.org.uk>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*, 49–100. doi:10.1006/cogp.1999.0734
- Mohr, H. M., & Linden, D. E. J. (2005). Separation of the systems for color and spatial manipulation in working memory revealed by a dual-task procedure. *Journal of Cognitive Neuroscience, 17*, 355-367. doi:10.1016/S0010-0277(02)00010-0
- Passolunghi, M. C. & Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology, 88*, 348-367. doi:10.1016/j.jecp.2004.04.002
- Piazza, M., Facoetti, A., Trussardi, A. M., Berteletti, I., Conte, S., Lucangeli, D., . . . Zorzi, M. (2010). Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia. *Cognition, 116*, 33-41.

doi:10.1016/j.cognition.2010.03.012

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

Ruijsenaars, A. J. J. M., van Luit, J. E. H., & van Lieshout, E. C. D. M. (2006).

*Rekenproblemen en dyscalculie. Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling.*

Rotterdam: Lemniscaat

Swanson, H. L. (1999). Reading comprehension and working memory in learning-disabled readers: Is the phonological loop more important than the executive system? *Journal of Experimental Child Psychology, 72*, 1-31.

doi:10.1006/jecp.1998.2477

Van Luit, J. E. H. (2000). Improving early numeracy of young children with special education needs. *Remedial and Special Education, 21*, 27-41.

doi:10.1177/074193250002100105

Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse getalbegrip toets-revised [Early numeracy test-revised]*. Doetinchem: Graviant.

Ward, J., Sagiv, N., & Butterworth, B. (2009). The impact of visuo-spatial number forms on simple arithmetic. *Cortex, 45*, 1261-1265. doi:10.1016/j.cortex.2009.03.017