



**Universiteit Utrecht**

# **Werkgeheugen en getalbegrip: Effecten van domeinalgemene en domeinspecifieke werkgeheugentraining**

Masterthesis Orthopedagogiek  
Specialisatie: Leerlingenzorg

Naam: Rianne Huiting (3010791)  
Docent: Mw. dr. E.H. Kroesbergen  
Datum: 20 juni 2009

## **Voorwoord**

Na wikken en wegen heb ik toch besloten om een kort voorwoord te schrijven bij mijn thesis. Het was een druk jaar en zonder hulp van velen was dit onderzoek niet geworden tot wat het nu is. Ik wil sommige namen expliciet noemen om mijn dank aan hen te verwoorden. Allereerst dank aan de vijf basisscholen die meegewerkt hebben aan dit onderzoek, te weten basisschool de Rehobothschool in Veenendaal, basisschool de Kubus, basisschool De Regenboog, basisschool de Toermalijn en basisschool Anna van Buren in Enschede. In het bijzonder de twee laatst genoemde scholen, waar ik data heb mogen verzamelen. Ook dank aan Evelyn en Meijke van de Universiteit Utrecht. Evelyn voor de opbouwende kritiek en ondersteuning om mijn thesis naar een ‘hoger plan’ te tillen, en Meijke voor haar enthousiasme bij het bedenken van de trainingen. Natuurlijk ook dank aan Nienke en Jaccoline, die samen met mij de data verzameld hebben, met jullie bijdrage is de onderzoeksgroep zo groot mogelijk gemaakt! Verder dank aan mijn familie, in het bijzonder mijn tegenlezer in Afghanistan. Papa, dank je wel voor je opmerkingen! Je was heel ver weg, maar toch ook weer even heel dichtbij met je hulp. En tenslotte Rinke, degene die me stimuleerde, motiveerde en relativeerde wanneer de stress toe sloeg. Dank voor je steun bij alles, in eerste instantie al om een opleiding in Utrecht te gaan doen. Het waren vier enerverende jaren, die ik hierbij afgesloten heb met een thesis over een zeer interessant onderwerp!

# Werkgeheugen en getalbegrip: Effecten van domeinalgemene en domeinspecifieke werkgeheugentraining

R. Huiting

Universiteit Utrecht, Faculteit Sociale Wetenschappen

## Abstract

*This research focused on the possibility to improve children's working memory abilities, with a domain-general and a domain-specific training. The domain of the latter was preparatory math skills. The focus of this study was on the effects of the training on both working memory and early numeracy. Early numeracy and working memory measures were administered to children in the second year of kindergarten who performed below the 50<sup>th</sup> percentile on a criterion-based mathematics test. All children attended one of five different schools in the Netherlands. After a pretest, four weeks of intervention took place, followed by a posttest. Both children who received the domain-general workingmemory intervention and children who received the domain-specific working memory intervention showed improvement on working memory tasks. Also both the domain-specific workingmemory intervention and the domain-general workingmemory intervention had a significant positive effect on childrens' early numeracy skills.*

Op de basisschool is het vak rekenen één van de belangrijkste vakken die gegeven worden. Rekenvaardigheden zijn belangrijke basisvaardigheden die geleerd moeten worden. In Nederland wordt daarom al in de kleuterklassen aandacht besteed aan de voorbereidende rekenvaardigheden van de kinderen. Voorbereidende rekenvaardigheden kunnen geschaard worden onder één construct, te weten getalbegrip, of *early numeracy*. Eén van de hoofdaspecten van getalbegrip zijn verschillende telvaardigheden, zoals synchroon tellen en resultaatief tellen (Van de Rijt & Van Luit, 1998), maar ook vergelijken van hoeveelheden (Gersten, Jordan & Flojo, 2005). Problemen bij voorbereidende rekenvaardigheden zijn belangrijke voorspellers voor eventuele rekenproblemen op latere leeftijd (Kavkler, Tancig & Magajna, 2003, in: Kroesbergen, Van de Rijt & Van Luit, 2007). Verschillende factoren spelen bij rekenproblemen een rol, waaronder intelligentie. Intelligentie, weergegeven in een IQ-score, verklaart echter slechts 9-25% van de variatie die er tussen kinderen bestaat op het gebied van rekenvaardigheid en rekenprestaties (Resing, Ruijsenaars & Bosma, 2002, zoals geciteerd in Kroesbergen et al., 2007). Er zijn dus andere belangrijke factoren die een rol spelen bij deze zwakke prestaties.

Eén van de belangrijkste factoren die een rol speelt bij rekenprestaties is waarschijnlijk het werkgeheugen (Bull & Espy, 2006; Bull & Scerif, 2001). De term werkgeheugen refereert naar "een hersensysteem dat voorziet in tijdelijke opslag en manipulatie van informatie die nodig is voor complexe cognitieve taken, zoals taalbegrip, leren en redeneren" (Baddeley,

1992, p. 556). Volgens het multicomponenten model van Baddeley en Hitch (1974, in Baddeley, 2007) bestaat het werkgeheugen uit 3 onderdelen, te weten *central executive* en de twee bijbehorende slaafsystemen *phonological loop* en *visuospatial sketchpad*. Recent is hier de *episodic buffer* aan toegevoegd, een meer algemeen geïntegreerd opslagsysteem, wat als link gezien wordt bij de interactie tussen het lange termijngeheugen en de verschillende subcomponenten van het werkgeheugen (Baddeley, 2000). De *central executive* is verantwoordelijk voor de controle van de slaafsystemen, alsmede voor de samenwerking tussen de slaafsystemen en als mediërende factor bij het terughalen van kennis uit het lange termijngeheugen en processen die plaatsvinden in het korte termijngeheugen om kennis op te slaan (Baddeley, 1996). De executieve functies die dit complexe systeem aansturen spelen gedurende de kindertijd een belangrijke rol bij het leren (Bull & Scerif, 2001; Lehto, 1995; Swanson, 1993, 1999) en de probleemoplossingsvaardigheden van kinderen (Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004).

Er bestaat echter nog steeds onduidelijkheid over de precieze aard van de functies van de *central executive* (Bull & Espy, 2006). Baddeley (1986) stelt voor dat het werkgeheugen bestaat uit een domeinalgemene component, die verantwoordelijk is voor het coördineren van informatie in twee onafhankelijke opslagcomponenten. Eén van deze twee opslagcomponenten is voor verbale codes en de ander voor visueel-ruimtelijke codes. Shah en Miyake (1996) stellen echter dat het werkgeheugen te verdelen is in twee aparte onderdelen van domeinspecifieke aspecten; een verbaal construct en een visueel-ruimtelijk construct. Dit is verder onderzocht door Alloway, Gathercole en Pickering (2006). Zij onderzochten onder andere of het werkgeheugen bij kinderen (tussen vier en elf jaar) het best gekarakteriseerd kan worden door een model waarbij een indeling bestaat tussen domeinalgemene hulpbronnen aangevuld met domeinspecifieke opslag (Baddeley, 2000), of door een model waarin het werkgeheugen verdeeld is in een verbaal domein en een visueel-ruimtelijke domein (Shah & Miyake, 1996), met een verbaal werkgeheugen en een verbaal korte termijngeheugen alsmede een visueel-ruimtelijke werkgeheugen en een visueel-ruimtelijke korte termijngeheugen. Alloway en collega's (2006) concluderen dat een model met drie factoren het beste omschrijft hoe over de tijd gezien het korte termijngeheugen en het werkgeheugen zich ontwikkelen bij kinderen: "A three-factor model, with related but separable constructs representing measures of verbal and visuospatial storage and a third factor representing the shared variance between the verbal and visuospatial working memory tasks (...)"(Alloway, Gathercole & Pickering, 2006, pp. 1712). De laatste factor wordt door hen werkgeheugen genoemd. Ook Hitch, Halliday, Schaafstal en Schraagen (1988) laten zien dat er een verschil in ontwikkeling

bestaat in de mate waarop kinderen een beroep doen op de verschillende korte termijngeheugen systemen en werkgeheugen.

De gevonden resultaten van Alloway en collega's (2006) komen tevens overeen met de driedeling die al eerder door Gathercole, Pickering, Ambridge en Wearing (2004) gevonden werd. Daarnaast komt dit model deels overeen met het model van Baddeley, zoals dat hierboven beschreven is. Een driedeling, met twee 'domeinspecifieke' delen, de *phonological loop* en de *visuospatial sketchpad*, en een overkoepelend deel, de *central executive*. Bij het model van Baddeley is dit overkoepelende deel echter meer van controlerende en faciliterende aard, terwijl in het drie-factoren model van Alloway en collega's (2006) de derde factor een specifieke taak heeft. Daarnaast voegt Baddeley expliciet een vierde systeem, de *episodic buffer*, toe die volgens hem betrokken is bij de interactie met het lange termijn geheugen.

De theoretische verklaring over het drie-factoren model en de theoretische verklaring over de vier componenten van het werkgeheugen van Baddeley zijn nog niet compleet en worden constant bijgeschaafd. Baddeley en Logie (1999; in Alloway et al., 2006) stellen na review van de literatuur vast dat er echter wel substantieel bewijs is uit neuropsychologisch onderzoek bij mensen met hersenbeschadigingen dat er verschillende gebieden zijn voor verwerking van talige informatie en van visueel-ruimtelijke informatie.

Dat het werkgeheugen een rol speelt bij rekenen is in verschillende studies aangetoond (e.g. Adam & Hitch, 1997; Bull & Scerif, 2001; De Smedt, Janssen, Bouwens, Verschaffel, Boets & Ghesquière, 2009; Gathercole & Pickering, 2000a; Gathercole & Pickering, 2000b; Geary, Hamson & Horad, 2000; Holmes & Adams, 2006; Siegel & Ryan, 1989; Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004; Swanson & Sachse-Lee, 2001; Van der Sluis, Van der Leij & De Jong, 2005). Ook is aangetoond dat het werkgeheugen een voorspellende waarde heeft voor latere rekenprestatie (De Smedt et al., 2009). De precieze rol van het werkgeheugen bij het in het hoofd uitrekenen van sommen en andere wiskundige vaardigheden is echter deels nog steeds onduidelijk (Adams & Hitch, 1997; Holmes & Adams, 2006). Sommige onderzoeken relateren individuele problemen in het oplossen van rekenproblemen aan beperkingen in of inefficiënt gebruik van de *phonological loop*. Met name het encoderen en vasthouden van verbale codes die gebruikt worden voor tellen of onthouden verloopt niet goed tijdens het oplossen van rekenkundige problemen (Furst & Hitch, 2000; Gathercole & Pickering, 2000a; Geary, Brown & Samaranayake, 1991; Siegel & Ryan, 1989; Swanson & Sachse-Lee, 2001).

Daarnaast zijn resultaten bekend van onderzoeken die een meer gedifferentieerde aanpak hebben gebruikt, gericht op het model van Shah en Miyake (1996). Uit verschillende

onderzoeken bij kinderen met rekenproblemen en/of slechte rekenvaardigheden blijkt bijvoorbeeld dat er geen significante beperkingen zijn in het verbale korte termijngeheugen (Geary et al., 2000; Geary, Hoard & Hamson, 1999). Kroesbergen en collega's (2007) concluderen dat taken betreffende early numeracy correleren met taken betreffende het visuospatieel werkgeheugen ( $r = .56$ ). Ook Kyttala, Aunio, Lehto, Van Luit en Hautamaki (2003) geven aan dat 'teltaken' correleren met het visuospatiële werkgeheugen. Tevens blijkt dat Nederlandse kinderen met rekenproblemen significant laag presteren op werkgeheugentesten die een beroep doen op het visueel ruimtelijke werkgeheugen (Van der Sluis et al., 2005).

Dit onderzoek richt zich op de werkgeheugencapaciteiten van kinderen (5-7 jarigen) en de relatie met (voorbereidende) rekenvaardigheden. Met werkgeheugencapaciteiten wordt bedoeld wat door Miyake en collega's (2000) ook wel *updating*-capaciteiten noemen, als één van de drie onderscheidbare executieve functies, naast *shifting* en *inhibition*. *Shifting* houdt het proces in van het constant kunnen wisselen tussen verschillende taken of gedachten (Monsell, 1996, zoals geciteerd in: St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006). *Inhibition* houdt hier in de mogelijkheid om dominante of automatische reacties op stimuli tegen te houden (i.c. Stroop, 1935, zoals geciteerd in: St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006). *Updating* betreft de mogelijkheid om binnenkomende informatie te monitoren en te coderen, en tegelijk het adequaat vasthouden van informatie die reeds in het werkgeheugen is, door het verplaatsen van de aandacht van niet-langer relevante informatie naar nieuwe, meer relevantere informatie (i.c. Moris & Jones, 1990). Wat betreft de (voorbereidende) rekenvaardigheden richt dit onderzoek op rekentaken die de telvaardigheden meten, alsmede het vergelijken van hoeveelheden. Beide zijn eerder besproken en vallen onder *early numeracy*.

Bij dit onderzoek naar *updating*- of werkgeheugencapaciteiten zal gewerkt worden met een benadering die gericht is op domeinalgemene functies en domeinspecifieke functies, zoals omschreven door Alloway en collega's (2006). Dit houdt in dat het drie-factoren model wordt gehanteerd. Alloway en collega's (2006) concluderen dat verwerkingsaspecten van de verbale taken en visueel-ruimtelijke taken executieve functies delen. Het blijkt namelijk dat tussen de taken betreffende verbale en visueel-ruimtelijke werkgeheugen een hoge correlatie bestaat. Waarschijnlijk komt dit doordat deze taken meer een beroep doen op dezelfde onderliggende cognitieve vaardigheden, wat impliceert dat sprake is van processen die voornamelijk domeinalgemeen zijn. Domeinspecifiek refereert dan naar het domein waarin de werkgeheugenprocessen worden gebruikt, of in dit geval getraind (in deze studie rekenen).

Kinderen die zowel problemen hebben met het werkgeheugen als met voorbereidende rekenvaardigheden lopen een groot risico om later problemen te ontwikkelen bij rekenvaardigheden. Kroesbergen en collega's (2007) geven daarom aan dat het aanbevolen is om al in de kleuterschool speciale aandacht te bieden aan die kleuters die op beide gebieden problemen ondervinden. Interventie die op de kleuterschool of in groep 3 al start kan compenserende of remediërend ingezet worden om zo de zwakheden van de kinderen te ondervangen. Bull, Espy en Wiebe (2008) geven aan dat een dergelijke interventie profijt kan opleveren voor in ieder geval de eerste drie jaar van aanvankelijk onderwijs op de basisschool (v.a. groep 3). Het doel van dit onderzoek is daarom gericht op de mate waarin de werkgeheugenvaardigheden en voorbereidende rekenvaardigheden bij kleuters verbeterd kunnen worden, resulterend in betere prestaties op zowel werkgeheugentaken als rekentaken (getalbegrip taken). Verwacht wordt dat werkgeheugentraining een positief effect heeft op resultaten bij rekenen. Een verklaring voor deze verwachting is gelegen in de veronderstelling dat wanneer het functioneren van het werkgeheugen meer geoptimaliseerd wordt door training, meer informatie tegelijk opgeslagen en verwerkt kan worden om bijvoorbeeld een rekensom op te kunnen lossen.

Om dit verder te specificeren wordt onderscheid gemaakt tussen een domeinalgemene werkgeheugentraining en een domeinspecifieke werkgeheugentraining. Opgemerkt dient te worden dat dit gemaakte onderscheid niet gericht is op de tweedeling verbaal en visueel-ruimtelijk, zoals onder andere in Alloway en collega's (2006) beschreven is, maar op algemeen en rekenen. Onder domeinspecifieke werkgeheugentraining wordt daarom verstaan een werkgeheugentraining gericht op rekenen. Dit houdt in dat tegelijk getraind wordt met tellen en onthouden/gebruiken van rekenkundige of visueel-ruimtelijke informatie. Net als bij de domeinspecifieke werkgeheugentraining wordt ook bij de domeinalgemene training een beroep gedaan op het verbale en het visueel-ruimtelijk korte termijngeheugen, alsmede op de verwerking van informatie in het werkgeheugen. Hierbij worden de gebruikte trainingsmethoden echter niet gekoppeld aan een specifiek domein, zoals rekenen, maar zullen ze juist van meer algemenere aard zijn. Op deze manier zal gekeken worden of werkgeheugen training binnen een specifiek domein meer effect heeft op dit domein dan een meer algemene werkgeheugentraining. De gedachte hierachter is dat op zowel domeinspecifiek als domeinalgemeen gebied een beroep wordt gedaan op het verbale korte termijngeheugen, het visueel-ruimtelijk korte termijngeheugen en het werkgeheugen, maar dat de context waarin deze verwerking plaatsvindt gekleurd wordt door het domein waarin deze verwerking plaats vindt. Verwacht wordt dat een domeinspecifieke werkgeheugentraining

meer effect heeft dan een domeinalgemene werkgeheugentraining op de rekenvaardigheden van kinderen. Dit omdat training op domeinspecifiek gebied dan plaatsvindt in dezelfde context als waarop latere aanvragen op dit complexe geheugensysteem zullen plaatsvinden, in dit geval tijdens uitvoering van rekentaken. De specifieke onderzoeksvragen waar naar gekeken zal worden zijn of het werkgeheugen te trainen is en wat het effect is van een werkgeheugentraining (domeinalgemeen of domeinspecifiek) op werkgeheugentaken en op getalbegrip.

## **Methode**

### *Onderzoeksgroep*

Aan het onderzoek hebben 51 kinderen (31 jongens en 20 meisjes) uit groep 2 van vijf verschillende scholen deelgenomen. De gemiddelde leeftijd van de kinderen was 5 jaar en 10 maanden (SD = 3,78, range is 5;3 jaar tot 6;11 jaar). De scholen zijn select gekozen, op basis van beschikbaarheid, in Veenendaal en Enschede. De ouders van alle kinderen hebben toestemming gegeven om mee te doen. Om de privacy van de kinderen te kunnen waarborgen zijn alle gegevens verder anoniem verwerkt.

### *Procedure*

De kinderen zijn geselecteerd op basis van de behaalde score op de toets CITO-Ordenen (CITO, 1997) die bij alle kinderen afgenomen wordt in het kader van het leerlingvolgsysteem. De toets is afgenomen in oktober tijdens de herfstsignalering in het kader van het Leerling Volgstelsel (LVS). Leerlingen die beneden het vijftigste percentiel hebben gescoord op deze toets kwamen in aanmerking om mee te doen aan die onderzoek. Per school varieerde de hoeveelheid kinderen die in aanmerking kwamen, verschillend van 19 % tot 56%. De kinderen zijn, na matching op de voormeting, verdeeld over drie groepen. De eerste groep (N = 15) kreeg een domeinalgemene werkgeheugeninterventie. De tweede groep (N = 15) heeft een domeinspecifieke werkgeheugeninterventie gehad gericht op rekenen. De derde groep (N = 21) diende als controlegroep en kreeg daarom geen interventie. De groepen verschillen niet wat betreft leeftijd en sekseverdeling ( $\chi^2 = 2.26$ ;  $df = 2$ ;  $p = .32$ , zie Tabel 1)



Tabel 1. *Beschrijvende statistieken onderzoeksgroepen*

Groep	Geslacht		Leeftijd (in maanden)	
	jongens	meisjes	M	SD
I	11	4	69	2.64
II	7	8	71	5.04
III	13	8	71	3.42

Voor de voor- en nameting is gebruik gemaakt van twee taken betreffende getalbegrip, te weten UGT-R en vergelijken. Daarnaast zijn vier taken afgenomen die een beroep doen op het werkgeheugen. Twee daarvan doen naast het werkgeheugen ook een beroep op het visueel-ruimtelijk korte termijngeheugen. De andere twee doen een beroep op zowel het werkgeheugen als het verbale korte termijngeheugen.

*Utrechtse Getalbegrip Toets.* Om de telvaardigheden van de kinderen te meten is gebruik gemaakt van een deel van de Utrechtse Getalbegrip Toets - Revised (Van Luit & Van de Rijt, 2009). De originele UGT-R bestaat uit negen subschalen en heeft twee gelijksoortige versies, versie A en versie B. In dit onderzoek zijn enkel de volgende subschalen gebruikt, namelijk:

- Telwoorden gebruiken: voor- en achteruit tellen tot twintig, het gebruiken van kardinale en ordinale nummers (Van de Rijt et al., 1999).
- Synchron en verkort tellen: tellen terwijl naar objecten wordt gewezen, het herkennen van getallen op een dobbelsteen, ook wel dobbelsteenstructuren genoemd.
- Resultatief tellen: tellen van hoeveelheden zonder naar objecten te wijzen.
- Algemene kennis van getallen: het gebruik van getallen in alledaagse situaties (Van de Rijt et al., 1999).

Elke subschaal bestaat uit vijf items. De items worden door de computer gescoord met een nul voor een fout antwoord en een één voor een correct antwoord. De ruwe score bestaat uit het totaal aantal goede antwoorden op de in totaal twintig items.

*Vergelijken.* Het trainen in vergelijken van hoeveelheden is zeer belangrijk voor de ontwikkeling van getalbegrip (Gersten et al., 2005), daarom is dit onderdeel ook meegenomen in de voor- en nameting. Bij deze test wordt het kind gevraagd verschillende hoeveelheden met elkaar te vergelijken en het grootste aantal te kiezen. De test wordt afgenomen met behulp van een computer. De kinderen krijgen een non-verbaal instructiefilmpje te zien. Op het scherm staan twee vierkante vakken met ieder een ander aantal stippen. Op het filmpje is te zien dat wanneer het kind het vierkant met de meeste stippen aanwijst een groen scherm

met een schat tevoorschijn komt. Wijst het echter het vierkant aan met de minste stippen, dan verschijnt een rood scherm. Na het filmpje wordt gevraagd of het kind de bedoeling van de test heeft gesnapt. Het kind moet in eigen woorden uit kunnen leggen wat het moet doen, wanneer dit niet lukt wordt het instructiefilmpje nogmaals gestart. Bij aanvang wordt het kind uitgelegd dat het met een vinger het juiste vierkant aan mag wijzen op het scherm. De testleider geeft met de muis aan welk vierkant het kind heeft gekozen. Kiest het kind het juiste vierkant, dan verschijnt een groen scherm met een schat. Wijst het kind het verkeerde vierkant aan, dan wordt meteen voortgezet met de volgende opgave. De ruwe score op dit onderdeel bestaat uit het aantal goed aangewezen grootste hoeveelheden.

*Spatial Span.* De gebruikte versie van Spatial Span is beschreven in Jarvis en Gathercole (2003) en is onderdeel van de Automated Working Memory Assessment (AWMA; Alloway, 2007; Alloway, Gathercole, Kirkwood & Elliott, 2008). Het kind krijgt op een beeldscherm twee abstracte figuren naast elkaar aangeboden. De linker figuur is een referentiefiguur, de rechter figuur heeft een rode stip boven op. Het kind moet bij elke trial aangeven of de rechter figuur, met de rode stip, 'hetzelfde' is of 'andersom' aan de figuur zonder rode stip. De rechterfiguur kan gerooteerd aangeboden worden, wisselend tussen acht verschillende rotatiestanden. Na elke trial moet het kind aangeven in een driehoek met drie stippen, waar de rode stip stond. Zowel bij het identificeren van 'hetzelfde' of 'andersom', als bij het terughalen van waar de rode stip stond, is geen tijdslimiet gesteld. De afbeelding blijft op het scherm staan totdat het kind een respons heeft gegeven. Wanneer een kind voldoende succes heeft gehad op een bepaald niveau (minstens vier van de zes trials goed), wordt overgegaan op een moeilijker niveau. Dit houdt in dat het kind nu niet één maar twee trials te zien krijgt, voordat recognitie plaatst moet vinden. Afgebroken wordt wanneer een kind drie fouten heeft in één niveau. Dit hoeven geen opeenvolgende fouten te zijn. Incorrecete antwoorden omtrent 'hetzelfde' of 'andersom' tellen hierbij niet mee. De score op deze test bestaat uit een precisiescore en de geheugenscore. Alleen incorrecete antwoorden betreffende de geheugenscore tellen mee voor de afbreeknorm. De geheugenscore wordt meegenomen voor de prestatieanalyses. De test doet een beroep op het werkgeheugen en het visueel-ruimtelijke korte termijngeheugen. Alloway en collega's (2006) geven aan dat de test-hertest betrouwbaarheid .82 is voor kinderen in de leeftijd van 4,5 tot 11,5 jaar.

*Odd One Out.* Deze taak wordt op de computer afgenomen, met het programma AWMA (Alloway, 2007) en is afgeleid van Russell, Jarrold en Henry (1996: in Alloway et al., 2006). Het kind krijgt drie vormen op een rij te zien, waarvan twee vormen hetzelfde zijn. Het kind moet aanwijzen welke vorm afwijkt van de andere twee vormen. De plaatjes blijven

op het scherm staat totdat het kind een antwoord heeft gegeven. Vervolgens komt een rij van drie hokjes in beeld, waarin geen vormen te zien zijn. Het kind moet aanwijzen in welke van de lege hokjes het figuur stond wat er niet bij hoorde. Eerst wordt één rij per trial aangeboden. Na een succesvolle prestatie op dit niveau (minstens vier correcte antwoorden), wordt het aantal rijen wat aangeboden wordt opgehoogd naar twee. Na twee keer aangewezen te hebben welk plaatje er niet bij hoort, moet het kind nu twee keer aanwijzen waar de plaatjes stonden die er niet bij hoorden. De score op deze test bestaat uit een precisiescore en de geheugenscore. Alleen incorrecte antwoorden betreffende de geheugenscore tellen mee voor de afbreeknorm. De geheugenscore wordt meegenomen voor de prestatieanalyses. Deze test doet een beroep op het werkgeheugen en het visueel-ruimtelijk korte termijngeheugen. Alloway en collega's (2006) geven aan dat de test-hertest betrouwbaarheid .81 is voor kinderen in de leeftijd van 4,5 tot 11,5 jaar.

*Backwards Digit Recall.* Deze test doet een beroep op het werkgeheugen en het verbale korte termijngeheugen. De test is afgeleid van Alloway en collega's (2006) en wordt afgenomen met de computer, met het programma AWMA (Alloway, 2007). Het kind moet een serie cijfers die verbaal worden aangeboden, in de omgekeerde volgorde herhalen. Om te oefenen worden eerst twee oefentrials aangeboden, waarin kinderen twee cijfers moeten omdraaien, gevolgd door drie cijfers. Tijdens de test-fase doorloopt het kind een blok, waarvan minimaal vier correcte antwoorden gegeven moeten worden. Bij drie of meer fout per blok wordt de test afgebroken. De ruwe score van een kind op deze test bestaat uit het aantal goed herhaalde trials. Aanbieding vindt plaats door een computergestuurd programma met een ingebouwd stem. Alloway en collega's (2006) geven aan dat de test-hertest betrouwbaarheid .64 is voor kinderen in de leeftijd van 4,5 tot 11,5 jaar.

*Word Recall Backwards.* Deze test is gelijk aan de Backwards Digit Recall en de procedure ervan, hier worden echter woorden gebruikt in plaats van getallen. Ook deze test doet een beroep op het werkgeheugen het verbale korte termijngeheugen.

### *Trainingen*

De domeinalgemene werkgeheugentraining bestond uit vier taken, te weten Mr. X; Sam en Pam dieren; Ik ga op reis en ik neem mee; en Memory. De vier taken werden in afwisselende volgorde aangeboden tijdens de verschillende sessies.

*Mr. X.* De Mr. X taak wordt beschreven door Alloway, Gathercole en Pickering (2006) en is een taak die een beroep doet op het werkgeheugen en het visueel-ruimtelijk korte termijngeheugen. De door Alloway en collega's beschreven taak is afgeleid van Mr. Blobby-

taak van Hamilton, Coates en Heffernan (2003). Mr. Blobby is toegepast bij kinderen vanaf vijf jaar. Evenals Mr. Blobby, wordt ook Mr. X. op een computer gedaan, met het programma AWMA (Alloway, 2007). In de taak is zowel een opslag component aanwezig als een verwerkingscomponent. Tijdens de oefentrials worden deze componenten eerst afzonderlijk aangeboden en pas daarna gecombineerd. Het kind krijgt twee poppetjes te zien; een Mr. X met een gele hoed (linker helft van beeldscherm) en een Mr. X met een blauwe hoed (op de rechter helft van het beeldscherm). Beide houden een rode bal in de hand. Het kind moet aangeven of de Mr. X. met de blauwe hoed de bal in dezelfde hand of in de andere hand heeft in vergelijking tot Mr. X met de gele hoed. Extra hierbij is dat de Mr. X met de blauwe hoed wisselend geroteerd wordt aangeboden. Wanneer het kind een antwoord heeft gegeven, verdwijnen de twee Mr. X's. Na elke trial moet het kind aangeven in een rondje met 8 stippen op welke stip de bal was. Zowel bij het identificeren van 'dezelfde hand' of 'andere hand', als bij het terughalen van waar de bal zich bevond, is geen tijdslimiet gesteld. De afbeelding blijft op het scherm staan totdat het kind een respons heeft gegeven. Wanneer een kind voldoende succes heeft gehad op een bepaald niveau (minstens vier van de zes trials goed), wordt overgegaan op een moeilijker niveau. Dit houdt in dat het kind nu niet één maar twee trials te zien krijgt, voordat recognitie plaatst moet vinden. Afgebroken wordt wanneer een kind drie fouten heeft in één niveau. Dit hoeven geen opeenvolgende fouten te zijn. Incorrecte antwoorden omtrent 'dezelfde hand' of 'andere hand' tellen hierbij niet mee. Alleen incorrecte antwoorden betreffende de geheugen-score tellen mee voor de afbreeknorm. In totaal is Mr. X. in totaal vijf keer aangeboden. Per keer kreeg één kind de beurt om het programma te doorlopen. De andere kinderen zaten in een kringetje bij de laptop en keken mee en werden daar waar mogelijk betrokken bij de uitvoering van de taak door ze beurtelings te vragen of het gegeven antwoord in hun ogen klopte. Alloway en collega's (2006) geven aan dat de test-hertest betrouwbaarheid .77 is voor kinderen in de leeftijd van 4,5 tot 11,5 jaar. Mr. X is aangeboden in sessie 2, 3, 4, 5, 7.

*Sam en Pam, versie 1 en versie 2.* Bij deze taak spelen twee knuffels een rol, Sam en Pam. Sam houdt van blauw en Pam is gek op rood. Het kind krijgt een kaartje aangeboden waar een rood of een blauw dier op staat. De opdracht is vervolgens om het kaartje, op de kop (dus met de afbeelding naar beneden), bij de goede knuffel te leggen. Daarna wordt één van de kinderen gevraagd of hij/zij nog weet wat voor dier er op het kaartje stond. Vervolgens wordt de moeilijkheidsgraad vergroot, door twee kaartjes eerst te laten verdelen door verschillende kinderen. Daarna wordt opnieuw gevraagd welke dieren er aangeboden zijn, waarna deze in dezelfde volgorde van aanbod opgenoemd moeten worden. Na vier keer de

plaatjes van versie 1 te hebben gebruikt, is daarna overgegaan op de plaatjes van versie 2, om op die manier meer variatie in de plaatjes aan te brengen. Sam en Pam doet een beroep op het werkgeheugen, doordat visuele informatie zowel opgeslagen moet worden (volgorde van de plaatjes) als verwerkt moet worden (waar moet welk plaatje liggen). Dit komt overeen met wat Alloway en collega's (2006) scharen onder taken betreffende het visuospatieel werkgeheugen. Sam en Pam is aangeboden tijdens alle acht sessies. Tijdens de laatste twee trainingssessie zijn plaatjes van zowel versie 1 als versie 2 gebruikt.

*Ik ga op reis en ik neem mee... (Ik ga naar de dierentuin en ik zie...).* Deze taak doet een beroep op het verbaal korte termijn geheugen en het werkgeheugen, doordat verbale informatie opgeslagen moet worden en teruggehaald moet worden voor verwerking. (Alloway et al., 2006). De proefleidster begint met "Ik ga op vakantie en ik neem mee..." vervolgens noemt zij een voorwerp wat meegenomen kan worden. Het kind wat links van haar zit begint met dezelfde zin en benoemt het voorwerp wat de proefleidster gezegd had, gevolgd door een zelf bedacht voorwerp. Elk kind krijgt op deze manier een beurt. Het spelletje wordt steeds twee keer uitgevoerd. Tijdens de tweede keer begint niet het kind links van de proefleidster, maar rechts van de proefleidster. Op deze manier hoeft een kind niet steeds hetzelfde aantal voorwerpen te benoemen, maar verschilt de moeilijkheidsgraad per ronde. Na vier sessies wordt het aantal op te noemen dingen vergroot, door twee keer de kring langs te gaan. De proefleidster doet dan niet meer mee. Met vijf kinderen moeten dan dus maximaal 9 dingen onthouden worden voor het laatste kind van de rij, die daarna zelf het 10<sup>e</sup> voorwerp mag bedenken. Vanaf de vijfde trainingssessie wordt overgegaan op 'Ik ga naar de dierentuin en ik zie' om variatie aan te brengen in de voorwerpen (nu dus dieren) die bedacht moeten worden). Dit spel is aangeboden tijdens alle acht sessies.

*Memory (versie 1 en versie 2).* Bij Memory is gebruik gemaakt van een reeds uitgegeven versie van het spel. Gedurende de eerste zes trainingssessies is slechts de helft van de kaartjes gebruikt. Tijdens de laatste trainingssessie (sessie 8) zijn beide versies gebruikt en was het spel dus groter. Tijdens sessie 7 is Memory niet aangeboden. Memory doet een beroep op het visuospatieel korte termijngeheugen en het werkgeheugen omdat sprake is van opslag en van verdere verwerking van de plaatjes (Alloway et al., 2006). De kaartjes van Memory worden op de kop verdeeld over de tafel. Kinderen mogen steeds twee kaartjes omdraaien om te kijken welke afbeelding op het kaartje staat. Wanneer een kind een setje van kaartje heeft die dezelfde afbeelding hebben, mag het kind het setje houden. Ieder kind moet proberen zoveel mogelijk setjes van plaatjes te krijgen. In tegenstelling tot de spelregels van

memory, mag een kind slechts één setje per keer pakken. Wanneer het kind dus een juiste combinatie heeft omgedraaid, gaat de beurt toch door naar een volgend kind.

De domeinspecifieke werkgeheugentraining bestond uit Ik ga op reis en ik neem mee (getalversie); Counting Recall; Lineair bordspel; Stippenmemory en Sam en Pam cijfers. De vijf taken werden in afwisselende volgorde aangeboden tijdens de verschillende sessies.

*Ik ga op reis en ik neem mee... (Ik ga naar de dierentuin en ik zie...) getalversie.* In de eerste vier sessies spelen de kinderen een spel waarbij ze moeten onthouden wat ze meenemen op vakantie. Het eerste kind begint en zegt: ‘Ik ga op reis en ik neem mee... mijn pyjama (bv.).’ Het tweede kind zegt vervolgens: ‘Ik ga op reis en ik neem mee mijn pyjama en een zwempak (bv.),’ enzovoorts. Ze moeten telkens alle voorgaande genoemde attributen in de juiste volgorde opnoemen. Daarnaast moeten de kinderen het aantal mee te nemen attributen opnoemen, twee pyjama’s en vier zwempakken bijvoorbeeld. In sessie 1 en 2 mogen de kinderen een willekeurig aantal kiezen tussen de 1 en de 10. In sessie 3 en 4 moeten ze de aantallen in de juiste volgorde opnoemen. In de laatste vier sessies spelen de kinderen hetzelfde spel, maar zeggen ze: ‘Ik ga naar de dierentuin en ik zie...’ en worden de nummers 1 tot en met 20 gebruikt. Verantwoording van deze taak is deels gelijk aan de verantwoording van : “Ik ga op reis en ik neem mee”, zoals beschreven is onder de domeinalgemene training, met daarnaast de toevoeging van de getalfactor.

*Counting Recall.* In sessie 1, 3, 5 en 7 wordt het spel Counting Recall gebruikt, afgeleid van Alloway en collega’s (2006) wordt afgenomen met behulp van de AWMA (Alloway, 2007 in Alloway et al., 2008). De kinderen zien driehoeken en cirkels op een computerscherm. De kinderen wordt de opdracht gegeven de cirkels te tellen. Nadat ze de cirkels hebben geteld verdwijnt het scherm en moeten de kinderen onthouden hoeveel cirkels ze hebben geteld. Eerst krijgen de kinderen één set figuren te zien, daarna twee sets, vervolgens drie sets en uiteindelijk krijgen de kinderen vier sets figuren te zien en moeten ze vier getelde hoeveelheden cirkels onthouden. Bij Counting Recall wordt een beroep gedaan op het werkgeheugen en verbale korte termijngeheugen. De informatie wordt wel visueel aangeboden, maar de verwerking vindt vervolgens plaats op verbaal niveau (“Wat zijn driehoeken, wat zijn cirkels? En hoeveel cirkels zijn er?”). Ook wordt zo het tellen geoefend, waardoor het getalbegrip zal vergroten.

*Lineair bordspel.* In alle sessies wordt een lineair bordspel gespeeld. Dit spel doet een beroep op het verbale korte termijngeheugen alsmede het werkgeheugen. De kinderen gooien een dobbelsteen en moeten het gegooid getal onthouden. Nadat alle kinderen met de

dobbelsteen hebben gegooid wordt ze gevraagd naar hun eigen gegooide getal en zetten ze het gelijke aantal aan stappen met hun pion op het spelbord. In sessie 3 en vier hoeven de kinderen geen dobbelsteen te gooien. In plaats daarvan krijgen de kinderen twee kaarten te zien met getallen. De kinderen wordt gevraagd het grootste getal op te noemen en te onthouden. Nadat ieder kind twee kaarten te zien heeft gekregen zetten ze het corresponderende aantal stappen op het spelbord. In sessie 1 en 2 gebruiken de kinderen een spelbord van 1 tot 10, in sessie 3 en 4 een spelbord van 1 tot 20, in sessie 5 en 6 een spelbord van 1 tot 50 en in de laatste twee sessies wordt een spelbord van 1 tot 100 gebruikt. In de eerste twee sessies wordt gebruik gemaakt van een dobbelsteen met één tot drie ogen, in de andere sessies wordt gebruik gemaakt van een reguliere dobbelsteen met één tot zes ogen.

*Stippenmemory.* In de eerste zes sessies wordt het spel Memory gespeeld, met kaartjes met cijfers erop en kaartjes met een corresponderende aantal stippen. Het spel doet een beroep op zowel het verbale en visueel-ruimtelijk korte termijngeheugen, alsmede op het werkgeheugen. Het is de bedoeling dat de kinderen de juiste kaarten weten te koppelen, dat wil zeggen het aantal stippen op de ene kaart met het overeenkomende cijfer op een andere kaart. Op deze manier wordt getracht om naast het werkgeheugen, ook de koppeling te trainen tussen verbale codes, Arabische codes en analoge codes van hoeveelheden zoals Dehaene (1992) dit omschrijft, met als doel deze link te versterken. De kinderen mogen twee kaarten omdraaien. Wanneer de kaarten niet overeenkomen worden ze teruggelegd op tafel, met aan de ene kant van de tafel alle kaartjes cijfers en aan de andere kant van de tafel alle kaartjes met stippen. In iedere sessie worden tien kaarten met stippen en getallen gebruikt. In de eerste twee sessies wordt gebruik gemaakt van de getallen 1 tot en met 10, in de tweede sessie wordt gebruik gemaakt van getallen van 1 tot en met 20 en van de getallen 1 tot en met 50 wordt gebruik gemaakt in sessies 5 en 6.

*Sam en Pam cijfers.* De taak is deels gelijk aan de beschreven taak bij de domeinalgemene training. Bij deze taak spelen opnieuw twee knuffels een rol, Sam en Pam. Sam houdt van blauw en Pam is gek op rood. Het kind krijgt een kaartje aangeboden waar een rood of een blauw cijfer op staat. De opdracht is vervolgens om het kaartje, op de kop (dus met het cijfer naar beneden), bij de goede knuffel te leggen. Daarna wordt één van de kinderen gevraagd of hij/zij nog weet wat voor cijfer er op het kaartje stond. Vervolgens wordt de moeilijkheidsgraad vergroot, door twee kaartjes eerst te laten verdelen door verschillende kinderen. Daarna wordt opnieuw gevraagd welke cijfers er aangeboden zijn, waarna deze in dezelfde volgorde van aanbod opgenoemd moeten worden. Sam en Pam cijfers doet, net als Sam en Pam dieren, een beroep op het werkgeheugen en visueel-ruimtelijk

korte termijngeheugen, doordat visuele informatie zowel opgeslagen moet worden (volgorde van de plaatjes) als verwerkt moet worden (waar moet welk plaatje liggen) (Alloway et al., 2006). In sessie 2 worden getallen 1 tot en met tien gebruikt, in sessie 4 de getallen 1 tot 20 en in de laatste sessie worden de getallen 1 tot en met 100 gebruikt. Voor getallen boven de tien is enkel gebruik gemaakt van tientallen.

### *Statistische analyses*

Om de gemiddelden van de verschillende condities met elkaar te vergelijken op de voormeting en op de verschilcores van de werkgeheugentaken is gebruik gemaakt van MANOVA. Na de MANOVA is indien nodig een univariate toetsing uitgevoerd, eventueel gevolgd door Post-Hoc-LSD toetsen. Om de verschillende condities met elkaar te vergelijken op de voormeting en op de verschilcores van twee verschillende getalbegrip taken (UGT-R en Vergelijken) is gebruik gemaakt van een onafhankelijke t-test. Toetsing heeft plaatsgevonden met  $\alpha = 10\%$ . Per test zijn tevens de effectgroottes berekend, met als grootheid Cohen's d. Er is een overschrijdingskans van tien procent gehanteerd, bij tweezijdige toetsing. Voor de kwalificatie van de effectgrootte geldt dat het lastig is om vereiste criteria te geven, omdat bij dit onderzoek gebruik is gemaakt van een kleine groep (Van Yperen & Van Bommel, 2009). Om toch een richtlijn aan te geven, wordt gebruik gemaakt van de beoordeling van effectgrootten van 0.20, 0.50 en 0.80 die respectievelijk als klein, middelmatig en groot worden beschouwd (Nederlandse Jeugdinstituut, 2009).

## **Resultaten**

### *Werkgeheugentaken*

Allereerst is gekeken naar het verschil tussen werkgeheugentraining en de controlegroep. Gestart is met het controleren of de groepen op de voormeting niet van elkaar verschillen. De kinderen in de training conditie verschillen niet van de kinderen in de controle conditie op de voormeting ( $Wilks'lambda = .96, p = .72$ ). Om het effect van de training op het werkgeheugen te onderzoeken, zijn allereerst effectgroottes berekend, weergegeven in Tabel 2. De werkgeheugengroep vertoont op alle taken een significante vooruitgang. Echter dient ook opgemerkt te worden dat ook de controlegroep vooruitgang vertoont op twee van de vier taken. Daarom is vervolgens nagegaan of de verschilcores tussen de voor- en nameting op werkgeheugentaken verschillen tussen kinderen die wel werkgeheugentraining (N = 30) hebben gehad en kinderen die dat niet hebben gehad (controlegroep, N = 21). Uit de



resultaten blijkt dat de kinderen die een werkgeheugentraining hebben gehad beter presteren op de werkgeheugentaken ( $Wilks' Lambda = .83, p = .06$ ). Uit vervolganalyses komt naar voren dat de kinderen die een werkgeheugentraining hebben gehad meer vooruit gaan op de taak Odd One Out,  $F(1,49) = 5.62, p = .02$ , maar dat er geen verschil is gevonden op de overige taken ( $p > .10$ ) Bij Odd One Out is tevens de grootste effectgrootte te zien, zie Tabel 2.

Tabel 2. *Beschrijvende statistieken conditie wel of geen werkgeheugen training op werkgeheugentaken*

		voormeting		nameting		<i>p</i>	Effectgrootte <i>d</i>
		M	SD	M	SD		
WG	BDR	3.87	2.79	5.40	2.53	.02	.58
	SS	4.90	3.98	7.10	4.66	.01	.51
	OOO	8.20	3.20	11.47	3.80	<.01	.93
	WRB	3.43	1.63	4.47	1.46	<.01	.67
controle	BDR	3.38	2.73	4.62	2.52	.06	.47
	SS	5.76	4.16	6.62	3.49	.23	.22
	OOO	7.33	2.87	8.71	2.63	.02	.50
	WRB	3.52	2.14	3.76	1.45	.58	.13

BDR: Backwards Digit Recall  
 SS: Spatial Span  
 OOO: Odd One Out  
 WRB: Word Recall Backwards

Binnen de factor werkgeheugentraining kan onderscheid gemaakt worden tussen een domeinalgemene werkgeheugentraining (DA training) en een domeinspecifieke werkgeheugentraining (DS-training), zoals beschreven in de methodesectie. Ook hier is eerst gecontroleerd of de groepen op de voormeting niet van elkaar verschillen. Dit blijkt inderdaad niet het geval te zijn ( $Wilks' lambda = .91, p = .65$ ). Om het effect van de domeinalgemene en domeinspecifieke training op het werkgeheugen te onderzoeken, zijn allereerst effectgroottes berekend, weergegeven in Tabel 3. De domeinalgemene werkgeheugengroep vertoont op twee van de vier taken vooruitgang. De domeinspecifieke werkgeheugengroep vertoont op alle vier werkgeheugentaken vooruitgang. Daarom is vervolgens nagegaan of de verschillen tussen de voor- en nameting op werkgeheugentaken verschillen tussen kinderen die een domeinalgemene werkgeheugentraining ( $N = 15$ ) hebben gehad en kinderen die een domeinspecifieke werkgeheugentraining hebben gehad ( $N = 15$ ). Er blijkt geen

verschil tussen de prestaties van de kinderen in de domeinalgemene werkgeheugentraining en in de domeinspecifieke werkgeheugentraining (zie Tabel 3; *Wilks' Lambda* = .92,  $p = .70$ ).

Tabel 3. *Beschrijvende statistieken DA- of DS werkgeheugentraining op werkgeheugentaken*

		voormeting		nameting		<i>p</i>	Effectgrootte <i>d</i>
		M	SD	M	SD		
DA-	BDR	4.20	2.65	5.00	2.45	.38	.31
Training	SS	5.93	4.10	7.47	4.61	.21	.35
	OOO	8.33	3.31	11.33	3.77	<.01	.85
	WRB	3.73	1.34	4.73	0.70	.02	.49
DS-	BDR	3,53	2,97	5,80	2,62	.02	.81
training	SS	3,87	3,70	6,73	4,83	.03	.67
	OOO	8,07	3,20	11,60	4,01	<.01	.98
	WRB	3,13	1,89	4,20	1,94	.02	.56

BDR: Backwards Digit Recall  
 SS: Spatial Span  
 OOO: Odd One Out  
 WRB: Word Recall Backwards

### *Getalbegriptaken*

Vervolgens wordt gekeken naar het effect van werkgeheugentraining op getalbegrip, waarvoor gebruik wordt gemaakt van de taak UGT-R en de test Vergelijken. De samenhang tussen deze twee testen is echter laag. Dit geldt voor zowel bij de voormeting ( $r = .24$ ) als op de verschillcores ( $r = .14$ ). Daarom worden deze testen apart meegenomen in de analyse. Allereerst worden analyses uitgevoerd op de UGT-R, gevolgd door Vergelijken.

Op de voormeting zijn geen verschillen tussen de kinderen die een werkgeheugentraining hebben gehad en kinderen uit de controlegroep op de UGT-R,  $t(32) = .48$ ,  $p = .64$  (zie Tabel 4). Opgemerkt dient te worden dat de spreiding binnen de controlegroep groter is dan binnen de experimentele groep. Om het effect van de training op de UGT-R te onderzoeken, zijn effectgroottes berekend, weergegeven in Tabel 4. De werkgeheugengroep vertoont op de UGT-R een significante vooruitgang. Vervolgens is nagegaan of de verschillcores tussen de voor- en nameting op werkgeheugentaken verschillen tussen kinderen die wel werkgeheugentraining ( $N = 30$ ) hebben gehad en kinderen die dat niet hebben gehad (controlegroep,  $N = 21$ ). Het blijkt inderdaad dat de kinderen die een werkgeheugentraining hebben ontvangen meer vooruitgaan zijn op de UGT-R dan de kinderen uit de controlegroep,  $t(49) = 2.46$ ,  $p = .02$ .

Tabel 4. *Beschrijvende statistieken wel of geen werkgeheugen training ontvangen op getalbegrip*

		voormeting		nameting		<i>p</i>	Effectgrootte <i>d</i>
		M	SD	M	SD		
Werkgeheugen training	UGT-R	7.13	2.66	9.37	3.50	<.01	.72
	Vergelijken	25.30	4.01	26.43	3.41	.08	.31
controle	UGT-R	6.67	3.89	7.00	3.65	.64	.09
	Vergelijken	24.67	4.88	25.43	4.48	.41	.16

UGT-R : Utrechtse Getalbegrip Toets Revised

Vervolgens is gekeken of er een verschil is tussen kinderen in de domeinalgemene werkgeheugentraining en kinderen in de domeinspecifieke werkgeheugentraining op de UGT-R, zie Tabel 5. Uit de resultaten blijkt dat op de voormeting geen verschil is te vinden tussen de twee groepen,  $t(24) = .96, p = .35$ . Ook hier dient opgemerkt te worden dat de spreiding binnen de controlegroep groter is dan binnen de experimentele groep. Om het effect van de trainingen op de UGT-R te onderzoeken, zijn effectgroottes berekend, weergegeven in Tabel 5. Beide werkgeheugengroepen vertonen op de UGT-R een significante vooruitgang. Vervolgens is nagegaan of de verschillen tussen de voor- en nameting op werkgeheugentaken verschillen tussen kinderen die een domeinalgemene werkgeheugentraining ( $N = 15$ ) hebben gehad en kinderen die een domeinspecifieke werkgeheugentraining hebben gehad (controlegroep,  $N = 15$ ). Het blijkt dat er geen verschil is op de verschillen tussen beide groepen op de UGT-R,  $t(28) = 1.00, p = .32$ .

Tabel 5. *Beschrijvende statistieken DA of DS werkgeheugentraining op getalbegrip*

		voormeting		nameting		<i>p</i>	Effectgrootte <i>d</i>
		M	SD	M	SD		
DA-training	UGT-R	6.67	2.13	8.47	3.50	<.01	.64
	Vergelijken	25.20	4.97	26.47	2.97	.22	.32
DS- training	UGT-R	7.60	3.11	10.27	3.37	<.01	.82
	Vergelijken	25.40	2.923	26.40	3.91	.21	.29

UGT-R : Utrechtse Getalbegrip Toets Revised  
 DA: domeinalgemene training  
 DS: domeinspecifieke training

Naast de resultaten op de UGT-R is ook gekeken naar de resultaten op Vergelijken. Op de voormeting zijn geen verschillen te zien tussen de kinderen die een werkgeheugentraining hebben gehad en kinderen uit de controlegroep op Vergelijken,  $t(49) = .51, p = .61$  (zie Tabel 4). Daarna wordt gekeken of een werkgeheugentraining effect heeft gehad op Vergelijken.

Om het effect van de training op Vergelijken te onderzoeken, zijn effectgroottes berekend, weergegeven in Tabel 4. De werkgeheugengroep vertoont op Vergelijken vooruitgang, de controlegroep echter niet. Vervolgens is gekeken of er verschil is tussen deze twee groepen. Het blijkt er geen verschil is tussen de kinderen die wel een werkgeheugentraining hebben gehad en kinderen die geen werkgeheugentraining hebben gehad op de test Vergelijken,  $t(49) = .35, p = .73$ .

Vervolgens is nagegaan of er een verschil is tussen domeinalgemene werkgeheugentraining en domeinspecifieke werkgeheugentraining op Vergelijken, zie Tabel 5. Uit de resultaten blijkt dat op de voormeting geen verschil is te vinden tussen de twee trainingsgroepen,  $t(28) = .13, p = .89$ . Beide groepen laten ook geen vooruitgang zien op Vergelijken, zie Tabel 5. Het blijkt dat er geen verschil is in de verschillscore tussen de kinderen van de domeinalgemene werkgeheugentraining en de kinderen van de domeinspecifieke werkgeheugentraining op Vergelijken,  $t(28) = .21, p = .83$ .

## **Discussie**

Dit onderzoek was gericht op de relatie tussen het werkgeheugen en getalbegrip, als voorbereidende rekenvaardigheid, omdat bij rekenprestaties het werkgeheugen als één van de belangrijkste onderliggende factoren wordt gezien (Bull & Espy, 2006; Bull & Scerif, 2001). In dit onderzoek is gekeken naar de mate waarin het werkgeheugen te trainen is bij kleuters alsmede de effecten van werkgeheugentraining op voorbereidende rekenvaardigheidprestaties. Op die manier is getracht inzicht te krijgen in interventiemogelijkheden wanneer een kind op voorbereidende rekenvaardigheden en/of bij taken die een beroep doen op het werkgeheugen moeilijkheden ervaart. Het is namelijk van belang dat interventie al vroeg in de basisschoolloopbaan wordt gestart, omdat kinderen die zowel problemen hebben met het werkgeheugen als met voorbereidende rekenvaardigheden een groot risico lopen om later problemen te ontwikkelen bij rekenvaardigheden (Kroesbergen et al., 2007).

De resultaten laten zien dat het werkgeheugen inderdaad te trainen is. Kinderen die een werkgeheugentraining hebben ontvangen laten meer vooruitgang zien op werkgeheugentaak Odd One Out dan kinderen die geen interventie hebben gehad. Op de overige drie werkgeheugentaken, Backwards Digit Recall; Word Recall Backwards en Spatial Span is echter geen verschil in vooruitgang te zien tussen de twee condities. Een mogelijke verklaring voor het feit dat slechts op één taak een duidelijk verschil in vooruitgang is te zien, is dat jonge kinderen bij het onthouden en verwerken van informatie meer gebruik maken van

visueel-ruimtelijke codes in vergelijking tot oudere kinderen die meer gebruik maken van onder andere verbale herhaalstrategieën bij visuele informatie (Hitch et al., 1988). Odd One Out is een taak waarbij meer een beroep wordt gedaan op visueel-ruimtelijke strategieën voor verwerking. Dit is niet het geval bij Backwards Digit Recall en Word Recall Backwards. Spatial Span is, in tegenstelling tot de twee hiervoor genoemde taken, een taak waarbij wel een beroep wordt gedaan op het visueel-ruimtelijk korte termijngeheugen, maar hier is geen noemenswaardige vooruitgang te zien. Dit ontkracht de mogelijke verklaring enigszins, zij het niet dat in Spatial Span ook een verbale component is verwerkt, namelijk het benoemen van “hetzelfde” of “andersom”. Odd One Out is echter puur een visueel-ruimtelijke taak en sluit hij daarom het meest aan bij de primair meest gebruikte strategie van jonge kinderen, in tegenstelling tot de andere drie taken.

Bij het ontwikkelen van de werkgeheugentraining is onderscheid gemaakt tussen een domeinalgemene werkgeheugentraining en een domeinspecifieke werkgeheugentraining. Beide groepen vertonen vooruitgang op de werkgeheugentaken, waarvan de domeinspecifieke training op alle vier de taken vooruitgang laat zien met effectgroottes variërend middelmatig tot groot. Dit in tegenstelling tot de domeinalgemene training, die slechts op twee taken vooruitgang laat zien, eveneens met effectgroottes variërend van middelmatig tot groot. Er is echter geen noemenswaardig verschil in de vooruitgang te zien tussen deze twee trainingsgroepen. Er blijkt dus geen verschil te zijn in vooruitgang op de werkgeheugentaken tussen kinderen die een domeinalgemene werkgeheugentraining hebben ontvangen en kinderen die een domeinspecifieke werkgeheugentraining hebben ontvangen. Een mogelijke verklaring voor dit gevonden resultaat is dat de gebruikte werkgeheugentaken geen relatie hebben met getalbegrip, waardoor een domeinspecifieke werkgeheugentraining geen meerwaarde heeft over een domeinalgemene werkgeheugentraining als het gaat om werkgeheugenprocessen die niet binnen een bepaalde domein vallen. Het feit dat het werkgeheugen getraind wordt, zorgt voor vooruitgang op de taken. Dit past bij de bevindingen dat het werkgeheugen meer domeinalgemeen van aard is, en de processen die zich afspelen binnen dit werkgeheugen zowel verbaal als visueel-ruimtelijk informatie kunnen bevatten (e.g. Baddeley, 2007) en er dus sprake lijkt te zijn van het eerder genoemde drie-factoren-model (Alloway et al., 2006)

Aanvragen op het werkgeheugen gebeuren op de basisschool echter voornamelijk binnen een bepaald domein, wanneer bepaalde taken gedaan moeten worden. Daarom is tevens gekeken naar het effect van werkgeheugentraining op taken binnen een bepaald domein, in dit geval het domein rekenen. Bij kleuters houdt dit in dat binnen de basisschool

gewerkt wordt aan voorbereidende rekenvaardigheden, zoals getalbegrip. Eén van de hoofdaspecten van getalbegrip zijn verschillende telvaardigheden (Van de Rijt & Van Luit, 1998) en voor de ontwikkeling van getalbegrip is het vergelijken van hoeveelheden belangrijk (Gersten et al., 2005). Aan de hand van respectievelijk de UGT-R en Vergelijken zijn deze twee belangrijke aspecten van getalbegrip getoetst.

De resultaten laten zien dat werkgeheugentraining, zoals verwacht, een vooruitgang bewerkstelligt op de UGT-R. Echter blijkt er geen verschil te zijn in de vooruitgang op de UGT-R als een tweedeling wordt gemaakt naar kinderen die een domeinalgemene werkgeheugentraining hebben ontvangen en kinderen die een domeinspecifieke werkgeheugentraining hebben ontvangen, zonder de controlegroep. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat beide trainingen mogelijk dezelfde onderliggende executieve functies trainen, waardoor te weinig differentiatie in de trainingen is aangebracht, resulterend in geen noemenswaardig verschil in vooruitgang op de taken van de UGT-R. Overlap van variatie in de verschillende executieve functies die getraind worden, is onder andere aangetoond door Bull en collega's (2008) bij rekenen en lezen. In het huidige onderzoek zijn geen twee domeinen met elkaar verleden, maar juist vaardigheden binnen één bepaald domein naast executieve functies binnen een domeinalgemene setting, maar toch lijken de resultaten overeen te komen.

De gevonden resultaten op de taak Vergelijken komen niet overeen met de gestelde verwachting. Werkgeheugentraining heeft binnen dit onderzoek geen noemenswaardige vooruitgang bewerkstelligd op deze taak. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de taak Vergelijken mogelijk te weinig een beroep doet op executieve functies, en dat training hiervan geen effect heeft. Een andere mogelijkheid is dat dit aspect te weinig aandacht heeft gekregen binnen de twee werkgeheugentrainingen. Op Nederlandse basisscholen wordt ruim aandacht besteed aan dit aspect van getalbegrip. Kinderen in de controlegroep krijgen dit dus als onderdeel van 'treatment as usual'. Om een dusdanig verschil in frequentie of inhoud van training aan te brengen, vergeleken met wat op scholen al aan training wordt gegeven betreffende vergelijken, had in de domeinspecifieke werkgeheugentraining mogelijk meer nadruk gelegd moeten worden op het trainen van deze vaardigheid.

Kijkend naar de resultaten rijst de vraag of er sprake is van een domeinalgemeen werkgeheugen, wat eventueel geëxtraheerd wordt uit ervaringen in domeinspecifieke contexten en of getrainde vaardigheden makkelijker toegepast kunnen worden in contexten waarin de ervaringen ook opgedaan zijn of juist niet. In dit onderzoek is geen ondersteuning gevonden voor de verwachting dat training binnen een specifiek domein ook daadwerkelijk

zorgt voor een grotere vooruitgang of verbetering voor latere prestaties binnen datzelfde domein. Binnen dit onderzoek is ‘domeinalgemeen’ benaderd vanuit een domeinoverstijgend perspectief, waarbij onder domeinen verschillende concrete gebieden verstaan worden zoals die in het onderwijs worden gebruikt. Binnen deze ‘schooldomeinen’ vindt zowel informatieverwerking plaats van verbale aard als van visueel-ruimtelijke aard. Uit de resultaten blijkt dat bij deze benadering geen verschil is in vooruitgang tussen domeinspecifiek en domeinalgemene verwerking van informatie in het werkgeheugen. Punt hierbij is wel dat bij de gehanteerde benadering geen duidelijk onderscheid is aangebracht tussen verbale en visueel-ruimtelijke verwerking van informatie: beide komen voor in zowel de domeinalgemene training als de domeinspecifieke training. Dit in tegenstelling tot onderzoek van Alloway en collega’s (2006), waar domeinspecifiek benaderd werd als verbale óf visueel-ruimtelijke verwerking van informatie. Baddeley (2000) en Alloway en collega’s (2006) spreken over een domeinalgemeen mechanisme in de zin van zowel verbale als visueel-ruimtelijke informatieverwerking. Mogelijk ligt hier een reden waarom geen ondersteuning is gevonden voor de verwachting dat domeinspecifieke werkgeheugentraining meer vooruitgang boekt op werkgeheugentaken en getalbegriptaken. Het ontbreken van ondersteuning voor deze verwachting kan echter ook juist ook gezien worden als ondersteuning voor een nieuwe hypothese dat het werkgeheugen een meer domeinalgemeen mechanisme is, zoals Alloway en collega’s (2006) dit formuleerden. Dit komt overeen met hetgeen Baddeley (2000) benoemt als de gedeelde betrokkenheid van executieve functies. Het zou dus zo kunnen zijn dat executieve functies domeinoverstijgend werken, zowel bij het onderscheid tussen verbaal en visueel-ruimtelijk, maar ook bij het onderscheid tussen verschillende schooldomeinen. Effecten van werkgeheugentraining zouden in dat geval breder zichtbaar zijn dan alleen binnen een bepaald domein. Deze verwachting biedt mogelijkheden voor verder onderzoek. Verder onderzoek is dus nodig om hier uitsluitsel over te bieden om zo op de juiste manier interventies te kunnen bieden waar dat nodig is bij kinderen die leerproblemen ondervinden op school.

Bij vervolgonderzoek zal rekening gehouden moeten worden met de tekortkomingen van dit onderzoek. Belangrijk is dan dat de onderzoeksgroep groot moet zijn. Bij dit onderzoek was de onderzoeksgroep relatief klein door organisatorische beperkingen alsmede door gebrek aan onderzoekscapaciteit. Dit heeft ook tot gevolg gehad dat de trainingsgroepen op twee verschillende scholen zaten. Mogelijke invloeden van onderwijs kunnen daardoor een rol hebben gespeeld. Tevens zijn in dit onderzoek geen achtergrondgegevens van de kinderen meegenomen, zoals SES en intelligentie. Toch is het mogelijk dat de kinderen op CITO-

ordenen om een andere reden een score beneden het vijftigste percentiel hebben behaald. Voor vervolgonderzoek zal daarom gekeken moeten worden naar mogelijk achterliggende factoren, zoals bijvoorbeeld stoornissen, comorbiditeit of andere beperkende factoren.



## Literatuur

- Adams, J.W., & Hitch, G. J. (1997). Working memory and children's mental addition. *Journal of Experimental Child Psychology*, 67, 21-38.
- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. London: Pearson Assessment.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliott, J (2008). Evaluating the validity of the Automated Working Memory Assessment. *Educational Psychology*, 28, 725-724.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development*, 77, 1698-1716.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Clarendon Press.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 5-28.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working memory, thought, and action*. New York: Oxford University Press.
- Bull, R., & Espy, K. A. (2006). Working memory, executive functioning, and children's mathematics. In S. J. Pickering (Eds.), *Working memory and education* (pp. 93-123). London: Academic Press.
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33, 205-228.
- 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.
- CITO (1997). *Ordenen*. Arnhem: CITO.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44, 1-42.
- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematical achievement: A longitudinal study from first to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 186-201.

- Furst, 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.
- Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000a). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, *70*, 177-194.
- Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000b). Assessment of working memory in six- and seven-year-old children. *Journal of Educational Psychology*, *92*, 377-390.
- 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.
- Geary, D. C., Brown, S. C., & Samaranayake, V. A. (1991). Cognitive addition: A short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematical disabled children. *Developmental Psychology*, *27*, 787-797.
- Geary, D. C., Hamson, C. O., & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, *77*, 236-263.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., & Hamson, C. O. (1999). Numerical and arithmetical cognition: Patterns of functions and deficits in children at risk for a mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, *74*, 213-239.
- Hamilton, C. J., Coates, R. O., & Heffernan, T. (2003). What develops in visuo-spatial working memory development? *European Journal of Cognitive Psychology*, *15*, 43-69.
- Hitch, G. J., Halliday, S., Schaafstal, A. M., & Schraagen, J. M. C. (1988). Visual working memory in young children. *Memory and Cognition*, *16*, 120-132.
- Holmes, J., & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, *26*, 339-366.
- Jarvis, H. L., & Gathercole, S. E. (2003). Verbal and non-verbal working memory and achievements on National Curriculum tests at 11 and 14 years of age. *Educational and Child Psychology*, *20*, 123-140.
- Kroesbergen, E. H., Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (2007). Working memory and early mathematics: Possibilities for early identification of mathematics learning disabilities. *Advances in Learning and Behavioral Disabilities*, *20*, 1-19.

- Kyttala, M., Aunio, P., Lehto, J. E., Van Luit, J. E. H., & Hautamaki, J. (2003). Visuospatial working memory and early numeracy. *Educational and Child Psychology, 20*, 65-76.
- Lehto, J. (1995). Working memory and school achievement in the ninth form. *Educational Psychology, 15*, 271-282.
- 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.
- Morris, N., & Jones, D. M. (1990). Memory updating in working memory: The role of the central executive. *British Journal of Psychology, 81*, 111-121.
- Nederlandse Jeugdinstuut (2009). *Databank effectieve jeugdinterventies: Hulp bij het beschrijven en beoordelen van onderzoek*. Gevonden op 4 juni 2009, op <http://www.nji.nl/effectieve-interventies/download/DEI%20-%20Formulier%20beoordeling%20onderzoek%20mei%202009.doc>
- Shah, P., & Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: General, 125*, 4-27.
- Siegel, L. S., & Ryan, E. B. (1989). The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development, 60*, 973-980.
- St. Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59*, 745-759.
- Swanson, H. L. (1993). Working memory in learning disability subgroups. *Journal of Experimental Child Psychology, 56*, 87-114.
- Swanson, H. L. (1999). Reading comprehension and working memory in leaning-disabled readers: Is the phonological loop more important than the executive system? *Journal of Experimental Child Psychology, 72*, 1-31.
- Swanson, H. L., & Beebe-Frankenberger, M. (2004). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology, 96*, 471-491.

- Swanson, H. L., & Sachse-Lee, C. (2001). Mathematical problem solving and working memory in children with learning disabilities: Both executive and phonological processes are important. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79, 294-321.
- Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (1998). Effectiveness of the additional early mathematics program for teaching children early mathematics. *Instructional Science*, 26, 337-358.
- Van der Sluis, S., Van der Leij, A., & De Jong, P. F. (2005). Working memory in Dutch children with reading- and arithmetic related LD. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 207-221.
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse Getalbegrip Toets Revised*. Doetinchem: Graviant.
- Van Yperen, T., & Van Bommel, M. (2009). *Erkenning interventies: Criteria 2009-2010*.  
Gevonden op 4 juni 2009,  
Op [http://www.nji.nl/publicaties/jeugdzorg/Erkenning\\_interventies\\_criteria\\_2009-2010.pdf](http://www.nji.nl/publicaties/jeugdzorg/Erkenning_interventies_criteria_2009-2010.pdf)