

Samenhang tussen Werkgeheugen, Cognitieve Flexibiliteit en  
Voorbereidende Rekenvaardigheden bij Kleuters

Bachelorthesis (200600042)

Geschreven door: E. A. Veenstra (5488206)  
L.T.M. Oude Hengel (5928540)  
Instelling: Universiteit Utrecht  
Bachelorthesis: Pedagogische Wetenschappen  
Begeleider: M. W. Röttger MSc  
Datum: 26 juni 2017

### Samenvatting

**Doel** Het doel van dit onderzoek is om meer inzicht te krijgen in de samenhang tussen werkgeheugen, cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden bij kinderen van vier tot zes jaar oud. **Methode** Een selectieve steekproef van kleuters (102 meisjes, 133 jongens) hebben een taakbatterij betreffende executieve functies voltooid. **Resultaten** In overeenstemming met de bestaande literatuur, is er een significante samenhang gevonden tussen werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden bij kleuters. Hierbij is zowel bij de Corsi Blokkentaak ( $R^2 = .10$ ) als bij de Updating Cijfertaak ( $R^2 = .03$ ) sprake van een klein effect. Daarentegen is er geen significante samenhang gevonden tussen cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden, wat niet in overeenstemming is met de gevonden literatuur. Hierbij is sprake van een klein effect ( $R^2 = .002$ ). Ook is er geen moderatie effect gevonden voor leeftijd en sekse op de samenhang tussen werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden en tussen cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden. Er kan geen conclusie worden getrokken over deze resultaten, omdat er sprake is van kleine effectgrootten. **Conclusie** Bevindingen benadrukken de unieke rol van het werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit bij het voorspellen van welke kinderen moeite hebben met voorbereidende rekenvaardigheden. De bevindingen van deze studie kunnen bijdragen aan de kennis over de samenhang tussen werkgeheugen, cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden bij kinderen van vier tot zes jaar en welke factoren hierbij een rol kunnen spelen. Implicaties over de huidige studie en suggesties voor toekomstig onderzoek worden besproken.

*Trefwoorden:* executieve functies, werkgeheugen, cognitieve flexibiliteit, voorbereidende rekenvaardigheden, kleuters

### Abstract

**Aim** The aim of this study is to gain more insight in the relationship between working memory, cognitive flexibility and early arithmetic skills in children from four to six years. **Method** A selective sample of preschoolers (102 girls, 133 boys) have completed an executive function task battery. **Results** Consistent with existing literature, there was found a significant relation between working memory and early arithmetic skills in preschoolers. Both the Corsi Block-Tapping Task ( $R^2 = .10$ ) and the Updating Cijfertaak ( $R^2 = .03$ ) have a small effect. Besides, there was no significant relation between cognitive flexibility and early arithmetic skills in preschoolers, what is not in accordance with the literature found. This is a small effect ( $R^2 = .002$ ). However, no moderating effect is found for age and sex on the relation between working memory and early arithmetic skills and between cognitive

flexibility and early arithmetic skills. No conclusion can be drawn about these relations, because there are small effect sizes. **Conclusion** Findings highlight the unique role of working memory and cognitive flexibility in predicting which children may have difficulty with early arithmetic skills. The findings of this study can contribute to the knowledge about the relationship between working memory, cognitive flexibility and early arithmetic skills in children from four to six years and which factors may play a role in this relation.

Implications about the current study and suggestions for future research are discussed.

*Keywords:* executive functions, working memory, cognitive flexibility, early arithmetic skills, preschoolers

Samenhang tussen Werkgeheugen, Cognitieve Flexibiliteit en Voorbereidende  
Rekenvaardigheden bij Kleuters

Vijf tot tien procent van de kinderen ondervindt problemen met rekenvaardigheden (Geary, Hoard, Nugent, & Byrd-Craven, 2008). Deze rekenproblemen zijn vaak pas zichtbaar vanaf groep drie, rond het zevende levensjaar. Dit terwijl kinderen zich, juist tot hun zevende levensjaar, verschillende rekenvaardigheden eigen maken om tot een voldoende niveau van voorbereidende rekenvaardigheden te komen (Kroesbergen, Van Der Ven, Kolkman, Van Luit, & Leseman, 2009). Deze voorbereidende rekenvaardigheden bestaan uit getalbegrip, meten en meetkunde (Koerhuis, 2010). Bij getalbegrip gaat het over het herkennen van verschillende functies van getallen en het ordenen, tellen en schatten van kleine hoeveelheden. Meten is het vaststellen van omtrek, inhoud en gewicht als eigenschap van een persoon of voorwerp en meetkunde gaat over ruimtelijk begrip. Dit betreft zowel de fysieke ruimte om het kind heen als het oriënteren, construeren en opereren met vormen en figuren (Koerhuis, 2010; Koerhuis & Keuning, 2011). Het blijkt dat goed ontwikkelde voorbereidende rekenvaardigheden een sterke voorspeller zijn voor latere rekenprestaties, omdat deze vaardigheden kinderen voorbereiden op het formele rekenonderwijs (Clark, Sheffield, Wiebe, & Espy, 2013; Duncan et al., 2007). Daarnaast hangen minder goed ontwikkelde voorbereidende rekenvaardigheden samen met rekenproblemen op latere leeftijd (Mazzocco & Kover, 2007). Doordat de voorbereidende rekenvaardigheden niet alleen de basis vormen voor rekenkennis in het verdere basisonderwijs, maar ook voor het vervolgonderwijs, is het van groot belang dat er al op kleuterleeftijd, tussen de vier en zeven jaar, ingespeeld wordt op de voorbereidende rekenvaardigheden (Kroesbergen et al., 2009). Zo kunnen kinderen met rekenproblemen zo vroeg mogelijk gesignaleerd en geholpen worden (Morgan, Farkas, & Wu, 2009; Ruijsenaars, Van Luit, & Van Lieshout, 2006; Siegler, 2009).

Om in te spelen op de voorbereidende rekenvaardigheden van kleuters, is het van belang dat er onderzoek wordt gedaan naar de cognitieve factoren die hieraan ten grondslag liggen. Zo is gebleken dat verschillende cognitieve factoren een rol kunnen spelen, zoals het executief functioneren (Clark, Pritchard, & Woodward, 2010; Diamond, 2013; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, & Howerter, 2000). Goed ontwikkelde executieve functies bij kleuters blijken een bouwsteen te zijn voor de voorbereidende rekenvaardigheden (Bull, Espy, & Wiebe, 2008). Executieve functies zijn cognitieve processen die ervoor zorgen dat flexibel en doelgericht gedrag mogelijk is. Enkele kernfuncties hiervan zijn het werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit (Diamond, 2013; Miyake et al., 2000). Het werkgeheugen is een systeem met een beperkte capaciteit die

verantwoordelijk is voor de manipulatie en opslag van informatie tijdens de uitvoering van cognitieve taken (Baddeley, 1986). Cognitieve flexibiliteit omvat het vermogen om te schakelen tussen taken en strategieën (Bull et al., 2008). Kennis over de samenhang tussen deze twee executieve functies en voorbereidende rekenvaardigheden geeft meer inzicht in wat nodig is voor de ontwikkeling van deze rekenvaardigheden (Kroesbergen et al., 2009).

Het blijkt dat het werkgeheugen een belangrijke bijdrage levert aan de ontwikkeling van voorbereidende rekenvaardigheden (Holmes, Gathercole, & Dunning, 2009; Meyer, Salimpoor, Wu, Geary, & Menon, 2010). Het werkgeheugen is noodzakelijk bij verschillende reken- en wiskundeprocessen, zoals tellen, het oplossen van rekensommen en wiskundige problemen (Adams & Hitch, 1997; Geary, 1990; Geary, Hoard, & Hamson, 1999). Swanson en Beebe-Frankenberger (2004) tonen in hun studie aan dat kinderen met rekenproblemen slechter scoren op het werkgeheugen. Zij hebben meer moeite met werkgeheugentaken dan leeftijdsgenoten (Andersson, 2006). Een oorzaak hiervan kan zijn dat kinderen met rekenproblemen het lastig vinden om informatie in het werkgeheugen op te slaan en tegelijkertijd te gebruiken (Geary et al., 1999; Hitch & McAuley, 1991). Daarnaast blijkt dat het werkgeheugen te trainen is en dat dit zelfs een positief effect lijkt te hebben op de voorbereidende rekenvaardigheden (Van Der Molen, 2009; Witt, 2011).

Naast het belang dat er onderzoek gedaan wordt naar de samenhang tussen het werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden, is ook cognitieve flexibiliteit een belangrijke factor bij de ontwikkeling van voorbereidende rekenvaardigheden (Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, Van Loosbroek, & Van De Rijt, 2009). Bij het onderscheid in executieve functies dient rekening gehouden te worden met het verschil tussen kleuters en volwassenen. In tegenstelling tot het onderzoek van Miyake en collega's (2000), dat uitgevoerd is bij volwassenen, suggereren Clark en collega's (2013) dat executieve functies lastig te onderscheiden zijn bij kleuters. De neurale activiteit, tijdens taken waarin een beroep wordt gedaan op de executieve functies, wordt met de leeftijd steeds meer beperkt tot specifieke hersengebieden (Bell, Wolfe, & Adkins, 2007; Durston et al., 2006). Deze redenering wordt deels bevestigd. Uit onderzoek blijkt namelijk dat er bij kleuters sprake is van een hoge correlatie tussen inhibitie en cognitieve flexibiliteit (Lee et al., 2012). Dit terwijl inhibitie wel samen lijkt te hangen met voorbereidende rekenvaardigheden (Espy et al., 2004). Het blijkt dan ook dat met name cognitieve flexibiliteit in mindere mate onderzocht is, vanuit de veronderstelling dat cognitieve flexibiliteit wellicht geen bijdrage levert aan de ontwikkeling van rekenvaardigheden bij kleuters (Espy et al., 2004). Om deze reden is het van belang dat er meer onderzoek wordt gedaan naar de samenhang tussen cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden.

Empirische studies laten tegenstrijdige resultaten zien wat betreft de samenhang tussen zowel werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden als cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden. Maybery & Do (2003) hebben een positieve samenhang gevonden tussen het werkgeheugen en rekenvaardigheden. Een kanttekening hierbij is dat het onderzoek bij negen- en tienjarige kinderen is uitgevoerd. Bovendien is in het onderzoek van Kroesbergen, Kolkman en Van Der Ven (2009), bij kinderen van drie en vier jaar oud, aangetoond dat het werkgeheugen gerelateerd is aan telvaardigheden en getalbegrip. Uit longitudinaal onderzoek van Toll, Van Der Ven, Kroesbergen en Van Luit (2011) komt naar voren dat het werkgeheugen een voorspellende waarde heeft bij de vroege identificatie van kinderen met een verhoogd risico op rekenproblemen. Daarentegen zijn er studies die beweren dat er geen samenhang bestaat tussen het werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden (LeFevre, DeStefano, Coleman, & Shanahan, 2005). Een studie van Gathercole, Brown en Pickering (2003), bij kinderen tussen de vier en zes jaar, vond een samenhang tussen het werkgeheugen en schrijven en spellen, maar niet tussen het werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden.

Daarnaast blijken er tegenstrijdige resultaten te bestaan in de literatuur betreffende de samenhang tussen cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden. Enerzijds wordt gesteld dat er geen samenhang bestaat tussen cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden (Bull & Scerif, 2001; Espy et al., 2004; Van Der Sluis, De Jong, & Van Der Leij, 2007). Het blijkt dat cognitieve flexibiliteit met name van belang is bij complexere rekenproblemen, zoals het kunnen wisselen tussen rekenstrategieën (Espy et al., 2004; Van Der Sluis et al., 2007). Hier lijkt nog geen sprake van bij kleuters (Bull & Scerif, 2001), omdat cognitieve vaardigheden in mindere mate gerelateerd zijn aan de rekenprestaties van kleuters (Espy et al., 2004). Anderzijds wordt gesteld dat cognitieve flexibiliteit wel degelijk samenhangt met voorbereidende rekenvaardigheden (Blair & Razza, 2007). Het blijkt dat cognitieve flexibiliteit een rol speelt bij het kunnen wisselen tussen analoge, verbale of visuele codes in het voorbereidend rekenen (Kroesbergen et al., 2009). Daarnaast tonen Bull en collega's (2008) aan dat er sprake is van een positieve significante samenhang tussen cognitieve flexibiliteit en rekenvaardigheid op vijf-, zes- en zevenjarige leeftijd. Aanvullend hierop blijkt dat kleuters die laag scoren op cognitieve flexibiliteit, vaak rekenproblemen laten zien op latere leeftijd (D'Amico, & Guarnera, 2005).

Naast het gebrek aan eenduidigheid in de literatuur, is er in recent onderzoek tevens weinig aandacht voor zowel sekse- als leeftijdsverschillen binnen de samenhang tussen de twee executieve functies en voorbereidende rekenvaardigheden. Clark en collega's (2013) suggereren daarentegen dat de samenhang tussen executieve functies en voorbereidende

rekenvaardigheden sterker is bij meisjes dan bij jongens, omdat meisjes meer manipulatieve strategieën zouden prefereren dan jongens. Dit terwyl uit onderzoek van Aunola, Leskinen, Lerkkanen en Nurmi (2004) blijkt dat jongens hogere niveaus van rekengerelateerde motivatie laten zien in vergelijking met meisjes. Daarnaast blijkt het werkgeheugen significant te verbeteren bij kinderen tussen de vier en zes jaar oud (Hughes, Ensor, Wilson, & Graham, 2010). Ook cognitieve flexibiliteit ontwikkelt zich tussen de vier en vijf jaar (Smidts, 2003), waarbij kinderen steeds sneller en efficiënter informatie kunnen verwerken. Daarentegen blijkt uit onderzoek van Liebermann, Giesbrecht en Müller (2007) dat bij cognitieve flexibiliteit geen sprake is van een leeftijdstrend.

Geconcludeerd kan worden dat er geen consistentie bestaat in de recente literatuur wat betreft zowel werkgeheugen als cognitieve flexibiliteit in samenhang met voorbereidende rekenvaardigheden bij kleuters. Tevens bestaat er geen consistentie over in hoeverre deze samenhang afhankelijk is van sekse en leeftijd (Kroesbergen et al., 2009). Om de rol van werkgeheugen in de ontwikkeling van voorbereidende rekenvaardigheden te verduidelijken, worden in dit onderzoek de volgende vragen beantwoord: In hoeverre is er samenhang tussen werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden bij kleuters? En in hoeverre is deze samenhang afhankelijk van sekse en leeftijd? Verwacht wordt dat er een positieve samenhang is tussen werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden (Maybery & Do, 2003; Toll et al., 2011). Daarnaast wordt verwacht dat meisjes een beter ontwikkeld werkgeheugen hebben dan jongens (Hughes et al., 2010) en dat de samenhang sterker wordt naarmate de kinderen ouder worden (Kroesbergen et al., 2009).

Om de rol van cognitieve flexibiliteit in de ontwikkeling van voorbereidende rekenvaardigheden te verduidelijken, worden in dit onderzoek de volgende vragen beantwoord: In hoeverre is er samenhang tussen cognitieve flexibiliteit en voorbereidende vaardigheden bij kleuters? En in hoeverre is deze samenhang afhankelijk van sekse en leeftijd? Verwacht wordt dat cognitieve flexibiliteit een significante, positieve bijdrage zal leveren aan de ontwikkeling van voorbereidende rekenvaardigheden bij kleuters (Bull & Scerif, 2001; Espy et al., 2004; Van Der Sluis et al., 2007). Daarnaast wordt verwacht dat deze positieve samenhang sterker zal zijn voor meisjes (Clark et al., 2013) en dat de samenhang sterker wordt naarmate kinderen ouder worden (Kroesbergen et al., 2009).

## **Methode**

### **Participanten**

In totaal hebben 24 reguliere basisscholen, uit verschillende provincies van Nederland, deelgenomen aan dit onderzoek. De onderzoekspopulatie bevatte 235 leerlingen uit groep 1 ( $N = 115$ ) en groep 2 ( $N = 120$ ). De leeftijd van deze leerlingen varieerde van

vier tot zeven jaar ( $M = 4.99$ ,  $SD = .76$ ), waarvan 102 meisjes en 133 jongens. De leeftijd van meisjes varieerde van vier tot zeven jaar ( $M = 5.20$ ,  $SD = .68$ ). De leeftijd van jongens varieerde van vier tot zes jaar ( $M = 5.16$ ,  $SD = .69$ ).

Voor het huidige onderzoek werd een selecte steekproef getrokken, zodat er voor alle deelnemende participanten een score op de toetsen Rekenen voor Kleuters beschikbaar was en zodat de participanten normaal ontwikkelde kinderen waren in de leeftijd van vier tot zes jaar. Uit de steekproef zijn 81 participanten gehaald die geen score tussen de 1 en 5 hadden op de Totaalscore Cito Rekenen. Ook zijn er twee 7-jarige participanten uit de steekproef gehaald, vanwege het feit dat deze groep te klein was om logische uitspraken over te doen. De daadwerkelijke steekproef bestond uit 153 leerlingen tussen de vier en zes jaar ( $M = 5.17$ ,  $SD = .68$ ), waarvan 63 meisjes en 90 jongens. De leeftijd van meisjes varieerde van vier tot zes jaar ( $M = 5.18$ ,  $SD = .70$ ). De leeftijd van jongens varieerde van vier tot zes jaar ( $M = 5.17$ ,  $SD = .68$ ). Deze steekproef is van voldoende grootte. Bij een betrouwbaarheidsinterval van 95% en een populatie van 235, moet de steekproef uit ten minste 146 participanten bestaan (Levin & Cleophas, 2008).

### **Procedure**

Het onderzoek dat uitgevoerd was betreft een toetsend, kwantitatief onderzoek. Voor het afnemen van de verschillende taken was contact gezocht met meerdere basisscholen in Nederland, door middel van een selecte steekproef. Zij konden vrijwillig deelnemen aan dit onderzoek en op ieder moment stoppen. Wanneer er door de scholen toestemming was gegeven, werd middels een informed consent informatie gegeven aan de leerkrachten en vervolgens aan de ouders van de kinderen. Ouders konden schriftelijk toestemming geven betreffende het afnemen van verschillende taken bij hun kind. Voorafgaand aan het onderzoek werd een pilot afgenomen. Per persoon werden bij twee kinderen de Updating Cijfertaak, Updating Kleurentaak en de Complexe Updating Taak afgenomen, zodat beoordeeld kon worden welke van deze tests het best in staat was om het werkgeheugen te meten. Hier was de Updating Cijfertaak als meest betrouwbare en valide test uit de pilot gekomen. Alle participanten werden individueel getest in een rustige ruimte binnen de school. Bij het daadwerkelijke onderzoek werd bij elk kind vier taken in vaste volgorde afgenomen, wat ongeveer 30 minuten duurde. Deze meting vond plaats in april 2017. Binnen het huidige onderzoek werd gebruik gemaakt van twee van de vier taken.

### **Meetinstrumenten**

**Werkgeheugen.** Het werkgeheugen werd onder andere gemeten aan de hand van de Corsi Forward and Backward Span Task, in het huidige onderzoek benoemd als Corsi Blokkentaak, ontwikkeld door P. M. Corsi (1972). Bij deze taak moesten de kinderen een



serie houten blokken aanwijzen, die op een onregelmatige manier gerangschikt waren op een plaat, nadat de testleider het had voorgedaan. Voor de Corsi Blokkentaak zijn geen COTAN-gegevens beschikbaar, waardoor onduidelijkheid over de betrouwbaarheid en validiteit van de test bestaat. In een review van Berch, Krikorian en Huha (1998) was dit echter een van de belangrijkste tests voor het meten van het werkgeheugen en was het een valide test. De Corsi Blokkentaak heeft een Cronbach's  $\alpha$  van .66, wat duidt op een twijfelachtige betrouwbaarheid.

Daarnaast werd het werkgeheugen gemeten aan de hand van de Updating Cijfertaak, ontwikkeld door L. Wijnroks. Bij deze taak werden kaartjes aangeboden met stippen, variërend van één tot vier stippen. Kinderen moesten het aantal stippen op elk kaartje en de volgorde van de kaartjes onthouden, waarna de informatie ge-update moest worden. De Updating Cijfertaak is geconstrueerd door L. Wijnroks, waardoor gegevens over de betrouwbaarheid en validiteit niet beschikbaar zijn. De Updating Cijfertaak heeft een Cronbach's  $\alpha$  van .96, wat duidt op een excellente betrouwbaarheid.

**Cognitieve flexibiliteit.** Cognitieve flexibiliteit werd gemeten aan de hand van de Dimensional Change Card Sort (DCCS), ontwikkeld door P. D. Zelazo (2006). In deze taak moesten kinderen kaarten sorteren op basis van een bepaalde dimensie, zoals kleur, en daarna op basis van een andere dimensie, zoals vorm. Vervolgens werd een derde sorteerregel toegevoegd, waarbij sprake was van een combinatie van de eerste twee fases: kinderen moesten van kaart tot kaart steeds switchen tussen dimensies. Wat betreft de validiteit en de betrouwbaarheid van de DCCS waren geen gegevens bekend. Daarentegen blijkt dat er sprake is van een excellente test-hertest betrouwbaarheid (ICC = 0.92; Beck, Schaefer, Pang, & Carlson, 2011). De DCCS heeft een Cronbach's  $\alpha$  van .29, wat duidt op een slechte betrouwbaarheid.

**Voorbereidende rekenvaardigheden.** Voorbereidende rekenvaardigheden werd geoperationaliseerd door middel van de toetsen Rekenen voor Kleuters 1 en 2, welke onderdeel uitmaken van het Cito leerlingvolgsysteem, ontwikkeld door I. Koerhuis (2010). De toetsen zijn methoden-onafhankelijke toetsen die zich richten op de kennis en vaardigheden betreffende voorbereidende rekenvaardigheden, die in groep 1 en 2 aan bod komen. Het heeft betrekking op drie domeinen en de onderliggende doelen: getalbegrip (omgaan met de telrij, hoeveelheden en getallen), meten (lengte en omtrek, inhoud, gewicht en tijd) en meetkunde (oriënteren en lokaliseren, construeren en opereren met vormen en figuren) (Van Den Heuvel-Panhuizen, & Buys, 2004). De toets Rekenen voor Kleuters wordt volgens de COTAN beoordeeld met een goede betrouwbaarheid en voldoende begripsvaliditeit (Evers et al., 2010).

**Data-analyse**

Om tot een zuivere steekproef te komen werd alle data gecontroleerd. Er werd gecontroleerd voor de verschillende assumpties die gelden voor een lineaire regressieanalyse. Allereerst bleek dat bij benadering voldaan was aan de assumptie van lineariteit en homoscedasticiteit. Vervolgens is gekeken naar de onafhankelijkheid van de error (Durbin-Watson = 1.97). Ten slotte was betreffende normaliteit voor zowel de DCCS Totaalscore (skewness = -1.32, SE = .20) als de Totaalscore Cito Rekenen (skewness = -1.34, SE = .20) bepaald dat de variabele toch werd meegenomen als normale verdeling, ondanks dat niet voldaan werd aan de assumptie, vanwege de voldoende grootte van de steekproef (Levin & Cleophas, 2008; Neuman, 2014).

Op basis van de data uit de afgenomen tests werden verschillende analyses uitgevoerd. Voor de beantwoording van de onderzoeksvragen werd allereerst een regressieanalyse uitgevoerd om het hoofdeffect van werkgeheugen (continue onafhankelijke variabele) op voorbereidende rekenvaardigheden (continue afhankelijke variabele) te toetsen. Vervolgens werd een regressieanalyse uitgevoerd om het hoofdeffect van cognitieve flexibiliteit (continue onafhankelijke variabele) op voorbereidende rekenvaardigheden (continue afhankelijke variabele) te toetsen. Hierbij zijn de domeinen van de voorbereidende rekenvaardigheden niet meegenomen, omdat hiervan onvoldoende gegevens beschikbaar waren. Wel zijn de verschillende onderdelen van de Corsi Blokkentaak en de DCCS meegenomen in de analyses, omdat hierover in de literatuur verschillende resultaten naar voren komen. Volgens Kessels, Van Den Berg, Ruis en Brands (2008) zijn de prestaties tussen Corsi Achterwaarts en Corsi Voorwaarts vergelijkbaar, waardoor men kan aannemen dat beide taken dezelfde cognitieve processen gebruiken (Kessels, Zandvoort, Postma, Kappelle, & Haan, 2000). Cornoldi & Mammarella (2008) vinden daarentegen wel verschillen tussen voorwaartse en achterwaartse taken: Corsi Voorwaarts blijkt makkelijker te zijn dan Corsi Achterwaarts. Wat betreft de DCCS blijkt dat kinderen bij de eerste dimensie de kaarten correct sorteren, waarbij het niet uitmaakt welke dimensie als eerst wordt gebruikt (Hanania, 2010).

Ten slotte werd het moderatie-effect van leeftijd berekend op de samenhang tussen zowel werkgeheugen en voorbereidende vaardigheden als cognitieve flexibiliteit en voorbereidende vaardigheden. Leeftijd vormt hierbij een continue variabele, gemeten in maanden.

**Maatschappelijke en wetenschappelijke relevantie en ethische verantwoording**

De voorbereidende rekenvaardigheden bij kleuters wordt beschreven als een voorloper van latere academische prestaties (Duncan et al., 2007; Morgan, Farkas, & Wu,

2009; Ruijsenaars, Van Luit, & Van Lieshout, 2006; Siegler, 2009). Door het niveau van voorbereidende rekenvaardigheden in beeld te brengen, kunnen eventuele rekenproblemen op tijd worden gesignaleerd en eventuele interventies ingezet worden om een rekenachterstand bij kleuters te voorkomen (Alloway & Alloway, 2010). Meer onderzoek betreffende dit onderwerp is dan ook van maatschappelijk belang. Wetenschappelijk gezien is het huidige onderzoek een uitbreiding van het reeds bestaande onderzoek naar de samenhang tussen executieve functies en voorbereidende rekenvaardigheden en biedt het aanknopingspunten voor verder onderzoek naar deze samenhang.

Het huidige onderzoek kan tevens als ethisch verantwoord worden beschouwd. Het is tijdens onderzoek met jonge kinderen essentieel dat de belangen van de deelnemende personen worden gewaarborgd (Neuman, 2014). Daarom is voorafgaand toestemming gevraagd aan de ouders voor deelname en zijn alle gegevens anoniem verwerkt en na afloop vernietigd. Tevens is vooraf duidelijk gemaakt dat het gaat om een eenmalige gebeurtenis van een half uur, waarbij het onderzoek en het gebruik van de gegevens geen negatieve effecten voor de participanten kunnen hebben.

## Resultaten

### Beschrijvende Statistieken

In tabel 1 staan de beschrijvende statistieken voor alle variabelen in de analyses en in tabel 2 staan de correlaties tussen de hoofdvariabelen.

Tabel 1

#### *Beschrijvende statistieken*

Variabele	<i>M</i> (SD)	Range
Leeftijd in maanden	67.17 (.68)	53-83
Sekse	1.41 (.49)	1-2
Corsi Blokkentaak Totaalscore	9.93 (3.19)	3-19
Corsi Blokkentaak Voorwaarts	6.15 (1.86)	1-15
Corsi Blokkentaak Achterwaarts	3.78 (2.02)	0-12
Updating Cijfertaak	22.02 (12.04)	0-49
DCCS Totaalscore	18.92 (3.33)	6-24
DCCS Totaalscore Kleurenspeel	5.99 (.11)	5-6
DCCS Totaalscore Vormenspeel	5.80 (.87)	0-6
DCCS Totaalscore Gevorderd	7.24 (2.69)	0-12
Totaalscore Cito rekenen	4.25 (1.07)	1-5

*Noot.* N totaal = 153, N meisjes = 63, N jongens = 90.

Tabel 2

*Correlaties Tussen Variabelen*

	Leeftijd	Sekse	Corsi Totaal	Corsi VW	Corsi AW	Updating Cijfertaak	DCCS Totaal	DCCS Kleuren	DCCS Vormen	DCCS Gevorderd	Cito Rekenen
Leeftijd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sekse	-.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corsi	.43**	<.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totaal											
Corsi VW	.38**	.05	.81**	-	-	-	-	-	-	-	-
Corsi AW	.32**	-.05	.84**	.35**	-	-	-	-	-	-	-
Updating	.36**	-.02	.38**	.30**	.32**	-	-	-	-	-	-
Cijfertaak											
DCCS	.18*	-.04	.06	.004	.09	-.07	-	-	-	-	-
Totaal											
DCCS	-.05	-.02	-.11	-.08	-.10	-.11	.02	-	-	-	-
Kleuren											
DCCS	.14	-.03	.11	.06	.12	.11	.22**	-.03	-	-	-
Vormen											
DCCS	.35**	-.14	.19*	.14	.17*	.20*	.19*	-.01	-.41**	-	-
Gevorderd											
Cito	.19*	-.05	.32**	.26**	.27**	.18*	.05	-.08	-.05	.11	-
Rekenen											

*Noot.* \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ ; VW = Voorwaarts; AW = Achterwaarts.

Uit tabel 2 blijkt dat er sprake is van een positieve, significante correlatie tussen Corsi Blokkentaak en Cito Rekenen ( $p < .001$ ) en Updating Cijfertaak en Cito Rekenen ( $p = .03$ ). De DCCS Totaal correleert niet met Cito Rekenen ( $p = .56$ ), wat betekent dat er geen significante correlatie is tussen de DCCS en Cito Rekenen. Daarnaast blijkt dat leeftijd significant correleert met de Corsi Blokkentaak ( $p < .001$ ), Updating Cijfertaak ( $p < .001$ ), DCCS Totaal ( $p = .03$ ) en Cito rekenen ( $p = .02$ ), maar niet met DCCS Kleurenspeel ( $p = .55$ ) en DCCS Vormenspeel ( $p = .10$ ). Leeftijd wordt dan ook meegenomen als moderator in de analyse. Ten slotte blijkt dat sekse niet significant correleert met andere variabelen, waardoor hier in de analyses niet voor wordt gecontroleerd. Tussen Corsi Voorwaarts en Achterwaarts is er sprake van een positieve, significante correlatie ( $p < .001$ ), dit betekent dat geen onderscheid te maken is tussen de twee taken. Tussen DCCS Vormenspeel en DCCS Gevorderd is er sprake van een positieve, significante correlatie ( $p < .001$ ), wat betekent dat geen onderscheid te maken is tussen deze twee taken. Tussen DCCS Kleurenspeel en DCCS Vormenspeel ( $p = .75$ ) en DCCS Kleurenspeel en DCCS Gevorderd ( $p = .89$ ) is echter

geen samenhang, dit betekent dat er wel onderscheid gemaakt kan worden tussen deze verschillende taken.

### **Samenhang Werkgeheugen en Voorbereidende Rekenvaardigheden**

Een regressieanalyse is uitgevoerd voor de vraag: 'Voorspelt werkgeheugen het niveau op voorbereidende rekenvaardigheden bij kleuters?'. De resultaten hiervan staan weergegeven in tabel 3 voor de Corsi Blokkentaak en in tabel 4 voor de Updating Cijfertaak.

Tabel 3

#### *Hoofdeffect Corsi Blokkentaak en Voorbereidende Rekenvaardigheden*

Model	B (SE)	$\beta$	95% BI <sup>a</sup>
(Constant)	3.18 (.27)		[2.65, 3.71]
Corsi Blokkentaak	.11 (.03)	.32**	[.06, .16]

*Noot.* <sup>a</sup>BI = betrouwbaarheidsinterval; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .

Uit de analyse blijkt dat het hoofdeffect van de Corsi Blokkentaak en voorbereidende rekenvaardigheden significant is ( $p < .001$ ). Dit betekent dat de Corsi Blokkentaak een voorspeller is voor de voorbereidende rekenvaardigheden. Hierbij is sprake van een klein effect ( $R^2 = .10$ ). Ook voor de Corsi Voorwaarts en Corsi Achterwaarts zijn regressieanalyses uitgevoerd. Hieruit blijkt dat de score op Corsi Voorwaarts een significante voorspeller is voor de score op Cito Rekenen ( $p = .001$ ), waarbij sprake is van een klein effect ( $R^2 = .07$ ). Ook de score op Corsi Achterwaarts blijkt een significante voorspeller voor Cito Rekenen ( $p = .001$ ), waarbij tevens sprake is van een klein effect ( $R^2 = .07$ ).

Tabel 4

#### *Hoofdeffect Updating Cijfertaak en Voorbereidende Rekenvaardigheden*

Model	B (SE)	$\beta$	95% BI <sup>a</sup>
(Constant)	3.90 (.18)		[3.55, 4.25]
Updating Cijfertaak	.02 (.01)	.18*	[.00, .03]

*Noot.* <sup>a</sup>BI = betrouwbaarheidsinterval; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .

Uit de analyse blijkt dat het hoofdeffect van de Updating Cijfertaak en voorbereidende rekenvaardigheden significant is ( $p = .03$ ). Dit betekent dat de Updating Cijfertaak een voorspeller is voor de voorbereidende rekenvaardigheden. Hierbij is sprake van een klein effect ( $R^2 = .03$ ).

### **Samenhang Cognitieve Flexibiliteit en Voorbereidende Rekenvaardigheden**

Een regressieanalyse is uitgevoerd voor het hoofdeffect van de vraag: 'Voorspelt cognitieve flexibiliteit het niveau op voorbereidende rekenvaardigheden bij kleuters?'. De uitkomsten hiervan staan in tabel 5.

Tabel 5

*Hoofdeffect Cognitieve Flexibiliteit en Voorbereidende Rekenvaardigheden*

Model	B (SE)	$\beta$	95% BI <sup>a</sup>
(Constant)	3.96 (.50)		[2.97, 4.94]
DCCS Totaal	.02 (.03)	.05	[-.04, .07]

*Noot.* <sup>a</sup>BI = betrouwbaarheidsinterval; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .

Uit de analyse blijkt dat het hoofdeffect van cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden niet significant is ( $p = .56$ ). Dit betekent dat cognitieve flexibiliteit geen voorspeller is voor de voorbereidende rekenvaardigheden. Hierbij is sprake van een klein effect ( $R^2 = .002$ ). Ook voor de domeinen van de DCCS zijn regressieanalyses uitgevoerd. Hieruit blijkt dat de score op DCCS Kleurenspel ( $p = .32$ ), DCCS Vormenspel ( $p = .57$ ) en DCCS Gevorderd ( $p = .18$ ) geen significante voorspellers zijn voor de score op Cito Rekenen. Hierbij is zowel bij de DCCS Kleuren ( $R^2 = .01$ ), de DCCS Vormen ( $R^2 = .002$ ) als de DCCS Gevorderd ( $R^2 = .01$ ) sprake van een klein effect.

**Leeftijd als moderator**

Een moderatieanalyse is uitgevoerd voor de vraag: 'Modoreert leeftijd de samenhang tussen werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden?'. In tabel 6 voor Corsi Blokkentaak en tabel 7 voor Updating Cijfertaak staan de resultaten van deze analyses.

Tabel 6

*Moderatieanalyse Corsi Blokkentaak*

Model	B (SE)	$\beta$	95% BI <sup>a</sup>
(Constant)	2.65 (.88)		[.92, 4.39]
Leeftijd in maanden	.01 (.01)	.06	[-.02, .04]
Corsi Blokkentaak	.10 (.03)	.30**	[.04, .16]
Leeftijd*Corsi Blokkentaak	-.002 (.004)	-.03	[-.01, .01]

*Noot.* <sup>a</sup>BI = betrouwbaarheidsinterval voor B; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .

Tabel 7

*Moderatieanalyse Updating Cijfertaak*

Model	B (SE)	$\beta$	95% BI <sup>a</sup>
(Constant)	2.54 (.88)		[.79, 4.28]
Leeftijd in maanden	.02 (.01)	.14	[-.00, .05]
Updating Cijfertaak	.01 (.01)	.12	[-.01, .03]
Leeftijd*Updating Cijfertaak	-.001 (.001)	-.07	[-.00, .00]

*Noot.* <sup>a</sup>BI = betrouwbaarheidsinterval voor B; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .

Uit de analyses blijkt dat er geen significant interactie-effect bestaat tussen leeftijd en de Corsi Blokkentaak ( $p = .38$ ) en tussen leeftijd en de Updating Cijfertaak ( $p = .38$ ). Dit betekent dat de samenhang tussen werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden niet anders is bij kinderen van verschillende leeftijden. Hierbij is zowel bij de Corsi Blokkentaak ( $R^2 = .11$ ) als de Updating Cijfertaak ( $R^2 = .06$ ) sprake van een klein effect. Daarnaast blijkt uit tabel 6 dat de Corsi Blokkentaak nog steeds significant samenhangt met voorbereidende rekenvaardigheden, als je correleert voor leeftijd ( $p = .001$ ).

Daarnaast is ook een moderatieanalyse uitgevoerd voor de vraag: 'Modereert leeftijd de samenhang tussen cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden?'. In tabel 8 staan hiervan de uitkomsten.

Tabel 8

*Moderatieanalyse Cognitieve Flexibiliteit*

Model	B (SE)	$\beta$	95% BI <sup>a</sup>
(Constant)	2.16 (.93)		[.33, 4.00]
Leeftijd in maanden	.03 (.01)	.19*	[.00, .06]
DCCS Totaal	.004 (.03)	.01	[-.05, .06]
Leeftijd*DCCS Totaal	-.003 (.004)	-.05	[-.01, .01]

*Noot.* <sup>a</sup>BI = betrouwbaarheidsinterval voor B; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .

Uit de analyse blijkt dat er geen sprake is van een significant interactie-effect tussen leeftijd en DCCS Totaal ( $p = .50$ ). Dit betekent dat de samenhang tussen cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden niet wordt beïnvloed door kinderen van verschillende leeftijden. Wel blijkt er een significante, positieve samenhang te bestaan tussen leeftijd in maanden en cognitieve flexibiliteit ( $p = .02$ ), wat betekent dat de samenhang tussen cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden volledig verklaard lijkt te worden door leeftijd. Hierbij is sprake van een klein effect ( $R^2 = .04$ ).

**Discussie**

In het huidige onderzoek is nagegaan in welke mate de voorbereidende rekenvaardigheden te voorspellen zijn op basis van de executieve functies werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit, en of dit verband anders is voor sekse of leeftijd in maanden. Allereerst blijkt dat werkgeheugen positief lijkt samen te hangen met de voorbereidende vaardigheden en dat het werkgeheugen een positieve, significante voorspeller is voor voorbereidende rekenvaardigheden. Er zou dan ook gesteld kunnen worden dat wanneer het werkgeheugen toeneemt, de voorbereidende rekenvaardigheden toenemen. Hierbij moet wel rekening gehouden worden met dat er sprake is van een klein effect, waardoor de relevantie van deze resultaten verwaarloosbaar is. De gevonden samenhang tussen

werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden is in overeenstemming met de in de literatuur veronderstelde verwachting. Zo hebben Kroesbergen en collega's (2009) gevonden dat werkgeheugen een voorspellende waarde is voor voorbereidende rekenvaardigheden. Ten slotte blijkt uit de correlatieanalyse dat er tussen de Corsi Voorwaarts en Corsi Achterwaarts sprake is van een positieve, significante correlatie. Dit betekent dat er geen onderscheid gemaakt kan worden tussen deze twee taken. Dit is in overeenstemming met een gedeelte van de gevonden literatuur. Zo beweren Kessels en collega's (2008) dat er qua moeilijkheidsgraad geen verschil is tussen beide taken.

Wat betreft de invloed van leeftijd en sekse op de samenhang tussen werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden, blijkt dat wanneer leeftijd in maanden toeneemt, zowel het werkgeheugen als de voorbereidende rekenvaardigheden significant toenemen. Daarentegen blijkt er geen interactie-effect te bestaan tussen leeftijd en zowel de Corsi Blokkentaak als de Updating Cijfertaak. De Corsi Blokkentaak blijkt nog steeds samen te hangen met de voorbereidende rekenvaardigheden, ook als er gecontroleerd wordt voor leeftijd. Het blijkt dan ook dat de samenhang niet anders is voor kinderen tussen de vier en zes jaar, in tegenstelling tot wat verwacht werd. Dit kan verklaard worden doordat de leeftijdsgroepen niet evenredig verdeeld zijn. De keuze van de participanten is afhankelijk geweest van de toestemming van ouders, waardoor een evenredige verdeling niet is behaald. Wat betreft sekse blijkt dat er geen significante correlatie is tussen sekse en zowel de Corsi Blokkentaak als de Updating Cijfertaak, waardoor hier in de analyses niet voor is gecontroleerd. Het blijkt dat de samenhang tussen werkgeheugen en voorbereidende vaardigheden niet anders is voor jongens of meisjes, in tegenstelling tot eerdergenoemde literatuur. Zo beweren Clark en collega's (2013) dat deze samenhang sterker is bij meisjes dan bij jongens, omdat meisjes meer manipulatieve strategieën prefereren dan jongens. Dit verschil kan mogelijk verklaard worden doordat ook de verdeling tussen jongens en meisjes in het huidige onderzoek niet evenredig is. Daarnaast is in het huidige onderzoek gebruik gemaakt van de nieuw ontwikkelde Updating Cijfertaak.

Vervolgens is gekeken naar de samenhang tussen cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden. Het blijkt dat cognitieve flexibiliteit geen significante voorspeller is voor het niveau van voorbereidende rekenvaardigheden bij kinderen tussen vier en zes jaar oud. Ook de verschillende domeinen van de DCCS blijken geen significante voorspeller te zijn voor de voorbereidende rekenvaardigheden. Dit resultaat komt niet overeen met de verwachting dat het verbeteren van de cognitieve flexibiliteit leidt tot een verbetering van de voorbereidende rekenvaardigheden (Blair & Razza, 2007; Bull et al., 2008; D'Amico & Guarnera, 2005). Een mogelijke verklaring hiervoor is de verschillende



operationalisering van voorbereidende rekenvaardigheden. Zo beschouwen Espy en collega's (2004) telvaardigheid, eenvoudige optellingen en aftrekkingen tot voorbereidende rekenvaardigheden, terwijl Kroesbergen en collega's (2009) voorbereidende rekenvaardigheden zien als een onderdeel van de rekenontwikkeling van kleuters. Een andere mogelijke verklaring betreft de meetinstrumenten voor executieve functies, die in elk onderzoek anders gekozen zijn en voor jonge kinderen vaak nog onvoldoende betrouwbaar en valide zijn (Kroesbergen et al., 2009).

Wanneer gekeken wordt naar de invloed van leeftijd en sekse op de samenhang tussen cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden, blijkt allereerst dat er sprake is van een significante correlatie tussen leeftijd en DCCS. Uit de moderatieanalyse blijkt dat er geen sprake is van een interactie-effect, maar er bestaat wel een significante, positieve samenhang tussen leeftijd en cognitieve flexibiliteit. Dit is in overeenstemming met de verwachting, waarin gesteld werd dat cognitieve flexibiliteit zich tussen de vier en vijf jaar ontwikkelt (Smidts, 2003). Daarentegen lijkt sekse geen invloed te hebben op de samenhang, en is dan ook niet meegenomen als moderator. Dit is in tegenstelling tot eerdergenoemde literatuur, waaruit is gebleken dat de samenhang niet gelijk is voor jongens en meisjes (Aunola et al., 2004; Clark et al., 2013). Dit kan wederom verklaard worden door de niet evenredige verdeling tussen jongens en meisjes in dit onderzoek.

In tegenstelling tot de gevonden samenhang tussen werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheden, blijkt er dus geen samenhang te zijn tussen cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden. Dit verschil kan wellicht verklaard worden doordat uit literatuur blijkt dat het werkgeheugen een vereiste is voor de ontwikkeling van cognitieve flexibiliteit, omdat het hierop voortbouwt (Diamond, 2010). Bovendien blijkt dat de ontwikkeling van cognitieve flexibiliteit later begint dan het werkgeheugen (Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006; Garon, Bryson, & Smith, 2008.)

Het huidige onderzoek bevat enkele sterke punten en beperkingen. Een sterke kant van het onderzoek is de selectiecriteria voor de onderzochte participanten en dat de participanten uit verschillende provincies in Nederland komen, wat ervoor zorgt dat het een representatief onderzoek is. Daarnaast heeft dit onderzoek gezorgd voor meer duidelijkheid betreffende de samenhang tussen werkgeheugen, cognitieve flexibiliteit en voorbereidende rekenvaardigheden bij kinderen tussen de vier en zes jaar. Minder goed ontwikkelde voorbereidende rekenvaardigheden blijken samen te hangen met rekenproblemen op latere leeftijd (Mazzocco & Kover, 2007), waardoor het van belang is om hierover meer kennis te vergaren en rekenproblemen vroeg te signaleren (Morgan et al., 2009). Desondanks zijn er ook kanttekeningen te plaatsen bij het huidige onderzoek. De eerste limitatie van dit

onderzoek is dat er voor het meten van het werkgeheugen onder andere gebruik is gemaakt van een nieuw ontwikkelde test, de Updating Cijfertask. Momenteel zijn hiervan nog geen gegevens beschikbaar over de validiteit en betrouwbaarheid. Het is van belang dat er wordt gemeten met betrouwbare en valide tests, zodat de tests volledig de constructen meten zoals bedoeld (Huizinga, 2007). Een tweede limitatie is dat de drie domeinen van Cito Rekenen niet zijn meegenomen in dit onderzoek, wegens gebrek aan gegevens. Een derde limitatie is dat naast werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit, ook andere variabelen een belangrijke rol kunnen spelen bij de ontwikkeling van voorbereidende vaardigheden die niet meegenomen zijn in het huidige onderzoek, zoals inhibitie (Kroesbergen et al., 2009). Goed ontwikkelde executieve functies bij kleuters blijken namelijk een bouwsteen te zijn voor de rekenvaardigheden (Bull et al., 2008). Daarnaast kunnen individuele kindkenmerken, zoals ervaring, intelligentie, strategiegebruik, instructie en taal die gerelateerd zijn aan rekenprestaties invloed hebben op de resultaten (Raghubar, Barnes, & Hecht, 2010). In een vervolgonderzoek zouden deze variabelen meegenomen kunnen worden. Ten slotte is er geen gebruik gemaakt van een gecontroleerde meetomgeving, waardoor factoren zoals tijdstip, werkruimte en concentratie de score op de taken mogelijk hebben beïnvloed (Kroesbergen et al., 2009). Door de aanwezigheid van deze limitaties kunnen de resultaten mogelijk een vertekend beeld vertonen van de werkelijkheid. Er kunnen dan ook geen conclusies getrokken worden over de bovengenoemde samenhang, mede doordat er sprake is van kleine effectgrootten.

Voorzichtig kan geconcludeerd worden dat er wellicht sprake zou zijn van een samenhang tussen het werkgeheugen en het niveau van voorbereidende rekenvaardigheden bij kleuters en dat deze samenhang niet anders is voor verschillende leeftijdsgroepen of voor jongens of meisjes. Daarnaast blijkt er wellicht geen samenhang te bestaan tussen cognitieve flexibiliteit en de voorbereidende rekenvaardigheden. De resultaten van dit onderzoek leveren een bijdrage aan het basisonderwijs, omdat is aangetoond dat werkgeheugen een voorspeller is voor de voorbereidende rekenvaardigheden bij kinderen tussen de vier en zes jaar. Het blijkt dat wanneer het werkgeheugen toeneemt, ook de voorbereidende rekenvaardigheden toenemen. De resultaten van dit onderzoek zijn belangrijk voor het rekenonderwijs, aangezien het inzicht biedt in de samenhang tussen cognitieve factoren en de rekenvaardigheden. Daarnaast zijn dit belangrijke bevindingen voor kleuters die het risico lopen op lage rekenprestaties, bijvoorbeeld doordat zij een lager niveau hebben op het werkgeheugen. De resultaten duiden op het belang van het trainen van de executieve functies, om tevens de voorbereidende rekenvaardigheden te verbeteren (Clark et al., 2010).

Referenties

- Adams, J. W., & Hitch, G. J. (1997). Working memory and children's mental addition. *Journal of Experimental Child Psychology, 67*, 21-38. doi:10.1006/jecp.1997.2397
- Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology, 106*, 20-29. doi:10.1016/j.jecp.2009.11.003
- Andersson, U. (2006). The contribution of working memory to children's mathematical word problem solving. *Applied Cognitive Psychology, 21*, 1201-1216. doi:10.1002/acp.1317
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M. K., & Nurmi, J. E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology, 96*, 699-713. doi:10.1037/0022-0663.96.4.699
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Beck, D. M., Schaefer, C., Pang, K., & Carlson, S. M. (2011). Executive function in preschool children: Test-retest reliability. *Journal of Cognition and Development, 12*, 169-193. doi:10.1080/15248372.2011.563485
- Bell, M. A., Wolfe, C. D., & Adkins, D. R. (2007). Frontal lobe development during infancy and childhood. In D. J. Coch, K. W. Fischer, & G. Dawson (Eds.), *Human behavior learning, and the developing brain: Typical development* (pp. 247-276). New York: Guilford.
- Berch, D. B., Krikorian, R., & Huha, E. M. (1998). The Corsi Block-Tapping Task: Methodological and theoretical considerations. *Brain and Cognition, 38*, 317-338. doi:10.1006/brcg.1998.1039
- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development, 78*, 647-663. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x
- 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. doi:10.1080/87565640801982312
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive function as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology, 19*, 273-293. doi:10.1080/17470210500162854

- Clark, C. A. C., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental Psychology, 46*, 1176-1191. doi:10.1037/a0019672
- Clark, C. A. C., Sheffield, T. D., Wiebe, S. A., & Espy, K. A. (2013). Longitudinal associations between executive control and developing mathematical competence in preschool boys and girls. *Child Development, 84*, 662-677. doi:10.1111/j.1467-8624.2012.01854.x
- Cornoldi, C., & Mammarella, I. C. (2008). A comparison of backward and forward spatial spans. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 61*, 674-682. doi:10.1080/17470210701774200
- Corsi, P. M. (1972). *Human memory and the medial temporal region of the brain*. Montreal: McGill University.
- D'Amico, A., & Guarnera, M. (2005). Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning and Individual Differences, 15*, 189-202. doi:10.1016/j.lindif.2005.01.002
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia, 44*, 2037-2078. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006
- Diamond, A. (2010). The evidence base for improving school outcomes by addressing the whole child and by addressing skills and attitudes, not just content. *Early Education and Development, 21*, 780-793. doi:10.1080/10409289.2010.514522
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology, 64*, 135-171. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnusen, K., Huston, A. C., Klebanov, P. K., Brooks-Gunn, J. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology, 43*, 1428-1446. doi:10.1037/0012-1649.43.6.1428
- Durston, S., Davidson, M. C., Tottenham, N., Galvan, A., Spicer, J., Fossella, J. A., & Casey, B. J. (2006). A shift from diffuse to focal cortical activity with development. *Developmental Science, 9*, 1-8. doi:10.1111/j.1467-7687.2005.00454.x
- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 26*, 465-486. doi:10.1207/s15326942dn2601\_6

- Evers, A., Egberink, I. J. L., Braak, M. S. L., Frima, R. M., Vermeulen, C. S. M., & Van Vliet-Mulder, J. C. (2010). *COTAN Documentatie*. Amsterdam: Boom Test Uitgevers.
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, *134*, 31-60.  
doi:10.1037/0033-2909.134.1.31
- Gathercole, S. E., Brown, L., & Pickering, S. J. (2003). The relationship between working memory and early writing at the word, sentence and text level. *Memory and education*, *20*, 109-122. Verkregen van  
[https://www.researchgate.net/publication/250928054\\_The\\_relationship\\_between\\_working\\_memory\\_and\\_early\\_writing\\_at\\_the\\_word\\_sentence\\_and\\_text\\_level](https://www.researchgate.net/publication/250928054_The_relationship_between_working_memory_and_early_writing_at_the_word_sentence_and_text_level)
- Geary, D. C. (1990). A componential analysis of an early learning deficit in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, *49*, 363-383.  
doi:10.1016/0022-0965(90)90065-G
- 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. doi:10.1006/jecp.1999.2515
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Byrd-Craven, J. (2008). Development of number line representations in children with mathematical learning disability. *Developmental Neuropsychology*, *33*, 277-299. doi:10.1080/87565640801982361
- Hanania, R. (2010). Two types of perseveration in the Dimension Change Card Sort task. *Journal of Experimental Child Psychology*, *107*, 325-336.  
doi:10.1016/j.jecp.2010.05.002
- Hitch, G. J., & McAuley, E. (1991). Working memory in children with specific arithmetical learning disabilities. *British Journal of Psychology*, *82*, 375-386.  
doi:10.1111/j.2044-8295.1991.tb02406.x
- Holmes, J., Gathercole, S.E., & Dunning, D.L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, *12*, 9-15.  
doi:10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x
- Hughes, C., Ensor, R., Wilson, A., & Graham, A. (2010). Tracking executive function across the transition to school: A latent variable approach. *Developmental Neuropsychology*, *35*, 20-36. doi:10.1080/87565640903325691
- Huizinga, M. (2007). De ontwikkeling van executieve functies tussen kindertijd en jongvolwassenheid. *Neuropsaxis*, *11*, 69-76. doi:10.1007/BF03079129

- Kessels, R. P., Zandvoort, M. J., Postma, A., Kappelle, L. J., & Haan, E. H. (2000). The Corsi Block-Tapping Task: Standardization and normative data. *Applied Neuropsychology*, 7, 252-258. doi:10.1207/s15324826an0704\_8
- Kessels, R. P. C., Van Den Berg, E., Ruis, C., & Brands, A. M. A. (2008). The Backward Span of the Corsi Block-Tapping task and its association with the WAIS-III Digit Span. *Assessment*, 15, 426-434. doi:10.1177/1073191108315611
- Koerhuis, I. (2010). *Handleiding rekenen voor kleuters*. Arnhem: Cito.
- Koerhuis, I., & Keuning, J. (2011). *Wetenschappelijke verantwoording van de toetsen rekenen voor kleuters*. Arnhem: Cito.
- Kroesbergen, E. H., Kolkman, M. E., & Van Der Ven, E. M. (2009). Hoe peuters en kleuters leren tellen: De rol van getalbegrip, executieve functies en activiteiten thuis. *Tijdschrift voor Orthopedagogiek*, 48, 288-300. Verkregen van <https://www.onderwijsdatabank.nl/67665/hoe-peuters-en-kleuters-leren-tellen/>
- Kroesbergen, E. H., Van Der Ven, S. H. G., Kolkman, M. E., Van Luit, J. E. H., & Leseman, P. P. M. (2009). Executieve functies en de ontwikkeling van (voorbereidende) rekenvaardigheid. *Pedagogische Studiën*, 86, 334-349. Verkregen van <http://pedagogischestudien.nl/download?type=document&identificer=616391>
- 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:10.1177/073428290833058
- Lee, T., Mosing, M. A., Henry, J. D., Trollor, J. N., Ames, D., Martin, N. G., Wright, M. J., & Sachdev, P. S. (2012). Genetic influences on four measures of executive functions and their covariation with general cognitive ability: The older Australian twins study. *Behavior Genetics*, 42, 528-538. doi:10.1007/s10519-012-9526-1
- LeFevre, J., DeStefano, D., Coleman, B., & Shanahan, T. (2005). Mathematical cognition and working memory. In J. I. D. Campbell (Ed.), *The handbook of mathematical cognition* (pp. 361-378). New York: Psychology Press.
- Levin, M. D., & Cleophas, T. J. (2008). *Zelf opzetten en uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Liebermann, D., Giesbrecht, G. F., & Müller, U. (2007). Cognitive and emotional aspects of self-regulation in preschoolers. *Cognitive development*, 22, 511-529. doi:10.1016/j.cogdev.2007.08.005
- Maybery, M. T., & Do, N. (2003). Relationships between facets of working memory and performance on a curriculum-based mathematics test in children. *Educational and*

- Child Psychology*, 20, 77-92. Verkregen van  
<https://www.researchgate.net/publication/250928054>
- Mazzocco, M. M. M., & Kover, S. T. (2007). A longitudinal assessment of executive function skills and their association with math performance. *Child Neuropsychology*, 13, 18-45. doi:10.1080/09297040600611346
- Meyer, M. L., Salimpoor, V. N., Wu, S. S., Geary, D. C., & Menon, V. (2010). Differential contribution of specific working memory components to mathematics achievement in 2nd and 3rd graders. *Learning and Individual Differences*, 20, 101-109. doi:10.1016/j.lindif.2009.08.004
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., & Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contribution to complex 'frontal lobe' tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100. doi:10.1006/cogp.1999.0734
- Morgan, P. L., Farkas, G., & Wu, Q. (2009). Five-year growth trajectories of kindergarten children with learning difficulties in mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 42, 306-321. doi:10.1177/0022219408331037
- Neuman, W. L. (2014). *Understanding research*. Boston: Pearson.
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20, 110-122. doi:10.1016/j.lindif.2009.10.005
- Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2006). *Rekenproblemen en dyscalculie*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Siegler, R. S. (2009). Improving the numerical understanding of children from low-income families. *Child Development Perspectives*, 3, 118-124. doi:10.1111/j.1750-8606.2009.00090.x
- Smidts, D. (2003). Executieve functies van geboorte tot adolescentie: Een literatuuroverzicht. *Neuropraxis*, 7, 113-119. doi:10.1007/BF03099824
- 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. doi:10.1037/0022-0663.96.3.471
- Toll, S. W. M., Van Der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, E. H. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 44, 521-532. doi:10.1177/0022219410387302

- Van Den Heuvel-Panhuizen, M., & Buys, K. (2004). *Jonge kinderen leren meten en meetkunde: Tussendoelen anex leerlijnen: Onderbouw basisschool*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Van Der Molen, M. (2009). *Working memory in children with mild intellectual disabilities: Abilities and training potential*. Dissertatie. Universiteit Utrecht, Utrecht, Nederland.
- Van Der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van Der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence, 35*, 427-449. doi:10.1016/j.intell.2006.09.001
- Witt, M. (2011). School based working memory training: Preliminary finding of improvement in children's mathematical performance. *Advances In Cognitive Psychology, 7*, 7-15. doi:10.2478/v10053-008-0083-3
- Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols, 1*, 297-301. doi:10.1038/nprot.2006.46