

Het effect van de executieve functie updating op de rekenvaardigheden bij kinderen in groep 3 en 4

M.P. Garritsen
0443832

Faculteit Sociale Wetenschappen, Orthopedagogiek
Master Leerlingenzorg
Universiteit Utrecht, Utrecht

Juni 2009

Begeleider: Dr. E.H. Kroesbergen
Tweede beoordelaar: S.H.G van der Ven M.Sc.



Universiteit Utrecht

Voorwoord

Deze thesis is geschreven voor mijn afstudeeronderzoek aan de faculteit Sociale Wetenschappen van de Universiteit Utrecht. Voordat ik aan mijn thesis begon wist ik nog niet veel over executieve functies. Tijdens colleges is het model van Baddeley en Hitch (2006) wel besproken, maar wat precies de functie was van de executieve functie was mij niet bekend. Ik vond het zeer interessant om er over te lezen, omdat het zoveel invloed heeft op het dagelijkse functioneren van mensen.

Ik ben mijn onderzoek aan het begin van het studiejaar 2008 gestart. In september ben ik begonnen met het verzamelen van data. Hiervoor moesten er computertaken worden afgenomen bij kinderen in groep 4. Vrij vroeg in het stadium ben ik begonnen met het lezen van literatuur over dit onderwerp, dit om een beeld te krijgen van wat de taken op de computer precies bij de kinderen onderzochten. Na het inlezen heb ik ervoor gekozen onderzoek te doen naar de executieve functie updating. Uiteindelijk heb ik een duidelijk beeld gekregen over de executieve functies en dan in het bijzonder over updating. Ik heb veel geleerd over het onderwerp, daarnaast ook over het uitvoeren van een wetenschappelijk onderzoek.

Voor mijn onderzoek wil ik de kinderen en ouders bedanken voor het meewerken aan het onderzoek. Evelyn Kroesbergen wil ik bedanken voor de goede begeleiding en feedback op mijn stukken. Sanne van der Ven wil ik bedanken voor de begeleiding bij het verzamelen van de data. Daarnaast wil ik Isa Janssen, Evelyn Kaizer, Hilde-Marije Dorresteyn, Annemiek Garritsen en Zieny Garritsen bedanken voor de ondersteuning bij het schrijven van mijn scriptie.

Mirjam Garritsen

Utrecht, Juni 2009

Abstract

Background: The executive function updating has an important influence on results in mathematic. **Aim:** This study examined the effect of executive function updating on the results in mathematic of children in the first and second grade. **Method:** A total of 237 Dutch children were selected from first and second grade from ten different primary schools in the Netherlands. All were tested on the same computerized battery, consisting of three updating tasks (Digit Span Backwards, Odd One Out and Keep Track). **Results:** The effect of the executive function updating was found on the results in mathematics results in the first and second grade. This effect is of the executive function updating is also found on the executive function updating in the second grade. No effect was found of the executive function updating in the first grade on the development of mathematics from the first to the second grade. **Conclusions:** There are effects of the executive function updating on the results in mathematic. The executive function updating can predict the results in mathematics in the first and second grade. Results of this study can be used by schools. With the results of executive updating tasks in the first grade, results in mathematics can be predicted. This will enable schools to notice the children with a problem in mathematics.

Keywords: executive functions, updating, mathematics

Inleiding

Rekenen is een proces van informatieverwerking en probleemoplossing. De binnenkomende gegevens worden geanalyseerd en vergeleken met aanwezige voorkennis. Daarnaast wordt de informatie beschikbaar gehouden in het werkgeheugen (Ruijsenaars, van Luit & van Lieshout, 2006). Als men een som moet uitrekenen, bijvoorbeeld $7 + 6$, wordt de som vergeleken met aanwezige kennis in het geheugen om een som op te lossen. In het geheugen is het antwoord van de som $6 + 6$ bijvoorbeeld wel bekend. Dit antwoord moet worden onthouden en de laatste 1 moet erbij worden opgeteld. Met de aanwezige voorkennis wordt er een probleem opgelost (Deschuyteneer, Vandierendonck & Muyliaert, 2006). Voordat kinderen naar school gaan, doen zij al veel ervaring op met hoeveelheden en met de taal die daarnaar wijst (Ruijsenaars et al., 2006). De basis van rekenen is het begrijpen van getallen. Hieronder valt het begrip van tellen. Tellen is een complexe vaardigheid die bij het tellen ervoor zorgt dat elk voorwerp in de reeks slechts één maal wordt geteld en dat het laatste getal het aantal aangeeft van de reeks (Butterworth, 2005).

In het onderwijs wordt naast tellen in de kleuterklas de meer formele rekenafspraken systemen uitgelegd aan de leerlingen. Dit zijn de standaardprocedures voor rekenen en wiskunde die onze samenleving kent. Bepaalde gebieden kunnen in onze hersenen in principe goed worden ingezet voor rekenen/wiskunde, maar iedereen moet het hele systeem van feiten en afspraken opnieuw door stimulatie vanuit de omgeving leren. Ruissenaars en collega's (2006) geven aan dat het bij leren om een proces gaat. De wijzigingen die ontstaan in bestaand gedrag of begrip komen voort door middel van ervaringen (Ruijsenaars et al., 2006).

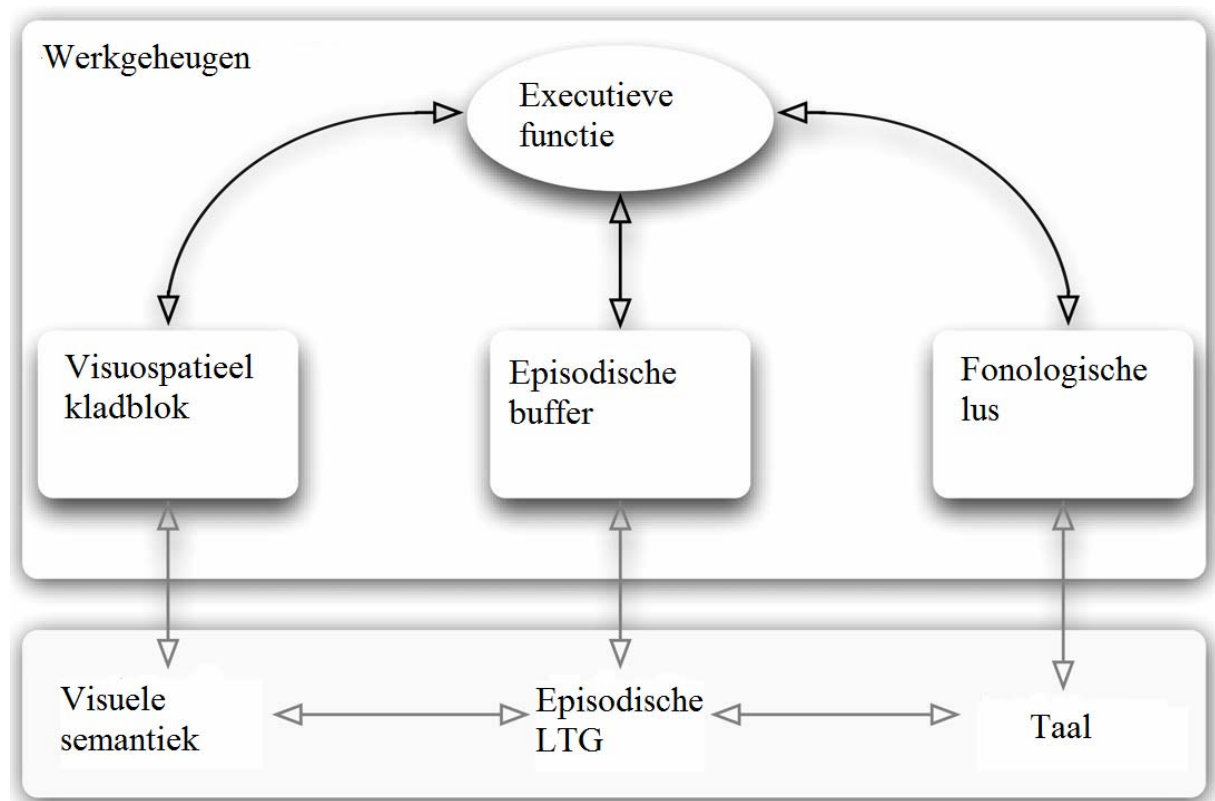
Een belangrijke factor die de mogelijkheid tot rekenen biedt is het werkgeheugen. Het werkgeheugen geeft de hersenen de mogelijkheid om informatie op te slaan en te manipuleren (Gathercole et al., 2008). Het werkgeheugen van kinderen is gerelateerd aan de academische voortgang in lezen en rekenen en is een belangrijke factor om de individuele verschillen in rekenvaardigheid bij kinderen te begrijpen (de Smedt et al., 2008; Swanson & Kim, 2007). Kinderen met specifieke leermoeilijkheden hebben vaak een slecht werkend werkgeheugen (Gathercole et al., 2008).

Het model van Baddeley en Hitch laat het bestaan van drie functionele componenten van het werkgeheugen zien (zie Figuur 1). De centrale executieve functie is een controle systeem van gelimiteerde aandachtscapaciteit die verantwoordelijk is voor de manipulatie van

informatie binnen het werkgeheugen en voor de controle van twee hulpmiddelen van opslagsystemen: de fonologische lus en het visuospatieel kladblok.

De fonologische lus bestaat uit een fonologische opslag. Deze houdt herinneringen vast in akoestische of fonologische vorm die na een aantal seconden verdwijnen.

Terwijl de fonologische lus zich gespecialiseerd in het vast houden van verbale informatie, is het visuospatieel kladblok verantwoordelijk om visuele- en ruimte informatie te handhaven en te manipuleren. Dit proces is essentieel voor het uitvoeren van een serie van cognitieve taken, bijvoorbeeld bij rekenen.



Figuur 1. Model van Baddeley en Hitch.

Executieve functie

De executieve functie is het belangrijkste, maar de minst begrepen en empirisch minst bestudeerde component van het werkgeheugenmodel. Het systeem stuurt de aandacht, en de informatiestroom in de fonologische lus en het visuospatieel kladblok. De fonologische lus en het visuospatieel kladblok worden ook wel 'slaafsystemen' genoemd omdat zij ondergeschikt zijn aan de executieve functie (Repovs & Baddeley, 2006). Executieve functies zijn denkprocessen die een grote rol spelen bij het plannen van acties en het doelgericht oplossen van een probleem. Executieve functies zijn verantwoordelijk voor een serie processen, zoals

de remming op onbelangrijke binnenkomende informatie, het schakelen tussen het terughalen van informatie en tussen verschillende strategieën die opgeslagen zijn in het geheugen en voor de tijdelijke activering van lange termijn geheugen informatie (D'Amico & Guarnera, 2005).

De eerste vijf jaren van het leven van een kind spelen een kritische rol in de ontwikkeling van executieve functies, zoals de executieve functie van het werkgeheugen (Garon, Bryson & Smith, 2008). Executieve functies hebben onder anderen tot doel het uitvoeren van metacognitieve processen. Voorbeelden van metacognitieve processen zijn plannen, doel gericht gedrag, selectieve aandacht en zelfreflectie (Holmes & Adams, 2006). Tijdens de peuter- en de kleutertijd, ontwikkelen de componenten van de executieve functie zich. Ze vormen een kritische basis voor de ontwikkelingsfase van de ontwikkeling van complexe cognitieve processen in de volwassenheid, zoals rekenen (Garon, Bryson & Smith, 2008).

De executieve functies zijn bij rekenen belangrijk voor de verwerving van nieuwe oplossingsstrategieën en voor het ophalen van rekenkennis en geleerde oplossingsstrategieën (Imbo, Vandierendonck & De Rammelaere, 2007; DeStefano & LeFevre 2004). In een onderzoek van Bull en collega's (1999) worden de executieve functies van kinderen met een normale of hoge rekenkundige vaardigheden vergeleken met de executieve functies van kinderen met lage rekenkundige vaardigheden. Kinderen met lage rekenkundige vaardigheden scoren slechter op taken waarbij wordt gekeken naar de executieve functie. Dit suggereert dat tekorten in executieve functies direct gerelateerd zijn aan lage rekenkundige vaardigheden (Holmes & Adams, 2006).

Er zijn drie belangrijke executieve functies:

Shifting houdt het heen en weer schakelen tussen veelvoudige taken, verrichtingen of mentale reeksen in (st. Clair Thompson & Gathercole, 2006).

Updating betekent het coderen van inkomende informatie en het vervangen van de informatie die in het werkgeheugen niet langer relevant is, met nieuwe, meer relevante informatie (Bull & Scerif, 2001; Collette et al., 2006; Miyake et al., 2000; Van der Sluis, 2007). Updating zorgt voor de dynamische, doel gerichte manipulatie van informatie in het geheugen en is betrokken bij vele dagelijkse activiteiten, zoals het leren en organiseren van recent verworven informatie.

Inhibitie verwijst naar de capaciteit om dominante, automatische, of krachtige reacties doelbewust te remmen (st. Clair Thompson & Gathercole, 2006).

Updating

Updating heeft een grote functie bij rekenen (Deschuyteneer, Vandierendonck & Muyllaert, 2006). Uit onderzoek van D'Amico en Guarnera (2005) blijkt dat updating de belangrijkste executieve functie is bij rekenen. De resultaten toonden aan dat kinderen die lage rekenkundige vaardigheden hadden, slechtere prestaties hadden op alle executieve functies. Updating bleek de meest belangrijke voorspellende executieve functie. De kinderen hadden vooral moeilijkheden met het terugwinnen van informatie vanuit de tijdelijk geactiveerde componenten van het lange termijn geheugen, terwijl de nieuwe informatie moest worden gecodeerd en teruggewonnen uit de fonologische lus. Een zwakke updating kan een verklaring zijn voor de moeilijkheden bij de rekenvaardigheden, zoals bij taken als de mentale en geschreven berekeningen waarbij leerlingen gelijktijdig informatie moeten onthouden en de nieuwe informatie moeten bewerken (D'Amico & Guarnera, 2005).

Updating wordt in de klinische praktijk onderzocht door middel van bijvoorbeeld de running span task voor verbale informatie en de n-back task voor letters, ruimtelijk inzicht en non-verbale informatie (Collette, 2006). In de running span task, zijn deelnemers verplicht om een serie van medeklinkers te bekijken om daarna een specifiek aantal van recente items in de opeenvolgende volgorde te herinneren. Bij de *n*-back taken worden bijvoorbeeld plaatjes opvolgend gepresenteerd. Als er een plaatje wordt getoond die twee plaatjes daarvoor ook is getoond, moet er op een knop gedrukt worden (Collette, 2006).

Andere taken die updating meten zijn de keep track task, de letter memory task, en de tone monitoring task en digit monitoring. Al deze testen impliceren constant controle en het bijwerken van informatie in het werkgeheugen, hoewel de aard van de informatie dat moet worden bijgewerkt evenals de doelstellingen van de taken verschillend zijn. Bij de keep track task ziet men een aantal plaatjes van verschillende categorieën voorbijkomen. Aan het eind van de reeks moet het laatste plaatje van een bepaalde categorie dat is langsgekomen worden verteld. Bij de letter memory task moet men de laatste vier letters van een reeks met een onbekend aantal letters aan het eind van de reeks vertellen. Bij de tone monitoring task krijgt men 25 tonen te horen van drie verschillende hoogtes. Als men 4 tonen van dezelfde hoogte heeft gehoord, moet men dat aangeven (Miyake, et al, 2000). Bij de digit monitoring task, wordt een reeks cijfers gepresenteerd, waarbij gevraagd wordt om bij elk derde oneven cijfer te reageren door de 'Z' op het toetsenbord in te drukken en bij alle andere cijfers de 'M' in te drukken (Van der Sluis, 2007).

Huidig onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om meer zicht te krijgen op het effect van de executieve functies op rekenvaardigheden bij kinderen. Al op jonge leeftijd zijn er grote verschillen in de rekenvaardigheid van kinderen. Een mogelijke verklaring van die verschillen ligt in de executieve functies. In dit onderzoek zal gekeken worden naar de executieve functie updating, het manipuleren van informatie in het werkgeheugen.

De algemene vraagstelling luidt:

In hoeverre speelt de executieve functie updating een rol bij de verwerving van rekenvaardigheden in groep 3 en 4?

De vraag bestaat uit 5 deelvragen:

De eerste deelvraag is: Welk effect heeft de executieve functie updating op de rekenvaardigheden van kinderen in groep 3 en 4? Verwacht wordt dat de executieve functie updating een verband heeft met de rekenvaardigheden van de kinderen. Kinderen met een hoge score bij executieve updating taken hebben een hogere score op hun rekenvaardigheden (Passolunghi & Pazzaglia, 2004; Swanson, 2006; Swanson & Kim, 2007). Zij beheersen door de verkregen relevante informatie uit het werkgeheugen betere rekenvaardigheden (Deschuyteneer et al., 2006). Uit een onderzoek van De Smedt en collega's (2009) bleek dat de executieve functie een significante voorspeller was van de rekenvaardigheden in de eerste klas. Hypothese 1: Updating (M1) hangt samen met rekenvaardigheden (M1).

Hypothese 2: Updating (M2) hangt samen met rekenvaardigheden (M2)

De tweede deelvraag is: Welk effect hebben de rekenvaardigheden in groep 3 op de rekenvaardigheden in groep 4? Verwacht wordt dat kinderen die een hogere score op rekenvaardigheden hebben in groep 3, een grotere vooruitgang laten zien van hun rekenvaardigheden ten opzichte van kinderen die een lagere score van rekenvaardigheden hadden in groep 3. Kinderen die moeite hebben met rekenen, kunnen meer moeite hebben met het oplossen van sommen, tellen langzamer en onnauwkeuriger (D'Amico & Guarnera, 2005; Holmes & Adams, 2006). Daarnaast kunnen kinderen met rekenproblemen, problemen hebben met het automatiseren van rekenfeiten (Ruijsenaars et al., 2006). Deze problemen zullen de kinderen in groep 3 ondervinden, maar ook in groep 4. Daarom zal hun rekenvaardigheden minder snel vooruit gaan, dan kinderen die minder moeite hebben met rekenen.

Hypothese 3: Rekenvaardigheden (M1) hangen samen met rekenvaardigheden (M2)

De derde deelvraag is: Welk effect heeft de executieve functie updating in groep 3 op de executieve functie updating in groep 4? Verwacht wordt dat de executieve functie updating bij

kinderen in de kinderjaren verder ontwikkeld. De ontwikkeling begint rond het vierde levensjaar en speelt de eerste vijf jaren van het leven van een kind een kritische rol in de ontwikkeling van executieve functies (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006; Garon, Bryson & Smith, 2008). Uit het onderzoek van Davidson en collega's (2006) blijkt dat de executieve functie updating tot minstens het 13^e levensjaar blijft ontwikkelen. Dit zou betekenen dat de executieve functie updating alleen maar groter wordt en dat de score van de updating taken in groep 4 hoger zijn dan in groep 3.

Hypothese 4: Updating (M1) hangt samen met updating (M2)

De vierde deelvraag is: Welk effect heeft de executieve functie updating in groep 3 op de rekenvaardigheden in groep 4? Verwacht wordt dat de score van de executieve functie updating in groep 3 een verband heeft met de rekenvaardigheden in groep 4. Daarbij wordt verwacht dat kinderen gemiddeld vooruit gaan met hun rekenvaardigheden. Uit het onderzoek van De Smedt en collega's (2009) bleek dat de executieve functie de rekenvaardigheden in de tweede klas voorspellen. De executieve functie kan dit alleen voorspellen als er gegevens van eerdere rekenvaardigheden aanwezig zijn. Ook in de onderzoeken van Holmes en Adams (2006) en Passolunghi en collega's (2007) blijkt dat de executieve functie updating een goede voorspeller is voor rekenvaardigheden. Een hoge score op updating taken betekent dat het kind later minder problemen met rekenen zou hebben en naast in groep 3 ook hoog zou scoren op de rekenvaardigheden in groep 4.

Hypothese 5: Updating (M1) hangt samen met rekenvaardigheden (M2)

De vijfde deelvraag is: Welk effect heeft de executieve functie updating op de vooruitgang in rekenvaardigheden van kinderen van groep 3 naar 4? Verwacht wordt dat kinderen met een hogere score op de executieve functie updating, meer vooruitgang in hun rekenen laten zien van groep 3 naar groep 4. Kinderen met lagere scores op de executieve functie updating hebben vooral moeilijkheden met het terugwinnen van informatie vanuit de tijdelijk geactiveerde componenten van het lange termijn geheugen, terwijl de nieuwe informatie moet worden gecodeerd en teruggewonnen van de fonologische lus. De zwakte kan een verklaring zijn voor de moeilijkheden bij de rekenvaardigheden, zoals bij taken als de mentale en geschreven berekeningen waarbij leerlingen gelijktijdig informatie moeten onthouden en de nieuwe informatie moeten bewerken (D'Amico & Guarnera, 2005). Als kinderen deze moeilijkheden hebben bij rekenen, zijn deze moeilijkheden in groep 4 ook nog aanwezig. De kans dat deze kinderen gemiddeld minder vooruitgaan dan kinderen met hoge score op de executieve functie is daardoor groot (Bull & Scerif, 2001).

Hypothese 6: Updating (M1) hangt samen met vooruitgang in rekenvaardigheden.

Met deze 5 deelvragen kan er antwoord worden gegeven op de vraag: In hoeverre speelt de executieve functie updating een rol bij de verwerving van rekenvaardigheden in groep 3 en 4? In het verleden is er voornamelijk bij volwassenen onderzoek gedaan naar de executieve functies. Met het resultaat van dit onderzoek zou er meer kennis komen over het effect van de executieve functie updating bij rekenvaardigheden bij kinderen in groep 3 en 4. Als er in groep 3 al onderzoek bij de kinderen wordt gedaan naar hun executieve functie updating, dan zal dit veel zeggen over de toekomstige rekenvaardigheden en kunnen risico kinderen snel worden opgespoord. De leerkrachten kunnen hier op inspringen, door kinderen met een lagere score bij de executieve functie updating in groep 3 meer aandacht te geven bij rekenen en om daardoor een mogelijke achterstand in de toekomst te verminderen.

Methode

Deelnemers

Het onderzoek is gestart met 237 kinderen, verdeeld over achttien klassen uit tien basisscholen in Nederland. De scholen en kinderen zijn select gekozen via een clustersteekproef. De voorwaarden voor de school waren dat de scholen werken volgens het Cito leerlingvolgsysteem. Daarnaast moesten zij Pluspunt als rekenmethode gebruiken. Pluspunt is de meeste gebruikte reken-wiskundemethode in het basisonderwijs. Door deze voorwaarden is de vergelijkbaarheid van de scholen groter geworden. De kinderen hebben toestemming van hun ouders gekregen om mee te werken aan het onderzoek. In het begin van groep 3 hebben 223 van deze kinderen (117 jongens, 106 meisjes), een aantal executieve functie taken gemaakt. Zij hadden een gemiddelde leeftijd van 6.5 jaar, $SD = 0.36$ jaren (range 5;9-7;7 jaar). De andere kinderen waren verhuisd, naar een speciale school gegaan of blijven zitten in de kleuterklas. In het midden van groep 3 hebben 221 kinderen (116 Jongens, 105 meisjes) de Cito toets rekenen gemaakt. Zij hadden een gemiddelde leeftijd van 6.8 jaar, $SD = 0.39$ jaren (range 6;0-7;9). In het begin van groep 4 hebben 215 van deze kinderen (113 jongens, 102 meisjes), een aantal executieve functie taken gemaakt. Ze hadden een gemiddelde leeftijd van 7.6 jaar, $SD = 0.37$ jaren (range 6.9-8.8 jaar). In het midden van groep 4 hebben 214 kinderen (111 Jongens, 103 meisjes) de Cito toets rekenen gemaakt. Zij hadden een gemiddelde leeftijd van 7.8 jaar, $SD = 0.39$ jaren (range 7;0-8;9).

Procedure

Er zijn op twee momenten gegevens verzameld. Het eerste meetmoment (M1) was begin groep drie, dit was in september, oktober 2007. Het tweede meetmoment (M2) was begin

groep 4, dit was in september, oktober 2008. De kinderen zijn individueel getest in een aparte ruimte door getrainde assistenten. De taken werden gemaakt op de computer. De taken die de kinderen maakten waren: Digit Span Backwards, Odd One Out en Keep Track.

De data van de rekenvaardigheden is afkomstig van de Cito-toets rekenen die de kinderen in midden groep 3 (M1) en groep 4 (M2) hebben gemaakt.

Instrumenten

De instrumenten die gebruikt zijn om data te verzamelen zijn drie taken op de computer en de Cito-toets rekenen. De taken voor updating waren:

Digit Span Backwards

Dit is een bewerking van de Nederlandse versie van de Digit Span Backwards van de Automated Working Memory Assessment test battery (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006). Het kind hoort een reeks cijfers onder de tien en moet de cijfers achterstevoren herhalen. Deze reeks begint met twee cijfers. Na drie correcte antwoorden wordt de reeks verhoogd met een getal. Wanneer er twee fouten worden gemaakt in reeksen van dezelfde lengte, wordt de taak gestopt.

Odd One Out

Deze taak is ook een bewerking van de Automated Working Memory Assessment (Alloway et al., 2006). Drie hokjes met vormen worden na elkaar getoond. Eén van de vormen is verschillend van de andere twee. Het kind moet de vorm aanwijzen die verschillend is van de andere twee. Dan verschijnen drie lege hokjes in het beeld en moet het kind de plaats aanwijzen waar de vorm stond die verschillend was van de andere twee. Het aantal reeksen wordt langzamerhand vergroot. Eerst moet het kind de andere vorm uit elke reeks halen, daarna moet het kind de hokjes aanwijzen waar de andere vormen stonden in de goede volgorde. Wanneer er twee fouten worden gemaakt in de reeksen van dezelfde lengte, wordt de taak gestopt.

Keep Track

Er is een computer versie van de Keep Track taak. Deze taak is een bewerking van de taak gemaakt door Van der Sluis et al. (2007), die de taak weer overnam van Miyake et al. (2000). Aan het kind worden plaatjes getoond, welke allemaal behoren tot één van de vijf volgende categorieën: de lucht (zon, maan, sterren, wolken), fruit (aardbei, peer, kers, banaan), vormen (vierkant, driehoek, cirkel, hart), dieren (hond, kan, vis, vogel) en speelgoed (teddybeer, step, lego, auto). De plaatjes worden getoond in series van tien en elk plaatje verschijnt 3.5 seconde op het beeldscherm. Tijdens de serie, moet het kind alle plaatjes benoemen. Aan het einde van

de serie, moet het kind het laatste plaatje van de van te voren genoemde categorie vertellen. In elke serie worden één, twee, drie plaatjes van elke benoemde categorie getoond. De rest van de plaatjes komen uit de andere categorieën. Tijdens de series, wordt op de bodem van het beeld een klein wit figuurtje getoond dat aangeeft aan welke categorie het kind moet denken. Het aantal, dat herinnerd moet worden loopt op van één tot vier plaatjes. Er zijn twee series van moeilijkheidsniveau, dus in totaal acht series. Elk correct antwoord wordt genoteerd. Er kunnen dus één, twee of drie correcte antwoorden worden gegeven bij elke taak, die een maximumscore van 20 kan opleveren. De totale correcte antwoorden worden geregistreerd. Voorafgaande aan de test wordt het kind vertrouwd gemaakt met de plaatjes en categorieën. Daarnaast is er een oefening die als het nodig is kan worden herhaald.

De drie taken zijn samen gevoegd voor de schaal 'updating'. De scores van de eerste meting in groep 3 vormen de schaal updating M1 ($\alpha = .47$). De scores van de tweede meting in groep 4 vormen de schaal updating M2 ($\alpha = .50$).

Cito toets

De scholen maken allemaal gebruik van het leerlingvolgssysteem. Met de toetsen van het LOVS kunnen de vorderingen van individuele leerlingen, groepen leerlingen en het onderwijs op de school worden gevolgd (Cito, 2002). Voor de rekenvaardigheden bij dit onderzoek is er gebruik gemaakt van de Cito Toets rekenen voor midden groep 3 en 4. In groep 3 hebben de scholen twee verschillende versies gebruikt van de Cito-toets, namelijk versie 2002 en van 2006. De scores op de Cito-toets versie 2002 in groep 3 vormen samen de schaal rekenvaardigheden versie 2002 M1 ($\alpha = .88$) De scores op de Cito-toets versie 2006 in groep 3 vormen samen de schaal rekenvaardigheden versie 2006 M1 ($\alpha = .87$). Om er de scores van de twee versies te combineren zijn er zcores gemaakt van de rekenvaardigheden schalen. De scores op de Cito-toets in groep 4 vormen samen de schaal rekenvaardigheden M2 ($\alpha = .97$).

Resultaten

Voorafgaand aan het onderzoek is er gekeken of er voldaan werd aan de voorwaarden. Als eerste zijn eerst de gemiddelde scores op de executieve functie updating taken bekeken van groep 3 en 4. Daarnaast zijn ook de rekenvaardigheden van groep 3 en 4 bekeken.

Tabel 1

Beschrijvende statistiek van de schalen updating en rekenvaardigheden

	Aantal	Range	M	Standaard Deviatie
Updating Meetmoment 1	224	10.00 – 39.00	22.14	5.18
Updating Meetmoment 3	215	17.00 – 39.00	27.37	5.18
Rekenvaardigheden Meetmoment 1 versie 2002	57	21.00 - 77.00	53.25	13.59
Rekenvaardigheden Meetmoment 1 versie 2006	164	0.00 – 81.00	34.93	13.67
Rekenvaardigheden Meetmoment 2	214	0.00 – 102.00	52.73	15.05

De gemiddelde score van rekenvaardigheid is vooruit gegaan van groep 3 naar groep 4 ($t(153) = -10.29$, $p < .01$, $d = 152$) (zie Tabel 1). Hierbij is bij groep 3 alleen naar versie 2006 van de Cito-toets gekeken om de meetmomenten met elkaar te kunnen vergelijken. Uit Tabel 1 komt naar voren dat de gemiddelde score van de updating taken omhoog is gegaan van groep 3 naar groep 4 ($t(215) = -14.73$, $p < .01$, $d = 214$).

Om te onderzoeken of er een relatie is tussen updating en de rekenvaardigheid van kinderen in groep 3, is een Pearson correlatie toets uitgevoerd. Hieruit blijkt dat er een samenhang bestaat tussen updating en rekenvaardigheden in groep 3 ($r = .41$; $p < .01$; $n = 220$).

Dit verband tussen updating en rekenvaardigheid is ook onderzocht bij de kinderen in groep 4. Met een Pearson correlatie is het verband getoetst. Er blijkt dat een samenhang te bestaan tussen updating en rekenvaardigheden in groep 4 ($r = .44$; $p < .01$; $n = 214$).

Om te onderzoeken of er een verband is tussen de rekenvaardigheid van kinderen in groep 3 en 4 is een Pearson correlatie toets uitgevoerd. De resultaten tonen aan dat er een samenhang bestaat tussen rekenvaardigheid in groep 3 en 4 ($r = .68$; $p < .01$; $n = 214$).

Daarnaast is er met behulp van een Pearson correlatie getoetst of er een verband is tussen updating van kinderen in groep 3 en 4. Uit deze gegevens blijkt dat er een samenhang bestaat tussen updating in groep 3 en 4 ($r = .52$; $p < .01$; $n = 215$).

Om te onderzoeken of er een verband is tussen updating in groep 3 en de rekenvaardigheid in groep 4 is een Pearson correlatie toets uitgevoerd. Hieruit blijkt dat er een samenhang bestaat tussen updating in groep 3 en rekenvaardigheden in groep 4 ($r = .44$; $p < .01$; $n = 214$).

Tot slot is een Pearson correlatie uitgevoerd om te toetsen of er een verband bestaat tussen updating in groep 3 en de vooruitgang van de rekenvaardigheid van kinderen van groep 3 naar groep 4. Uit de resultaten blijkt dat er geen significant verband bestaat tussen updating in groep 3 en vooruitgang rekenvaardigheden van groep 3 naar groep 4 ($r = .04$; $p = .54$; $n = 213$).

Discussie en conclusie

Met behulp van huidig onderzoek is het effect van de executieve functies op de rekenvaardigheid bij kinderen onderzocht. Gekeken werd in hoeverre de executieve functie updating een rol speelde bij de verwerving van rekenvaardigheden bij kinderen in groep 3 en 4.

Ten eerste is de relatie tussen de executieve functie updating en de rekenvaardigheden van kinderen in groep 3 en 4 onderzocht. Verwacht werd dat de kinderen die een hogere score hadden op de taken waarbij de executieve functie updating werd gemeten ook een hogere score hadden op de rekenvaardigheden. Resultaten toonden aan dat er bij kinderen in groep 3 de executieve functie updating gerelateerd is aan rekenvaardigheden. Kinderen met een hogere score bij de updating taken scoorden hoger op de rekenvaardigheden. De relatie tussen executieve functie updating en rekenvaardigheden komt overeen met eerdere onderzoeken. Hogere executieve functie updating is gerelateerd aan hogere rekenvaardigheden (de Smedt et al, 2009; Swanson, 2006; Swanson & Kim, 2007). Tevens werd verwacht dat er een verband was tussen updating en rekenvaardigheden in groep 4. Uit de resultaten bleek dat er in groep 4 ook een significant verband was tussen updating en rekenvaardigheden. Dit verband was iets hoger vergeleken met groep 3. Dit komt overeen met de verwachtingen. Uit de literatuur blijkt een verband te bestaan tussen de executieve functie updating en rekenvaardigheden (de Smedt et al, 2009; Swanson, 2006; Swanson & Kim, 2007). De executieve functie updating speelt een rol bij alle rekenkundige taken. Kinderen met een hogere score op updating taken beheersen door de verkregen relevante informatie uit het werkgeheugen, betere eenvoudige cijferreeksen optellen en getallen vermenigvuldigen, dus betere rekenvaardigheden (Deschuyteneer et al., 2006). Uit het onderzoek kwam bijna geen verschil naar voren tussen het verband van updating en rekenvaardigheden tussen de kinderen uit groep 3 en groep 4.

Er is gekeken naar het verband tussen rekenvaardigheid van kinderen in groep 3 en 4. Verwacht werd dat kinderen die op rekenvaardigheid in groep 3 hoog scoorden, meer vooruit zouden gaan in hun rekenvaardigheid dan kinderen die in groep 3 laag scoorden op rekenvaardigheid. Uit de resultaten bleek dat er een significant verband was tussen de rekenvaardigheid van kinderen in groep 3 en 4. Dit betekent dat kinderen die in groep 3 hoog scoorden op rekenvaardigheden een grote vooruitgang laten zien in groep 4. De kinderen die in groep 3 laag scoorden voor rekenvaardigheid laten een minder grote vooruitgang zien met betrekking tot hun rekenvaardigheden in groep 4. Dit is in lijn met voorgaande onderzoeken. Uit het onderzoek van Holmes en Adams (2006) blijkt dat wanneer kinderen moeite hebben met rekenen, zij vaak problemen hebben met het vinden van een oplossing en langzamer en onnauwkeuriger tellen. Deze problemen zullen deze kinderen in groep 3 ondervinden, maar ook in groep 4. Daarom zal hun rekenvaardigheden minder snel vooruit gaan, dan kinderen die makkelijker rekenen. Daarnaast hebben kinderen met rekenproblemen vaak grote problemen met het automatiseren van rekenfeiten (Ruijsenaars et al., 2006). Rekenfeiten kunnen dan niet zonder moeite uit het werkgeheugen worden gehaald. Dit zorgt voor een lagere score bij rekenvaardigheden. Kinderen met automatiseringsproblemen gaan minder snel vooruit in hun rekenvaardigheid (Ruijsenaars et al., 2006). Deze resultaten worden bevestigd met de bevindingen van het onderzoek.

Naast het verband van rekenvaardigheden is ook het verband van de score op de updating taken getoetst. Verwacht werd dat kinderen die in groep 3 een hoge score behaalden op de updating taken in groep 4, ook een hoge score zouden behalen op de updating taken. Uit de resultaten kwam een significant verband naar voren tussen de score van de kinderen op de updating taken in groep 3 en 4. Dit komt overeen met eerder onderzoek. Uit het onderzoek van Davidson en collega's (2006) blijkt dat de executieve functie updating bij kinderen in de leeftijd van zes en zeven jaar verder blijft ontwikkelen. De ontwikkeling van updating begint rond het vierde levensjaar en ontwikkeld zich in de kinderjaren (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006). Bij kinderen in groep 4 is in vergelijking met kinderen in groep 3 de executieve functie updating verder ontwikkeld. De kinderen die in groep 3 een verder ontwikkelde executieve functie updating hadden, hebben in groep 4 ook een gemiddeld verder ontwikkelde updating.

Vervolgens is er onderzocht of de score op de updating taken in groep 3 de score op rekenvaardigheden in groep 4 kan voorspellen. Verwacht werd dat een hogere score op de updating taken die in groep 3 gemaakt zijn een hogere score bij de rekenvaardigheden in groep 4 zou opleveren. Uit de resultaten komt dat er een significant verband naar voren. De

hogere score op de executieve functie in groep 3 hangt samen met een hogere score op rekenvaardigheden in groep 4. Het blijkt dat de kinderen die op de executieve functie updating taken hoger scoorden dan gemiddeld, ook hoger dan gemiddeld scoorden bij rekenvaardigheid in groep 4. De score op de executieve taken in groep 3 is een goede voorspeller van de score op rekenvaardigheden in groep 4. Uit de literatuur bleek ook dat de executieve functie updating een goede voorspeller is voor rekenvaardigheden (Holmes & Adams, 2006; Passolunghi, Vercelloni & Schadee, 2007). Een hoge score op updating taken betekent dat het kind later minder problemen met rekenen zou hebben. Deze kinderen hebben minder problemen met het oplossen van sommen en kunnen nauwkeuriger tellen (Holmes & Adams, 2006). Deze vaardigheden hebben ze ook nog in groep 4, dus een hoge score op de rekenvaardigheden in groep 4.

Als laatste is onderzocht of er een samenhang was tussen de executieve functie updating bij de vooruitgang in rekenvaardigheden van kinderen van groep 3 naar 4. Uit de resultaten bleek geen significant verband naar voren te komen tussen de score van updating in groep 3 en de vooruitgang bij rekenvaardigheden. Een hogere score bij de updating taken is een mindere vooruitgang bij de rekenvaardigheden van groep 3 naar groep 4. Dit komt niet overeen met eerdere onderzoeken. Kinderen met een hoge score op de executieve functie updating taken hebben minder moeite om tot een oplossing van een som te komen. Dit speelt een grote rol bij rekenen. Kinderen die in groep 3 goed een som kunnen oplossen, zullen dit in groep 4 ook goed doen. Het effect van de functie updating is hierbij erg belangrijk bij. De kinderen zullen betere rekenvaardigheden ondervinden in groep 3 en 4 en dus meer vooruit gaan dan kinderen met een lagere executieve functie updating, die veel problemen hebben met het oplossen van sommen tijdens het rekenen (Bull & Scerif, 2001). Een verklaring voor het niet significante verband kan zijn dat kinderen, die een lagere score op updating hadden in groep 3 en daarbij een lagere score op de rekenvaardigheden bijles hebben gehad. In een onderzoek van Geary (1990 in; Ruijsenaars et al., 2006) over strategiegebruik, kregen leerlingen met rekenproblemen uit groep 3 en 4, twintig minuten per dag en vijf dagen per week bijles. De instructie was gericht op getalconcepten en rekenkundige procedures. Ongeveer de helft van de leerlingen met leerproblemen behaalden een hogere score op rekenvaardigheden en bereikten het rekenniveau van kinderen zonder rekenproblemen (Geary, 1990 in; Ruijsenaars et al., 2006). Bijles kan zorgen bij kinderen met een lagere score op rekenvaardigheden voor een grote vooruitgang in groep 4. Daarnaast is het bijvoorbeeld belangrijk dat de leerkrachten een goede leeromgeving creëren, waarin de kinderen hun eigen leerprestaties kunnen ervaren (Panaoura, 2006). Als deze leeromgeving

niet aanwezig is, zullen kinderen die hoog scoren op de updating taken in groep 3, geen grote vooruitgang in rekenvaardigheden in groep 4 laten zien.

Aan de hand van de deelvragen kan de algemene onderzoeksvraag worden beantwoord. Er werd verwacht dat de executieve functie updating een effect heeft op de rekenvaardigheden van de kinderen in groep 3 en 4. Uit de deelvragen blijkt dat er een samenhang bestaat tussen updating en rekenvaardigheden in groep 3 en 4. De resultaten van het onderzoek sluiten bijna helemaal aan bij de verwachtingen en bij de gevonden literatuur. De verwachting was dat de executieve functie updating een grote rol speelde bij rekenvaardigheden. Uit de resultaten bleek dat alleen de score op de executieve functie updating in groep 3 geen verband heeft met de vooruitgang van de rekenvaardigheden van groep 3 naar groep 4. Met de score van de updating taken in groep 3 kan de score op de rekenvaardigheden in groep 3 en groep 4 worden voorspelt. Daarnaast voorspelt de executieve score op de updating taken in groep 3 de score van de updating taken in groep 4. Uit het onderzoek blijkt dat de executieve functie updating een effect heeft op de score van de rekenvaardigheden en hierop kan ingespeeld worden door de leerkrachten. Er zouden in groep 3 executieve functie updating taken kunnen worden afgenomen bij de kinderen. Als de uitkomst een lage score is zou dit een teken kunnen zijn voor toekomstige rekenproblemen. De kinderen met een risico voor rekenproblemen kunnen zo worden opgespoord. De leerkracht kan het kind extra aandacht geven en extra oefeningen laten doen, zodat het kind niet te ver achterloopt met rekenen en het ook begrijpt. Zo kunnen kinderen met rekenproblemen al vroeg worden gevonden en met extra hulp een stuk verder worden geholpen. Door de vroege hulp zouden de leerproblemen misschien ondervangen kunnen worden.

Het huidige onderzoek heeft ook enkele beperkingen. Dezelfde taken zijn op twee verschillende meetmomenten afgenomen. Philips (1997, in Bull & Scerif, 2001) geeft aan dat een executieve functie het beste getest kan worden wanneer zowel de taak inhoudelijk als de vorm nieuw voor het kind is. De taak moet enige inspanning vereisen van het kind. In het huidige onderzoek zit één jaar tussen de meetmomenten. Toch is er een kans dat het kind zich iets herinnert van het eerdere onderzoek en dit kan de tweede meting beïnvloeden.

Daarnaast is het onderzoek op verschillende momenten in de ochtend afgenomen bij de kinderen. Nu kan het zo zijn dat het kind nog niet helemaal wakker was, of juist al moe van de ochtend op school, dat het daardoor minder goed presteerde op de executieve functie updating taken. Dit kan een negatieve invloed op de score hebben.

Positief aan het onderzoek is dat de scholen en kinderen goed geselecteerd zijn. De scholen werkten met hetzelfde reken- en wiskundeprogramma en er deden veel kinderen mee aan het onderzoek. Deze factoren maken generalisatie van het onderzoek deels mogelijk.

In een volgend onderzoek zou kunnen worden gekeken naar het effect van de executieve functie updating in groep 3 op de rekenvaardigheden in de hogere klassen van de basisschool. In dit onderzoek is alleen gekeken naar de rekenvaardigheden in groep 3 en 4. Het onderzoek zou uitgebreid kunnen worden met de hogere klassen op de basisschool, zodat er nog meer over het effect van de executieve functie updating kan worden voorspeld.

Referenties

- 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*, 1698-1717.
- D'Amico, A.T., & Guarnera, M. (2005). Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning and Individual Differences, 15*, 189–202.
- Bull, R., Johnston, R. S., & Roy, J. A. (1999). Exploring the roles of the visual-spatial sketch pad and central executive in children's arithmetical skills: Views from cognition and developmental neuropsychology. *Developmental Neuropsychology, 15*, 421–442.
- 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.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 46*, 3–18.
- Citogroep primair onderwijs (2002). *Leerlingvolgsysteem Rekenen-wiskunde*. Arnhem: Citogroep.
- Collette, F., Hogge, M., Salmon, E., & Van der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience, 139*, 209-221.
- 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.

- Deschuyteneer, M., Vandierendonck, A., & Muyliaert, I. (2006). Does solution of mental arithmetic problems such as $2 + 6$ and 3×8 rely on the process of “memory updating”? *Experimental Psychology*, *53*, 198-208.
- DeStefano, D., & LeFevre, J. (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, *16*, 353-386.
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, *134*, 31-60.
- Gathercole, S.E., Alloway, T.P., Kirkwood, H.J., Elliott, J.G., Holmes, J., & Hilton, K.A. (2008). Attentional and executive function behaviours in children with poor working memory. *Learning and Individual Differences*, *18*, 214-223.
- 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.
- Imbo, I., Vandierendonck, A., & de Rammelaere, S. (2007). The role of working memory in the carry operation of mental arithmetic: Number and value of the carry. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *60*, 709-732.
- 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.
- Panaoura, A. (2006). The development of young pupils' self-representation and mathematical performance in relation to processing efficiency and working memory. *Educational psychology*, *26*, 643-677.
- Passolunghi, M.C., & Pazzaglia, F. (2004). Individual differences in memory updating in relation to arithmetic problem solving. *Learning and Individual Differences*, *14*, 219-230.
- Passolunghi, M.C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive development*, *22*, 165-184.
- RepovS, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, *139*, 5-21.
- Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2006). *Rekenproblemen en dyscalculie*. Rotterdam: Lemniscaat.
- 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.

de Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 186-201.

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. (2006). Cognitive processes that underlie mathematical precociousness in young children. *Journal of Experimental Child Psychology, 93*, 239-264.

Swanson, L., & Kim, K. (2007). Working memory, short-term memory, and naming speed as predictors of children's mathematical performance. *Intelligence, 35*, 151-168.