

De relatie tussen rekenniveau, het gebruik van plaatjes en werkgeheugen bij het oplossen van
realistische rekenopgaven bij kinderen uit groep 6

Masterthesis

Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Naam: Anouk (A.) Dieterman, 3542602

Begeleider: Claudia van Kruistum

2^{de} beoordelaar: Evelyn Kroesbergen

Datum: 10-06-2014

Werkveld: Leerlingenzorg

Voorwoord

Ik heb met plezier gewerkt aan deze thesis. In het begin was het zoeken naar een juiste inrichting van de inleiding en bijbehorende onderzoeksvragen, maar uiteindelijk ben ik tevreden over mijn geleverde werk. De scriptie heb ik alleen geschreven, maar het onderzoek heb ik uitgevoerd met drie medestudenten. De samenwerking verliep goed. Het lastigste punt was het werven van scholen. Dit verliep niet soepel en heeft zeer veel tijd gekost. Het zou handig zijn om contacten te hebben binnen de omgeving Utrecht, waardoor werven mogelijk makkelijker gaat.

Mijn dank gaat uit naar Claudia van Kruistum en Evelyn Kroesbergen voor de ondersteuning, duidelijke feedback en snelle reacties, Jos Jaspers voor zijn hulp met de eye-tracker en Eva van de Weijer-Bergsma voor het leveren van de werkgeheugentaak. Daarnaast wil ik mijn medestudenten Jolijn Altena, Laura de Jong en Lisanne Hagebeuk bedanken voor hun hulp bij vragen en moeilijkheden binnen het eigen onderzoek. Vervolgens wil ik de scholen bedanken waar wij het onderzoek hebben mogen uitvoeren. We zijn overal zeer hartelijk en behulpzaam ontvangen, wat ik als erg prettig heb ervaren. Als laatste wil ik mijn vriend, ouders en vriendinnen bedanken voor de nodige afleiding en geruststelling in soms hectische tijden (vlak voor een deadline).

Abstract

Het huidige onderwijs is gericht op realistisch leren, waarbij regelmatig een plaatje wordt toegevoegd aan een rekenopgave. Dit plaatje kan door leerlingen op een verschillende manier ervaren worden, wat tevens deels afhankelijk is van het werkgeheugen. In dit onderzoek wordt gekeken naar de relatie tussen rekenniveau en het gebruik van het plaatje, waarna tevens gecontroleerd wordt voor het werkgeheugen. Verwacht wordt dat leerlingen die sterker zijn in rekenen korter naar een plaatje kijken dan kinderen die zwakker zijn in rekenen. 68 leerlingen van drie verschillende scholen in Utrecht zijn getest met behulp van een eye-tracker. Dit systeem registreert nauwkeurig oogbewegingen. In dit onderzoek zijn twee typen opgaven gebruikt: een opgave met een plaatje dat tegenstrijdig is aan de tekst en een opgave met een plaatje dat ondersteuning biedt aan de tekst. Op de eye-tracker werden per conditie twee vragen gepresenteerd. De opgaven werden door de kinderen hardop beantwoord en het antwoord werd genoteerd door de onderzoekers. Uit de analyse komt een zwakke, negatieve samenhang naar voren tussen rekenniveau en kijktijd op zowel de tegenstrijdige als de behulpzame conditie. Werkgeheugen blijkt geen effect te hebben op de relatie tussen rekenniveau en kijktijd. In lijn met de literatuur laten de resultaten zien dat kinderen die sterker zijn in rekenen korter naar een plaatje zullen kijken op beide condities. Werkgeheugen blijkt, in tegenstelling tot de verwachting, geen effect te hebben op de relatie tussen rekenniveau en kijktijd. *Kernwoorden* Werkgeheugen, rekenen, eye-tracker, plaatjes

The current math education focuses on realistic learning. In mathematical word problems a picture is often added. What students interpret from a picture in a math task can be experienced in different ways, partly dependent on the working memory. This study relates the use of pictures to mathematic skill level and the role of the working memory. It is expected that students who are better in mathematics will look at a picture shorter than children who are weaker in mathematics. 68 students from three different schools in Utrecht were tested by using an eye-tracker that monitored their gazes. In this study two types of tasks were used: a task with a picture that is contrary to the text and a task with a picture that supports the text. The eye-tracker presented four math problems. The exercises were answered aloud by the children and written down by the researchers. The analysis yields weak, negative correlations between math strength and the time looked at the picture on both the contradictory as well as the cooperative condition. Working memory appears to have no effect on the relationship between math level and time looked at the picture. In line with the literature the results show that children who are better in math will look shorter at the picture, in both conditions. Contrary to previous research findings, working memory has no effect on the relation between math strength and viewing time. *Keywords* Working memory, mathematics, math, eye-tracker, picture

De relatie tussen rekenniveau, het gebruik van plaatjes en werkgeheugen bij het oplossen van realistische rekenopgaven bij kinderen uit groep 6

In het reken-wiskundeonderwijs in Nederland wordt veel gebruikgemaakt van contextproblemen (Gravemeijer & Doorman, 1999). Dit zijn opgaven waarbij een rekenkundig probleem in een realistisch verhaal met een plaatje wordt geschetst. Contextproblemen zijn gemaakt ter ondersteuning van het proces dat kinderen doorlopen om grip te krijgen op de formele wiskunde. Volgens Ainsworth (2006) maken kinderen voor zichzelf een representatie van de rekenopgave in hun hoofd en gebruiken deze bij het oplossen van reken-wiskundige problemen. Plaatjes of afbeeldingen bij de opgaven kunnen helpen bij de vorming van deze representaties (Ainsworth, 2006).

Niet door elk kind zal een plaatje als hulp of ondersteuning worden ervaren. Onderzoek toont aan dat sommige leerlingen meer baat zullen hebben bij een plaatje en anderen zullen er zelfs last van hebben. Op dit moment wordt daar echter geen rekening mee gehouden bij het geven van instructie of bij de ontwikkeling van rekenopgaven. Mogelijk bieden de resultaten uit dit onderzoek hierin aanknopingspunten en geeft het mogelijkheden voor het ontwikkelen van nieuwe reken- en instructiemethoden.

Rekenopgaven

Uit het bovenstaande komt naar voren dat plaatjes bij een rekenopgave veel gebruikt worden binnen rekenmethoden. In een aantal studies is gekeken naar de functie van plaatjes bij een opgave. Zo hebben sommige plaatjes alleen een illustratieve functie, soms wordt een plaatje gebruikt ter ondersteuning van de context en soms bevat een plaatje informatie die een leerling nodig heeft om het probleem op te lossen (Van Eerde, 2009). Crisp en Sweary (2006) geven aan dat leerlingen plaatjes kunnen zien als behulpzaam, maar ook als belastend. Volgens Crisp en Sweary (2006) kan een verklaring hiervoor zijn dat het gebruik van een plaatje beïnvloed wordt door de mogelijkheden/vaardigheden die het kind bezit. Leerlingen die bijvoorbeeld slecht zijn in lezen zullen een plaatje als behulpzaam zien. Het toevoegen van plaatjes ter ondersteuning van een rekenopgave leidt echter niet altijd tot betere resultaten (Dewolf, Van Dooren, Cimen, & Verschaffel, 2014; Elia, Gagatsis, & Demetriou, 2007). Elia, Gagatsis en Demetriou (2007) tonen met hun onderzoek aan dat het gebruik van een informatief/ondersteunend plaatje voor problemen kan zorgen. Leerlingen maken meer fouten wanneer dit soort plaatjes gebruikt dienen te worden, omdat het interpreteren van een plaatje extra aandacht kost. Het kind moet namelijk informatie halen uit verschillende bronnen en deze met elkaar verbinden. Dit kan volgens Elia en collega's (2007) leiden tot het foutief

beantwoorden van een opgave. Ook Berends en Van Lieshout (2009) hebben onderzoek gedaan naar het effect van plaatjes op de prestaties van kinderen op rekenopgaven. De resultaten uit hun onderzoek tonen aan dat het toevoegen van plaatjes bij een geschreven opdracht niet zozeer leidt tot een verbetering van de prestaties voor zowel zwakke als sterke rekenaars. Dit komt doordat een opgave met een plaatje minder snel en minder accuraat wordt opgelost. Volgens Berend en Van Lieshout (2009) lijkt de oorzaak hiervan te liggen in een combinatie van een verhoogde hoeveelheid informatie die gebruikt moet worden en een beperkte werkgeheugencapaciteit.

Werkgeheugen

Een verklaring voor dit mogelijke verschil in het gebruik van plaatjes bij het oplossen van rekenkundige taken tussen leerlingen wordt door verschillende onderzoekers gezocht in het werkgeheugen (Barrouillet & Lépine, 2005; Berends & Van Lieshout, 2009; Holmes & Adams, 2006; Imbo & Vandierendonck, 2007; Swanson, Jerman, & Zheng, 2008). Volgens Berends en Van Lieshout (2009) wordt een kind met een beter werkgeheugen minder beïnvloed door een verhoging van de cognitieve belasting door illustraties dan kinderen met een minder goed werkgeheugen. Volgens Andersson en Lyxell (2007) hangt werkgeheugen samen met rekenprestaties. Zo stellen zij dat slechte rekenaars over minder werkgeheugencapaciteit beschikken.

Om te kijken waar de moeilijkheden binnen het werkgeheugen hun oorsprong vinden hebben Holmes en Adams (2006) onderzoek gedaan naar het werkgeheugen in relatie met rekenen. Zij tonen aan dat het visueel-ruimtelijk schetsblok, een onderdeel van het werkgeheugen, verantwoordelijk is voor de tijdelijke opslag en manipulatie van visuele en ruimtelijke informatie. Visueel-ruimtelijke vaardigheden zijn nodig om een opgave waarbij een plaatje gebruikt dient te worden goed te kunnen oplossen (Booth & Thomas, 1999). Kinderen halen eerder opgedane informatie op uit het visueel-ruimtelijke schetsblok wanneer zij nieuwe problemen moeten oplossen (Holmes & Adams, 2006). Wanneer kinderen te maken krijgen met nieuwe, complexe problemen kan het visueel-ruimtelijk schetsblok ondersteuning bieden bij het ontwikkelen van oplossingsstrategieën voor rekenopgaven. Een voorbeeld van een oplossingsstrategie binnen het ruimtelijk-visueel werkgeheugen is het kunnen maken van een inschatting van de grootte van een voorwerp. Met dit proces ontwikkelen de visueel-ruimtelijke vaardigheden die nodig zijn bij het oplossen van rekenopgaven zich verder. Het blijkt dat leerlingen die moeilijkheden hebben met rekenen, tevens tekorten hebben in het visueel-ruimtelijk schetsblok (Holmes & Adams, 2006).

Passolunghi en Pazzaglia (2005) zoeken een verklaring voor de verschillen in werkgeheugencapaciteit in de updateprocessen die plaatsvinden in het werkgeheugen. Deze updateprocessen zorgen ervoor dat het doelitem vastgehouden wordt in het geheugen tot een nieuw item arriveert. Kinderen die moeite hebben met het oplossen van rekenproblemen hebben volgens Passolunghi en Pazzaglia moeite met het ophalen van doelgerichte informatie en met het controleren en onderdrukken van andere, misschien ook relevante maar geen doelgerichte, informatie. Plaatjes bij een opgave of bij een tekst kunnen een opvallende informatiebron zijn (Pike, Barnes, & Barron, 2010). Kinderen die moeite hebben met het onderdrukken van irrelevante informatie zullen daarom eerder de informatie van de plaatjes gebruiken dan uit de tekst en hierop zullen zij dan ook hun antwoord baseren.

Zoals uit het bovenstaande naar voren komt blijkt werkgeheugen een rol te spelen bij het oplossen van rekenopgaven. Plaatjes lijken voor kinderen die zwakker zijn in rekenen als belastend ervaren te worden, omdat plaatjes in dit geval een extra cognitieve belasting opleveren. Hoe de leerlingen vervolgens de opgave oplossen is dus afhankelijk van de capaciteit van het werkgeheugen.

Huidig onderzoek

Uit het bovenstaande komt naar voren dat plaatjes als toevoeging van een rekenkundige opgave niet voor elk kind als behulpzaam worden ervaren. In het huidige onderzoek zal gekeken worden naar de samenhang tussen kijktijd en rekenniveau, maar ook het werkgeheugen zal hier in beschouwing worden genomen. Onderzocht zal worden of er een samenhang is tussen rekenniveau en het gebruik van plaatjes bij het oplossen van reken-/wiskundeopgaven. Daarbij zal gekeken worden naar het effect van het werkgeheugen op de relatie tussen kijktijd en rekenniveau. Net als in de onderzoeken van Hutzler en Wimmer (2004) en Mason, Pluchino, Tornatora en Ariasi (2013) wordt in deze studie kijktijd gebruikt als maat voor het gebruikmaken van een plaatje. Om te onderzoeken welke rol het rekenniveau en het werkgeheugen van kinderen hebben bij het gebruik van plaatjes, zijn in dit onderzoek twee typen rekenopgaven gebruikt. In het eerste type opgave is het plaatje behulpzaam en kan het ondersteuning bieden bij het oplossen van de opgave. In het tweede type toont het plaatje informatie die tegenstrijdig is aan de tekst. In de eerste conditie kan het gebruik van een plaatje een bruikbare strategie vormen, terwijl in de tweede conditie de informatie onderdrukt dient te worden.

Op basis van voorgaand onderzoek wordt verwacht dat kinderen met een lager rekenniveau een lagere werkgeheugencapaciteit hebben en daardoor plaatjes als een hogere

cognitieve belasting zullen ervaren (Andersson & Lyxell, 2007; Berends & Van Lieshout, 2009; Holmes & Adams, 2006). Deze kinderen zullen vermoedelijk meer tijd nodig hebben om informatie te verwerken en daardoor langer naar het plaatje kijken, met name in de tegenstrijdige conditie.

Aangenomen wordt dat werkgeheugen samenhangt met rekenniveau. Een hoger rekenniveau hangt in dit geval samen met een sterker werkgeheugen (Andersson en Lyxell (2007). Wanneer gecontroleerd wordt voor het werkgeheugen, wordt verwacht dat een hoger rekenniveau een kortere kijktijd voorspelt en dat dit effect wordt versterkt door het werkgeheugen. Dit effect zal het grootst zijn in de tegenstrijdige conditie, omdat hier wordt verwacht dat kinderen het meeste moeite zullen hebben met het integreren van de informatie uit het plaatje in de tekst. In dit onderzoek zal werkgeheugen gebaseerd worden op het visueel-ruimtelijke onderdeel. Hier is voor gekozen op basis van de literatuur, waardoor verwacht wordt dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen sterker samenhangt met het oplossen van rekenopgaven dan het verbaal werkgeheugen.

Als laatste zal gekeken worden naar de relatie tussen de kijktijd en het goed/fout beantwoorden van de opgave. In dit onderzoek wordt een langere kijktijd als een indicatie gezien dat kinderen meer moeite hebben om informatie uit tekst en plaatje met elkaar te integreren. Dat hoeft echter niet te betekenen dat zij als gevolg daarvan een rekenopgave fout zullen beantwoorden. Om die reden is in het huidige onderzoek tevens de relatie onderzocht tussen de kijktijd naar een plaatje en het goed/fout beantwoorden van de opgaven, zowel voor de behulpzame als de tegenstrijdige conditie. Verwacht wordt dat kinderen die langer naar een plaatje kijken ook meer geneigd zijn om gebruik te maken van dat plaatje. In de behulpzame conditie is dat een bruikbare strategie, maar in de tegenstrijdige conditie niet omdat het een verkeerd antwoord oplevert. Als deze verwachting klopt, dan zullen kinderen die langer naar een plaatje kijken in de tegenstrijdige conditie vaker een antwoord geven dat fout is op basis van de tekst, maar goed op basis van de informatie die in het plaatje is gegeven (Pike et al., 2010).

Methode

Participanten

Aan dit onderzoek hebben 68 leerlingen deelgenomen, nadat twee kinderen niet zijn meegenomen. Deze leerlingen hadden een ontwikkelingsperspectiefplan en rekenden op het niveau van groep 4.

De steekproef bestond uit 37 meisjes en 31 jongens ($M_{\text{leeftijd(in jaren)}} = 9.52$, $SD = .56$) uit groep 6 van het basisonderwijs. De leerlingen waren afkomstig uit drie klassen van drie verschillende scholen uit Utrecht gevestigd in de wijken Kanaleneiland, Overvecht en Vleuten. De scholen in dit onderzoek zijn etnisch gemengde scholen. Middels informed consent zijn de ouders op de hoogte gebracht van het onderzoek. Wanneer ouders niet mee wilden werken aan het onderzoek dienden zij dit via de toestemmingsbrief aan te geven.

Vijf kinderen hebben het Leeuwenspel (onderdeel van de werkgeheugentaak) niet kunnen maken. Na de onderzoeksdagen is in samenspraak met de leerkracht besloten dat deze kinderen het Leeuwenspel nog zouden maken. Achteraf bleek dit niet gebeurd te zijn.

Meetinstrumenten

Rekenvaardigheid. Om het rekenniveau te kunnen bepalen werd in deze studie gebruikgemaakt van de ruwe scores van de CITO Rekenen, verkregen via het Leerling Volg Systeem (LVS) (Centraal Instituut voor Toetsontwikkeling [CITO], 2013).

Werkgeheugentaak. Deze test is afgenomen om uit te sluiten, dan wel vast te stellen, of er mogelijk tekorten in het werkgeheugen zijn. Met deze werkgeheugentaak (het Leeuwenspel) werd zowel het visueel-ruimtelijke deel van het werkgeheugen gemeten. De score die uit de werkgeheugentaak komt, is een score tussen de 0 en de 1. De score voortkomend uit de test toont de capaciteit van het werkgeheugen, waarbij een 1 een grotere capaciteit van het werkgeheugen betekent.

De leerling kreeg een matrix met zestien vakjes met bosjes te zien, waarin leeuwen in verschillende kleuren op verschillende plekken tevoorschijn kwamen (Van de Weijer-Bergsma, 2013). De laatste plek waar een bepaalde kleur leeuw werd gezien moest onthouden worden. In het eerste level moest het kind de plek van de laatste rode leeuw onthouden. Bij het tweede level moest het kind de plek van de laatste rode leeuw en de laatste blauwe leeuw onthouden. Bij het derde level moesten de plekken van de laatste rode, blauwe en groene leeuw worden onthouden. Bij het vierde level, de plekken van de laatste rode, blauwe, groene en gele leeuw. En bij het laatste level, de plekken van de laatste rode, blauwe, groene, gele en paarse leeuw. In totaal maakte het kind 20 items, vier in elk level. Vooraf kreeg het kind een aantal oefenitems

Rekenopgaven en Eye-tracker. De leerlingen kregen opeenvolgend acht rekenopgaven te zien op een computerscherm. De rekenopgaven zijn gemaakt met behulp van rekenopgaven uit de leerlingenboeken eind groep 5 en begin groep 6 van de lesmethoden

Rekenrijk (Bokhove et al. 2009) en de Wereld in Getallen (Grootheest et al., 2011). Alle rekenopgaven bevatten een plaatje. De plaatjes hebben een verschillende functie:

1. Een rekenopgave met tekst en een behulpzame illustratie
2. Een rekenopgave met tekst en een tegenstrijdige illustratie

De behulpzame conditie is gebaseerd op het onderzoek van Berends en van Lieshout (2003).

De tegenstrijdige conditie is gebaseerd op het onderzoek van Crisp en Sweiry (2006).

Daarnaast kan met de tweede conditie gekeken worden of de leerling tegenstrijdige informatie weet te onderdrukken (Passolunghi & Pazzaglia, 2005; Pike et al., 2010).

Uit analyse is gebleken dat de correlatie tussen de twee vragen binnen de tegenstrijdige conditie niet significant is, $r = .13$, $p = .28$. Het bleek dat geen enkel kind bij een opgave de informatie uit het plaatje had gebruikt (Bijlage 1; figuur 4), dus is er voor gekozen om enkel de eerste opgave (Bijlage 1; figuur 3) mee te nemen in de analyses. Binnen de behulpzame conditie bleek er een middelmatige correlatie te zijn tussen de kijktijd bij beide opgaven, $r = .55$, $p < .001$. Daarom zijn in deze conditie beide opgaven meegenomen (Bijlage 1; figuur 1 en 2). Voor de analyses is de gemiddelde kijktijd op de behulpzame conditie gebruikt.

Hoe lang de kinderen naar een plaatje keken is gemeten met behulp van een eye-tracker (Tobii). Dit eye-trackersysteem meet en codeert waar een kind naar kijkt. Met dit systeem kan een nauwkeurige meting gedaan worden van de kijktijd van een kind naar het plaatje. Voorafgaand aan de opgaven is het systeem geijkt op de ogen van het betreffende kind. Met behulp van infraroodstraling kan het systeem aangeven waar de ogen van het kind op gericht zijn. De kijktijd die gebruikt werd voor de analyses in dit onderzoek, is de kijktijd die automatisch werd berekend door het eye-tracker systeem.

Procedure

Gedurende drie weken werden 70 kinderen getest met behulp van de eye-tracker. Het onderzoek met de eye-tracker is bij elk kind afzonderlijk afgenomen in een aparte, stille ruimte. Tijdens de uitleg voorafgaand aan de testafname werd tegen het kind gezegd dat hij of zij zo stil mogelijk op de stoel moest blijven zitten en met het gezicht altijd gericht naar het scherm, zodat het apparaat de ogen steeds goed in beeld had. Daarnaast werd aangegeven dat het kind moest proberen de vraag zo goed mogelijk en hardop te beantwoorden. De instructies werden grotendeels nageleefd en er zijn geen problemen naar voren gekomen. De eye-tracker werd voorafgaand aan de opgave geijkt, zodat het systeem de ogen op de juiste manier kon volgen. De vragen werden in willekeurige volgorde gepresenteerd op de eye-

tracker. Wanneer de acht vragen voorbij waren gekomen, sloeg de eye-tracker automatisch de gegevens van de desbetreffende leerling op. Gemiddeld duurde het gedeelte met de eye-tracker 10 á 15 minuten.

Voor de werkgeheugentaak had elke leerling een eigen computer nodig. Afhankelijk van de hoeveelheid computers op de locatie werden de leerlingen in groepjes meegenomen door de testleider om de werkgeheugentaak te maken. Deze taak duurde gemiddeld 25 minuten per kind. De leerlingen kregen allen een eigen nummer, zodat de gegevens anoniem behandeld konden worden. De gegevens zijn nadien handmatig uit de eye-tracker gehaald en in SPSS gezet.

Data-analyse

De variabele kijktijd op de behulpzame conditie is gevormd door de gemiddelde kijktijd in seconden van beide vragen te maken. Kijktijd voor de tegenstrijdige conditie is gebaseerd op één vraag (Bijlage 1; figuur 3). Tijdens de analyses werd gewerkt met de absolute kijktijd, omdat de teksten qua lengte met elkaar overeenkomen. De ruwe scores van CITO Rekenen zijn gebruikt voor de analyses. De samenhang is geanalyseerd met behulp van een Pearson correlatie. Daarnaast is de relatie tussen kijktijd en rekenniveau en daarbij de rol van werkgeheugen geanalyseerd met behulp van een regressie-analyse, waarbij werkgeheugen als covariaat is meegenomen. Als laatste is met behulp van een logistische regressie en een multinomiale regressie gekeken of kijktijd een voorspeller is voor de juistheid van het gegeven antwoord.

De effectgroottes kunnen als volgt geïnterpreteerd worden: een effect tussen de 0.1 en 0.5 wordt als klein beschouwd, een effectgrootte tussen de 0.5 en 0.8 als middelmatig en een effectgrootte vanaf 0.8 als groot (Cohen, 1988).

Resultaten

In Tabel 1 zijn de beschrijvende statistieken gepresenteerd. Het gemiddelde op CITO Rekenen ligt lager dan het landelijk gemiddelde ($M = 82.16$, $SD = 14.52$) (Centraal Instituut voor Toetsontwikkeling [CITO], 2013). Tevens blijkt dat langer werd gekeken naar het plaatje in de tegenstrijdige conditie dan naar dat in de behulpzame conditie (Tabel 1). De standaarddeviaties zijn, in verhouding tot de gemiddelde kijktijd, hoog.

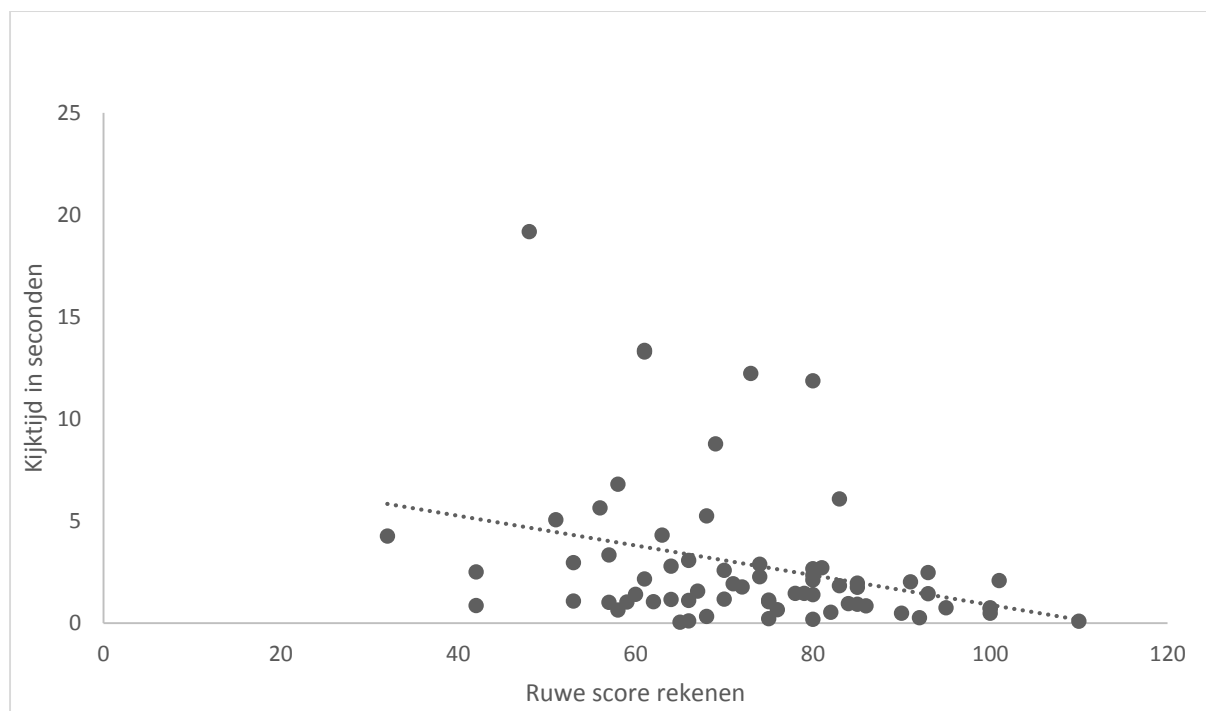
Tabel 1

Beschrijvende Statistiek

	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
CITO Rekenen	68	72.91	15.61
Leeuwenspel	65	.68	.16
Kijktijd behulpzaam	68	2.86	3.65
Kijktijd tegenstrijdig	68	5.40	5.80

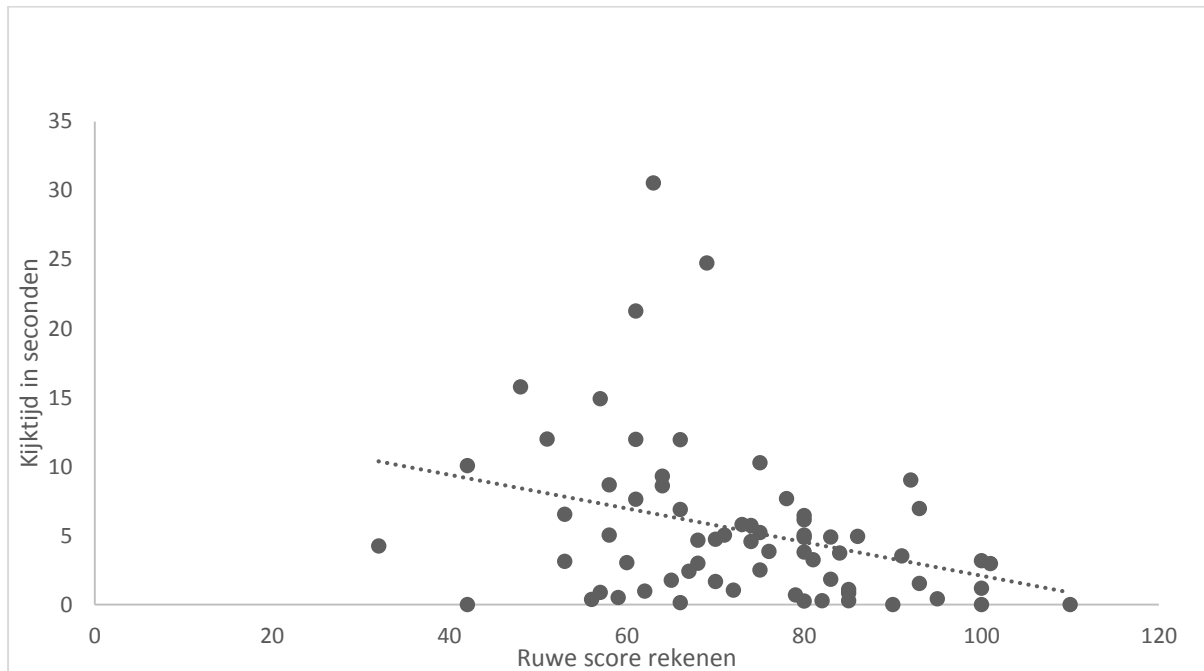
Samenhang kijktijd en rekenniveau

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden is er allereerst gekeken of er een samenhang is tussen het rekenniveau en de kijktijd op zowel de behulpzame als de tegenstrijdige conditie met behulp van een Pearson correlatie. In de behulpzame conditie komt een zwakke, negatieve correlatie naar voren, $r = -.31$, $p = .01$ (zie figuur 1). Dat betekent dat conform de verwachting kinderen met een lager rekenniveau langer naar het plaatje keken en kinderen met een hoger rekenniveau korter.



Figuur 1. Samenhang rekenniveau en kijktijd behulpzame conditie.

In de tegenstrijdige conditie blijkt tevens een zwakke, negatieve correlatie aanwezig te zijn, $r = -.33$, $p = .006$. (zie figuur 2). Dit laat zien dat kinderen met een hogere score op rekenen minder lang naar de plaatjes keken.



Figuur 2. Samenhang rekenniveau en kijktijd tegenstrijdige conditie

Tabel 2

Significante Correlaties tussen Werkgeheugen en Kijktijd (KT)

	<i>r</i>	<i>p</i>
Werkgeheugen – KT behulpzaam	-.23	.70
Werkgeheugen – KT tegenstrijdig	-.19	.14
KT behulpzaam – KT tegenstrijdig	.51	< .001

Uit Tabel 2 blijkt dat werkgeheugen niet significant samenhangt met de kijktijd op beide condities. Aangenomen is echter dat werkgeheugen en rekenniveau met elkaar samenhangen. Uit de analyse komt een zwakke, positieve samenhang naar voren, $r = .36$, $p = .003$. Dit betekent conform de aanname dat een hogere score op rekenen ook een hogere score op werkgeheugen inhoudt.

Uit de correlatie-analyses blijkt dus dat er een samenhang is tussen kijktijd en rekenniveau en tussen werkgeheugen en rekenniveau. Om te kijken of werkgeheugen een modererende rol speelt in de relatie tussen kijktijd en rekenniveau is werkgeheugen opgenomen als covariaat in een regressie-analyse. Allereerst is het model met betrekking tot de behulpzame conditie getoetst. Dit model verklaart 28,8% van de variantie in kijktijd, $R^2 = .083$, $F(2, 62) = 2.80$, $p = .068$. Dit betekent dat wanneer gecontroleerd wordt voor

werkgeheugen rekenniveau geen significante voorspeller voor kijktijd blijkt, in tegenstelling tot de hypothese. Op de tegenstrijdige conditie verklaart het model 31,1% van de variantie in kijktijd, $R^2 = .096$, $F(2,62) = 3.31$, $p = .043$. Wanneer gecontroleerd wordt voor werkgeheugen blijkt rekenniveau een significante voorspeller voor kijktijd. Uit de analyse komt naar voren dat werkgeheugen echter geen effect heeft bovenop de relatie tussen rekenniveau en kijktijd, $\beta = -.09$, $t = -.69$, $p = .49$. Wel blijkt rekenniveau een voorspeller te zijn voor kijktijd, $\beta = -.27$, $t = -2.06$, $p = .043$. Wanneer het rekenniveau toeneemt wordt de kijktijd lager. Dit effect wordt niet gemodereerd door werkgeheugen, in tegenstelling tot de hypothese.

Kijktijd voorspeller voor het antwoord

Voor de laatste onderzoeksvraag is onderzocht of kijktijd een voorspeller is voor het gegeven antwoord. Deze analyse is uitgevoerd met een enkelvoudige logistische regressie op de individuele opgaven. Uit de analyse blijkt dat kijktijd geen significante voorspeller is voor het antwoord op de eerste opgave, $\chi^2(1) = .005$, $p = .94$. Dat betekent dat kinderen die langer naar een behulpzaam plaatje kijken niet vaker een goed of fout antwoord geven. Voor de tweede opgave in de behulpzame conditie blijkt kijktijd wel een significante voorspeller voor het antwoord te zijn, $\chi^2(1) = 5.87$, $p = .015$. De odds ratio blijkt lager dan 1, namelijk .82. Dit betekent dat wanneer de kijktijd langer wordt, de kans op een goed antwoord kleiner wordt dan op een fout antwoord. Voor beide opgaven is een ander resultaat gevonden waarbij het resultaat voor de tweede vraag conform de verwachting is.

Ten slotte is gekeken naar de rekenopgave binnen de tegenstrijdige conditie. Deze vraag had drie antwoordcategorieën, namelijk 'fout', 'goed op basis van de tekst' en 'goed op basis van het plaatje'. De analyse is uitgevoerd met behulp van een multinomiale logistische regressie, waarbij 'goed op basis van de tekst' als referentiecategorie is genomen. Kijktijd blijkt een significant effect te hebben op het antwoord, $\chi^2(2) = 10.23$, $p = .006$. Als wordt gekeken naar de richting van het effect blijkt kijktijd een significantie voorspeller te zijn voor de kans dat het antwoord 'goed op basis van de plaatje' groter is dan 'goed op basis van de tekst', $b = .20$, Wald $\chi^2(1) = 6.79$, $p = .009$. De odds ratio is groter dan 1, namelijk 1.22. Dit wil zeggen dat wanneer de kijktijd langer wordt, de kans groter wordt om het antwoord te geven 'goed op basis van de plaatje' dan 'goed op basis van de tekst'.

Conclusie en discussie

Het doel van dit onderzoek was om meer informatie te verkrijgen over het gebruik van plaatjes bij rekenopgaven. Hierbij werd gekeken naar de relatie tussen rekenniveau en de kijktijd naar een plaatje. De plaatjes behoorden binnen een behulpzame conditie, waarbij het plaatje ondersteunende informatie geeft, en een tegenstrijdige conditie, waar het plaatje informatie bevatte die tegenstrijdig was aan wat er in de tekst werd gezegd. Werkgeheugen bleek uit voorgaand onderzoek een rol te spelen bij het oplossen van rekenopgaven en werd daarom toegevoegd als covariaat aan de analyse.

Allereerst werd gekeken naar de samenhang tussen het rekenniveau en het gebruik van een plaatje (geoperationaliseerd als kijktijd) op beide condities. In lijn met de verwachting komt uit de analyses naar voren dat voor beide condities een zwakke, negatieve correlatie bestaat. Dit houdt in dat naarmate de leerling sterker is in rekenen, de kijktijd naar het plaatje lager is. De kinderen met een lagere score op rekenen ervaren de plaatjes als een grotere cognitieve belasting, waardoor zij meer moeite hebben met het verwerken van de informatie (Holmes & Adams, 2006). Dit leidt ertoe dat zij langer de tijd nodig zullen hebben om de informatie uit het plaatje te integreren met de tekst. Op de tegenstrijdige conditie zullen de kinderen ook de onnodige informatie dienen te onderdrukken, wat extra tijd kost. Dat het hier gaat om een zwakke relatie is hoogstwaarschijnlijk te verklaren door een kleine, selecte steekproef. Hierdoor zijn de resultaten nauwelijks generaliseerbaar naar de algehele populatie. Daarnaast zijn er grote verschillen tussen leerlingen in kijktijd die niet volledig te verklaren zijn door rekenniveau en werkgeheugen alleen. Te zien in figuur 1 en 2 is dat, zeker bij een zwakkere score op rekenen, de spreiding groot is. In dit onderzoek deden drie scholen mee, waarvan één een zwakke school genoemd kan worden. Mede door de kleine steekproef beïnvloeden de uitschieters de gemiddelde score sterker. Waarschijnlijk zijn hier andere variabele(n) die ook van belang zijn, denk bijvoorbeeld aan geslacht. Om te bepalen welke variabele(n) dat zijn zal nader onderzoek nodig zijn, waarin wordt gekeken naar de gemeenschappelijke eigenschap(en) van kinderen met een lange kijktijd.

Wanneer werkgeheugen meegenomen wordt als covariaat in een regressie-analyse komt naar voren dat rekenniveau kijktijd significant voorspelt op de tegenstrijdige conditie, maar dat er geen significant effect is van werkgeheugen op deze relatie. Op de behulpzame conditie blijkt rekenniveau niet significant de kijktijd te voorspellen wanneer gecontroleerd wordt voor werkgeheugen, in tegenstelling tot de hypothese. Dit is een opvallende bevinding, omdat uit de literatuur naar voren komt dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen een rol speelt bij het oplossen van rekenopgaven (Barrouillet & L epine, 2005; Berends & Van

Lieshout, 2009; Holmes & Adams, 2006; Imbo & Vandierendonck, 2007; Swanson et al., 2008). Een verklaring voor deze bevinding kan zijn dat het gebruik van plaatjes niet alleen bekeken moet worden vanuit kijktijd, maar ook vanuit kijkfrequentie. Hoe vaak kinderen wisselen zegt iets over hoe efficiënt zij de opgave oplossen (Mason, Pluchino, Tornatora, & Ariasi, 2013). Dit zou aanvullende informatie kunnen geven over hoe vaak het plaatje gebruikt dient te worden, voordat het werkgeheugen de informatie uit het plaatje integreert met de tekst. Een andere verklaring voor de tegenstrijdige resultaten kan zijn dat niet alleen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen, maar ook de fonologische component van het werkgeheugen een rol speelt bij het oplossen van rekenopgaven (Swanson et al., 2008). Omdat de rekenkundige problemen worden gepresenteerd met behulp van een tekst en een plaatje en het decoderen en het begrip daarvan is gebaseerd op het fonologische systeem, zal dit systeem ook een rol kunnen spelen bij het gebruikmaken van een plaatje. Toekomstig onderzoek zou de rol van de fonologische component van het werkgeheugen mee kunnen nemen om te kijken of deze wel degelijk de relatie tussen rekenniveau en kijktijd beïnvloedt.

Als laatste is gekeken naar kijktijd als voorspeller voor het antwoord, om te kijken wat kijktijd zegt. Binnen de behulpzame conditie blijkt op vraag 4 kijktijd een significante voorspeller van het antwoord. Naarmate de kijktijd langer wordt, wordt de kans op een goed antwoord kleiner. Uit dit onderzoek komt naar voren dat leerlingen die zwakker scoren op rekenen langer kijken, maar dit betekent in dit geval dat de kans op een goed antwoord kleiner wordt. Mogelijk kan een plaatje door kinderen die zwakker zijn in rekenen als belastend worden ervaren (Andersson & Lyxell, 2007; Berends & Van Lieshout, 2009). Door een minder grote werkgeheugencapaciteit en een verhoogde cognitieve belasting wordt de opgave minder accuraat opgelost, waardoor er vaker fouten gemaakt worden (Barrouillet & Lépine, 2005; Berends & Van Lieshout, 2009; Elia et al., 2007). Binnen deze behulpzame conditie is echter één vraag niet en één vraag wel significant. Dat dit onderling verschilt kan mogelijk verklaard worden door de moeilijkheidsgraad van de opgave. Bij de tweede vraag binnen de behulpzame conditie zijn de getallen groter en zullen kinderen die zwakker zijn in rekenen dit eerder fout doen. De grotere getallen vragen vermoedelijk om een andere oplossingsstrategie die mogelijk meer werkgeheugencapaciteit eist. In combinatie met het integreren van het plaatje met de tekst, zal dit een extra belasting zijn waardoor het plaatje voor hen geen ondersteuning biedt (Barrouillet & Lépine, 2005). Daarnaast meten beide vragen een ander aspect van het rekenen (Elia et al., 2007). Zo meet de eerste vraag of het kind kan delen en de tweede vraag of het kind kan aftrekken. Dit in combinatie met de

moelijkheid van de vraag zou het verschil tussen de twee vragen kunnen verklaren. Daarom is het niet eenvoudig om hier een uitspraak over te doen. In toekomstig onderzoek is het belangrijk om ervoor de zorgen dat de opgaven per conditie sterker op elkaar lijken, hierbij rekening houdend met de moeilijkheidsgraad van de vraag. Daarnaast kan in vervolgonderzoek gekeken worden naar de relatie tussen de moeilijkheidsgraad van de opdracht en het gebruik van plaatjes.

Als laatste is geanalyseerd of kijktijd een voorspeller is voor het antwoord binnen de tegenstrijdige conditie. Deze conditie bevat drie antwoordmogelijkheden. Uit de analyse blijkt dat kijktijd het antwoord voorspelt. Wanneer gekeken wordt naar de richting van het effect blijkt dat bij kinderen die langer naar het plaatje kijken, de kans op een ‘antwoord op basis van het plaatje’ groter is. Dit is in lijn met de verwachting en bevestigt dat deze leerlingen het lastig vinden om informatie uit de tekst en uit het plaatje met elkaar te integreren (Elia et al., 2007).

Conclusie

In dit onderzoek is een relatie gevonden tussen rekenniveau en het gebruik van plaatjes bij een rekenopgave gebaseerd op kijktijd. Daarnaast blijkt dat het gebruik van een plaatje de nauwkeurigheid waarmee een opgave wordt beantwoord niet altijd positief beïnvloedt. Er is gebleken dat er grote verschillen zijn tussen leerlingen. Deze verschillen kunnen echter niet alleen verklaard worden door rekenniveau en werkgeheugen. Hiervoor is meer onderzoek nodig om dit vast te kunnen stellen. De huidige studie heeft echter wel een bijdrage geleverd aan de huidige praktijk en biedt aanknopingspunten voor toekomstig onderzoek.

Referenties

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction, 16*, 183-198.
- Andersson, U., & Lyxell, B. (2007). Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? *Journal of Experimental Child Psychology, 96*, 197-228.
- Barrouillet, P., & L epine, R. (2005). Working memory and children's use of retrieval to solve addition problems. *Journal of Experimental Child Psychology, 91*, 183-204.
- Berends, I. E., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2009). The effect of illustrations in arithmetic problem-solving: Effects of increased cognitive load. *Learning and Instruction, 19*, 345-353.
- Bokhove, J., Borghouts, C., Buter, A., Kuipers, K., Veltman, A., & Swart, E. (2009). Rekenrijk 6a. Groningen / Houten: Noordhoff Uitgevers.
- Booth, R. D. L., & Thomas, M. O. J. (1999). Visualization in mathematics learning: Arithmetic problem-solving and student difficulties. *Journal of Mathematical Behavior, 18*, 169-190.
- Centraal Instituut voor Toetsontwikkeling. (2013). *Toetsscore, vaardigheidsscore... en dan?* Op 9 november ontleend aan:
http://www.cito.nl/~media/cito_nl/files/primair%20en%20speciaal%20onderwijs/cito_toets_score_vaardigheidsscore_en_dan.ashx
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Crisp, V., & Sweiry, E. (2006). Can a picture ruin a thousand words? The effects of visual resources in exam questions. *Educational Research, 48*, 139-154.
- Dewolf, T., Van Dooren, W., Cimen, E. E., & Verschaffel, L. (2014). The impact of illustrations and warnings on solving mathematical word problems realistically. *Learning, Instruction, and Cognition, 82*, 103-120.

- Elia, I., Gagatsis, A., & Demetriou, A. (2007). The effects of different modes of representation on the solution of one-step additive problems. *Learning and Instruction, 17*, 658-672.
- Gravemeijer, K., & Doorman, M. (1999). Context problems in realistic mathematics education: A calculus course as an example. *Educational Studies in Mathematics, 39*, 111–128.
- Grootheest, van, L., Huitema, S., Hijum, van, R., Nillesen, C., Osinga, H., Veltman, H., & Wetering, van de, M. (2011). De wereld in getallen. Rekenboek 5b. 's-Hertogenbosch: Malmberg
- Grootheest, van, L., Huitema, S., Hijum, van, R., Nillesen, C., Osinga, H., Veltman, H., & Wetering, van de, M. (2011). De wereld in getallen. Rekenboek 6a 's-Hertogenbosch: Malmberg
- 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.
- Hutzler, F., & Wimmer, H. (2004). Eye movements of dyslexic children when reading in a regular orthography. *Brain and Language, 89*, 235-242.
- Imbo, I., & Vandierendonck, A. (2007). Do multiplication and division strategies rely on executive and phonological working memory resources? *Memory & Cognition, 35*, 1759–1771.
- Mason, L., Pluchino, P., Tornatora, M., & Ariasi, N. (2013). An eye-tracking study of learning from science text with concrete and abstract illustrations. *Journal of Experimental Education, 81*, 356-384.
- Passolunghi, M., & Pazzaglia, F. (2005). A comparison of updating processes in children good or poor in arithmetic word problem-solving. *Learning and Individual Differences, 15*, 257-269.
- Pike, M. M., Barnes, M. A., & Barron, R. W. (2010). The role of illustrations in children's inferential comprehension. *Journal of Experimental Child Psychology, 105*, 243-255.
- Swanson, H. L., Jerman, O., & Zheng, X. (2008). Growth in working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology, 100*, 343-379.
- Van der Weijer-Bergsma, E. (2013). Handleiding online werkgeheugentaak voor kinderen. Retrieved from E. van der Weijer-Bergsma.

Van Eerde, H. A. A. (2009). Rekenen-wiskunde en taal: een didactisch duo. *Panama-Post*, 28, 19-32.

Bijlage 1

Behulpzame conditie

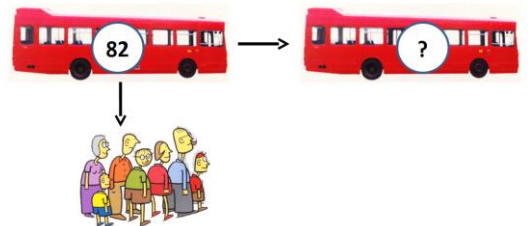
Figuur 1

Er kunnen 6 potjes in 1 doos.
Hoeveel dozen heb je nodig om
18 potjes op te ruimen?



Figuur 2

Er zitten 82 mensen in de bus.
7 mensen stappen uit. Hoeveel
mensen blijven in de bus?



Tegenstrijdige conditie

Figuur 3

Sef vangt 4 vissen. Elke vis weegt 250 gram.
Hoeveel gram heeft Sef in totaal gevangen?



Figuur 4

Mila en Fatima gaan samen op vakantie naar
Griekenland. De vliegtreis kost €1275,- en het
hotel kost €715,-. Hoeveel is dit samen?



