

Titel en themagebied
Cognition, Learning and Instructional Design
Naam en studentnummer
Mariëlle van der Vliet 3918513
Begeleidende docent
Noortje Coppens
Tweede beoordelaar
Margot van Wermeskerken
Datum
6 Juni 2016

Automatiseren en Bewegen

Master Thesis

Cognition, Learning and Instructional Design

Universiteit Utrecht, 2016

Cursus code: 200700224

Mariëlle van der Vliet, 3918513

Eerste begeleider Noortje Coppens

Tweede begeleider Margot van Wermeskerken

Aantal woorden: 6151

Samenvatting

Probleemstelling. Vanuit de zorg om de gezondheid van kinderen is de afgelopen jaren steeds meer aandacht voor het belang van bewegen. In verschillende onderzoeken is naast het positieve effect op de gezondheid ook gevonden dat meer bewegen een positieve invloed heeft op het leren van kinderen. Zo heeft bewegen een positieve invloed op het vermogen om cognitieve problemen op te lossen. Het huidige onderzoek bekijkt de invloed van de timing van bewegen op het automatiseren van rekenaars. Het directe verband tussen bewegen en automatiseren is nog niet aangetoond. De timing van het bewegen kan van invloed zijn op het leren van kinderen en daarmee eveneens op het automatiseren. Of dit zo is, wordt in dit onderzoek bekeken. De onderzoeksvraag luidt dan ook: wat is voor kinderen in groep 4 het effect van de timing (voor of tijdens) van bewegen op het automatiseren van de tafel van 7 op korte en langere termijn?

Methode. Op drie verschillende manieren is door kinderen in groep 4 van het Nederlandse basisonderwijs geoefend met de tafel van 7. Gedurende twee weken oefenden de kinderen zes keer op de manier die bij hun conditie hoorde. Binnen iedere conditie werd op een ander moment bewogen (voor of tijdens de activiteit). De kinderen in de controleconditie bewogen niet. De kennis van de kinderen werd op drie momenten getest door middel van een tempotoets.

Resultaten. Uit analyse van de resultaten bleek dat er een significant verschil was in scores op de post test en de retentie test. Dit verschil werd alleen gevonden tussen de groep leerlingen die voor het oefenen hebben bewogen en de kinderen die helemaal niet hebben bewogen. Toen de beide bewegen condities gezamenlijk werden vergeleken met de controle conditie was er geen significant verschil.

Conclusie. Dit onderzoek kan het positieve effect van bewegen niet bevestigen. Er is namelijk geen verschil waar te nemen tussen de kinderen die hebben bewogen voor of tijdens het

oefenen en de kinderen die niet hebben bewogen. Dit is in tegenstelling tot de verwachtingen en de resultaten uit eerder onderzoek. De timing van het bewegen is echter wel van belang. Kinderen die vóór het oefenmoment hadden bewogen, scoorden namelijk significant hoger op de tempotoetsen. Hierdoor kan gesteld worden dat door het bewegen voor het oefenen te laten plaatsvinden de leerlingen de tafel van 7 beter beheersen.

Keywords: bewegen, fysieke activiteit, automatiseren,

De afgelopen jaren is in de politiek en de maatschappij herhaaldelijk aandacht geweest voor het teruglopen van de toetsscores voor wat betreft de basisvaardigheden bij rekenen van Nederlandse kinderen. Zo kopte het AD in 2014 ‘Nederlanders kunnen niet meer rekenen’ naar aanleiding van het PISA onderzoek (OECD, 2014). In het PISA 2012 onderzoek wordt duidelijk dat jongeren in de afgelopen jaren minder zijn gaan scoren op het onderdeel rekenen. Nederland staat nog wel in de top tien, maar de exacte scores dalen. Volgens Ruijsenaars, Van Luit, en Van Lieshout (2004) is het automatiseren van de basisvaardigheden van belang voor het aanleren van vaardigheden op hoger cognitief niveau. Caron (2007) stelt zelfs dat het gebrek aan basisvaardigheden voor het rekenen, zoals de plus- en minsommen tot 100 en (deel)tafels van vermenigvuldigen, het verdere leerproces van kinderen op het gebied van rekenen bemoeilijkt. De basisvaardigheden vormen de basis voor het begrijpen en toepassen van het latere rekenen en wiskunde. Het tekortschieten in basisvaardigheden en daarmee de dalende trend in de scores kan grote impact hebben op het rekenniveau en daarmee op het onderwijsniveau als geheel. Hierdoor lopen we als land het risico dat we minder hoogopgeleide mensen krijgen en indirect minder economische groei doormaken. Specifieke aandacht voor de basisvaardigheden binnen het rekenonderwijs op de Nederlandse scholen is daarom van belang (Van Kraayenoord & Elkins, 2004).

De terugloop in basisvaardigheden van het rekenen wordt toegeschreven aan het gebruik van realistische rekenmethodes in het Nederlandse basisonderwijs (Ruijsenaars et al., 2004; Van de Craats, 2007). Het vormen van zinvolle oplossingsstrategieën om abstracte sommen op te lossen en deze vervolgens te automatiseren, is precies het punt waarop veel realistische methodes tekort schieten (Ruijsenaars et al., 2004; Van de Craats, 2007). Het leren van bijvoorbeeld de tafels van vermenigvuldiging (de tafels) vanuit een context maakt dat kinderen in hun gedachten de sommen kunnen laten aansluiten bij wat ze al weten (Schliemann, & Carraher, 2002). Het leren vanuit een context maakt echter ook dat veel

kinderen niet uit zichzelf komen tot een effectieve strategie bij het oplossen van tafelsommen (Wong & Evans, 2007). Om te komen tot effectieve strategieën voor het oplossen van sommen die vallen onder de basisvaardigheden hebben kinderen een aangepast, aanvullend programma nodig en veel extra oefentijd (Van Kraayenoord & Elkins, 2004). De inhoud van het aanvullende programma wordt in het betreffende onderzoek niet gedefinieerd. Om een zinvolle invulling te geven aan het aanvullende programma wordt er in het huidige onderzoek bekeken wat leerkrachten kan helpen om de geringe tijd die beschikbaar is zinvol te besteden aan iets wat noodzakelijk is voor het verdere onderwijs van de kinderen.

Recent onderzoek laat zien dat bewegen een positief effect heeft op het leren van kinderen. Zo hebben Hartman et al. (2015) en Donnelly en Lambourne (2011) gevonden dat bewegen een positieve invloed heeft op de schoolprestaties. Zij hebben echter geen onderscheid gemaakt in de timing van het bewegen. Daarnaast is een direct verband tussen bewegen en automatiseren (specifiek deel van het leren van kinderen) nog niet eerder gelegd. Het huidige onderzoek zal zich daarom concentreren op zowel de timing van het bewegen als op het verband tussen bewegen en automatiseren.

Automatiseren van tafels

De inefficiënte strategieën die kinderen zelf ontwikkelen voor het oplossen van tafelsommen leveren niet voldoende snelheid op bij het oplossen van de sommen (Fuson, 2003). Hierdoor komen ze niet tot het niveau van automatiseren. Dit terwijl het voor het oplossen van complexere rekenopdrachten van belang is dat kinderen snel en accuraat eenvoudige antwoorden rechtstreeks uit hun langetermijngeheugen kunnen halen. De snelle toegang tot antwoorden op basisbewerkingen maakt dat kinderen meer cognitieve capaciteit overhouden in hun werkgeheugen voor het daadwerkelijk oplossen van het probleem (DeStefano & LeFevre, 2004). Oefenen om te komen tot automatiseren kan op verschillende manieren. Zo heeft Knowles (2010) gevonden dat iedere dag onder tijdsdruk oefenen een

effectieve manier is. Caron (2007) benoemt dat het effectiever is wanneer kinderen bij het dagelijks oefenen de juiste antwoorden beschikbaar hebben dan wanneer dat niet het geval is. Wong en Evans (2006) onderstrepen het belang van herhalen en oefenen met intensieve begeleiding van de leerkracht. Burns (2005) heeft gevonden dat wanneer nieuw te automatiseren sommen worden aangeboden gemengd met al wel geautomatiseerde sommen, de nieuwe antwoorden eerder worden onthouden. Bij alle bovengenoemde onderzoeken zitten kinderen aan hun tafel en werken ze met pen en papier of achter een computer. Hierbij bewegen de kinderen weinig. Hartman et al. (2015) hebben echter gevonden dat bewegen een positieve invloed heeft op het leren van kinderen als geheel en op het rekenen specifiek. Wellicht bestaat het verband tussen bewegen en automatiseren eveneens.

Bewegen en leren

Leijenaar (2014) beschrijft dat bewegen een grote invloed heeft op de werking van het langetermijngeheugen. Hij omschrijft dat fysieke activiteit zorgt voor een betere doorbloeding van de **hersenen**. Dit leidt tot een verhoogde zuurstofopname en een verhoging van de aanmaak van endorfine. Beide zorgen op hun beurt voor een verbetering in leren.

Vanuit de zorg om de gezondheid van Nederlandse kinderen is de afgelopen jaren steeds meer aandacht voor bewegen door kinderen. Hartman et al. (2015) hebben vanuit die zorg de invloed van fysieke activiteit op schoolprestaties en andere cruciale cognitieve functies bij kinderen in het primair onderwijs onderzocht. Matig intensief tot intensief bewegen is niet alleen belangrijk voor de gezondheid, maar heeft eveneens een positieve invloed op de schoolprestaties (Hartman et al., 2015). Fysieke activiteit heeft direct een middelgroot positief effect op de hersenactiviteit van basisschoolkinderen (Hartman et al., 2015). In het bewegingsprogramma van Hartman et al. (2015) moesten kinderen tijdens het bewegen reken- of taalopgaven oplossen. De opgaven waren automatiseringsopgaven (rekenen) en herhalingsopdrachten (taal). Kinderen antwoordden door een specifieke

beweging te maken en terwijl ze nadachten waren ze aan het joggen. Het onderzoek naar het effect van deze manier van werken duurde twee jaar. Uit het onderzoek blijkt dat kinderen direct na het bewegen meer aandacht hadden voor hun taak. Daarnaast blijkt het bewegen tijdens de activiteit een positief effect te hebben op de prestaties op gestandaardiseerde toetsen. Rasberry et al. (2011) bevestigen dit positieve effect van bewegen in hun reviewstudie, al maken zij geen onderscheid in de timing van het bewegen.

Mate van bewegen. Bewegen wordt in het huidige onderzoek, in navolging van Caspersen, Powell en Christenson (1985), gedefinieerd als een door skeletspieren geproduceerde beweging die gepaard gaat met een toename van het energieverbruik. In dit onderzoek wordt gesproken over matig intensief bewegen wanneer bij kinderen een verhoogde hartslag en ademhalingsritme plaatsvindt (Leijenaar, 2015). Matig intensief bewegen leidt onder andere tot een toename van de doorbloeding in verschillende gebieden van de hersenen, wat op zijn beurt weer leidt tot onder andere een hogere concentratie (Stegeman, 2007; Thomas, Dennis, Bandettini, & Johansen-Berg, 2012). Kwak et al. (2009) vonden als gevolg van het bewegen een hogere concentratie, een verbetering van het geheugen en een verbetering van gedrag in de klas.

Timing van bewegen. Matig intensief bewegen kan tijdens de gymlessen, zoals het ministerie van OCW voorstelt in hun plan van aanpak voor bewegingsonderwijs. Deze manier van extra bewegen heeft geen negatief effect op de schoolprestaties van kinderen (Rasberry et al., 2011). Het is echter effectiever om de fysieke activiteiten voor of tijdens overige (leer-) activiteiten te laten plaatsvinden (Donnelly & Lambourne, 2011). Deze bewegingsactiviteiten in de klas verhogen het vermogen om onder andere rekenproblemen op te lossen (Donnelly & Lambourne, 2011). Met bewegingsactiviteiten in de klas worden zowel korte bewegingsactiviteiten tussen de lessen als tijdens de lessen bedoeld. Het geven van een

antwoord door een bepaalde beweging te maken, zoals gedaan in het onderzoek van Hartman et al. (2015) is een voorbeeld van bewegen tijdens de les.

Bewegen en de rekenactiviteit. Bewegen tussen of tijdens de lessen verbetert de concentratie, het gedrag en het vermogen van leerlingen om rekenproblemen op te lossen (Donnelly & Lambourne, 2011; Käll, Nilsson & Lindén, 2014). In het onderzoek van De Greeff et al. (2014) bewegen kinderen terwijl ze rekenproblemen oplossen door te marcheren, joggen of springen. De rekenproblemen hebben in dat onderzoek betrekking op het herhalen en automatiseren van bekende concepten. Zij hebben gevonden dat fysieke fitheid positief samenhangt met prestaties op gebied van rekenen. Donnelly en Lambourne (2011) hebben gekeken naar het bewegen tijdens een les. Kinderen kregen bijvoorbeeld opdrachten waarbij ze moesten rennen naar het goede antwoord. Caterino en Polak (1999) daarentegen hebben zich geconcentreerd op bewegen vóór een taak. Zij hebben gevonden dat wanneer kinderen 15 minuten matig intensief bewegen vóór een taak, ze beter presteren op een cognitieve taak dan wanneer kinderen vooraf niet hebben bewogen. De vraag is of het voor de rekenprestaties en specifiek het automatiseren uitmaakt wanneer de kinderen bewegen, voor of tijdens de activiteit. In dit onderzoek zal worden vergeleken wat het effect is van de timing van het bewegen op het automatiseren.

Onderzoeksvraag. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat bewegen een positieve samenhang heeft met het vermogen om rekenproblemen op te lossen (Donnelly & Lambourne, 2011). Met het huidige onderzoek wordt een bijdrage geleverd aan de kennis over het verband tussen bewegen en automatiseren. Daarnaast wordt beoogd leerkrachten te inspireren tot het gebruik van een effectieve manier van het aanbieden van de tafels. Om het verband tussen het moment van bewegen en het automatiseren te onderzoeken is de volgende onderzoeksvraag geformuleerd: Wat is voor kinderen in groep 4 het effect van de timing

(voor of tijdens) van bewegen op het automatiseren van een tafel van 7 op korte en langere termijn?

Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden zijn vier deelvragen geformuleerd.

A) In hoeverre maakt bij kinderen in groep 4 de timing van bewegen (voor óf tijdens) bij het automatiseren van de tafel van 7 verschil op korte termijn.

B) In hoeverre maakt bij kinderen in groep 4 de timing van bewegen (voor óf tijdens) bij het automatiseren van de tafel van 7 verschil op langere termijn?

Verschillende onderzoeken tonen aan dat bewegen voor een activiteit een positief effect heeft (Käll et al., 2014). Andere onderzoeken hebben gekeken naar bewegen tijdens de activiteit en hebben daar een positief effect gevonden (Donnelly & Lambourne, 2011). Doordat fysieke activiteit een verhoogde zuurstofopname in de hersenen en een verhoging van de aanmaak van endorfine veroorzaakt (Leijenaar, 2014), wordt verwacht dat bewegen voor het oefenen een positiever effect heeft op het automatiseren dan bewegen tijdens het oefenen en niet bewegen. Dit omdat de kinderen voor het oefenen meer tijd hebben om te bewegen.

C) Wat is voor kinderen in groep 4 het effect van wel of niet bewegen (voor én tijdens) op het automatiseren van de tafel van 7 op korte termijn?

D) Wat is voor kinderen in groep 4 het effect van wel of niet bewegen (voor én tijdens) op het automatiseren van de tafel van 7 op langere termijn?

De verwachting bij deze deelvragen is dat bewegen, ongeacht de timing, een positief effect heeft op het geautomatiseerd hebben van de tafels van 7 op korte termijn. Dit omdat in het onderzoek van Hartman et al. (2015), Donnelly en Lambourne (2011) en Rasberry et al.(2011) is aangetoond dat bewegen een positief effect heeft op leerprestaties in het algemeen, zowel op korte als lange termijn.

Methode

Onderzoeksopzet

De opzet van dit kwantitatieve onderzoek was quasi-experimenteel. In het huidige onderzoek werd gekeken naar de effectiviteit van de interventie door middel van drie condities (controle, bewegen vooraf, bewegen tijdens). Uit praktische overwegingen is gekozen voor een quasi-experimentele opzet. Per klas werden kinderen ingedeeld in één conditie. Het was voor een groepsleerkracht moeilijk te organiseren wanneer ieder kind in de klas willekeurig ingedeeld zou worden in één van de condities. Het risico op beïnvloeding van de ene conditie door de andere conditie werd verkleind door het indelen per klas. Het nadeel van deze manier van indelen was dat de leerkracht en bijvoorbeeld de sfeer in de groep van invloed konden zijn op de score van de kinderen. Dit werd zoveel mogelijk ondervangen door een gedetailleerde handleiding te schrijven en bij de deelnemende leerkrachten te benadrukken dat zij zich strikt aan de voorschriften moesten houden. Iedere conditie bestond uit drie of vier klassen van verschillende scholen. Doordat drie of vier klassen samen in een conditie zaten, werd het effect van de omstandigheden van de klas verkleind.

Deelnemers en design

Dit quasi-experimentele onderzoek is gedaan met een gemakssteekproef onder 171 basisschoolkinderen verdeeld over acht scholen uit drie gemeenten in het oosten van Nederland. Het aantal kinderen per klas verschilde sterk ($M = 12.17$, $SD = 7.64$). Alle kinderen zaten in groep 4 op een reguliere openbare basisschool. Kinderen die afwezig waren bij pre-, post- en/of retentietest en kinderen die minder dan vier keer hebben kunnen oefenen, werden uitgesloten van deelname ($n = 19$). De gemiddelde leeftijd van de kinderen die hebben deelgenomen aan het volledige onderzoek was 7.80 jaar, met een standaard deviatie van .48.

Alle deelnemende scholen werkten met één van de vier meest gebruikte realistische rekenmethodes, waarin de tafel van 7 nog niet aan bod was geweest. De leerstof in het

onderzoek maakte wel deel uit van het verdere reguliere lesprogramma op de betrokken scholen. Hierdoor was toestemming van de directeur van de school voldoende om het onderzoek te doen. De ouders van de kinderen werden op de hoogte gesteld van de deelname aan het onderzoek door middel van een brief (Bijlage A). Hen werd de mogelijkheid geboden om aan te geven dat ze hun kind niet wilden laten deelnemen. De anonimiteit van de kinderen en de leerkrachten werd gegarandeerd door te werken met codes per school en klas.

In alle groepen werd voordat het onderzoek plaatsvond aandacht besteed aan het concept van vermenigvuldigen, het feit dat $[4 \times 8]$ hetzelfde is als $[8 \times 4]$ en dat $[A \times 0]$ altijd 0 is. De mogelijkheid tot het automatiseren van de tafels van 2,3,5 en 10 werd, voorafgaand aan het onderzoek, geboden binnen de realistische rekenmethode of op een additionele manier die per school verschillend kon zijn. Om de onderzoeksvraag te beantwoorden werden drie condities gecreëerd.

Controleconditie. De controleconditie bestond uit 51 kinderen uit vier verschillende groepen. De kinderen in de controleconditie bewogen tijdens een kwartier pauze weinig of niet (in ieder geval minder dan matig intensief). Deze pauze vond vlak voor het oefenmoment plaats. De leerkracht zorgde voor rustige spelletjes waaraan alle kinderen deel konden nemen of bood de mogelijkheid om ergens rustig te zitten. Direct na de pauze werd drie minuten geoefend. Tijdens het oefenen zaten de kinderen aan hun tafel. De sommen verschenen middels een PowerPointpresentatie tijdens het oefenen op het digibord. De leerkracht stimuleerde de kinderen om de sommen en de antwoorden hardop te zeggen.

Conditie 'Bewegen Vooraf'. De conditie 'Bewegen Vooraf' bestond uit 43 kinderen uit drie verschillende groepen. De kinderen in de conditie 'Bewegen Vooraf' bewogen in een kwartier pauze, vlak voor het oefenmoment, matig intensief. De leerkracht zorgde voor actieve spelletjes waaraan alle kinderen deelnamen. Het oefenen gebeurde in deze conditie op dezelfde manier als in de controleconditie.

Conditie ‘Bewegen Tijdens’. De conditie ‘Bewegen Tijdens’ bestond uit 57 kinderen uit drie verschillende groepen. De kinderen in de conditie ‘Bewegen Tijdens’ bewogen net als in de controleconditie tijdens een kwartier pauze weinig (in ieder geval minder dan matig intensief). De pauze vond plaats vlak voor het oefenmoment. Direct na de pauze werd drie minuten geoefend. Tijdens het oefenen stonden de kinderen in de buurt van hun tafel. De kinderen marcheerden, sprongen of maakten sprongen waarbij hun en armen en benen gespreid en gesloten werden (*jumping jacks*). Dezelfde PowerPointpresentatie als in de beide andere condities werd gebruikt.

Instrumenten

De voorkennis van de kinderen met betrekking tot de tafel van 7 werd getest met een tempotoets (pre-test; zie Bijlage B). De post-test en de retentie-test werden met een vergelijkbare tempotoets getest. De kinderen kregen bij iedere test één minuut de tijd om zoveel mogelijk tafelsommen op te lossen (Mullender-Wijnsma et al., 2014). De testen bestonden ieder uit 60 willekeurig geselecteerde sommen uit de tafel van 7, net als in het onderzoek van Wong en Evans (2006). De vier meest gebruikte rekenmethodes geven tafelsommen in horizontale rijtjes van vijf weer (Bijlage B). In lijn daarmee werden voor de tempotoetsen de sommen zo weergegeven, ten behoeve van de herkenbaarheid voor de kinderen.

De pre-test was een schriftelijke test. Deze werd gegenereerd met behulp van het *webbased* programma ‘Ambrasoft’. Dit programma staat los van de vier meest gebruikte rekenmethodes in het Nederlandse basisonderwijs, maar wordt volgens Ambrasoft.nl op meer dan 5000 van de Nederlandse scholen gebruikt om te oefenen en additionele rekenwerkbladen te genereren. De post-test en de retentie-test werden door hetzelfde programma gegenereerd maar hadden een andere willekeurige volgorde van sommen uit de tafel van 7.

Een gevalideerde automatiseringstest rekenen had in plaats van deze testen gebruikt kunnen worden. Daar is niet voor gekozen, omdat in dergelijke testen de beheersing van alle tafels wordt getest. In dit onderzoek werd alleen gekeken naar de beheersing van de tafel van 7. Wel werden zoveel mogelijk de regels gehanteerd uit de TempoTest Automatiseren of wel TTA (De Vos, 2010). Zo mochten sommen die ze niet wisten worden overgeslagen, moesten de leerlingen uit hun hoofd de sommen maken en mocht er geen kladpapier worden gebruikt. Alleen de gemaakte sommen telden mee voor de score.

Om te testen of het aantal sommen dat is opgenomen in de test genoeg was, is een *pilot* gedraaid. Aan deze *pilot* deden 76 kinderen mee uit de groepen 6,7 en 8 van een school uit het oosten van Nederland. Deze kinderen scoorden een gemiddeld aantal goede antwoorden van 21.8, met een standaardafwijking van 10.0. In de test zijn 60 sommen opgenomen. Door middel van deze *pilot* is aangetoond dat dat voldoende is om ook de snelle rekenaars een representatieve score te laten behalen.

Vormgeving oefenmateriaal. In alle condities werd geoefend middels een PowerPointpresentatie. De sommen werden weergegeven op een witte achtergrond met daarop in grote, zwarte cijfers in het lettertype ‘Calibri’ de sommen. De sommen en antwoorden volgden elkaar in een vast tempo op. Na drie seconden kwam het antwoord en twee seconden na het antwoord kwam de volgende som. Dit tempo is getest in een *pilot* in een groep 6 van 27 kinderen. Bij de onderzoeker was bekend dat er spreiding was in de mate waarin de tafel van 7 geautomatiseerd was. Om het effect van afbeeldingen of geluiden uit te sluiten werden deze weggelaten uit de PowerPointpresentatie. De sommen uit de tafel van 7 werden zowel in volgorde aangeboden als afgewisseld met bekende sommen uit de tafel van 2,3,5 en 10 weergegeven. Drie PowerPointpresentaties werden gemaakt om het effect van de volgorde van de sommen uit te sluiten. Iedere PowerPointpresentatie is twee keer gebruikt tijdens de oefenperiode.

Procedure

Het onderzoek werd gedaan in de eerste drie maanden van het kalenderjaar. Alle deelnemende kinderen hadden toen in groep 4 iets meer dan vier maanden onderwijs genoten. In de vier meest gebruikte rekenmethodes in Nederland worden in de eerste maanden van het schooljaar van groep 4 de tafels van 2,3,5, en 10 aangeboden. De tafel van 7 werd in geen van de methodes aangeboden voor of tijdens de interventieperiode. De procedure is vormgegeven zoals verbeeld in Figuur 1.

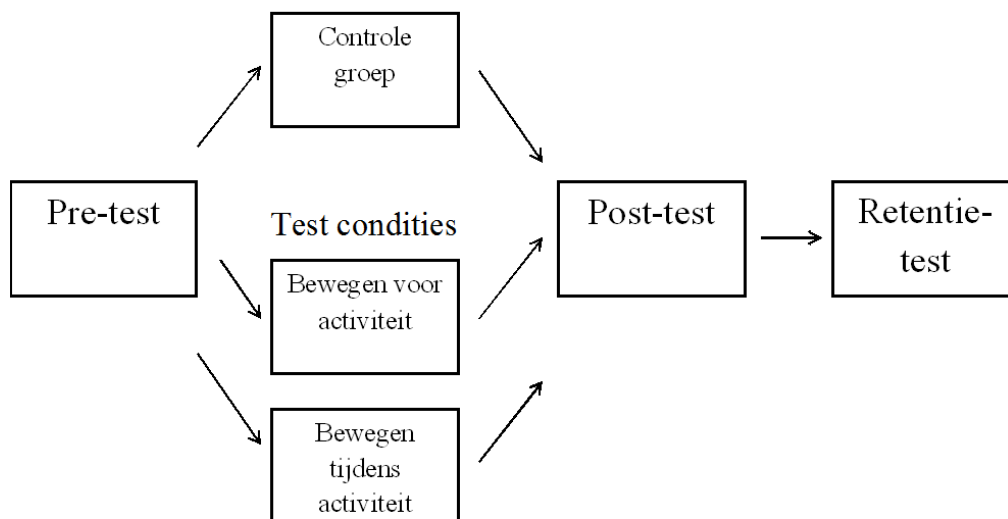
Voor de interventie. Voorafgaand aan de interventie werden twee identieke voorlichtingsbijeenkomsten georganiseerd voor de deelnemende leerkrachten. Deze werden gegeven door de onderzoeker zelf. Deelname aan één van deze voorlichtingsbijeenkomsten was voorwaarde voor deelname van de kinderen aan het onderzoek. Tijdens deze voorlichting kregen de leerkrachten informatie over het onderzoek en hun rol daarin. Leerkrachten werd eveneens gevraagd een vragenlijst (Bijlage C) in te vullen om vast te stellen dat de kinderen voldeden aan de voorwaarden (concept van vermenigvuldigen aangeboden, het feit dat $[4 \times 8]$ hetzelfde is als $[8 \times 4]$, dat $[A \times 0]$ altijd 0 is). De leerkrachten werden met hun klas kort voor de interventieperiode toegewezen aan een conditie.

Pre-test. De pre-test werd in navolging van Wong en Evans (2006) twee of drie dagen voor de start van het programma afgenomen. Alle testen werden afgenomen tijdens de reguliere rekenles in het eigen lokaal van de kinderen. De kinderen werd gevraagd op papier zoveel mogelijk sommen te maken binnen een minuut. Eventuele foute antwoorden mochten worden doorgestreept maar niet uitgegumd.

De ingevulde testbladen werden nagekeken door de eigen groepsleerkracht en vervolgens naar de onderzoeker opgestuurd. De testen werden door de onderzoeker een tweede keer nagekeken. De score op de test werd vastgesteld door het aantal goede antwoorden te tellen.

Tijdens de interventieperiode oefenden de kinderen zes keer drie minuten, in navolging van Wong en Evans (2006). Het oefenen gebeurde op de manier horend bij de conditie waarin ze ingedeeld waren.

Post-test en retentie-test. De post-test werd afgenomen binnen twee dagen na het afronden van de interventie. Hiermee werd de directe leeropbrengst van de interventie gemeten. Na deze test werd op school niet meer geoefend met de tafel van 7. De retentie-test werd vier weken na de post-test afgenomen. Hiermee werd de leeropbrengst over een langere periode gemeten. De procedure tijdens en na de test was hetzelfde als beschreven onder pre-test.



Figuur 1 Onderzoeksprocedure

Logboek. De leerkrachten werd gevraagd om tijdens de interventie periode een logboek bij te houden. In dit logboek konden de leerkrachten noteren wanneer ze oefenden. Ze konden ook aangeven of zich, tijdens het oefenen of bij het afnemen van de test, problemen hadden voorgedaan die van belang konden zijn voor het onderzoek (Bijlage D). Tegelijk met de retentie-test werd de leerkrachten gevraagd een vragenlijst in te vullen over

het verloop van de interventie (Bijlage E). Hiermee werd gecontroleerd of de interventie op de juiste manier uitgevoerd was. De betrouwbaarheid van de data kon zo worden vastgesteld.

Data-analyse

Om de onderzoeksvraag en de deelvragen te beantwoorden werd een herhaalde metingen ANOVA uitgevoerd. De afhankelijke variabelen, Leeropbrengst1 en Leeropbrengst2, werden berekend door respectievelijk de score op de pre-test van de score op de post-test af te halen en de score op de pre-test van de retentie-test af te halen. Zowel voor Leeropbrengst1 als Leeropbrengst2 was het meetniveau interval. De onafhankelijke variabele was de conditie met drie niveaus. De niveaus waren; controleconditie, de conditie 'Bewegen Vooraf' en de conditie 'Bewegen Tijdens'. Deze werd gemeten op een nominale schaal. Voordat de assumpties voor de herhaalde metingen ANOVA werden gecontroleerd en de analyses werden gedaan, werden de gegevens van kinderen met missende data verwijderd.

Resultaten

Om de resultaten van het onderzoek naar de invloed van de timing van bewegen op het automatiseren van tafels duidelijk te maken, wordt eerst besproken hoe het oefenen en toetsen is verlopen. Vervolgens wordt besproken in hoeverre de data voldeed aan de assumpties. Tot slot worden aan de hand van de vier deelvragen de resultaten besproken.

Oefenen

In bijna alle groepen is geoefend zoals afgesproken. Dit bleek uit de vragenlijsten en de logboeken. Een van de klassen heeft wel zes keer geoefend maar in een kortere periode. Zij hebben wel iedere dag een keer geoefend maar dit was verspreid over een periode van acht dagen in plaats van tien. Bij deze groep is de post-test de dag na het afronden van de oefenperiode afgenomen en niet twee tot drie dagen later zoals bij de rest. Doordat het bij deze groep ging om een niet al te grote groep leerlingen ($n = 12$) is er toch voor gekozen om deze groep mee te nemen in de analyses. Deze groep zat in de controleconditie.

Assumpties

Door het gebruik van een *boxplot* werd een *outlier* gevonden. Deze *outlier* lag meer dan drie standaarddeviaties van het gemiddelde en werd daarom verwijderd. Uit de Shapiro-Wilks test bleek dat de leeropbrengsten niet normaal verdeeld waren binnen alle condities. Leeropbrengst1 was bij alle condities niet normaal verdeeld, $p < .05$. Leeropbrengst2 was bij de conditie ‘Bewegen Tijdens’ ($p = .465$) en de controleconditie ($p = .071$) wel normaal verdeeld. Dat de conditie ‘Bewegen Vooraf’ niet normaal verdeeld was ($p = .016$), vormde voor een robuuste analyse als een herhaalde metingen ANOVA geen probleem.

Voor zowel Leeropbrengst1 ($p = .081$) als Leeropbrengst2 ($p = .351$) was er homogeniteit van variantie. Dit werd beide aangetoond met Levene’s test voor homogeniteit van error-variantie. Homogeniteit in covariantie was er niet, aangetoond met *Box’s test of equality of covariance matrices* ($p = .045$). Dit kwam waarschijnlijk doordat de aanname van normaliteit geschonden werd. In Tabel 1 zijn de beschrijvende statistieken te zien van de leeropbrengsten per conditie.

Tabel 1

Beschrijvende Statistieken Leeropbrengsten

Conditie	<i>n</i>	Leeropbrengst 1		Leeropbrengst 2	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Controle	51	5.18	4.98	5.08	6.32
Bewegen Vooraf	43	7.23	7.08	8.65	7.41
Bewegen Tijdens	57	5.40	5.54	5.86	5.54
Totaal	151	5.85	5.87	6.39	6.50

Een herhaalde metingen ANOVA is gedaan waarin Leeropbrengst1 en Leeropbrengst2 de afhankelijke variabele waren en tijd de *within-subjects* factor. De conditie was de *between-subjects* factor. Deze analyse liet geen interactie-effect zien tussen conditie en tijd, $F(2, 148) = 1.05$, $p = .351$, *partial* $\eta^2 = .01$.

Onderzoeksvragen

De resultaten van de herhaalde metingen ANOVA lieten wel een hoofdeffect van conditie zien. Er was een significant verschil in testcores tussen de groepen, $F(2, 148) = 3.33, p = .038, \text{partial } \eta^2 = .43$.

Effect van timing van bewegen. Om de onderzoeksvragen naar het effect van de timing te beantwoorden (onderzoeksvraag A en B), werd gekeken naar de *Post Hoc* testen. Op basis van Tukey HSD bleek het verschil tussen de controleconditie en de conditie ‘Bewegen Tijdens’ niet significant, $p = .886$. Het verschil tussen de conditie ‘Bewegen Vooraf’ en ‘Bewegen Tijdens’ was eveneens niet significant, $p = .103$. Echter het verschil in testcores tussen de controleconditie en de conditie ‘Bewegen Vooraf’ was wel significant, $p = .042$.

Effect van bewegen op automatiseren. Voor de onderzoeksvragen C en D werd onderzocht of bewegen (zowel voor als tijdens) een positief effect had op het automatiseren van de tafels. In de beschrijvende statistieken werd waargenomen dat wanneer de kinderen hadden bewogen, ongeacht de timing, ze voor beide leeropbrengsten (1 en 2) een hogere score behaalden dan de kinderen die niet hadden bewogen. Dit verschil was echter niet significant. Om dit aspect verder te onderzoeken werden twee *t-testen* uitgevoerd. Om de analyses te kunnen doen werd een variabele aangemaakt die onderscheid maakte tussen de twee bewegende condities (Bewegen) en de controleconditie (Niet Bewegen). Voor de *t-testen* waren de afhankelijke variabelen respectievelijk Leeropbrengst1 en Leeropbrengst2. De onafhankelijke variabele was bij beide analyses de nieuw aangemaakte variabele (ConditieBew). Deze werd gemeten op 2 niveaus (wel of niet bewegen). Levene’s test voor gelijke variantie liet voor Leeropbrengst1 geen gelijke variantie zien, $p = .031$. Voor leeropbrengst2 was de gelijkheid van variantie wel aanwezig, $p = .470$.

Voor het effect van bewegen op korte termijn (onderzoeksvraag C) werd gekeken naar Leeropbrengst1. Dit was het verschil tussen de pre- en posttest. Deze *t-test* met de

variabele *ConditieBew* als onafhankelijke variabele liet geen significant verschil zien, $t(135.67) = -1.370, p = .173$.

Voor de effecten van bewegen op langere termijn (onderzoeksvraag D) werd gekeken naar *Leeropbrengst2*. Dit was het verschil tussen de pre- en retentie-test. Deze *t-test* met de variabele *ConditieBew* als onafhankelijke variabele liet eveneens geen significant verschil zien, $t(150) = -1.920, p = .057$.

Discussie

Het huidige onderzoek is opgezet om te onderzoeken of de timing van bewegen invloed heeft op de mate van automatiseren. Uit de resultaten blijkt dat er geen significant verschil is tussen de kinderen die hebben bewogen tijdens de oefenmomenten en de kinderen die niet hebben bewogen. Tussen de kinderen die tijdens de oefenmomenten bewogen en de kinderen die voor de oefenmomenten bewogen was eveneens geen significant verschil in leeropbrengst. Echter de kinderen die bewogen vóór de oefenmomenten, behaalden een significant hogere leeropbrengst dan de kinderen die niet bewogen (controleconditie). Het feit dat kinderen bewegen in vergelijking tot niet bewegen levert in dit onderzoek eveneens geen significant verschil op. Uit het huidige onderzoek blijkt dus dat bewegen op zich niet leidt tot betere prestaties, maar dat de timing van het bewegen wel belangrijk is voor het automatiseren van de tafels door kinderen.

De uitkomst van dit onderzoek wijkt af van wat in eerder onderzoek is aangetoond. Hartman et al. (2011), Rasberry et al. (2011) en Donnelly en Lambourne (2011), benoemen allemaal het positieve effect van bewegen. Voor dit verschil zijn meerdere verklaringen te geven.

Allereerst kan het verschil wellicht verklaard worden doordat het huidige onderzoek over een periode van twee weken heeft plaatsgevonden in vergelijking met bijvoorbeeld het

onderzoek van Hartman et al. (2014). Zij hadden een periode van twee jaar nodig om het verschil aan te tonen.

Ten tweede kan de lengte van de oefentijd per oefenmoment een andere verklaring zijn voor het verschil met het huidige onderzoek. In tegenstelling tot de drie minuten in het huidige onderzoek, lieten Hartman et al. (2014) kinderen ieder oefenmoment 20 tot 30 minuten matig intensief bewegen. Het positieve effect van het bewegen op de hersenen, de betere doorbloeding, de verhoogde aanmaak van endorfine en daarmee de hogere concentratie heeft wellicht tijd nodig om op te treden (Stegeman, 2007; Thomas, Dennis, Bandettini, & Johansen-Berg, 2012). De drie minuten per oefensessie, die in het huidige onderzoek gebruikt zijn om te oefenen, zijn voor het optreden van de positieve effect waarschijnlijk te kort.


Ten derde is er een verschil in het gebruik van meetinstrumenten. Zowel Hartman et al. (2014) als Käll et al. (2014) hebben de resultaten van het bewegen getest door gebruik te maken van gestandaardiseerde toetsen. In het huidige onderzoek is gebruik gemaakt van een tempotoets. Dit kan van invloed zijn geweest op het behaalde resultaat. Hartman et al. (2014) hebben gekeken naar algemene schoolresultaten. Dit onderzoek heeft zich gericht op het specifieke onderdeel automatiseren. Wellicht is het beeld dat bij het huidige onderzoek duidelijk wordt specifieker en meer precies. Het verschil in resultaten kan daarmee wellicht verklaard worden.

Een laatste verklaring voor het verschil tussen het huidige onderzoek en eerdere onderzoeken naar de invloed van bewegen op het leren is dat het uitgangspunt van het huidige onderzoek anders is geweest. Het doel van het huidige onderzoek was niet het verbeteren van de fysieke fitheid van de kinderen, zoals bij bijvoorbeeld De Greeff et al.(2014), maar het verbeteren van de kennis van de tafel van 7. Door dit verschil in uitgangspunt is er in dit onderzoek minder aandacht geweest voor de duur van het bewegen. Iedere dag, onder tijdsdruk en kort oefenen met de tafels is het meest effectief voor het automatiseren (Knowles,

2010; Caron, 2007). Hierbij gaat het wel over oefenen met pen en papier. De kenmerken van effectief oefenen die Knowles (2010) en Caron (2007) beschrijven, zijn de drijfveer geweest om te kiezen voor drie minuten oefenen. Als het bewegen als uitgangspunt was genomen, had het bewegen wellicht langer geduurd en waren de resultaten wellicht anders geweest.

Dat bewegen vóór een activiteit wel een significant effect had, valt wellicht (net als bij de vergelijking van bewegen en niet bewegen) te verklaren vanuit het idee dat de doorbloeding van de hersenen op gang wordt gebracht door het bewegen vóór het oefenmoment. Het positieve effect van de betere doorbloeding wordt gebruikt tijdens het oefenmoment. Dit past bij wat Donnelly en Lambourne (2011) hebben gevonden in hun onderzoek naar *Physical Activity Across the Curriculum* (PAAC). Bij dit onderzoek werd bewogen tussen de leeractiviteiten. Zij vonden een positief effect van het bewegen op de leeractiviteiten. Bij het bewegen tijdens het oefenen is dit effect er in ieder geval minder omdat de betere doorbloeding niet direct optreedt. Dit verklaart de lagere scores voor de leerlingen uit de 'Bewegen Tijdens' conditie.

Het huidige onderzoek kent een aantal beperkingen. Ten eerste zijn de kinderen per groep ingedeeld in een conditie. Dit kan van invloed geweest zijn op de resultaten. Kinderen zaten in klassen bij elkaar en bij dezelfde leerkracht. Zij hebben tijdens het oefenen en het maken van de toetsen invloed op elkaar. Om dit effect te ondervangen zijn van meerdere scholen klassen in dezelfde conditie geplaatst. In iedere conditie zaten klassen van minimaal drie scholen. Hiermee is geprobeerd het effect van de klas te minimaliseren. De invloed van de groep was misschien groter dan ingeschat. Voor vervolgonderzoek zou het interessant zijn om dit aspect te onderzoeken. Praktisch is het moeilijk te realiseren, maar als ieder individueel kind willekeurig zou kunnen worden ingedeeld, is het effect van de groep nog verder terug te brengen.

Ten tweede verschilden de condities niet alleen door het moment van bewegen maar ook de duur van het bewegen was verschillend. De kinderen die voor het oefenen hebben bewogen deden dat ongeveer 15 minuten. De kinderen die hebben bewogen tijdens het de oefenen kregen maar drie minuten. Zoals hier boven benoemd kan dit van invloed zijn geweest op de resultaten doordat de doorbloeding van de hersenen bij de kinderen die voor het oefen bewogen goed op gang kan zijn geweest. Voor de kinderen die tijdens het oefenen hebben bewogen is drie minuten wellicht te kort geweest om het effect te krijgen 

Positief aan dit onderzoek was ten eerste dat er een groot aantal kinderen hebben deelgenomen. De resultaten van het onderzoek kunnen daardoor met vertrouwen worden vertaald naar een grotere populatie.

Ten tweede is er een vragenlijsten en een logboek gebruikt om te controleren of het oefenen en het afnemen van de toetsen is verlopen zoals bedoeld door de onderzoeker. Met behulp van de vragenlijsten en het logboek is gebleken dat de leerkrachten zich goed hebben kunnen houden aan de gemaakte afspraken. Ze hebben geoefend zoals was voorgeschreven, waardoor alleen de timing van het bewegen verschillend was. De resultaten zijn daardoor goed met elkaar te vergelijken.

Voor verder onderzoek zijn een aantal aanknopingspunten te benoemen. Ten eerste is uit het huidige onderzoek weliswaar gebleken dat bewegen vóór het automatiseren van tafels zinvol is, maar geldt dat ook voor andere vakgebieden? Verder onderzoek zou zich kunnen richten op de invloed van timing van bewegen op andere leeractiviteiten. Wellicht maakt het ook bij andere activiteiten uit als vooraf dan wel tijdens de activiteit bewegen kan of mag worden. De onderzoeken die zich bezighouden met bewegen in het onderwijs tot nu toe maken geen onderscheid tussen beide. Bij andere onderzoeken wordt of voor de activiteit, of tijdens de activiteit, of aan het einde van de schooldag bewegen, maar een vergelijking is nog

niet eerder beschreven (Hartman et al., 2014; Donnelly & Lambourne, 2011; Käll et al., 2014).

Ten tweede kan de keuze van het moment van bewegen op de dag ook van belang zijn. In dit onderzoek is om praktische reden gekozen voor bewegen tijdens de ochtendpauze. Op veel scholen vindt deze pauze namelijk op een vergelijkbaar tijdstip plaats. Het is voorstelbaar dat het moment waarop het bewegen plaatsvindt ook van invloed kan zijn op de resultaten. In het onderzoek van Donnelly en Lambourne (2011) wordt tussen de lessen door, in het lokaal bewogen. Zij hebben een positief effect van het bewegen gevonden maar zij hebben geen onderscheid gemaakt tussen verschillende de momenten op de dag waarop werd bewogen. Wat is het effect als er vroeg in de ochtend of vroeg in de middag wordt bewogen? Levert dit andere resultaten op dan wanneer er midden op de ochtend wordt bewogen?

Ten derde zou bij vervolgonderzoek een combinatie gemaakt kunnen worden tussen de methode die Hartman et al. (2014) hebben gebruikt en de methode in het huidige onderzoek. Bijvoorbeeld door leerlingen minimaal een kwartier te laten bewegen voor het oefenen met tafelsommen en minimaal een kwartier tijdens het oefenen van tafelsommen. Hierdoor kan het positieve effect van de betere doorbloeding van de hersen wellicht ook plaatsvinden bij de kinderen die bewegen tijdens het oefenen en is er nog meer gelijkheid tussen de condities.

Een laatste aanknopingspunt zou de duur van de oefenperiode kunnen zijn. Wellicht is er een verschil aan te tonen tussen kinderen die kort (twee weken) oefenen of langer (twee maanden). Gezien de resultaten van andere onderzoeken zou het logisch zijn dat de laatste groep hoger scoort.

Praktische implicaties van dit onderzoek zijn er vooral voor de groepsleerkrachten. Dat bewegen voor een activiteit een positief effect heeft op de leeropbrengst bij het automatiseren van basisschoolkinderen kan gebruikt worden in de planning van een schooldag. Leerkrachten zouden het oefenen van de tafels bijvoorbeeld direct na de

ochtendpauze kunnen inplannen. Ze zouden eerst matig intensief kunnen bewegen en dan de tafels kunnen oefenen. Naast de ochtendpauze kan tussen de lessen door matig intensief bewogen worden. Dit kan bijvoorbeeld door bewegingsspelletje te doen.

Dit onderzoek draagt bij aan de bestaande kennis over de invloed van bewegen op het leren van kinderen. Het huidige onderzoek gaat verder dan eerder onderzoek doordat het ingaat op de invloed van de timing van bewegen op een specifiek deel van het leren van kinderen. Eerdere onderzoeken tonen weliswaar aan dat meer bewegen een positief effect heeft op de leerprestaties van kinderen (bijv. Donnelly & Lambourne, 2011), maar het huidige onderzoek toont specifiek aan dat bewegen vóór het automatiseren hogere resultaten op een tempotoets oplevert dan niet bewegen.

Bewegingsactiviteiten gedurende de schooldag zorgen in het algemeen voor een hogere concentratie, hogere taakgerichtheid en een betere sfeer in de klas (Stegeman, 2007; Thomas, Dennis, Bandettini, & Johansen-Berg, 2012; Kwak et al., 2009). Bewegen vóór een leeractiviteit is belangrijk voor specifiek het automatiseren.

Referenties

- Burns, M. K. (2005). Using incremental rehearsal to increase fluency of single-digit multiplication facts with children identified as learning disabled in mathematics computation. *Education and Treatment of Children, 237-249*.
- Caron, T. A. (2007). Learning multiplication: The easy way. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 80, 278-282*.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports, 100, 126*.

- Caterino, M. C. & Polak, E. D. (1999). Effects of two types of activity on the performance of second-, third-, and fourth-grade students on a test of concentration. *Perceptual and Motor Skills*, 89, 245-248.
- Collard, D. C. M., Boutkan, S., Grimberg, L., Lucassen, J. M. H., & Breedveld, K. (2014). Effecten van sport en bewegen op de basisschool. *Voorstudie naar de relatie tussen sport en bewegen op school en schoolprestaties*. Utrecht: Mulier Instituut.
- De Greeff, J. W., Hartman, E., Mullender-Wijnsma, M. J., Bosker, R. J., Doolaard, S., & Visscher, C. (2014). Physical fitness and academic performance in primary school children with and without a social disadvantage. *Health Education Research*, 29, 853-860.
- De Vos, T. (2010). *TempoTest Automatiseren: Handleiding en verantwoording*. Amsterdam: Boom test uitgevers.
- Donnelly, J. E., & Lambourne, K. (2011). Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *Preventive Medicine*, 52, S36-S42.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. London: Sage.
- Fuson, K. C. (2003). Toward computational fluency in multidigit multiplication and division. *Teaching Children Mathematics*, 9(6), 300-305.
- Gille, E., Loijens, C., Noijons, J. & Zwitser, R. (2010). *Resultaten PISA-2009 in vogelvlucht*. Arnhem: Cito.
- Hartman, E., De Greeff, J.W., Verburgh, L., Meijer, A., Van der Fels, I.M.H., Smith, J., Oosterlaan, J., Bosker, R.J., & Visscher, C. (2015). *Effecten van fysieke activiteit op cognitie en de hersenen van kinderen in het primair onderwijs*. Supplement bij rapport. Universitair Medisch Centrum Groningen, Rijksuniversiteit Groningen, en Vrije Universiteit.

- Käll, L. B., Nilsson, M., & Lindén, T. (2014). The impact of a physical activity intervention program on academic achievement in a Swedish elementary school setting. *Journal of School Health, 84*(8), 473-480.
- Kibbe, D. L., Hackett, J., Hurley, M., McFarland, A., Schubert, K. G., Schultz, A., & Harris, S. (2011). Ten Years of TAKE 10!®: Integrating physical activity with academic concepts in elementary school classrooms. *Preventive Medicine, 52*, S43-S50.
- Kwak, L., Kremers, S. P., Bergman, P., Ruiz, J. R., Rizzo, N. S., & Sjöström, M. (2009). Associations between physical activity, fitness, and academic achievement. *The Journal of Pediatrics, 155*(6), 914-918.
- Knowles, N. P. (2010). *The relationship between timed drill practice and the increase of automaticity of basic multiplication facts for regular education sixth graders* (Doctorale dissertatie). Verkregen van <http://search.proquest.com/docview/808249997>
- Leijenaar, L. (2014). *Effecten van Matig Intensieve Fysieke Activiteiten op het Korte Termijn Geheugen van Kinderen uit Groep 8 van het Nederlandse Basisonderwijs*. (Master thesis). Verkregen van <http://dspace.learningnetworks.org/handle/1820/5547>
- Laerd Statistics (2015). Two-way mixed ANOVA using SPSS Statistics. *Statistical tutorials and software guides*. Retrieved from <https://statistics.laerd.com/>
- Menne, J.J.M. (2001). *Met Sprongen Vooruit: Een productief oefenprogramma voor zwakke rekenaars in het getallengebied tot 100 - een onderwijsexperiment*. Utrecht: CD-β Press.
- Mullender-Wijnsma, M. J., Hartman, E., de Greeff, J. W., Bosker, R. J., Doolaard, S., & Visscher, C. (2015a). Improving academic performance of school-age children by physical activity in the classroom: 1-year program evaluation. *Journal of School Health, 85*(6), 365-371.

- Mullender-Wijnsma, M. J., Hartman, E., de Greeff, J. W., Bosker, R. J., Doolaard, S., & Visscher, C. (2015b). Moderate-to-vigorous physically active academic lessons and academic engagement in children with and without a social disadvantage: a within subject experimental design. *BMC Public Health*, *15*, 1.
- Mullender-Wijnsma, M. J., Hartman, E., de Greeff, J. W., Doolaard, S., Bosker, R. J., & Visscher, C. (2016). Physically active math and language lessons improve academic achievement: a cluster randomized controlled trial. *Pediatrics*, *137*(3), 1-9.
- OECD (2014). *PISA 2012 Results in Focus: What 15-Year-olds Know and What They Can Do With What They Know; Mathematics and Science*. Pisa: OECD Publishing.
- Raspberry, C. N., Lee, S. M., Robin, L., Laris, B. A., Russell, L. A., Coyle, K. K., & Nihiser, A. J. (2011). The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: a systematic review of the literature. *Preventive medicine*, *52*, S10-S20.
- Rijksoverheid (2015). *Plan van aanpak bewegingsonderwijs*. Rapport. Geraadpleegd op 23 november 2015, van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2015/01/27/plan-van-aanpak-bewegingsonderwijs>
- Ruijsenaars, A.J.J.M., Luit, van J.E.H. en Lieshout, (2004). *Rekenproblemen en dyscalculie*. Rotterdam: Lemniscaat b.v.
- Scheltens, F., B. Hemker & J Vermeulen (2013). *Balans van het reken-wiskundeonderwijs aan het einde van de basisschool 5 Uitkomsten van de vijfde peiling in 2011*. Arnhem: Cito.
- Schliemann, A. D., & Carraher, D. W. (2002). The evolution of mathematical reasoning: Everyday versus idealized understandings. *Developmental Review*, *22*(2), 242-266.
- Stegeman, H. (2007). *Effecten van sport en bewegen op school. Een literatuuronderzoek naar de relatie van fysieke activiteit met de cognitieve, affectieve en sociale*

ontwikkeling. 's-Hertogenbosch: W. J. H. Mulier Instituut.

Thomas, A. G., Dennis, A., Bandettini, P. A., & Johansen-Berg, H. (2012). The effects of aerobic activity on brain structure. *Frontiers in Psychology*, 3, 86.

Van de Craats, J. (2007). Waarom Daan en Sanne niet kunnen rekenen. *Nieuw Archief voor Wiskunde*, 8(2), 132.

van Kraayenoord, C. E., & Elkins, J. (2004). Learning difficulties in numeracy in Australia. *Journal of Learning Disabilities*, 37(1), 32-41.

Wong, M., & Evans, D. (2007). Improving basic multiplication fact recall for primary school students. *Mathematics Education Research Journal*, 19(1), 89-106.

Zwik, M. (2014). *Het effect van gericht automatiseren van rekenvaardigheden*.

Geraadpleegd op 23 november 2015, van <http://wij-leren.nl/rekenen-automatiseren.php>

Bijlagen

Bijlage A	Brief ouders
Bijlage B	Pre-test
Bijlage C	Vragenlijst leerkrachten (vooraf)
Bijlage D	Fragment uit logboek leerkrachten
Bijlage E	Vragenlijst leerkrachten (achteraf)
Bijlage F	Risico-analyse
Bijlage G	Power-berekening
Bijlage H	Planning

Bijlage A**Brief ouders**

Beste ouders en/of verzorgers van de kinderen van groep 4,
Binnen Stichting Archipel vinden we het belangrijk dat kinderen én leerkrachten zich ontwikkelen.
Ieder jaar volgen leerkrachten van verschillende scholen opleidingen, trainingen en cursussen om het onderwijs aan uw kind te verbeteren.

Een van de leerkrachten van een andere Archipel-school doet in het kader van haar opleiding tot onderwijskundige een wetenschappelijk onderzoek naar het 'automatiseren en bewegen'. Wij doen als school mee aan dit onderzoek. Dit onderzoek vindt plaats in groep 4.

Voor dit onderzoek moet uw kind 3 toetsjes doen van ieder 1 minuut. Daarnaast wordt er gedurende een periode van 2 weken geoefend met tafels.

Alle gegevens die van uw kind worden verzameld, worden in het onderzoek anoniem verwerkt.

Mocht u er bezwaar tegen hebben dat uw kind meedoet aan dit onderzoek dan kunt u dat middels onderstaande strookje aangeven bij de groepsleerkracht.

De resultaten van dit onderzoek zullen aan het einde van dit schooljaar met ons gedeeld worden.

Namens

Mariëlle Elburg van der Vliet (onderzoeker)

Met vriendelijke groet

Het team

Mijn zoon/ dochter*

Voornaam: _____

Achternaam: _____

krijgt **géén** toestemming voor deelname aan het wetenschappelijke onderzoek, 'automatiseren en bewegen'.

Naam: _____

Handtekening: _____

Bijlage B**Pre-test**

Ik heb de volgende tafels al wel geoefend:									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$9 \times 7 = \underline{\quad}$ $1 \times 7 = \underline{\quad}$ $10 \times 7 = \underline{\quad}$ $3 \times 7 = \underline{\quad}$ $8 \times 7 = \underline{\quad}$		$4 \times 7 = \underline{\quad}$ $9 \times 7 = \underline{\quad}$ $2 \times 7 = \underline{\quad}$ $7 \times 7 = \underline{\quad}$ $10 \times 7 = \underline{\quad}$			$5 \times 7 = \underline{\quad}$ $8 \times 7 = \underline{\quad}$ $3 \times 7 = \underline{\quad}$ $9 \times 7 = \underline{\quad}$ $4 \times 7 = \underline{\quad}$			$8 \times 7 = \underline{\quad}$ $3 \times 7 = \underline{\quad}$ $10 \times 7 = \underline{\quad}$ $1 \times 7 = \underline{\quad}$ $7 \times 7 = \underline{\quad}$	
$4 \times 7 = \underline{\quad}$ $7 \times 7 = \underline{\quad}$ $2 \times 7 = \underline{\quad}$ $9 \times 7 = \underline{\quad}$ $6 \times 7 = \underline{\quad}$		$8 \times 7 = \underline{\quad}$ $5 \times 7 = \underline{\quad}$ $9 \times 7 = \underline{\quad}$ $6 \times 7 = \underline{\quad}$ $4 \times 7 = \underline{\quad}$			$1 \times 7 = \underline{\quad}$ $3 \times 7 = \underline{\quad}$ $5 \times 7 = \underline{\quad}$ $7 \times 7 = \underline{\quad}$ $4 \times 7 = \underline{\quad}$			$9 \times 7 = \underline{\quad}$ $2 \times 7 = \underline{\quad}$ $8 \times 7 = \underline{\quad}$ $10 \times 7 = \underline{\quad}$ $4 \times 7 = \underline{\quad}$	
$1 \times 7 = \underline{\quad}$ $10 \times 7 = \underline{\quad}$ $3 \times 7 = \underline{\quad}$ $9 \times 7 = \underline{\quad}$ $4 \times 7 = \underline{\quad}$		$1 \times 7 = \underline{\quad}$ $3 \times 7 = \underline{\quad}$ $6 \times 7 = \underline{\quad}$ $2 \times 7 = \underline{\quad}$ $8 \times 7 = \underline{\quad}$			$8 \times 7 = \underline{\quad}$ $10 \times 7 = \underline{\quad}$ $9 \times 7 = \underline{\quad}$ $6 \times 7 = \underline{\quad}$ $4 \times 7 = \underline{\quad}$			$1 \times 7 = \underline{\quad}$ $10 \times 7 = \underline{\quad}$ $9 \times 7 = \underline{\quad}$ $7 \times 7 = \underline{\quad}$ $2 \times 7 = \underline{\quad}$	
Leerling nummer:					Schoolcode onderzoek:				

Bijlage C

Vragenlijst leerkrachten (vooraf)

Leerkracht vragenlijst voorafgaand aan het onderzoek.

Naam school	
Rekenmethode	Versie:
Aantal jaren ervaring van leerkracht(en) groep 4.	Lk 1: Lk 2:
Aantal jaren ervaring in <u>groep 4</u>	Lk 1: Lk 2:
Is er in dit schooljaar (2015-2016) naast de reguliere lessen, extra aandacht geweest voor het oefenen van de tafels in groep 4?	Ja / Nee
Omcirkel de tafels die in de lessen tot nu toe aangeboden zijn aan de kinderen van groep 4.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Is het principe dat $[8 \times 4]$ het zelfde is als $[4 \times 8]$ aan de kinderen uitgelegd?	Ja / Nee
Geldt voor de meerderheid in uw groep dat de kinderen dit principe begrijpen?	Ja / Nee
Is het principe dat $[x \ 0]$ altijd $[0]$ is uitgelegd aan de kinderen?	Ja / Nee
Geldt voor de meerderheid in uw groep dat de kinderen dit principe begrijpen?	Ja / Nee
Wordt er bij u op school gestimuleerd om thuis te oefenen met de tafels?	Ja / Nee

Voor het onderzoek (niet invullen)

Schoolcode:

Bijlage D**Logboek leerkrachten**

Beste leerkracht van groep 4.

U doet mee aan een wetenschappelijk onderzoek. Om een zo helder mogelijk beeld te krijgen van de resultaten van het onderzoek -is het belangrijk dat u met uw kinderen oefent zoals is uitgelegd tijdens de informatie-bijeenkomst.

Wilt u daarom het onderstaande logboek invullen wanneer u met uw kinderen hebt geoefend? Mocht u fulltime in deze groep 4 werken dan hoeft u niet uw naam in te vullen. Mochten er 2 leerkrachten voor de betreffende groep 4 staan, dan graag bijhouden wie wanneer oefent. Dit mag met een code, maar alle gegevens worden geanonimiseerd dus het kan ook gewoon met de naam van de leerkracht.

Graag bij opmerkingen vermelden wanneer er bijzonderheden zijn geweest, wanneer u dingen zijn opgevallen of wanneer kinderen opmerkingen hebben gemaakt in het kader van het onderzoek.

Sessie	Datum
1^e	Feb. 2016 LK: Opmerking
2^e	Feb. 2016 LK: Opmerking

Bijlage E**Vragenlijst leerkrachten (achteraf)**

Naam school:	
Omcirkel in welke conditie uw groep is geplaatst?	Controleconditie Bewegen vooraf Bewegen tijdens
Heeft u kunnen oefenen zoals voorgeschreven in uw conditie?	Ja / Nee
Omcirkel het aantal keren dat u de afgelopen 2 weken heeft u kunnen oefenen?	1 2 3 4 5 6
Waren er kinderen ziek of afwezig tijdens de oefenperiode?	Ja / Nee
Zo ja, Welke leerlingnummers hadden deze kinderen en hoe vaak hebben ze <u>wél</u> kunnen oefenen? (bijv. llnr 12, 4 x geoefend)	
Hoe heeft u het ervaren om op deze manier de tafels te oefenen?	
Antwoord:	
Hoe hebben uw kinderen het over het algemeen ervaren om op deze manier te oefenen?	
Antwoord:	

Bijlage F

Risicoanalyse

Bij het uitvoeren van het onderzoek moet rekening gehouden worden met verschillende factoren die van invloed zijn op de planning en de uitvoering. Zo is het werven van deelnemers een risico.

1. Leerkrachten moeten de tijd willen nemen om met hun klas mee te doen. Om zo veel mogelijk scholen te werven heb ik gebruik gemaakt van mijn netwerk. Bij de stichting waar ik werkzaam ben, zijn 20 basisscholen aangesloten. Alle scholen hebben een rekencoördinator. Deze rekencoördinatoren komen regelmatig bij elkaar tijdens bijeenkomsten die worden georganiseerd door twee bovenschoolse rekencoördinatoren (waaronder ikzelf). Vóór de kerstvakantie zijn alle rekencoördinatoren via een mail geïnformeerd over het onderzoek. Dit is op basisscholen een drukke periode. Daardoor kan het voor komen dat de coördinatoren de mail niet tijdig lezen of beantwoorden voor het einde van de kerstvakantie. Om dit te ondervangen heb ik tijdens een overleg van alle directeurs de tijd gevraagd om mijn onderzoek te bespreken. Daarnaast heb ik na de kerstvakantie de rekencoördinatoren die nog niet gereageerd hadden nogmaals gemaild.
2. Ouders van kinderen moeten in principe toestemming geven voor deelname aan het onderzoek door hun kind. Het terugkrijgen van dit soort formulieren is op scholen vaak een probleem en vraagt veel van de leerkrachten. Om dit te voorkomen is een brief opgesteld waarbij ouders worden geïnformeerd over het onderzoek en wordt gevraagd om aan te geven wanneer ze **niet** willen dat hun kind mee doet. Directeurs geven dan toestemming om mee te doen aan het onderzoek voor de klas als geheel.
3. Het op tijd op de scholen krijgen van de testen en de materialen is een uitdaging. Ik wil niet vertrouwen op de post, dus ik mail de testen met de vraag ze uit te printen. Ik zal steeds een dag voordat de testen kunnen worden afgenomen de testen mailen. Dan

hebben de leerkrachten voldoende tijd om de testen te printen. De PowerPointpresentaties, die nodig zijn voor het oefenen, mail ik naar de betreffende leerkrachten op dezelfde dag als de pre-test. De andere materialen zal ik uitprinten en uitdelen tijdens de informatiebijeenkomst.

4. Het terug krijgen van de toetsen is eveneens een aandachtspunt. Afhankelijk van de verspreiding van de deelnemende scholen, ga ik deze zelf ophalen of laat ik ze opsturen of inscannen en mailen door de leerkrachten.
5. Het nakijken van de toetsen en het verwerken van de gegevens van de kinderen in SPSS kost veel tijd. Ik ga de leerkrachten vragen om de testen van hun eigen kinderen na te kijken. Ik zal vervolgens steekproefsgewijs toetsen nakijken. Ik heb in mijn planning voldoende tijd ingepland om de gegevens in SPSS te zetten.

Bijlage G**Power**

F tests – ANOVA: Repeated measures, within-between interaction

Analysis:	A priori: Compute required sample size	
Input:	Effect size f	= 0.15
	α err prob	= 0.05
	Power ($1-\beta$ err prob)	= 0.95
	Number of groups	= 3
	Number of measurements	= 3
	Corr among rep measures	= 0.5
	Nonsphericity correction ϵ	= 1
Output:	Noncentrality parameter λ	= 19.0350000
	Critical F	= 2.4043513
	Numerator df	= 4.0000000
	Denominator df	= 276
	Total sample size	= 141
	Actual power	= 0.9515518

F tests – MANOVA: Repeated measures, within-between interaction

Options:	Pillai V, O'Brien-Shieh Algorithm	
Analysis:	A priori: Compute required sample size	
Input:	Effect size $f(V)$	= 0.25
	α err prob	= 0.05
	Power ($1-\beta$ err prob)	= 0.95
	Number of groups	= 3
	Number of measurements	= 3
Output:	Noncentrality parameter λ	= 18.8750000
	Critical F	= 2.4021453
	Numerator df	= 4.0000000
	Denominator df	= 296
	Total sample size	= 151
	Actual power	= 0.9500347
	Pillai V	= 0.1176471

Bijlage H**Planning**

De planning voor het uitvoeren van het onderzoeksplan wordt in onderstaand tijdschema weergegeven.

Week	Acties
10	9 maart 2016 Inleveren analyseplan bij docent
11	Data verzamelen retentie-testen
12 t/m 18	Afspraak maken met docent Analyses uitvoeren Resultaten sectie schrijven
15	Inleveren resultaten sectie bij docent
16	Afspraak met docent
18 t/m 20	Resultaten en conclusie schrijven
19	Inleveren conclusie bij docent
20	Afspraak met docent 20 mei 2016 mailen resultaten en conclusie naar medestudent en docent
21	Feedback geven aan medestudent 25 mei 2016 terugsturen feedback aan medestudent en docent Vorbereiden presentatie
22	Verwerken feedback medestudent 1 juni 2016 bijeenkomst oefenen presentatie Inleveren abstract (mailen naar owkinfo@uu.nl) Inleveren conceptversie bij docent Aanmelden conferentie
23	Afspraak met docent
24	13 juni 2016 Inleveren definitieve versie op BB en mailen naar beide beoordelaars
25	Beoordeling terug van docent
25	22 juni Conferentie