



Het Effect van Lichamelijk Bewegen over de Getallenlijn van de Embodied Training op Getalbegrip en Rekenvaardigheden bij Kinderen van Groep Drie en Vier van Nederlandse Basisscholen

Masterthesis

Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Auteur:

Rosan (RJM) Hulman (3819949)

Onder begeleiding van:

Dr. Willemijn Schot en Dr. Anne Van Hoogmoed

Tweede beoordelaar:

Dr. Sylke Toll

Datum:

08-06-2015

EFFECT VAN LICHAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN REKENVAARDIGHEDEN

Voorwoord

U heeft voor u de thesis ‘Het effect van lichamenlijk bewegen over de getallenlijn van de embodied training op getalbegrip en rekenvaardigheden bij kinderen van groep drie en vier van Nederlandse basisscholen’ liggen. Het onderzoek heeft plaatsgevonden in de periode van september 2014 tot en met juni 2015 in het kader van het schrijven van de masterthesis voor de Universiteit van Utrecht.

Binnen dit onderzoek zijn twee groepen kinderen getraind. De kinderen die ‘embodied’ getraind zijn, zijn getraind door Floor Joosten, een thesisgenoot, en mij en de andere kinderen zijn getraind door Merwe Karakas, ook een thesisgenoot die haar onderzoek binnen het onderzoeksgebied rekenvaardigheden bij basisschoolkinderen doet. De kinderen uit groep drie en vier van de basisschool waar ik samen met Floor Joosten de training gaf, stonden ons elke keer weer met een lach op hun gezicht op te wachten. De kinderen leken het erg leuk te vinden en ook de feedback van de leerkracht over de reacties van de kinderen in de klas was erg lovend. Opmerkingen van kinderen na de nameting als ‘maar mag ik dan nu nooit meer over de lijn lopen...?’ en ‘ik vind het erg jammer dat dit alweer de laatste keer is’ gaven mij dan ook een erg goed gevoel waardoor ik het doen van onderzoek als prettig heb ervaren.

Daarnaast was het erg interessant om in de literatuur te duiken over rekenvaardigheden, getalbegrip en het effect van ‘embodied cognition’ hierbij. Door de literatuurstudie ben ik veel te weten gekomen over bovenstaande begrippen en heb ik mijn hypothesen weten te onderbouwen. Om deze hypothesen te kunnen toetsen heb ik gebruik gemaakt van SPSS. Dit zou ik kunnen omschrijven als een ontdekkingsreis waar ik me erg in heb verdiept en met vallen en opstaan het me uiteindelijk is gelukt om mijn data op een goede manier te kunnen analyseren.

Mijn dank gaat uit naar mijn begeleiders Dr. Willemijn Schot en Dr. Anne Van Hoogmoed door hun kennis op het gebied van rekenvaardigheid in combinatie met ‘embodied cognition’ en over de procesgang van het schrijven van een masterthesis. Daarnaast wil ik mijn thesisgenoten en in het bijzonder Floor Joosten bedanken voor de fijne samenwerking in de voorbereiding, tijdens het geven van de training en de veelvuldige overlegmomenten. Tot slot gaat mijn dank uit naar de basisscholen waar de kinderen uit mijn onderzoek getraind zijn. Zonder hun steun zou deze scriptie niet in deze vorm tot stand zijn gekomen.

EFFECT VAN LICHAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN REKENVAARDIGHEDEN

Abstract

Objective: The aim of this study is to find the effective component of the on the theory of embodied cognition developed sensorimotor training of the mental number line. This study investigates whether the degree of bodily experience while moving on the number line is this effective component in improving number sense and arithmetic skills. **Method:** A total of 60 children in third and fourth grade, from two different elementary schools, have participated in this study. 30 children received an embodied training in which embodied cognition plays a relative big role and the other 30 children received a tablet control training in which embodied cognition plays a relative small role. The repeated measures MANOVA was used to investigate whether there has been a significant improvement on the mathematical performances at the posttest of the number line task, addition task and symbolic number comparison task after receiving the training and whether this improvement differs significantly between the embodied trained group and the control group. **Results:** There is a significant improvement at the performances of the number line task, addition task and symbolic number comparison task for both groups, but there isn't a significant difference between the improvements of the two groups. **Conclusion and discussion:** Both the embodied and tablet control training have a positive influence on arithmetic skills and number sense, but the degree of bodily experience while moving on the number line isn't the effective component of the embodied training.

Keywords: arithmetic skills, number sense, mental number line, embodied cognition

EFFECT VAN LICHAAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN REKENVAARDIGHEDEN

Samenvatting

Doel: Binnen deze studie wordt getracht het werkzame bestanddeel te vinden van de op de theorie van ‘embodied cognition’ ontwikkelde sensomotorische training van de mentale getallenlijn die effectief blijkt in het verbeteren van getalbegrip en rekenvaardigheden bij kinderen. Onderzocht wordt of het tot nu toe onbekende werkzame bestanddeel van de training de mate van lichamelijke ervaring tijdens het bewegen over een getallenlijn is.

Methode: Aan dit onderzoek hebben 60 kinderen uit groep drie en vier deelgenomen afkomstig van 2 basisscholen. Hiervan volgden 30 kinderen de ‘embodied’ training, waarin ‘embodied’ cognition een relatief grote rol speelt en 30 kinderen de controletablettraining waarin ‘embodied’ cognition een relatief kleine rol speelt. Middels de herhaalde metingen MANOVA wordt onderzocht of er sprake is van een significante vooruitgang in prestaties op de nameting in vergelijking met de voormeting van de getallenlijntaak, sommentak en symbolisch vergelijkingstaak en of deze vooruitgang significant verschilde voor de twee onderzochte groepen. **Resultaten:** Onderzoeksresultaten wijzen uit dat er sprake is van een significante vooruitgang op de getallenlijntaak, sommentak en symbolisch vergelijkingstaak na het volgen van de training voor alle kinderen, maar dat er geen significant verschil is in deze vooruitgang tussen de twee onderzoeksgroepen. **Conclusie en discussie:** Beide trainingen zorgde voor significant betere rekenvaardigheden en getalbegrip bij de getrainde kinderen uit groep 3 en 4, maar de mate van lichamelijke ervaring tijdens het bewegen over de getallenlijn blijkt niet het werkzame bestanddeel te zijn van de ‘embodied’ training.

Kernwoorden: rekenvaardigheid, getalbegrip, mentale getallenlijn, ‘embodied’ cognition

EFFECT VAN LICHAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIIP EN REKENVAARDIGHEDEN

Het Effect van Lichamelijk Bewegen over de Getallenlijn van de Embodied Training op Getalbegrip en Rekenvaardigheden bij Kinderen van Groep Drie en Vier van Nederlandse Basisscholen

Vijf tot tien procent van de basisschoolleerlingen heeft problemen met de beheersing van rekenvaardigheden (Aunio, Hautamäki, & Van Luit, 2005; Stock, Desoete, & Roeyers, 2010). Het verwerven van rekenvaardigheden is belangrijk voor zowel de schoolse als economische ontwikkeling in de moderne samenleving, aangezien het opdoen van onvoldoende rekenkundige basisvaardigheden kan zorgen voor problemen met complexere rekenkundige vaardigheden, andere latere academische disciplines, positie op de arbeidsmarkt, psychische gesteldheid en maatschappelijke betrokkenheid (Gross, Hudson, & Price, 2009; Van Luit & Schopman, 2000; Aunio & Niemivirta, 2010; Newcombe & Frick, 2010; Parsons & Bynner, 2005). Zwakke rekenaars vormen voor landen dan ook een substantiële kostenpost (Butterworth, Varma, & Laurillard, 2011). Bovenstaande onderstreept de noodzaak van het inzetten van effectieve numerieke interventies die rekenkundige basisvaardigheden verbeteren, vooral van zwakke rekenaars.

Rekenen is een belangrijke basisvaardigheid die wordt gebruikt bij het toepassen van bewerkingen op getallen (Butterworth, 2010). Om te kunnen rekenen is getalbegrip noodzakelijk (Arnold, Fisher, Doctoroff, & Dobbs, 2002; Whyte & Bull, 2008). Met getalbegrip worden vaardigheden bedoeld als herkenning van getallen, het maken van een vergelijking van hoeveelheden, het non-verbaal tellen en ordenen (Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010). Uit onderzoek blijkt dat getalbegrip deels aangeboren is en sterk wordt ontwikkeld door invloed vanuit de omgeving (Dehaene, 1997). Een belangrijk onderdeel van getalbegrip is de zogeheten mentale getallenlijn (Jordan, Kaplan, Olah, & Locuniak, 2006), een ruimtelijke representatie in de hersenen van de betekenis van getallen, dat automatisch wordt geactiveerd als we een getal tegenkomen (Ruijsenaars, Van Luit, & Van Lieshout, 2004; Dehaene, Bossini, & Giraux, 1993). Op de mentale getallenlijn staan getallen in oplopende volgorde van links naar rechts. Kleuters hebben veelal een logaritmische voorstelling van de mentale getallenlijn; zij plaatsen kleine getallen meestal ver uit elkaar, vaak teveel naar de rechterkant en de grote getallen worden meer samengedrukt aan het einde van de getallenlijn (Dehaene, 2000; Siegler & Booth, 2004). Wanneer kinderen ouder worden, wordt de representatie van de mentale getallenlijn lineair, waarbij de waarde van getallen, volgorde en gelijke afstand tussen deze getallen is geautomatiseerd (Rubinsten, Henik, Berger, & Shahar-Shaley, 2002). Een lineaire voorstelling van de mentale getallenlijn voor

EFFECT VAN LICHAAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN REKENVAARDIGHEDEN

hoeveelheden tot en met 100 is bij een normaal verloop bij kinderen van acht jaar ontwikkeld en een lineaire voorstelling van de mentale getallenlijn voor hoeveelheden tot en met 1000 ontwikkelt zich nog later (Berteletti, Lucangeli, Piazza, Dehaene, & Zorzi, 2010; Siegler & Booth, 2004). Bij een lineaire voorstelling van de mentale getallenlijn laten kinderen relatief betere algemene rekenkundige vaardigheden zien (Booth & Siegler, 2008; Holloway & Ansari, 2009; Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent, & Numtee, 2007; Lyons & Beilock, 2011).

Vanuit de literatuur blijkt dat de mentale getallenlijn bij kinderen getraind kan worden door sensomotorische trainingen met een getallenlijn (Fischer, Moeller, Bientzle, Cress, & Nuerk, 2011; Link, Moeller, Huber, Fischer, & Nuerk, 2013). De theorie van ‘embodied cognition’, die het lichamenlijk via sensorische en motorische fundamenteën ervaren wat een getal ruimtelijk inhoudt omvat, is bij deze trainingen van essentieel belang (Wilson, 2002; Kiefer & Trumpp, 2013; Lindemann & Fischer, 2015). Aanhangers van de theorie van ‘embodied cognition’ stellen dat de menselijke cognitie oorspronkelijk geworteld is in sensorisch-motorische processen en dat de cognitie wordt gevormd door het opdoen van lichamenlijke ervaringen. Binnen de, slechts weinige, onderzoeken waarbij de mentale getallenlijn werd gekoppeld aan ‘embodied cognition’, blijkt dat de mentale getallenlijn en andere rekenvaardigheden die niet direct werden getraind, zich beter ontwikkelen bij kinderen die op een ‘embodied’ manier worden getraind dan bij kinderen uit de controlegroep (Fischer et al., 2011; Link et al., 2013).

Binnen het onderzoek van Fischer en collega’s (2011) moesten de kinderen naar links en rechts stappen om aan te geven of een getal kleiner of groter was dan het gegeven voorbeeld, wat zorgde voor verbeteringen in getallenlijn schattingstaken. In het onderzoek van Link en collega’s (2013) werd gesteld dat de beweging binnen het onderzoek van Fischer en collega’s (2011) ‘slechts’ één stap naar links of rechts was en dat een vrije continuerende beweging over de getallenlijn hierbij ontbrak. Binnen de ‘embodied’ training werden daarom vrije, continuerende bewegingen gemaakt tijdens het lopen over de getallenlijn, om zo de relatie tussen de grootte van het getal en de te lopen afstand beter te kunnen ervaren. Een belangrijke beperking binnen het onderzoek van Link en collega’s (2013) is dat niet duidelijk werd wat precies het werkzame bestanddeel is van de training. De procedure van de twee trainingen was niet gelijk. Bij de ‘embodied’ training begonnen de kinderen bijvoorbeeld of links, bij 0, of rechts, bij 100, met lopen over de getallenlijn naar het gevraagde getal. Bij de controle training stond de cursor midden onder de getallenlijn en moest het kind direct de

EFFECT VAN LICHAAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN REKENVAARDIGHEDEN

plaats van het aangeboden getal aanklikken, zonder over de getallenlijn te bewegen.

Binnen huidig onderzoek wordt dan ook getracht om voort te bouwen op het onderzoek van Link en collega's (2013). Onderzocht wordt of er significant betere reken- en getalbegripsprestaties worden gehaald wanneer de mentale getallenlijn van kinderen wordt getraind door met hun hele lichaam over een getallenlijn te bewegen ('embodied cognition' een grote rol) in vergelijking met 'slechts' het bewegen van een vinger van de kinderen over een getallenlijn op de tablet ('embodied cognition' een kleine rol). Dit wordt gedaan door te kijken naar de vooruitgang op de (papier-en-potlood) getallenlijntaak, symbolisch vergelijkingstaak en sommentaal die door de kinderen worden gemaakt tijdens voor- en nameting. Het gebruik van voor- en nametingen zorgt ervoor dat de invloed van controlevariabelen, zoals rekenvaardigheid bij aanvang van de training, de resultaten van dit onderzoek zo min mogelijk beïnvloeden.

Ten eerste wordt er binnen dit onderzoek ingegaan op de volgende onderzoeksvraag: *'Is er een significante vooruitgang in prestaties op de (1) getallenlijntaak, (2) symbolische vergelijkingstaak en (3) sommentaal gemaakt door kinderen uit groep drie en vier na het volgen van de 'embodied' training of de controle tablettraining?'*. Er wordt verwacht dat beide groepen na de training significant vooruit gaan op de bovengenoemde drie taken. Ten eerste omdat uit de literatuur al blijkt dat de mentale getallenlijn sterk wordt bepaald door invloeden vanuit de omgeving (Dehaene, 1997; Jordan et al., 2006) en dat een beter getalbegrip, waarvan de mentale getallenlijn een belangrijk onderdeel is, bijdraagt aan betere rekenvaardigheden (Moeller, Pixner, Kaufmann, & Nuerk, 2009; Jordan, Kaplan, Ramini, & Locuniak, 2007).

De volgende onderzoeksvraag is: *'Is er een significant verschil in vooruitgang in prestaties op de getallenlijntaak, symbolische vergelijkingstaak en sommentaal gemaakt door kinderen uit groep drie en vier na het volgen van de embodied training of de controle tablettraining?'*. Er wordt verwacht dat kinderen die 'embodied' getraind zijn significant meer vooruitgaan op alle taken van de nameting dan kinderen die de controle tablettraining volgden. Het blijkt namelijk dat het lichamenlijk ervaren van wat een getal inhoudt een effectieve manier is om getalbegrip en rekenvaardigheid te verbeteren (Link et al., 2013; Fischer et al., 2011)

Methoden

Participanten

Aan dit onderzoek hebben twee reguliere basisscholen uit Nederland deelgenomen.

EFFECT VAN LICHAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN REKENVAARDIGHEDEN

Via een gemakssteekproef zijn 60 participanten uit groep drie en vier benaderd. De ouders van deze participanten hebben allemaal schriftelijk toestemming gegeven voor de deelname van hun kinderen aan het onderzoek. Het opleidingsniveau van deze ouders varieert in beide groepen van lager beroepsonderwijs tot universitair geschoold. Het aantal participanten binnen dit onderzoek is groot genoeg om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden. Tabel 1 laat een aantal gegevens zien van deze participanten.

Tabel 1

Aantal kinderen, geslacht, leeftijd en nationaliteit

	N	Geslacht		Leeftijd	Nationaliteit			
		Jongens	Meisjes	M (SD)	NL	MA	TR	AND
Groep 1 (EMBOD)	30	17	13	7,2 (0,43)	28	2	0	0
Groep 2 (CONTR)	30	18	12	7,3 (0,70)	12	0	16	2
Totaal	60	35	25	7,3 (0,58)	40	2	16	2

Noot. EMBOD = ‘embodied’ training; CONTR = controle training; NL = Nederlandse; MA = Marokkaanse; TR = Turkse; AND = anders (1x Griekse en 1x Keniaanse).

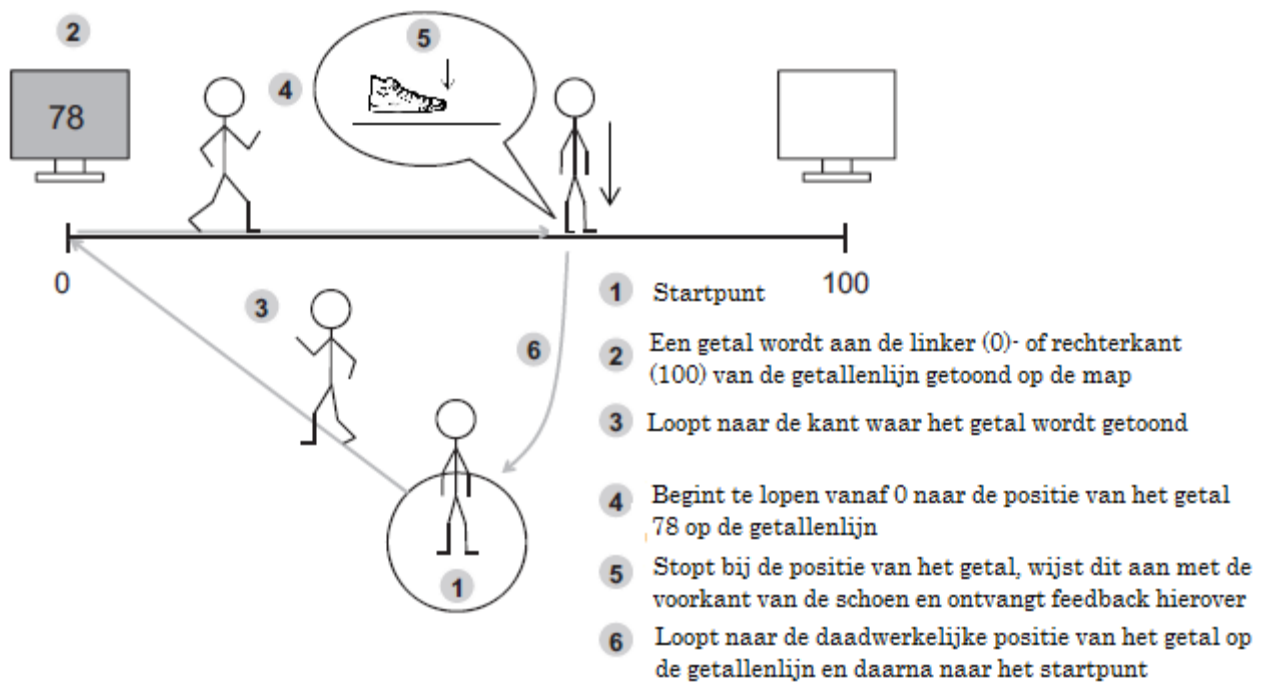
Procedure

Binnen dit onderzoek zijn twee verschillende trainingen gegeven in de periode van januari tot en met maart 2015. Van deze kinderen hebben 30 kinderen alleen de ‘embodied’ training gevolgd en hebben 30 andere kinderen alleen de controle tablettraining gevolgd. De trainingen zijn gegeven nadat op eenzelfde dag bij alle kinderen de drie voormetingen, getallenlijntaak, symbolisch vergelijkingstaak en sommentak, zijn afgenomen. Beide trainingen zijn individuele trainingen waarbij de kinderen in zes sessies iedere keer 24 getallen (6, 18, 26, 29, 39, 41, 51, 66, 75, 80, 87, 93, 3, 11, 20, 31, 35, 47, 58, 64, 72, 78, 89, 99) in verschillende volgorde kregen aangeboden. Na de trainingen vond de nameting plaats waarbij dezelfde taken zijn afgenomen als bij de voormeting.

Bij de ‘embodied’ training moesten de kinderen naar de kant lopen waar het getal aangeboden werd, om vervolgens te lopen naar het plekje van dit getal op de drie meter lange getallenlijn die op de grond lag (zie figuur 1). De onderzoeker heeft middels het plaatsen van

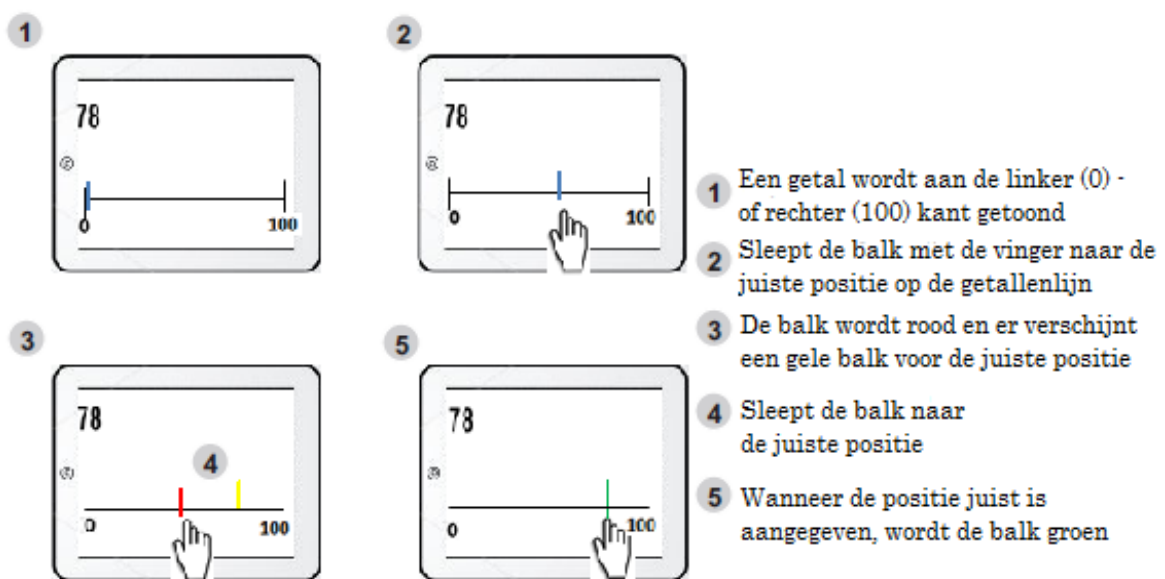
EFFECT VAN LICHAAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN REKENVAARDIGHEDEN

een houten balk laten zien wat de daadwerkelijke positie van het aangeboden getal was op de getallenlijn.



Figuur 1. Procedure van de ‘embodied’ training.

De kinderen die de tablettraining volgden, kregen dezelfde getallen aangeboden aan dezelfde kant van de getallenlijn. Zij moesten met hun vinger de cursor van de tablet bewegen naar de positie van het getal (zie figuur 2).



Figuur 2. Procedure van de controle tablettraining.

EFFECT VAN LICHAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN REKENVAARDIGHEDEN

Meetinstrumenten

De voor- en nametingen van dit onderzoek zijn de (papier-en-potlood) getallenlijntaak, symbolische vergelijkingstaak en sommentaaak.

Getallenlijntaak. Bij de getallenlijntaak werd met een verticale streep de positie van het gevraagde getal aangegeven op de getallenlijn. Eerst maakten de kinderen twee oefenopgaven op één A4 met twee getallenlijnen van 0 tot 100 met daarboven de twee oefengetallen (72, 18). De testopgaven omvatten 20 van deze opgaven (83, 46, 91, 62, 42, 27, 4, 53, 71, 96, 17, 65, 30, 79, 38, 73, 9, 57, 21, 36) verdeeld over 5 A4tjes. De kinderen ontvingen bij deze taak geen feedback.

De scoremaat die binnen deze taak werd gehanteerd was de ‘gemiddelde error’; het gemiddelde verschil in afstand tussen de daadwerkelijke positie en de door het kind aangegeven geschatte positie van het getal op de getallenlijn.

Uit onderzoek is gebleken dat getallenlijnen weergeven in welke mate kinderen hoeveelheden kunnen onderscheiden en categoriseren (Laksi & Siegler, 2007). De getallenlijntaak is dan ook in meerdere onderzoeken en in bijvoorbeeld de als ‘voldoende’ op betrouwbaarheid beoordeelde Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised (UGT-R, Van Luit & Van de Rijt, 2009) opgenomen en gebruikt. De test bevatte daarom naar alle waarschijnlijkheid in ieder geval betrouwbare elementen.

Symbolische vergelijkingstaak. De symbolische vergelijkingstaak omvatte een taak waarbij op de laptop voor 60 opgaven aangegeven diende te worden welke van de twee aangeboden getallen onder de 100 het grootst is, zoals 42-44 en 88-39. De kinderen gaven hun antwoord door op de linker- of rechterknop te drukken op de laptop corresponderend met de getoonde antwoordmogelijkheden die links of rechts stonden. Alleen bij de drie oefenopgaven werd aangegeven of het antwoord juist was of niet.

De scoremaat van symbolische vergelijkingstaak was de ‘efficiëntiescore’; een deling van de gemiddelde reactietijd in milliseconden door het percentage accuraat gegeven antwoorden.

De symbolische vergelijkingstaak wordt vaak gebruikt voor onderzoek naar getalbegrip (Laksi & Siegler, 2007). Over de betrouwbaarheid van deze taak kan geen eenduidige uitspraak worden gedaan, aangezien de symbolische vergelijkingstaak werd ontwikkeld voor doeleinden van deze studie.

Sommentaaak. De sommenstaak is een taak waarbij op de laptop 30 sommen onder de 20 uitgerekend werden, zoals $14+5$ en $3+4$. De kinderen gaven hun antwoord door op de

EFFECT VAN LICHAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN REKENVAARDIGHEDEN

linker- of rechterknop te drukken op de laptop corresponderend met de twee getoonde antwoordmogelijkheden die links of rechts onder de som stonden. Ook deze taak startte met drie oefenopgaven. Alleen bij de oefenopgaven werd aangegeven of het antwoord correct was of niet.

De prestaties van sommentak werden ook weergegeven met de ‘efficiëntiescore’.

De sommentak wordt in dit onderzoek gebruikt voor onderzoek naar rekenvaardigheid. Over de betrouwbaarheid van de sommentak kan geen eenduidige uitspraak worden gedaan, omdat deze taak werd ontwikkeld voor doeleinden van deze studie.

Data analyse

De onderzoekshypothesen worden getoetst met de herhaalde metingen MANOVA, die een vergelijking maakt tussen scores behaald op de voor- en nameting voor meerdere afhankelijke variabelen tegelijk van de twee onderzochte groepen. De onafhankelijke variabelen zijn tijd en het soort training, bestaande uit de ‘embodied’ training en controle tablettraining. De afhankelijke variabelen binnen dit onderzoek zijn de prestaties behaald op de getallenlijntak, sommentak en symbolische vergelijkingstaak op de voor- en nameting.

Resultaten

Voor het uitvoeren van de herhaalde metingen MANOVA moet de verkregen data aan enkele voorwaarden voldoen, namelijk homogeniteit van varianties, variabelen zijn multivariaat normaal verdeeld en tenminste van interval meetniveau, afwezigheid van uitschieters, aselechte steekproef en onafhankelijke waarnemingen (Field, 2013). Om aan de voorwaarde voor afwezigheid van uitschieters te voldoen zijn van verschillende variabelen in totaal 4 uitschieters met een z-score van +3 verwijderd. Binnen dit onderzoek wordt niet voldaan aan de voorwaarden voor aselechte steekproeftrekking en multivariate normale verdeling van de variabelen. Aangezien ANOVA’s redelijk robuust zijn tegen schending van assumpties en aan de andere voorwaarden wel wordt voldaan, zullen de onderzoeksvragen toch worden getoetst door middel van de herhaalde metingen MANOVA.

Beschrijvende statistieken

In tabel 1 staat het overzicht van de beschrijvende statistieken van de getallenlijntak, symbolische vergelijkingstaak en sommentak.

EFFECT VAN LICHAAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN
REKENVAARDIGHEDEN

Tabel 1

*Beschrijvende Statistieken van de Getallenlijntaak, Symbolisch Vergelijkingstaak
Sommentaaik en per Groep*

	Voormeting					Nameting				
	n	M	SD	Min	max	n	M	SD	Min	max
Getallenlijntaak										
EMBOD	30	9,11	6,21	2,65	23,50	30	7,25	5,21	2,95	21,55
CONTR	30	13,57	6,79	3,90	24,95	30	11,32	5,46	3,70	19,45
Symbolisch vergelijkingstaak										
EMBOD	30	21,25	7,25	11,68	38,20	30	18,87	6,73	11,17	38,37
CONTR	29	24,87	10,33	10,65	45,44	29	23,61	9,65	11,84	44,85
Sommentaaik										
EMBOD	30	45,40	19,13	24,97	114,22	30	38,39	10,58	25,24	60,67
CONTR	27	55,18	24,61	25,14	117,73	27	40,67	12,68	21,39	66,49

Noot. EMBOD = ‘embodied’ training; CONTR = controle training.

Uitvoering analyse

In de eerste hypothese die is opgesteld naar aanleiding van de onderzoeksvragen wordt verwacht dat beide groepen kinderen na de gevolgde trainingen een significante vooruitgang laten zien in behaalde prestaties op de getallenlijntaak, symbolisch vergelijkingstaak en sommentaaik. De resultaten laten zien dat er sprake is van een significant hoofdeffect van tijd $F(3, 53) = 18.13, p < .001$, partiële $\eta^2 = .506$ (grote relevantie). De univariate testen laten ook zien dat de vooruitgang op de getallenlijntaak significant is $F(1, 55) = 31.47, p = < 0.001$, partiële $\eta^2 = .364$ (grote relevantie), de vooruitgang op de symbolisch vergelijkingstaak significant is $F(1,55) = 5.142, p = 0.027$, partiële $\eta^2 = .085$ (medium relevantie) en ook de vooruitgang op de sommentaaik significant is $F(1,55) = 20.45, p = < 0.001$, partiële $\eta^2 = .271$ (grote relevantie) na het volgen van de ‘embodied’ training en de controle tablettraining.

Daarnaast wordt binnen dit onderzoek verwacht dat de kinderen die ‘embodied’ getraind zijn, significant meer vooruitgang laten zien op de bovengenoemde drie taken dan de kinderen die de controle tablettraining hebben gevolgd. De resultaten laten zien dat er geen sprake is van een significant interactie effect $F(3, 53) = 1.28, p = .292$, er is dus geen significant verschil in vooruitgang tussen de twee groepen op de drie nametingen. De resultaten van de herhaalde metingen MANOVA laten ook zien dat er geen sprake is van een

EFFECT VAN LICHAAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN REKENVAARDIGHEDEN

significant hoofdeffect van training $F(3, 53) = 1.92, p = .137$, de ene groep presteert dus gemiddeld genomen niet beter op alle metingen dan de andere groep.

Discussie en conclusie

Deze studie is uitgevoerd om te onderzoeken of de mate van lichamenlijk bewegen over een getallenlijn het werkzame bestanddeel is van de ‘embodied’ training, een sensomotorische training van de mentale getallenlijn die effectief is gebleken in het verbeteren van getalbegrip en rekenvaardigheden bij kinderen (Link et al., 2013). Het onderzoeken van het werkzame bestanddeel van deze training is van belang, aangezien al uit de inleiding de essentie blijkt van het inzetten van effectieve numerieke interventies die rekenkundige basisvaardigheden verbeteren.

Uit de onderzoeksresultaten blijkt een significante vooruitgang in behaalde prestaties op de taken van de getallenlijntaak, symbolisch vergelijkingstaak en sommentak voor alle getrainde kinderen. Ook presteert de ene onderzoeksgroep niet constant significant beter dan de andere onderzoeksgroep. Tot slot blijkt uit de resultaten dat er geen significant verschil is in vooruitgang op de getallenlijntaak, symbolisch vergelijkingstaak en sommentak tussen de kinderen die de ‘embodied’ training en de controle tablettraining hebben gevolgd.

Met deze gevonden resultaten kan een bevestigend antwoord worden gegeven op de eerste onderzoeksvraag *‘Is er een significante vooruitgang in prestaties op de getallenlijntaak, symbolische vergelijkingstaak en sommentak gemaakt door kinderen uit groep drie en vier na het volgen van de ‘embodied’ of de controle tablettraining?’*. Na het volgen van zowel de ‘embodied’ training als de controle tablettraining, waarbij de mentale getallenlijn van de kinderen werd getraind, behalen de kinderen namelijk significant betere prestaties op de nametingstaken dan op de voormetingstaken. De taken van de voor- en nametingen zijn getalbegrips- en rekenvaardigheidstaken. Dit komt overeen met de verwachtingen, literatuur en eerder onderzoek waaruit blijkt dat getalbegrip, waar de mentale getallenlijn een belangrijk onderdeel van is, getraind kan worden door de omgeving en dat een beter getalbegrip bijdraagt aan betere rekenvaardigheden (Dehaene, 1997; Jordan et al., 2006; Moellers et al., 2009; Jordan et al., 2007).

De resultaten van deze studie bevestigen echter de tweede onderzoeksvraag niet, *‘Is er een significant verschil in vooruitgang in prestaties op de getallenlijntaak, symbolische vergelijkingstaak en sommentak gemaakt door kinderen uit groep drie en vier na het volgen van de ‘embodied’ training of de controle tablettraining?’*. De training waarbij de theorie van ‘embodied cognition’ een grote rol speelt door een grotere lichamenlijke ervaring van de

EFFECT VAN LICHAAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN REKENVAARDIGHEDEN

betekenis van een getal, ten opzichte van de controle tablettraining waarbij de theorie van ‘embodied cognition’ een kleine rol speelt, zorgt niet voor significant betere rekenvaardigheden en getalbegrip. Dit resultaat gaat in tegen de verwachtingen, literatuur omtrent de theorie van ‘embodied cognition’, waarin wordt gesteld dat de cognitie wordt bepaald door het opdoen van lichamelijke ervaringen (Wilson, 2002; Kiefer & Trumpp, 2013) en eerder onderzoek waaruit significant betere reken- en getalbegripsprestaties blijken voor de ‘embodied’ getrainde groep (Link et al., 2013; Fischer et al., 2011).

Een mogelijke verklaring hiervoor kan gezocht worden in het verschil in opzet van de controle trainingen; binnen de huidige studie was hierbij namelijk sprake van een beweging over de getallenlijn en bij het onderzoek van Link et al. (2013) was dit niet het geval. Bovendien blijkt uit eerder onderzoek dat gedeelde onderliggende cognitieve aspecten worden aangesproken en geactiveerd wanneer een getal visueel wordt waargenomen en wordt gevoeld met de vinger (Krause, Bekkering, Lindemann, 2013), zoals in de controle tablettraining is gedaan. Wellicht dat de vinger-nummer associatie even effectief is in het ervaren van wat een getal inhoudt als wanneer met het hele lichaam over de getallenlijn wordt bewogen. Daarnaast wordt niet duidelijk op welke manier er binnen het onderzoek van Link et al. (2013) feedback wordt gegeven tijdens de ‘embodied’ training. Wellicht dat het verschil in ontvangen feedback tussen de twee trainingen binnen het onderzoek van Link et al. (2013) hierdoor groter is dan binnen het huidige onderzoek. Tot slot kunnen de verschillende groepen, die gevormd zijn op verschillende scholen en getraind zijn door verschillende trainers als verklaring worden aangegeven voor de onderzoeksresultaten.

Een sterk punt van huidig onderzoek in vergelijking met het onderzoek van Link en collega’s (2013) is dat de kinderen uit de twee onderzoeksgroepen betrouwbaarder met elkaar vergeleken kunnen worden wat betreft het effect van ‘embodied cognition’ op getalbegrip en rekenvaardigheden, omdat de kinderen binnen dit onderzoek óf ‘embodied’ getraind zijn met een grote mate van lichamelijke ervaring óf de computer tablettraining met een kleine mate van lichamelijke ervaring hebben gevolgd. Bovendien waren de startmogelijkheden en aangeboden getallen binnen dit onderzoek gelijk voor de twee onderzoeksgroepen, wat niet gold voor het onderzoek van Link en collega’s (2013). Daarnaast zijn de hoge motivatie van vrijwel alle kinderen, het gegeven dat ieder kind op hetzelfde moment van de dag werd getraind en voorafgaand aan de trainingen een duidelijke handleiding is gemaakt die uitvoerig beschrijft hoe de training en feedback gegeven moet worden, sterke punten van huidig onderzoek.

EFFECT VAN LICHAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN REKENVAARDIGHEDEN

Het werkzame bestanddeel van de ‘embodied’ training lijkt niet de mate van lichamelijke ervaring tijdens het bewegen over de getallenlijn te zijn. Hierbij moeten de volgende limitaties in acht worden genomen; de twee onderzoeksgroepen zijn select op twee verschillende scholen gevormd, door andere testleiders getraind en de populatiegrootte is te klein is om eenduidige generaliseerbare uitspraken te kunnen doen over de onderzoeksresultaten. Binnen dit onderzoek is geen onderscheid gemaakt tussen goede en zwakke rekenaars, terwijl uit de literatuur bijvoorbeeld blijkt dat de ontwikkeling van de mentale getallenlijn bij kinderen met rekenproblemen tot vijf jaar achter loopt op kinderen zonder rekenproblemen (Halberda & Feigenson, 2008; Izard, Sann, Spelke, & Streri, 2009) en dat het begrip voor hoeveelheden bij goede rekenaars beter wordt naarmate zij ouder worden (Halberda & Feigenson, 2008; Izard et al., 2009), terwijl er voor zwakke rekenaars alleen een leereffect optreedt wanneer zij veel oefeningen hebben gedaan om hun begrip voor hoeveelheden te verbeteren (Wilson, Revkin, Cohen, Cohen, & Dehaene, 2006). De gevonden significante verbetering van getalbegrip en rekenvaardigheden bij alle onderzochte kinderen kan worden verklaard door rijping en onderwijs. De kinderen zijn namelijk ouder geworden en naar school geweest waarbij zij meer onderwijsaanbod hebben ontvangen dan bij de voormeting het geval was. Hiermee rekening houdend is het belangrijk dat vervolgonderzoek naar het werkzame bestanddeel van de ‘embodied’ training onderscheid maakt tussen goede en zwakke rekenaars en het effect van het onderwijsaanbod zo min mogelijk een rol laat spelen door de training bijvoorbeeld te geven tijdens de zomervakantie van de kinderen.

Kortom, uit deze studie blijkt dat de controle tablettraining, waarbij ‘embodied cognition’ door middel van het bewegen van de vinger over de getallenlijn een kleine rol speelt, en de ‘embodied’ training waarbij ‘embodied cognition’ via het bewegen van het hele lichaam over de getallenlijn een grote rol speelt, beiden zorgen voor significant beter getalbegrip en rekenvaardigheden bij kinderen van groep 3 en 4. Er wordt echter geen significant verschil gevonden tussen de twee onderzoeksgroepen in bovengenoemde vooruitgang, wat tegen de verwachtingen, eerder onderzoek en literatuur ingaat. Het is van belang om verder onderzoek te doen naar het werkzame bestanddeel van de ‘embodied’ training, waarbij rekening wordt gehouden met bovenstaande limitaties, onderscheid wordt gemaakt tussen zwakke en goede rekenaars en het effect van het onderwijsaanbod op de onderzoeksresultaten zo veel mogelijk wordt beperkt om zo de meest passende numerieke interventie te kunnen implementeren die getalbegrip en rekenvaardigheden verbeterd bij verschillende doelgroepen.

EFFECT VAN LICHAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN
REKENVAARDIGHEDEN

Literatuur

- Arnold, D. H., Fisher, P. H., Doctoroff, G. L., & Dobbs, J. (2002). Accelerating math development in head start classrooms. *Journal of Educational Psychology, 94*, 762-770.
- Aunio, P., & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences, 20*, 427-435.
doi:10.1016/j.lindif.2010.06.003
- Aunio, P., Hautamäki, J., & Van Luit, J. E. H. (2005). Mathematical thinking intervention programmes for preschool children with normal and low number sense. *European Journal of Special Needs Education, 20*, 131-146. doi:10.1080/08856250500055578
- Berteletti, I., Lucangeli, D., Piazza, M., Dehaene, S., & Zorzi, M. (2010). Numerical estimation in preschoolers. *Developmental Psychology, 46*, 545-511.
doi:10.1037/a0017887
- Booth, J. L., & Siegler, R. S. (2008). Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. *Child Development, 79*, 1016-1031.
doi:10.1111/j.1467-8624.2008.01173.x
- Butterworth, B. (2010). Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia. *Trends in Cognitive Sciences, 14*, 534-541. doi:10.1016/j.tics.2010.09.007
- Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science, 332*, 1049-1053. doi:10.1126/science.1201536
- Dehaene, S. (1997). *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Dehaene, S. (2000). Cerebral bases of number processing and calculation. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The New Cognitive Neurosciences* (pp. 987-998). Cambridge, MA: The MIT Press.

EFFECT VAN LICHAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN
REKENVAARDIGHEDEN

- Dehaene, S., Bossini, S., & Giraux, P. (1993). The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, *122*, 371–396.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Londen: SAGE Publication Ltd.
- Fischer, U., Moeller, K., Bientzle M., Cress, U., & Nuerk. H. C. (2011). Sensori-motor spatial training of number magnitude representation. *Psychonomic Bulletin and Review*, *18*, 177–83. doi:10.3758/s13423-010-0031-3
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, *78*, 1343-1359. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x
- Gross, J., Hudson, C., & Price, D. (2009). *The long term costs of numeracy difficulties*. Londen: Every Child a Chance Trust and KPMG.
- Halberda, J., & Feigenson, L. (2008). Developmental change in the acuity of the “number sense”: The approximate number system in 3-, 4-, 5-, and 6-year-olds and adults. *Developmental Psychology*, *44*, 1457-1465. doi:10.1037/a001268
- Holloway, I. D., & Ansari, D. (2009). Mapping numerical magnitudes onto symbols: The numerical distance effect and individual differences in children’s mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*, 17–29. doi:10.1016/j.jecp.2008.04.001
- Izard, V., Sann, C., Spelke, E. S., & Streri, A. (2009). Newborn infants perceive abstract numbers. *PNAS*, *106*, 10382-10385. doi:10.1073/pnas.0812142106
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Research and Practice*, *22*, 36-46. doi:10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Olah, L. N., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in

EFFECT VAN LICHAAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN
REKENVAARDIGHEDEN

- kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development*, 77, 153-175.
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences*, 20, 82-88.
- Kiefer, M., & Trumpp, N. M. (2013). Embodiment theory and education: The foundations of cognition in perception and action. *Trends in Neuroscience and Education*, 1, 15-20. doi:org/10.1016/j.tine.2012.07.002
- Laski, A. V., & Siegler, R. S. (2007). Is 27 a big number? Correlational and causal connections among numerical categorization, number line estimation, and numerical magnitude comparison. *Child Development*, 78, 1723-1743.
- Link, T., Moeller, K., Huber, S., Fischer, U., & Nuerk, H. C. (2013). Walk the number line – An embodied training of numerical concepts. *Trends in Neuroscience and Education*, 2, 74-84. doi:10.1016/j.tine.2013.06.005
- Lindemann, O., & Fischer, M. H. (2015). Embodied number processing. *Journal of Cognitive Psychology*, 27, 381-387. doi:10.1080/20445911.2015.1032295
- Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2009). Beyond quantity: Individual differences in working-memory and the ordinal understanding of numerical symbols. *Cognition*, 113, 189–204. doi:10.1016/j.cognition.2009.08.003
- Moeller, K., Pixner, S., Kaufmann, L., & Nuerk, H. C. (2009). Children's early mental numberline: Logarithmic or decomposed linear. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 503-515. doi:10.1016/j.jecp.2009.02.006
- Newcombe, N. S., & Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. *Mind and Education*, 43, 102-111.
- Parsons, S., & Bynner, J. (2005). *Does Numeracy Matter More?* London: National Research

EFFECT VAN LICHAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN
REKENVAARDIGHEDEN

and Development Centre for Adult Literacy and Numeracy, Institute of Education.

Rubinsten, O., Henik, A., Berger, A. & Shahar-Shalev, S. (2002). The development of internal representations of magnitude and their association with Arabic numerals. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81, 74–92.

Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2004). *Rekenproblemen en dyscalculie: Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling*. Rotterdam: Lemniscaat Publishers.

Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child Development*, 75, 428-444. doi:10.1111/j.1467-8624.2004.00684.x

Stock, P., Desoete, A., & Roeyers, H. (2010). Detecting children with arithmetic disabilities from kindergarten: Evidence from a 3-year longitudinal study on the role of preparatory arithmetic abilities. *Journal of Learning Disabilities*, 43, 250-268. doi:10.1177/0022219409345011

Van Luit, J. E. H., & Schopman, E. A. M. (2000). Improving early numeracy of young children with special educational needs. *Remedial and Special Education*, 21, 27-4. doi:10.1177/074193250002100105

Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised*. Doetinchem: Graviant.

Whyte, J. C., & Bull, R. (2008). Number games, magnitude representation, and basic number skills in preschoolers. *Developmental Psychology*, 44, 588-596.

Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9, 625–636. doi:10.3758/BF03196322

Wilson, A. J., Revkin, S. K., Cohen, D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2006). An open trial assessment of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of

EFFECT VAN LICHAAMELIJKE ERVARINGEN OP GETALBEGRIP EN
REKENVAARDIGHEDEN

dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, 2, 20-35. doi:10.1186/1744-9081-2-20