

Getallenlijntraining, *Embodied Cognition* en Vooruitgang in Rekenvaardigheid bij Kinderen  
in Groep 3

Definitieve versie thesis

Masterthesis

Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Naam	A.J. de Jongh
Studentnummer	5628032
Begeleider	A. van Hoogmoed
2 <sup>de</sup> beoordelaar	J. van de Beek
Datum	03-06-2016
Aantal woorden	4151

### Voorwoord

Voor u ligt de thesis ‘Getallenlijntraining, *Embodied Cognition* en Vooruitgang in Rekenvaardigheid bij Kinderen in Groep 3’. Het onderzoek heeft plaatsgevonden van september 2015 tot juni 2016. De thesis is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de master Orthopedagogiek aan de Universiteit Utrecht.

Voordat ik aan de master Orthopedagogiek begon, heb ik de PABO gevolgd. Na de PABO was ik op zoek naar een nieuwe uitdaging, ik wilde graag mijn kennis in leer- en gedragsproblemen vergroten. Het schrijven van mijn masterthesis heeft hier zeker bij geholpen. Ik heb meer kennis vergaard over rekeninterventies, dit kan ik meenemen in mijn toekomstige werk als orthopedagoog.

Het schrijven van mijn masterthesis vond ik best lastig, voornamelijk het uitvoeren en interpreteren van de analyses, hier keek ik ook best tegenop. Ik ben trots op mijzelf dat het uiteindelijk gelukt is. Tijdens mijn thesis ben ik begeleid door Anne van Hoogmoed en tijdens haar zwangerschapsverlof door Jan van de Beek. Ik vond de feedback die zij hebben gegeven op mijn producten erg fijn en wil ze daar graag voor bedanken. Daarnaast wil ik Lisa van Leeuwen bedanken voor de fijne samenwerking tijdens het uitvoeren en interpreteren van de analyses en de feedback die zij gegeven heeft op mijn thesis. Tot slot wil ik mijn vriend, mijn familie en vrienden bedanken voor de steun en feedback die zij mij hebben gegeven tijdens mijn masterjaar. Het masterjaar was een drukke en zware periode en het was fijn dat ik altijd bij hen terecht kon.

Anne de Jongh

Amersfoort, juni 2016

### Abstract

**Objective:** The aim of this study is to investigate whether the amount of embodied cognition is important for the improvement of the three numeracy tasks: number line task, addition task and comparison task. **Method:** A total of 42 children from the first grade of seven elementary schools have participated in the training. The children are between 5 and 8 years old. The participants were divided in two groups; 22 children followed the embodied cognition training and 20 children followed the training where embodied cognition played a smaller role. A repeated measures MANOVA was executed to exam if there was an improvement on the post-test on the three numeracy tasks: number line task, addition task and comparison task and whether this improvement was different between the two groups. **Results:** Both groups showed an improvement on the number line task, addition task and comparison task. There was no difference of improvement between the embodied cognition training and the training in which embodied cognition played a smaller role. **Conclusion and discussion:** Training the number line task has a significant effect on numeracy and number sense. However, the amount of embodied cognition has no significant effect on numeracy and number sense. Embodied cognition may be more suitable for children with low cognitive abilities.

*Keywords:* numeracy skills, embodied cognition, number line training, number sense

### Samenvatting

**Doel:** Het doel van het onderzoek is het onderzoeken of de mate van *embodied cognition* van een getallenlijntoets bepalend is voor de vooruitgang op drie rekenvaardigheid taken: getallenlijntoets, sommentoets en vergelijkingstoets. **Methoden:** In totaal hebben 42 kinderen uit groep 3 van zeven verschillende basisscholen in Nederland deelgenomen aan het onderzoek. De kinderen zijn tussen de 5 en 8 jaar oud. Er hebben 22 kinderen deelgenomen aan de training waar *embodied cognition* een belangrijke rol speelde en 20 kinderen hebben deelgenomen aan de training waar *embodied cognition* een minder belangrijke rol heeft gespeeld. Een herhaalde metingen MANOVA is uitgevoerd om te kijken of er een vooruitgang is op de drie rekenvaardigheid taken: getallenlijntoets, sommentoets en vergelijkingstoets en of deze vooruitgang verschillend is voor de twee trainingen. **Resultaten:** Er is bij beide groepen een vooruitgang zichtbaar op sommentoets, vergelijkingstoets en getallenlijntoets. De vooruitgang die de participanten laten zien is niet verschillend tussen de

twee groepen. **Conclusie en discussie:** Het trainen van de getallenlijntaak zorgt voor vooruitgang in rekenvaardigheid bij kinderen in groep 3. De mate van *embodied cognition* lijkt echter niet het werkzame onderdeel te zijn van de getallenlijntraining. *Embodied cognition* is mogelijk beter passend bij kinderen met lage cognitieve mogelijkheden.

*Kernwoorden:* rekenvaardigheid, *embodied cognition*, getallenlijntraining, getalbegrip

### Getallenlijntraining, *Embodied Cognition* en Vooruitgang in Rekenvaardigheid bij Kinderen in Groep 3

Kinderen rekenen in verschillende contexten. Ze rekenen prijzen uit, houden de score bij in een spel of gebruiken het voor het beantwoorden van vragen op rekentoetsen (Bisanz, Sherman, Rasmussen, & Ho, 2005). Uit het onderzoek van Finnie en Meng (2001) komt naar voren dat taal en rekenen een significant effect hebben op arbeidsmarkttuitkomsten voor jongeren. Rekenen komt dus in veel contexten naar voren, daarom is het belangrijk dat de rekenvaardigheden van kinderen goed ontwikkelen en eventuele rekenproblemen met interventies mogelijk verholpen kunnen worden.

#### **Rekeninterventies**

Het is belangrijk dat rekeninterventies zich richten op basisvaardigheden (Kaufmann, Handl, & Thöny, 2003; Kroesbergen & Van Luit, 2003). Kroesbergen en Van Luit (2003) hebben een meta-analyse uitgevoerd naar rekeninterventies voor kinderen op de basisschool met *special educational needs*. Hieruit komt naar voren dat de interventies gericht op probleemoplossingsvaardigheden minder effectief zijn dan interventies die zich richten op voorbereidende rekenvaardigheden en basisvaardigheden (Kroesbergen & Van Luit, 2003). Het onderzoek van Kaufmann en collega's (2003) toont tevens aan dat kinderen met *special educational needs* profiteren van interventies die gericht zijn op de basisvaardigheden van rekenen. Zij laten een significante vooruitgang zien op rekenvaardigheid (Kaufmann et al., 2003).

De beheersing van basisvaardigheden komt aan bod in het aanvankelijk rekenonderwijs van groep 3 (Van Vugt & Wösten, 2004). Om het aanvankelijk rekenonderwijs van groep 3 aan te kunnen moet eerst het getalbegrip van kinderen op voldoende niveau ontwikkeld zijn (Van Luit & Schopman, 1998). Getalbegrip is een overkoepelende term voor voorbereidende rekenvaardigheden. De voorbereidende rekenvaardigheden die hieronder vallen zijn tellen van hoeveelheden, maken van kleine rekensommen, herkennen van getallen en vergelijken van aantallen (Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010). Uit onderzoek blijkt dat het geven van doelgerichte instructie over verschillende basiscompetenties van rekenen een positief effect heeft op getalbegrip (Dyson, Jordan, & Glutting, 2011). Daarnaast hebben interventies die zich richten op getalbegrip een positief effect op hoofdrekenen (Kaufman, Delazer, Pohl, Semanza, & Dowker, 2004). Getalbegrip bij kinderen blijkt een significante positieve voorspeller te zijn voor meer complexe rekenkundige vaardigheden (Dyson et al., 2011; Jordan et al., 2010; Jordan,

Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007; Jordan, Kaplan, Ramineni, & Locuniak, 2009; Moeller, Pixner, Zuber, Kaufmann, & Nuerk, 2011).

Als gekeken wordt naar basisvaardigheden van rekenen blijkt het positioneren van een getal op een getallenlijn een sterke voorspeller te zijn voor rekenvaardigheden van kinderen (Booth & Siegler, 2008; Lyons, Price, Vaessen, Blomert, & Ansari, 2014; Sasanguie, Van den Bussche, & Reynvoet, 2012). Daarnaast hebben kinderen die beter presteren op een getallenlijntaak minder moeite met het uitvoeren van nieuwe en onbekende sommentaken (Booth & Siegler, 2008). Naast de getallenlijntaak is het vergelijken van getallen ook een belangrijke voorspeller voor rekenvaardigheden (Sasanguie et al., 2012). Geconcludeerd kan worden dat de getallenlijntaak een belangrijke voorspeller lijkt voor de ontwikkeling van andere rekenvaardigheden bij kinderen.

### ***Embodied cognition***

De laatste jaren is er steeds meer aandacht voor de *embodied* en *grounded* cognitieve benadering in de cognitieve wetenschap. De *embodied* en *grounded* cognitieve benadering gaat er van uit dat cognitieve activiteit is gebaseerd op sensomotorische processen in specifieke contexten en situaties (Borghi & Pecher, 2011). In het artikel van Barsalou (2010) wordt ingegaan op het begrip *grounded cognition*, welke er van uit gaat dat het cognitieve systeem gebruik maakt van de omgeving en het lichaam als externe informatiestructuren, die de interne representaties vullen. *Grounded cognition* weerspiegelt de veronderstelling dat cognitie is ingebed in verschillende manieren, namelijk nabootsing van de werkelijkheid, actie en het lichamelijk ervaren (*embodiment*) (Barsalou, 2008). Het begrip *embodied cognition* wordt vaak gebruikt in de literatuur als het gaat over *grounded cognition* (Barsalou, 2008). Echter, *embodied cognition* is een onderdeel van *grounded cognition* (Barsalou, 2008). *Embodied cognition* gaat er van uit dat cognitie ontstaat doordat het lichaam interacteert met de omgeving (Smith & Gasser, 2005; Wilson, 2002). Er kan een misvatting ontstaan doordat gedacht wordt dat *embodiment* noodzakelijk is voor cognitie. Echter, zonder het lichamelijk ervaren kan er ook sprake zijn van cognitie. Het verschil tussen *grounded cognition* en *embodied cognition* is dat *embodied cognition* er van uit gaat dat cognitie ontwikkelt in sensomotorische processen en *grounded cognition* gaat er van uit dat cognitie ontwikkelt in sensomotorische processen maar ook op andere manieren, bijvoorbeeld het nabootsen van de werkelijkheid (Barsalou, 2008).

### ***Embodied cognition en rekeninterventies***

Er zijn verschillende onderzoeken gedaan naar *embodied cognition* en rekenen. Op dit moment verschillen de effecten van de *embodied cognition* rekentraining op

rekenvaardigheden (Fischer, Moeller, Bientzle, Cress, & Nuerk, 2011; Link, Moeller, Huber, Fischer, & Nuerk, 2015). In het onderzoek van Fischer en collega's (2011) hebben de participanten twee rekentrainingen gevolgd. In de *embodied cognition* training moesten de kinderen een getal vergelijken met een gegeven getal, ze moesten door middel van een stap naar links of rechts aangeven of het getal groter of kleiner was. In de controle training kregen de kinderen twee getallen te zien op een scherm en moesten zij aan klikken welk getal het grootste was. Uit het onderzoek komt naar voren dat kinderen die de *embodied cognition* training volgden, beter getallen op een getallenlijn konden positioneren dan kinderen die de controle training hadden gevolgd (Fischer et al., 2011). In het onderzoek van Link en collega's (2013) is er tevens gekeken naar een *embodied cognition* rekentraining. Er werd gebruik gemaakt van een *embodied cognition* getallenlijntraining en een controle training op de computer. Bij de *embodied* training moesten de kinderen over een getallenlijn op de grond lopen naar de plaats van het getal. Bij de controle training moesten de kinderen naar de computer lopen en aangeven waar het getal hoort op de getallenlijn (Link et al., 2013). Uit de herziene resultaten, waarbij controlevariabelen zijn meegenomen in de analyses, komt naar voren dat het trainen van de getallenlijntaak effectief is voor het verbeteren van rekenvaardigheden, er is echter geen significant verschil gevonden tussen de *embodied* training en de controle training (Link, Moeller, Huber, Fischer, & Nuerk, 2015). Een kanttekening bij het onderzoek van Link en collega's (2013) is dat de trainingen op twee punten van elkaar verschillen. De kinderen in de controle groep werken op een computer, daarnaast moeten ze met de muis aanklikken waar zij denken dat het getal hoort in plaats van de cursor over de getallenlijn heen bewegen. Als er een verschil is tussen de groepen, kan niet achterhaald worden welke van deze twee verschillen het effect heeft veroorzaakt.

### **Het huidige onderzoek**

Het is belangrijk dat rekenvaardigheden van kinderen zich goed ontwikkelen, aangezien kinderen in verschillende contexten moeten rekenen (Bisanz et al., 2005) en het positieve effecten heeft op de arbeidsmarktuitskomsten van jongeren (Finnie & Meng, 2001). Om effectieve trainingen te geven op de getallenlijntaak, en zo de rekenvaardigheden te vergroten, is het belangrijk om te achterhalen wat het werkzame onderdeel is van een rekentraining. In het huidige onderzoek wordt gekeken naar het effect van twee getallenlijntrainingen op rekenvaardigheden. De mate van *embodied cognition* verschilt tussen de twee trainingen. Bij de ene training moet de participant vanaf het begint punt naar de 0 of 100 lopen en van daaruit over de getallenlijn heen lopen naar het gevraagde getal. Bij de andere training moet de participant vanaf het begin punt direct naar het gevraagde getal

toelopen. Bij de eerste training is er sprake van een hogere mate van *embodied cognition*. De trainingen verschillen nu op één punt van elkaar, waardoor deze met elkaar vergeleken kunnen worden om te achterhalen wat het werkzame onderdeel is van de training.

Allereerst wordt in het huidige onderzoek gekeken of de participanten vooruit gaan op de rekenvaardigheid taken na het volgen van de trainingen. Verwacht wordt dat de kinderen significant vooruit gaan op de getallenlijntaak, sommentak en vergelijkingstaak na het volgen van de trainingen. Dit wordt verwacht aangezien het positioneren van een getal op de getallenlijn een positieve voorspeller is voor rekenvaardigheden (Lyons et al., 2014).

Daarnaast wordt in het huidige onderzoek gekeken of de mate van *embodied cognition* van de training bepalend is voor de vooruitgang die de kinderen laten zien op rekenvaardigheden. Verwacht wordt dat de participanten die de *embodied cognition* training hebben gevolgd significant meer vooruitgaan dan de participanten die de minder *embodied cognition* training hebben gevolgd. Dit wordt verwacht omdat uit onderzoek naar voren komt dat kinderen die een *embodied cognition* training volgen beter getallen op een getallenlijn kunnen positioneren dan kinderen die geen *embodied cognition* training volgen (Fischer et al., 2011). Uit een ander onderzoek komt naar voren dat kinderen minder fouten maken bij sommen onder het tiental na het volgen van de *embodied cognition* rekentraining. Hier is tevens een marginaal effect gevonden van de *embodied* training op sommentaken over het tiental heen (Link et al., 2013).

## Methodie

### Participanten

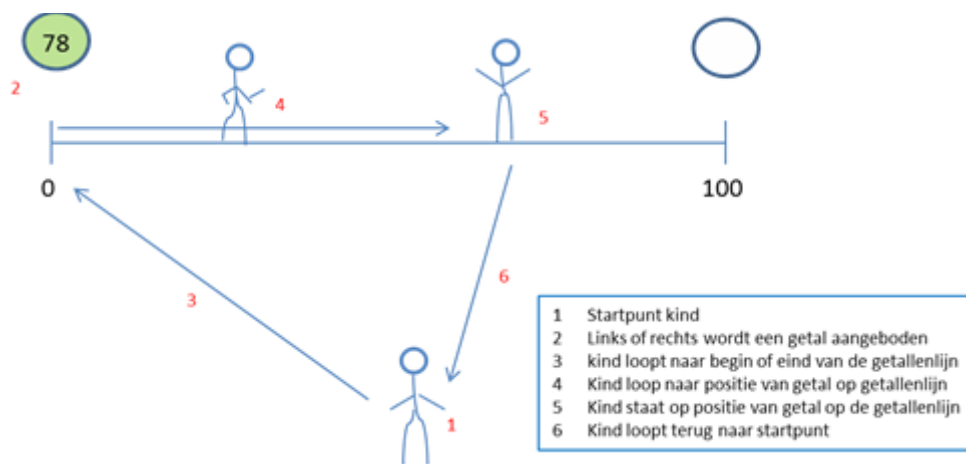
Er werd gebruik gemaakt van een gemakssteekproef. De data was verzameld bij zeven Nederlandse basisscholen. Dit onderzoek maakte deel uit van een onderzoek waar 122 leerlingen aan hadden meegedaan. Aan het huidige onderzoek deden 46 participanten mee. Na het verwijderen van vier uitbijters op de sommentak met een z-score  $> 1.5$ , werd de steekproef  $N = 42$ . De leeftijd van de participanten liep van 5 tot en met 8 jaar ( $M = 6.60$ ,  $SD = 0.70$ ). Er zaten 22 participanten in de groep waar *embodied cognition* een belangrijke rol speelde ( $M = 6.73$ ,  $SD = 0.70$ ). In de groep waar *embodied cognition* een minder belangrijke rol speelde zaten 20 leerlingen ( $M = 6.45$ ,  $SD = 0.69$ ).

### Procedure

De participanten zijn benaderd door de onderzoekers en na schriftelijke toestemming van de ouders zijn de participanten random verdeeld over de twee trainingen. De twee trainingen zagen er als volgt uit. In de eerste training speelde *embodied cognition* een belangrijke rol. In de ruimte werd een getallenlijn van 3 meter op de grond geplakt, aan de

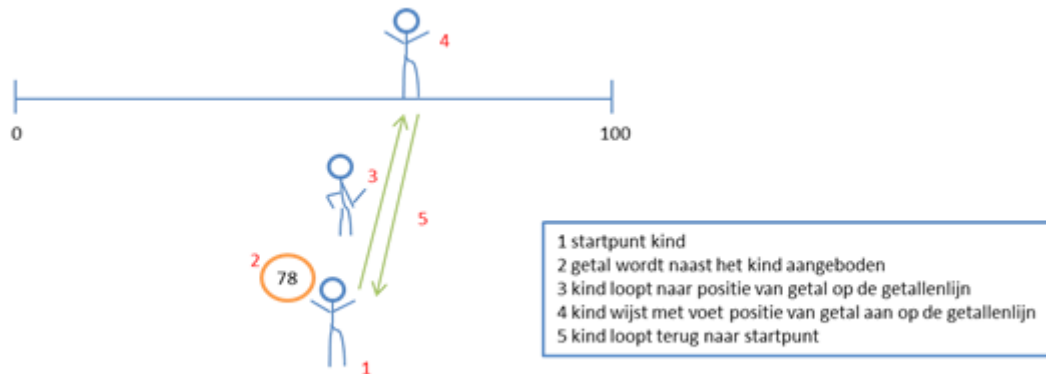


linkerkant lag het getal 0 en aan de rechterkant het getal 100. Naast de getallenlijn lag een lat met de daadwerkelijke getallen, tussen de lat en de lijn zat ongeveer 75 centimeter. De participanten kregen een getal aangeboden aan de linker- of rechterkant. De participant stond voor de getallenlijn. De kant waar het getal werd aangeboden bepaalde vanaf welke kant de participant over de getallenlijn moest lopen. De participant gaf met de voorkant van zijn voet aan waar hij dacht dat het desbetreffende getal hoorde. De participant kreeg feedback van de onderzoeker over de daadwerkelijke plek van het getal. De onderzoeker kon dit zien op de lat die naast de getallenlijn lag. De participant liep naar de plek toe waar het getal daadwerkelijk hoorde en liep daarna terug naar de beginpositie (zie Figuur 1).



*Figuur 1.* Training 1.

Bij de tweede training speelde *embodied cognition* een minder belangrijke rol. Bij deze training werd ook gebruik gemaakt van de getallenlijn van 3 meter op de grond, met aan de linkerkant 0 en aan de rechterkant 100. De lat met de daadwerkelijke getallen lag ook hier naast de getallenlijn. De participant stond voor de getallenlijn en kreeg in het midden van de getallenlijn het getal aangeboden. De participant liep direct naar de plek toe waar hij dacht dat het getal hoorde en wees dat punt aan met zijn voet. De onderzoeker gaf feedback over de daadwerkelijke plek van het desbetreffende getal. De participant liep nu niet naar de daadwerkelijke plek toe, maar liep direct terug naar de beginpositie (zie Figuur 2).



*Figuur 2.* Training 2

Per training werden dezelfde getallen aangeboden, die veranderden van volgorde per sessie. In totaal werden er 26 getallen aangeboden waarvan 2 oefenopdrachten. De volgende getallen werden aangeboden: 81, 16 (oefenopdrachten), 6, 18, 26, 29, 39, 43, 51, 66, 75, 80, 87, 93, 3, 11, 20, 31, 35, 47, 58, 64, 72, 78, 89 en 99.

Voorafgaand aan de trainingen werd er een voormeting afgenomen bij de participanten. Deze voormeting bestond uit drie verschillende taken, een getallenlijntaak, sommentak en vergelijkingstaak. Na de voormeting hebben de participanten twee keer per week voor drie weken lang een getallenlijntraining gevolgd. Dit gebeurde in een aparte ruimte buiten de klas. Na het volgen van de training werd bij alle participanten een nameting afgenomen. Deze nameting bestond uit dezelfde taken als de voormeting, namelijk een getallenlijntaak, sommentak en vergelijkingstaak. De taken van de voor- en nameting zijn gebaseerd op de taken uit het onderzoek van Link en collega's (2013).

### **Meetinstrumenten**

*Getallenlijntaak.* De getallenlijntaak was de eerste van de drie taken van de voor- en nameting. Bij de getallenlijntaak kregen de participanten een getallenlijn op papier, deze lijn (19 cm) liep van 0 tot 100. Boven de getallenlijn stond een getal, de participanten moesten op de getallenlijn aanstrepen waar zij dachten dat het getal hoorde op de getallenlijn. De participanten kregen eerst twee oefenopdrachten, daarna gingen ze aan de slag met twintig opgaven. De getallen die zij moesten koppelen aan de lijn waren: 72, 18 (oefenopdrachten), 83, 46, 91, 62, 42, 27, 4, 53, 71, 96, 17, 65, 30, 79, 38, 73, 9, 57, 21 en 36. De participant kreeg geen feedback op het werk.

*Sommentak.* De sommentak was de tweede taak van de voor- en nameting. Bij de sommentak kregen de participanten verschillende sommen te zien op de computer. Tevens kregen de participanten een antwoord aan de linker- en aan de rechterkant te zien. Met de

letters 'a' (linker getal) en 'l' (rechter getal) op het toetsenbord gaven de participanten aan welk antwoord volgens hen juist was. De participanten kregen de som met de antwoordmogelijkheden 7 seconden te zien. Als de participanten niet binnen 7 seconden antwoord gaven, werd het als fout berekend en kwam de volgende som in beeld.

*Vergelijkingstaak.* De vergelijkingstaak was de laatste taak van de voor- en nameting. Bij deze taak kregen de participanten twee getallen te zien op de computer, aan de linker- en rechterkant. De participanten moesten met de letter 'a' (linker getal) en 'l' (rechter getal) aangeven welke getal het grootst was. De participant kreeg de twee getallen 7 seconden te zien, binnen deze 7 seconden moest de participant antwoord geven. Als dit niet gebeurde, werd het als fout gerekend en kwamen de volgende twee getallen in beeld.

### **Analyse**

Er werd een herhaalde metingen MANOVA uitgevoerd om de hypothesen te toetsen. Er waren twee onafhankelijke variabelen, namelijk training (*embodied cognition* training en de training waarbij *embodied cognition* een minder belangrijke rol speelt) en tijd (voor- en nameting). In totaal waren er drie afhankelijke variabelen, namelijk sommentaaK, vergelijkingstaak en getallenlijntaak. Voor de getallenlijntaak werd een errorscore berekend, deze score werd berekend door het antwoord van het geschatte getal van het daadwerkelijke getal af te halen. Hoe lager de errorscore, hoe beter het kind de positie van het getal geschat had. Voor de sommentaaK en vergelijkingstaak werd een efficiëntiescore berekend. Deze score werd berekend door de gemiddelde reactietijd van het kind te delen door het percentage van het aantal correct gegeven antwoorden. Hoe lager de efficiëntiescore hoe beter de prestatie op de sommentaaK of vergelijkingstaak. De efficiëntiescore en errorscore zijn getransformeerd naar z-scores omdat de ranges van de scores verschilden.

Om te kijken of de twee trainingen effect hadden op rekenvaardigheden van kinderen in groep 3 werd er gekeken naar een hoofdeffect van Tijd. Daarnaast werd er gekeken of er sprake was van een interactie effect van Tijd en Training om te achterhalen of de vooruitgang die de participanten boekten significant verschillend was tussen de twee trainingen.

### **Resultaten**

Er werd een herhaalde metingen MANOVA uitgevoerd. De data moest aan een aantal assumpties voldoen. De afhankelijke variabelen waren op ratio meetniveau. Er was sprake van een homogeniteit van variantie. Als gekeken werd naar de Shapiro Wilk was de data niet normaal verdeeld. De vier uitbijters op de sommentaaK met een z-score  $> 1.5$  werden verwijderd uit de steekproef. Er werd gekeken naar de Skewness en Kurtosis en er werden geen afwijkingen gevonden. Mauchly's test gaf aan dat de assumptie sfericiteit niet

geschonden werd. In Tabel 1 staan de beschrijvende statistieken van de rekenvaardigheid taken op de voor- en nameting.

Tabel 1.

*Gemiddelde van de rekenvaardigheid taken op de voor- en nameting.*

Conditie	Voormeting			Nameting		
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
<b>Getallenlijntaak</b>						
<i>Embodied</i> training	22	12.61	5.78	22	10.34	4.71
Minder <i>embodied</i> training	20	13.91	6.71	20	9.84	5.67
<b>Sommentaat</b>						
<i>Embodied</i> training	22	5409.28	1456.58	22	4178.53	1151.29
Minder <i>embodied</i> training	20	5537.51	1594.92	20	3901.73	1039.99
<b>Vergelijkingstaak</b>						
<i>Embodied</i> training	22	2787.18	864.74	22	2587.61	872.81
Minder <i>embodied</i> training	20	2926.78	1172.63	20	2440.81	802.25

#### **Herhaalde metingen MANOVA**

Herhaalde metingen MANOVA werd uitgevoerd om het effect te onderzoeken van een getallenlijntaak op rekenvaardigheden van kinderen in groep 3. De resultaten van de herhaalde metingen MANOVA liet zien dat er een significant hoofdeffect was van Tijd  $F(1, 40) = 62.02, p < .001, \eta^2 = .61$  (grote relevantie). De participanten lieten een significante vooruitgang zien op de rekenvaardigheid taken na het volgen van de getallenlijntaaktrainingen. Er werd geen significant hoofd effect van Training gevonden  $F(1, 40) < 0.01, p = .989, \eta^2 < .01$  (kleine relevantie). De ene groep participanten presteerde gemiddeld niet beter op de rekenvaardigheid taken dan de andere groep. Tevens werd er geen significant interactie effect van Training en Tijd gevonden  $F(1, 40) = 3.31, p = .076, \eta^2 = .08$  (medium relevantie). De vooruitgang die de participanten lieten zien op de rekenvaardigheid taken was niet significant verschillend voor de twee trainingen.

Na de multivariate analyse werd er een univariate variantieanalyse uitgevoerd om te kijken of de onafhankelijke variabelen een significant effect hadden op de afhankelijke variabelen apart. Er was een significant hoofdeffect van Tijd op de afhankelijke variabelen. De participanten gingen significant vooruit op de getallenlijntaak  $F(1, 40) = 33.54, p < .001, \eta^2 = .46$  (grote relevantie). Tevens gingen de participanten significant vooruit op de sommentaat  $F(1, 40) = 44.74, p < .001, \eta^2 = .53$  (grote relevantie). Daarnaast gingen de

participanten significant vooruit op de vergelijkingstaak  $F(1, 40) = 11.60, p = .002, \eta^2 = .23$  (grote relevantie).

Er was geen significant hoofdeffect van Training op de afhankelijke variabelen apart. De errorscore van de getallenlijntaak was niet significant verschillend voor de twee trainingen  $F(1, 40) = 0.06, p = .813, \eta^2 < .01$  (kleine relevantie). Daarnaast was de efficiëntiescore van de sommentaaak niet significant verschillend voor de twee trainingen  $F(1, 40) = 0.05, p = .833, \eta^2 < .01$  (kleine relevantie). Ook de efficiëntiescore van de vergelijkingstaak was niet significant verschillend voor de twee trainingen  $F(1, 40) < 0.01, p = .989, \eta^2 < .01$  (kleine relevantie).

Tot slot werd er geen significant interactie effect van Training en Tijd op de afhankelijke variabelen apart gevonden. De vooruitgang die de participanten lieten zien op de getallenlijntaak was niet significant verschillend voor de twee trainingen  $F(1, 40) = 2.69, p = .109, \eta^2 = .06$  (medium relevantie). Daarnaast was de vooruitgang die de participanten lieten zien op de sommentaaak niet significant verschillend tussen de trainingen  $F(1, 40) = 0.89, p = .350, \eta^2 = .02$  (kleine relevantie). Tevens was de vooruitgang die de participanten lieten zien op de vergelijkingstaak niet significant verschillend voor de twee trainingen  $F(1, 40) = 2.02, p = .163, \eta^2 = .05$  (kleine relevantie).

### Discussie en conclusie

In het huidige onderzoek wordt gekeken of de mate van *embodied cognition* in een training voor getalbegrip bepalend is voor de vooruitgang op drie rekenvaardigheid taken, namelijk de getallenlijntaak, sommentaaak en vergelijkingstaak. Hiervoor zijn er twee getallenlijntrainingen uitgevoerd, waarbij de mate van *embodied cognition* verschilt tussen de trainingen. In het onderzoek is gekeken of de participanten op de nameting significant hogere scores halen dan op de voormeting, hiermee kan geconcludeerd worden of een getallenlijntraining een positief effect heeft op rekenvaardigheid. Daarnaast is er onderzocht of er een interactie effect is van tijd en training. Hiermee kan bepaald worden of de mate van *embodied cognition* het werkzame onderdeel is van de getallenlijntraining.

Ten eerste is er een significant hoofdeffect van Tijd. De participanten zijn na het volgen van de getallenlijntraining significant vooruitgegaan op alle drie de rekenvaardigheid taken: sommentaaak, getallenlijntaak en vergelijkingstaak. Dit betekent dat de getallenlijntraining een positief effect heeft op de rekenvaardigheid bij kinderen in groep 3. Dit werd verwacht naar aanleiding van de bevindingen van het onderzoek van Lyons en collega's (2014), waaruit naar voren komt dat het positioneren van getallen op een getallenlijn een positief effect heeft op rekenvaardigheden van kinderen in groep 3 en 4.

Ten tweede is gekeken of de scores die de participanten halen significant verschillend zijn tussen de twee trainingen. De scores zijn niet significant verschillend tussen de twee trainingen.

Tot slot is gekeken of de vooruitgang in rekenvaardigheden verschillend is tussen de twee groepen. Dit is niet het geval, de vooruitgang die de participanten laten zien is niet significant verschillend tussen de twee trainingen. Dit resultaat komt overeen met het resultaat van het onderzoek van Link en collega's (2015), waarbij de vooruitgang die de participanten maken op de rekenvaardigheid taken niet significant verschillend is tussen de twee trainingen. Echter werd in het huidige onderzoek verwacht dat de participanten die de *embodied cognition* rekentraining volgden significant meer vooruit zouden gaan dan de participanten die de rekentraining volgden waarbij *embodied cognition* een minder grote rol speelde. Uit eerder onderzoek komt namelijk naar voren dat kinderen die een *embodied cognition* training volgen significant beter een getal op de getallenlijn kunnen positioneren dan kinderen die geen *embodied cognition* training volgen (Fischer et al., 2011). Kinderen met lagere cognitieve mogelijkheden profiteren mogelijk meer van een *embodied cognition* training (Link et al., 2015). Mogelijk hebben in het huidige onderzoek voornamelijk participanten deelgenomen met hogere cognitieve mogelijkheden, waardoor de mate van *embodied cognition* minder effect had.

### **Sterke punten en beperkingen**

In het onderzoek van Link en collega's (2013) verschillen de trainingen op twee punten van elkaar, waardoor bij een significant effect niet achterhaald kan worden wat het werkzame onderdeel van de trainingen is. In het huidige onderzoek verschillen de trainingen op één punt van elkaar, waardoor bij een significant effect gekeken kan worden of *embodied cognition* het werkzame onderdeel is van de getallenlijntoets.

Een beperking in het huidige onderzoek was dat de taken van de voor- en nameting erg lastig waren voor de participanten. De sommen en getallen werden zeven seconden getoond, binnen die zeven seconden moest de participant antwoord geven. Soms wisten de participanten het antwoord vlak voor de zeven seconden voorbij waren maar drukten ze te laat op de knop waardoor ze een willekeurig antwoord gaven op de volgende som. De participanten vonden het tevens lastig om hun vingers op de toetsen te houden. Dit heeft mogelijk effect gehad op de efficiëntiescores die berekend zijn voor de sommentaken en vergelijkingstaak.

Naast de moeilijkheidsgraad van de voor- en nameting is de betrouwbaarheid en validiteit van de metingen en trainingen niet berekend. Tevens is de steekproef erg klein, wat

de betrouwbaarheid van de resultaten verkleint en waardoor de resultaten moeilijk gegeneraliseerd kunnen worden.

Om er voor te zorgen dat rekeninterventies effectief zijn voor kinderen is het belangrijk dat onderzocht wordt wat het werkzame onderdeel is van de interventie. Uit het huidige onderzoek komt naar voren dat een getallenlijntraining effectief is voor het verbeteren van rekenvaardigheden van kinderen uit groep 3. Als uit vervolgonderzoek blijkt dat een training met *embodied cognition* effectiever is voor kinderen met lagere cognitieve mogelijkheden, kan dit meegenomen worden in de ontwikkeling van nieuwe rekeninterventies.

### **Aanbevelingen verder onderzoek**

Voor verder onderzoek is het belangrijk dat de betrouwbaarheid en validiteit van de trainingen en metingen berekend wordt. Daarnaast is het belangrijk dat het onderzoek opnieuw uitgevoerd wordt, maar dan met een grotere steekproef, zodat de betrouwbaarheid vergroot wordt en de resultaten gegeneraliseerd kunnen worden. Uit het onderzoek van Link en collega's (2015) komt naar voren dat kinderen met lagere cognitieve mogelijkheden mogelijk meer profiteren van de *embodied cognition* getallenlijntraining. In vervolgonderzoek kunnen twee dezelfde trainingen mogelijk aan twee verschillende groepen gegeven worden, een groep met hoge cognitieve mogelijkheden en een groep met lage cognitieve mogelijkheden, zodat onderzocht kan worden of *embodied cognition* meer effect heeft op rekenvaardigheden bij kinderen met lagere cognitieve mogelijkheden.

Tevens zou de manier van toetsen veranderd kunnen worden. Een aantal participanten wist het antwoord vlak voordat de zeven seconden voorbij waren, maar waren te laat met het indrukken van de knop. Dit kan mogelijk opgelost worden door tussen de sommen een overbruggingstijd in te stellen, waardoor een te laat gegeven antwoord wordt genoteerd als te laat en de participant wel de kans krijgt om de volgende som goed te beantwoorden. Daarnaast vonden de participanten het lastig om hun vingers op de toetsen te houden, hierdoor antwoordden de participanten soms te laat op een vraag, waardoor ze een willekeurig antwoord gaven op de volgende vraag. Voor vervolgonderzoek is het aan te bevelen dat de knoppen veranderd worden. Dit kunnen bijvoorbeeld de pijltjestoetsen worden of knoppen meer onderaan het toetsenbord.

### **Conclusie**

Geconcludeerd kan worden dat een getallenlijntraining een positief effect heeft op rekenvaardigheden van kinderen uit groep drie. De participanten hebben een vooruitgang laten zien op de sommentaaak, vergelijkingstaak en getallenlijntaak. Tevens komt uit het

onderzoek naar voren dat *embodied cognition* niet het werkzame onderdeel is van de getallenlijntrainingen. De vooruitgang die de participanten laten zien in rekenvaardigheden is namelijk niet significant verschillend tussen de twee trainingen.



## Referenties

- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, *59*, 617-645.  
doi:10.1146/annurev.psych.59.103006.093639
- Barsalou, L. W. (2010). Grounded cognition: Past, present and future. *Topics in Cognitive Science*, *2*, 716-724. doi:10.1111/j.1756-8765.2010.01115.x
- Bisanz, J., Sherman, J. L., Rasmussen, C., & Ho, E. (2005). Development of arithmetic skills and knowledge in preschool children. In J. I. D. Campbell (Ed.), *The handbook of mathematical cognition* (p. 143-160).  
[https://books.google.nl/books?id=8Vx6OSC8ffkC&dq=development+of+arithmetic+children&lr=&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.nl/books?id=8Vx6OSC8ffkC&dq=development+of+arithmetic+children&lr=&source=gbs_navlinks_s)
- 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
- Borghi, A. M., & Pecher, D. (2011). Introduction to the special topic embodied and grounded cognition. *Frontiers in Psychology*, *2*, 1-3. doi:10.3389/fpsyg.2011.00187
- Dyson, N. I., Jordan, N. C., & Glutting, J. (2011). A number sense intervention for low-income kindergartners at risk for mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, *44*, 166-181. doi:10.1177/0022219411410233
- Finnie, R., & Meng, R. (2001). Cognitive skills and the youth labour market. *Applied Economics Letters*, *8*, 675-679. doi:10.1080/13504850110037877
- Fischer, U., Moeller, K., Bientzle, M., Cress, U., & Nuerk, H. (2011). Sensori-motor spatial training of number magnitude representation. *Psychonomic Bulletin & Review*, *18*, 177-183. doi:10.3758/s13423-010-0031-3

- 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. doi:10.1016/j.lindif.2009.07.004
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice, 22*, 36-46. doi:10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology, 45*, 850-867. doi:10.1037/a0014939
- Kaufman, L., Delazer, M., Pohl, R., Semenza, C., & Dowker, A. (2004). Effects of a specific numeracy educational program in kindergarten children: A pilot study. *Educational Research and Evaluation, 11*, 405-431. doi:10.1080/13803610500110497
- Kaufmann, L., Handl, P., & Thöny, B. (2003). Evaluation of a numeracy intervention program focusing on basic numerical knowledge and conceptual knowledge: A pilot study. *Journal of Learning Disabilities, 36*, 564-573.  
doi:10.1177/00222194030360060701
- Kroesbergen, E., & Van Luit, H. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs. A meta-analysis. *Remedial and Special Education, 24*, 97-114.  
doi:10.1177/07419325030240020501
- Link, T., Moeller, K., Huber, S., Fischer, U., & Nuerk, H. (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
- Link, T., Moeller, K., Huber, S., Fischer, U., & Nuerk, H. (2015). Corrigendum to “Walk the number line – An embodied training of numerical concepts”. *Trends in Neuroscience and Education, 4*, 112. doi:10.1016/j.tine.2015.11.003

- Lyons, I. M., Price, G. R., Vaessen, A., Blomert, L., & Ansari, D. (2014). Numerical predictors of arithmetic success in grades 1-6. *Developmental Science, 17*, 714-726. doi:10.1111/desc.12152
- Moeller, K., Pixner, S., Zuber, J., Kaufmann, L., & Nuerk, H. C. (2011). Early place-value understanding as a precursor for later arithmetic performance – A longitudinal study on numerical development. *Research in Development Disabilities, 32*, 1837-1851. doi:10.1016/j.ridd.2011.03.012
- Sasanguie, D., Van den Bussche, E., & Reynvoet, B. (2012). Predictors for mathematics achievement? Evidence from a longitudinal study. *Mind, Brain, and Education, 6*, 119-128. doi:10.1111/j.1751-228X.2012.01147.x
- Smith, L., & Gasser, M. (2005). The development of embodied cognition: Six lessons from babies. *Artificial Life, 11*, 13-29. doi:10.1162/1064546053278973
- Van Luit, H., & Schopman, E. A. M. (1998). Als speciale kleuter tel je ook mee. Verkregen van <http://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/6221.pdf>
- Van Vugt, J. M. C. G., & Wösten, A. (2004). *Rekenen: een hele opgave*. Amersfoort, Nederland: ThiemeMeulenhoff.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin and Review, 9*, 625-636. doi:10.3758/BF03196322.