



**Universiteit Utrecht**

**De Relatie tussen het Bespelen van een Muziekinstrument & Rekenvaardigheid**

Thesis Pedagogische Wetenschappen  
200600042

Else Bosman  
5743672  
Jeanine Breen  
5633672

25-06-2018

Universiteit Utrecht

### Samenvatting

Het belang van goed en adequaat kunnen rekenen is terug te vinden in ons dagelijks leven. Het huidige onderwijssysteem hecht daarom ook veel waarde aan de ontwikkeling van goede rekenvaardigheden en passend rekenonderwijs. In het onderwijs is men voortdurend op zoek naar geschikte methoden om dit te kunnen verwezenlijken. Het bespelen van een muziekinstrument zou mogelijk een rol kunnen spelen bij de ontwikkeling van goede rekenvaardigheden. Nog weinig bekendheid is hierover in de literatuur te vinden. Het doel van het huidige onderzoek is om nader in te gaan op de relatie tussen het bespelen van een muziekinstrument en de ontwikkeling van rekenvaardigheden. De vraag die in dit onderzoek centraal staat: "Is er een relatie tussen de accuratesse van het optellen en aftrekken van een rekentaak en het aantal uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument gemodereerd door sekse?" Dit is door middel van drie deelvragen en toetsend kwantitatief onderzoek bij kinderen onderzocht ( $N=161$ ). De verdeling jongens ( $N=71$ ) en meisjes ( $N=91$ ) was ongeveer gelijk. Er zijn verschillende statistische analyses uitgevoerd, namelijk: Mann-Whitney  $U$  tets, Spearman's Rank correlatie en een lineaire meervoudige regressie analyse. Uit de resultaten kwamen geen significante bevindingen naar voren. Limitaties en suggesties voor vervolgonderzoek zijn beschreven.

*Sleutelwoorden:* Muziek, Rekenvaardigheid, Accuratesse, optellen, aftrekken

### Abstract

Every day in our lives we use mathematical skills. Therefore, the Dutch elementary schools find it important to focus on the development and achievement of these mathematic skills. The formal Dutch education system is continual looking for better methods to improve these mathematic skills. Playing a musical instrument might contribute to the development of mathematical skills. Little is known about the relationship between playing a musical instrument and the development of mathematical skills. The aim of the current study is to investigate this relationship. The main question is this study is: "Is there a relationship between the accuracy of mathematical skills and playing a musical instrument, moderated by gender?". A quantitative research was conducted. A total of 161 participants participated. The gender distribution was approximately equal for boys (71) and girls (91). Different forms of data analysing were used, such as a Mann-Whitney *U test*, Spearman's Rank correlation and a linear multiple regressions analyse. There were no significant findings. Limitations of the study are found and discussed. Furthermore, suggestions for follow-up research are included.

*Keywords:* music, mathematical skills, accuracy, count, subtract

### De Relatie tussen het bespelen van een muziekinstrument & rekenvaardigheid

Rekenen vervult een belangrijke rol in de huidige samenleving. Het dagelijks functioneren vereist ongemerkt veel rekenvaardigheden. Van kleine dingen als klok kijken en boodschappen betalen, tot het oplossen van complexe berekeningen voor de aanleg van een brug. Het adequaat kunnen rekenen is een belangrijk component in Nederland waar veel waarde aan wordt gehecht. Er is de afgelopen tijd veel aandacht voor de ontwikkeling van de rekenvaardigheden. Het is daarom ook niet verrassend dat het huidige onderwijsniveau op het gebied van rekenen onder een vergrootglas ligt. Met krantenkoppen als 'Rekenen wordt minder, taal gaat niet vooruit' (Huygens, 2018) en 'Met een rekenmachine op school leer je geen rekenen' (Den Heijer, 2016) worden er zorgen geuit over het niveau van de rekenvaardigheden van jongeren en daarmee zorgen over het rekenonderwijs.

Om het rekenonderwijs te kunnen verbeteren is het van belang om het onderwijs te personaliseren (Van Wetering, Becker, Estrada & Cummins, 2015). Om dit te kunnen verwezenlijken is meer onderzoek nodig naar eventuele verschillen in de ontwikkeling van de rekenvaardigheden bij kinderen. Daarnaast is het van belang om te kijken naar mogelijke sekseverschillen in de ontwikkeling van rekenvaardigheden. Dit onderzoek zal zich dan ook onder andere bezighouden met verschillen in de ontwikkeling van rekenvaardigheden en zal kijken naar mogelijke sekseverschillen.

Kinderen verschillen onderling veel van elkaar en hebben allemaal andere behoeftes. Er zijn allerlei determinanten die ten grondslag liggen aan deze verschillen. Verschillen in de ontwikkeling van de hersenen leiden tot diversiteit tussen individuen (Lenroot & Giedd, 2006). De hersenen worden onder andere door genen, ervaringen en allerlei omgevingsfactoren gevormd en gestimuleerd (Hackman & Farah, 2009; Tau & Peterson, 2010). Door deze unieke combinatie van genen, ervaringen en omgevingsfactoren treden er verschillen op in de ontwikkeling van de hersenen en ontwikkelt geen enkel brein zich exact hetzelfde (Anderson, 2003).

Deze verschillen in cognities zijn vooral goed zichtbaar tussen jongens en meisjes. De hersenontwikkeling en hersenvorming is namelijk deels sekse specifiek. Zo suggereert neurologisch onderzoek dat jongens in het algemeen beschikken over een groter hersenvolume in vergelijking met meisjes (Cosgrove, Mazure & Staley, 2007). Meisjes beschikken over een groter percentage grijze stof dan jongens, terwijl jongens juist meer over een hoger percentage witte stof beschikken in vergelijking met meisjes. Onder grijze stof worden de vertakkingen van de zenuwcellen verstaan, dit zijn als het ware de verbindingen tussen de hersencellen (Winkler et al., 2010). Onder de witte stof wordt de myeline laag verstaan. Hoe dikker de myeline laag, des te sneller de impuls tussen twee hersencellen wordt doorgegeven (Acosta-Cabronero, Williams, Pengas & Nestor, 2010). Ander onderzoek ondersteunt deze bevinding en laat ook zien dat jongens over een

groter percentage witte stof beschikken dan meisjes (Schmithorst, Holland & Dardzinski, 2007). Verder wordt benadrukt dat jongens beschikken over een beter ontwikkeld visueel-ruimtelijk werkgeheugen en betere motorische vaardigheden in vergelijking met meisjes. Daarentegen beschikken meisjes over een beter ontwikkeld lange termijn geheugen en hebben zij sterkere sociale cognities dan jongens (Ingahalikar et al., 2014; Newhouse, Newhouse & Astur, 2007).

Jongens zouden dus mogelijk over een beter ontwikkeld visueel-ruimtelijk werkgeheugen beschikken dan meisjes. Dit verschil is terug te zien in de latere reken- en wiskundeprestaties (Krajewski & Schneider, 2009). Een goed ontwikkeld visueel-ruimtelijk werkgeheugen is namelijk een voorspeller voor latere prestaties op het gebied van rekenen en wiskunde. Longitudinaal onderzoek naar de invloed van onder andere het visueel-ruimtelijk werkgeheugen op wiskundige prestaties toont aan dat mensen met een beter ontwikkeld visueel-ruimtelijk werkgeheugen, betere wiskundige prestaties leveren dan mensen met een minder goed ontwikkeld visueel-ruimtelijk werkgeheugen (Krajewski & Schneider, 2009).

Naar verwachting zouden jongens, gezien hun beter ontwikkeld visueel-ruimtelijk werkgeheugen, beter presteren op wiskundige en rekenkundige onderdelen dan meisjes. In onderzoek komt dan ook naar voren dat jongens hoger scoren op wiskundige/rekenkundige opgaven in vergelijking met meisjes (Preckel, Goetz, Pekrun & Kleine, 2008). Daarentegen komt er ook naar voren dat er helemaal geen verschillen zijn tussen jongens en meisjes op het gebied van rekenen en wiskunde (Fennema & Sherman, 1977). Echter, dit onderzoek stamt uit 1977 en is mogelijk gedateerd. Daarnaast is dit onderzoek uitgevoerd door twee vrouwen. Mogelijke sekseverschillen in wiskundige en rekenkundige prestaties zouden dus aanwezig kunnen zijn.

Deze mogelijk aanwezige verschillen in reken- en wiskunde prestaties tussen jongens en meisjes kunnen verklaard worden volgens de sociale cognitieve theorie van gender ontwikkeling. Deze theorie stelt namelijk dat meisjes en jongens in hun gedragingen en attitudes worden gestuurd door de sociale verwachtingen bijbehorend bij hun geslacht (Bussey & Bandura, 1999). Kinderen worden aangemoedigd door ouders, leeftijdsgenoten en leraren om zich te gedragen naar die sociale verwachtingen. Onderzoek suggereert dat jongens meer worden aangemoedigd en gemotiveerd om goede prestaties te leveren op het gebied van wiskunde en rekenen dan meisjes (Ambady, Shih, Kim & Pittinsky, 2001; Hargreaves, Homer & Swinnerton, 2008; McGlone & Aronson, 2006).

Concluderend zijn er verschillen te zien in de ontwikkeling van het brein tussen jongens en meisjes. Jongens zouden beschikken over een beter ontwikkeld visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Een beter visueel-ruimtelijk werkgeheugen leidt tot betere rekenkundige en wiskundige prestaties. De ontwikkeling van het brein hangt niet alleen

af van genetische aanleg, maar ook van ervaringen en omgevingsfactoren. Op basis van de sociale cognitieve theorie van gender ontwikkeling kan veronderstelt worden dat jongens mogelijk meer gestuurd en gemotiveerd worden om goed te presteren op rekenkundige en wiskundige opgaven. Uit de combinatie van zowel een beter ontwikkeld ruimtelijk-visueel werkgeheugen en de sociale cognitieve theorie van gender ontwikkeling kan worden voorspelt dat jongens beter zullen presteren op rekenopgaven in vergelijking met meisjes. Het beter presteren op wiskundige en rekenkundige opgaven kwam ook al in onderzoek naar voren. Om hier in het huidige onderwijs eventueel op in te spelen is het van belang om na te gaan of er daadwerkelijk een verschil is tussen jongens en meisjes wat betreft de accuratesse van rekenopgaven.

Om goed op de verbetering van de rekenprestaties van kinderen in te kunnen spelen wordt er in het onderwijs blijvend gezocht naar goede methoden om kinderen te leren rekenen. Er zijn vaak aanpassingen in methoden door nieuw wetenschappelijk onderzoek over hoe kinderen rekenvaardigheden ontwikkelen. De rekenvaardigheden die kinderen in groep acht veronderstelt worden te beheersen zijn: hoofdrekenen, rekenen met kommagetallen, procenten, breuken en bijbehorende symbolen (Ruijsenaars, Van Luit & Van Lieshout, 2004). De basisvaardigheden die daarbij horen zijn optellen, aftrekken, delen en vermenigvuldigen (Varol & Farran, 2006). Recente methoden hebben veel aandacht voor het automatiseren van deze basisvaardigheden. Uit een studie van de Inspectie voor Onderwijs (2011) blijkt dat het belangrijk is om aandacht te besteden aan de basisrekenvaardigheden, omdat dit onmisbare vaardigheden zijn in andere schoolse vakken. Het leren van de basisvaardigheden van rekenen wordt vanaf vier a vijf jaar al aangeleerd. Allereerst staat het leren optellen centraal, omdat geconcludeerd wordt dat dit de eerste basisvaardigheid is. Pas daarna volgen aftrekken, vermenigvuldigen en delen (Clements & Sarama, 2011).

Om de basisrekenvaardigheden goed te beheersen is het belangrijk deze te automatiseren. Het automatiseren van rekenvaardigheden houdt in dat kinderen rekenhandelingen routinematig uitvoeren (Koshmider & Ashcraft, 1991). Door deze routine leren kinderen niet de opgaven uit het hoofd, maar worden de basisbewerkingen opgeslagen als rekenfeit in het langetermijngeheugen om deze automatisch te gebruiken. Voor het optimaliseren van het automatiseren is het van belang veel te oefenen met de basisrekenvaardigheden door middel van tafelkaarten, sommenrijtjes of spellen. Het is hierbij mogelijk om het werkgeheugen, welke in verbinding staat met het lange termijngeheugen, te stimuleren (Varol & Farron, 2006). Belangrijke factoren die kunnen bijdragen aan stimulering van het werkgeheugen zijn de leeromgeving en lesmateriaal van het kind (Nicol & Crespo, 2005; Russell, 2000).

In het huidige onderzoek wordt onderzocht of het bespelen van een muziekinstrument voor stimulatie van het werkgeheugen kan zorgen, wat mogelijk weer kan zorgen voor betere rekenvaardigheden.

Het bespelen van een muziekinstrument kan volgens verschillende onderzoeken zorgen voor verschillen in de hersenen tussen mensen die wel een muziekinstrument bespelen en mensen die geen muziekinstrument bespelen (Gaser & Gottfried, 2003; Hyde et al., 2009). Zo werd er bij kinderen die een muziekinstrument bespeelden grotere grijze massa gevonden in de motorische en de auditieve hersengebieden. Eerder onderzoek is verricht naar het bespelen van muziekinstrumenten en de invloed daarvan op schoolprestaties en cognitieve vaardigheden. Hierin werd een positief effect gevonden van het bespelen van een muziekinstrument op de intelligentie (Wetter, Koerner en Schaninger, 2009). De kinderen die een muziekinstrument bespeelden hadden een significant hoger intelligentieniveau dan de kinderen in de controlegroep. In ander onderzoek werd alleen een hoger intelligentie quotiënt gevonden wanneer de kinderen muziekles volgden en daarbij veel oefenden (Schellenberg, 2011). Ander onderzoek onder jongens ondersteunt deze bevinding. De jongens die muziekinstrumenten bespeelden, scoorden significant betere resultaten op het gebied van spelling dan jongens die geen muziekinstrument speelden. Ook werd in dit onderzoek gevonden dat bij deze spellingsvaardigheden gebruik wordt gemaakt van het werkgeheugen (Hille, Gust, Bitz & Kammer, 2011). Deze onderzoeken wijzen dus gezamenlijk op positieve resultaten wat betreft de relatie het bespelen van een muziekinstrument en betere spellingsvaardigheden en hogere intelligentie quotiënten.

De basisrekenvaardigheden worden door middel van automatisering opgeslagen in het langetermijngeheugen, waarbij het werkgeheugen een belangrijke rol speelt bij deze opslag. (Swanson & Kim, 2006). Volgens het model van Baddeley (1986) bestaat het werkgeheugen uit het centrale executieve systeem en drie subsystemen, namelijk de fonologische lus, het visueel ruimtelijk schetsblok en de episodische buffer. Deze systemen houden informatie tijdelijk vast om te analyseren tot de informatie is gebruikt en of is opgeslagen in het langetermijngeheugen of is verwijderd (Baddeley, 2000). Voor rekenvaardigheden heeft het werkgeheugen de functie om recent verwerkte numerieke informatie te koppelen aan rekenopgaven (Swanson & Kim, 2006). Vervolgens monitort het werkgeheugen de informatie om tot een antwoord op de rekenopgave te komen. Wanneer de basisrekenvaardigheden zijn geautomatiseerd, zijn ze vanuit het werkgeheugen opgeslagen in het langetermijngeheugen. Individuele verschillen in rekenvaardigheden bij kinderen worden dan ook gekoppeld aan het functioneren en de capaciteit van het werkgeheugen (Clements & Sarama, 2011).

Er is nog weinig bekendheid over de relatie tussen het bespelen van een muziekinstrument en het automatiseren van de basisvaardigheden. Zoals eerder

beschreven speelt het werkgeheugen dus een belangrijke rol bij de automatisering van de basisrekenvaardigheden. Eerder onderzoek tussen het bespelen van een muziekinstrument en spellingsvaardigheden, liet een significant positieve relatie zien. Hierbij zorgde het aantal uur bespelen van een muziekinstrument voor betere prestaties op het gebied van spelling. Voor de ontwikkeling van goede spellingsvaardigheden wordt ook gebruik gemaakt van het werkgeheugen. Aangezien door het bespelen van een muziekinstrument de spellingsvaardigheden werden verbeterd, kan er worden gesteld dat het spelen van een muziek instrument van invloed is op het werkgeheugen. Doordat er voor de ontwikkeling van spelling- en rekenvaardigheden beide gebruik wordt gemaakt van het werkgeheugen, zou het mogelijk kunnen zijn dat naast spellingsvaardigheden, ook rekenvaardigheden kunnen verbeteren wanneer een muziekinstrument bespeeld wordt. Bij positieve effecten kan het invoeren van gestructureerde muzieklessen op school het automatiseren van rekenvaardigheden mogelijk vergemakkelijken en zo de rekenen prestaties van kinderen verbeteren.

Aangezien er nog weinig onderzoek is gedaan naar de relatie tussen het bespelen van een muziekinstrument en de automatisering van de basisrekenvaardigheden is een tweede doel van dit onderzoek om meer zicht te krijgen over deze mogelijke relatie tussen het aantal uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument en de rekenvaardigheid.

Verder zal een deel van dit onderzoek in het teken staan van de eventueel modererende rol van seks op de relatie tussen het aantal uur bespelen van een muziekinstrument en de accuratesse van de optel- en aftrekopgaven. De hoofdvraag die centraal staat in het huidige onderzoek luidt: "Is er een relatie tussen de accuratesse van het optellen en aftrekken van een rekentaak en het aantal uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument gemodereerd door sekse?". Naar verwachtingen zullen jongens de moderatie positief zijn voor jongens en zal sekse dus een modererende rol spelen. Jongens beschikken namelijk volgens de literatuur over een beter ontwikkeld visueel-ruimtelijk werkgeheugen en dit is van invloed op het maken van rekenkundige opgaven. (Bussey & Bandura, 1999; Ingallhalikar et al., 2014; Krajewski & Schneider, 2009; Newhouse, Newhouse & Astur, 2007).

Om de hoofdvraag te beantwoorden, zullen er twee deelvragen worden behandeld. De eerste deelvraag luidt: "Is er een verschil in accuratesse van optel- en aftrekopgaven tussen jongens en meisjes van 8-11 jaar?". Onder accuratesse wordt in dit onderzoek 'het geven van het goede antwoord' verstaan. Hierbij wordt verwacht dat jongens beter zullen presteren op optel- en aftrekopgaven dan meisjes. De tweede deelvraag in dit onderzoek zal zijn: "Is er een relatie tussen het aantal uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument en de accuratesse van optel- en aftrekopgaven?". Hierbij wordt verwacht dat er een positieve relatie is tussen het aantal



uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument en de accuratesse van optel- en aftrekopgaven.

### Methode

De gestelde onderzoeksvragen in de inleiding zijn door middel van een kwantitatief toetsend onderzoek onderzocht. Hierbij is gebruik gemaakt van informatie welke is opgevraagd bij ouders/verzorgers. Daarnaast is er gebruik gemaakt van een gedigitaliseerde taak voor de optel- en aftrekopgaven.

### Participanten

De onderzochte populatie betreft basisschoolleerlingen uit groep vier tot en met groep zeven. In totaal hebben 162 leerlingen, waarvan 71 jongens (43.8%) en 91 meisjes (56.2%), deelgenomen aan het onderzoek. De leeftijd van de leerlingen varieerde van 7,2 tot 12,7 jaar ( $M = 9.52$ ,  $SD = 1.31$ ). De gegevens per klas zijn in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1

#### *Participanteninformatie*

| Groep | Sekse   | N  | %    | <i>M</i> | <i>SD</i> |
|-------|---------|----|------|----------|-----------|
| 4     | Jongens | 24 | 50   | 8.0      | 0.49      |
|       | Meisjes | 24 | 50   |          |           |
|       | Totaal  | 48 | 100  |          |           |
| 5     | Jongens | 12 | 42.9 | 8.9      | 0.37      |
|       | Meisjes | 16 | 57.1 |          |           |
|       | Totaal  | 28 | 100  |          |           |
| 6     | Jongens | 13 | 36.1 | 10.1     | 0.53      |
|       | Meisjes | 23 | 63.9 |          |           |
|       | Totaal  | 36 | 100  |          |           |
| 7     | Jongens | 22 | 44   | 11.0     | 0.48      |
|       | Meisjes | 28 | 56   |          |           |
|       | Totaal  | 50 | 100  |          |           |

Voor het werven van de participanten zijn de sociale netwerken van de onderzoekers gebruikt, daarom behoort deze steekproef tot het type gemakssteekproef. Een nadeel aan een gemakssteekproef is dat deelnemers vaak uit het sociale veld van de onderzoekers komen, waardoor er sprake is van een selectiebias. Via deze manier van steekproeftrekking heeft namelijk niet iedereen uit de populatie dezelfde kans om in de steekproef terecht te komen (Neumann, 2013). De grootte van de steekproef is belangrijk voor de generaliseerbaarheid van de resultaten. Wanneer de steekproef groter is, zullen de gegevens de populatie beter reflecteren. Een steekproef met dit aantal

participanten vormt volgens Gravetter & Wallnau (2013) een betrouwbare steekproefgrootte.

### **Instrument**

De accuratesse van de rekenvaardigheden van de participanten is gemeten middels de Arithmetic Interference Task (AIT). Hierbij werd de accuratesse van de optel- en aftrekopgaven gemeten. Dit gebeurde middels een computerprogramma, waarbij telkens opgaven op het beeldscherm verschenen. De moeilijkheidsgraad van de opgaven was over de verschillende taken gelijk. De leerlingen hebben optel- en aftrekopgaven gemaakt waarbij de getallen in zowel de opgaven als de antwoorden onder de 10 lagen. Voor de taak begon werden er eerst instructies gegeven. Hierbij werd verteld het verloop van de test en over wat er van de kinderen verwacht werd. Na de instructie verschenen de items op het beeldscherm en begon de test. Eerst hebben de leerlingen 20 optelopgaven gemaakt, waarbij gevraagd werd om de optelopgaven zo snel mogelijk te maken. Door het opleggen van een tijdsdruk werd mogelijk de accuratesse van de rekenvaardigheden beïnvloed. Daarna werd er aan de leerlingen gevraagd om 20 optelopgaven te maken met een verbale interferentietask. Als laatste hebben de leerlingen 20 optelopgaven gemaakt met een ruimtelijk-visuele interferentietask. Na de optelopgaven hebben de leerlingen aftrekopgaven gemaakt. Eerst hebben de leerlingen weer 20 basis aftrekopgaven gemaakt. Daarna hebben ze 20 aftrekopgaven gemaakt met een verbale interferentietask. Als laatste hebben de leerlingen weer 20 aftrekopgaven gemaakt met een ruimtelijk-visuele interferentietask. Voor de resultaten zijn alleen de uitkomsten van de basis optel- en aftrekopgaven meegenomen, dus niet de resultaten van de interferentietaken.

De COTAN laat bij een vergelijkbaar psychometrisch meetinstrument, namelijk de Tempo Test Rekenen (TTR), onvoldoende begripsvaliditeit en onvoldoende betrouwbaarheid zien door gebrek aan onderzoek. De AIT is vergeleken met de Tempo Test Rekenen (TTR) omdat zowel bij de AIT als bij de TTR er optel- en aftrekvaardigheden op snelheid en accuratesse worden gemeten. Doordat de TTR wegens gebrek aan onderzoek onvoldoende scoort, is het moeilijk de AIT te beoordelen op validiteit en betrouwbaarheid aangezien hier ook nog geen onderzoek naar gedaan is.

### **Procedure**

Voor het huidige onderzoek zijn verschillende reguliere basisscholen benaderd. Uiteindelijk zijn er 9 basisscholen die mee wilden werken aan het onderzoek. Na de toestemming van de reguliere basisscholen is er toestemming gevraagd aan de ouders van de deelnemende leerlingen. Hiervoor is actieve informed consent gebruikt. Dit houdt in dat ouders voldoende waren geïnformeerd over het doel en de procedure van het onderzoek. Ouders hebben vragen over hun kind beantwoordt. Hiermee is de informatie verkregen voor het al dan niet bespelen van een muziekinstrument. Gevraagd werd of

het kind een muziekinstrument bespeelde, welk instrument er werd bespeeld en hoeveel uur per week het kind besteedde aan het bespelen van het instrument.

Nadat alle toestemming was verleend, konden de onderzoekers starten met het verzamelen van de data. De onderzoekers kwamen kort uitleg geven in de klas aan de kinderen over het onderzoek. Ook werd hierbij verteld dat de deelnemende kinderen op ieder gewenst moment mochten stoppen met de testen. Om de belastbaarheid voor de participanten niet te groot te maken, werden de taken verdeeld over twee sessies. De leerlingen werden voor het maken van de testen individueel uit de klas gehaald en meegenomen naar een rustige omgeving waar ze niet gestoord konden worden. Naast de 2 taken voor het optellen en aftrekken, is ook getalbegrip gemeten aan de hand van een gedigitaliseerde taak. Dit gebeurde na het optellen en aftrekken. In de tweede sessie is informatie verzameld over vermenigvuldig- en deelvaardigheden. De verzamelde data is anoniem verwerkt.

### **Data analyse**

De onderzoeksvraag die centraal staat luidt als volgt: "Is er een relatie tussen de accuratesse van het optellen en aftrekken van een rekentaak en het aantal uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument gemodereerd door sekse?".

De eerste deelvraag behorend bij dit onderzoek was: 'Is er een verschil in accuratesse van optel- en aftrekopgaven tussen jongens en meisjes van 8-11 jaar?' De onafhankelijke variabele bij deze deelvraag is sekse. Het meetniveau van de onafhankelijke variabele is nominaal. De afhankelijke variabele bij deze deelvraag is accuratesse van optel- en aftrekopgaven. Het bijbehorende meetniveau van de afhankelijke variabele is interval/ratio. Om het verschil tussen de onafhankelijke groepen, jongens en meisjes, te kunnen meten zou een onafhankelijke T-test antwoord kunnen geven op deze deelvraag. Echter, werd er niet aan alle assumpties voldaan. De verdeling van de gegevens was namelijk linksscheef. De gegevens waren dus niet normaal verdeeld en hiermee werd de assumptie van normaliteit geschonden. Er is geprobeerd de gegevens te transformeren, maar dit leverde geen normaal verdeelde data op. Aangezien de gegevens niet normaal verdeeld bleken te zijn, werd er overgegaan op een alternatief. Er is gekozen voor een Mann-Whitney *U* test, dit is een non-parametrische test waarbij geen normale verdeling vereist is. Er is voldaan aan de assumpties voor deze test.

De tweede deelvraag behorend bij dit onderzoek luidt: "Is er een relatie tussen het aantal uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument en de accuratesse van optel- en aftreksommen?". De onafhankelijke variabele is in dit geval 'aantal uur bespelen van een muziekinstrument'. Het meetniveau van deze onafhankelijke variabele is interval/ratio. De afhankelijke variabele is 'accuratesse van optel- en aftrekopgaven'. Ook deze variabele is van interval/ratio meetniveau. Om een mogelijke relatie aan te

kunnen tonen is er gebruik gemaakt van Pearson correlatie test. Echter, werden er meerdere assumpties geschonden. Zo werd er niet voldaan aan de assumptie van normaliteit en homoscedasticiteit. Er is geprobeerd de gegevens te transformeren, maar dit leverde geen betere resultaten op. Aangezien er niet voldaan kon worden aan de assumpties, is er overgegaan op een alternatief. Er is gekozen voor een Spearman's Rank correlatie, dit is een non-parametrische test waarbij niet voldaan hoeft te worden aan normaliteit en homoscedasticiteit. Er werd aan alle assumpties voldaan behorend bij de Spearman's Rank correlatie.

De laatste deelvraag behorend bij dit onderzoek luidt: " Wordt de relatie tussen de accuratesse van optel- en aftrekopgaven en het aantal uur bespelen van een muziekinstrument gemodereerd door sekse?". De onafhankelijke variabelen zijn 'aantal uur bespelen van een muziekinstrument' en 'sekse'. Het meetniveau van 'aantal uur bespelen van een muziekinstrument' is interval/ratio. Het meetniveau van 'sekse' is nominaal. De afhankelijke variabele is 'accuratesse van de optel- en aftrekopgaven'. Deze variabele heeft als meetniveau interval/ratio. Om na te gaan of sekse een modererende rol speelt in de relatie tussen het aantal uur bespelen van een muziekinstrument en de accuratesse van optel- en aftrekopgaven zou een lineaire meervoudige regressie analyse een antwoord kunnen geven. Echter, werden er meerdere assumpties geschonden. De verdeling was namelijk rechtsscheef en daarmee niet normaal verdeeld en hiermee was de assumptie voor normaliteit geschonden. Er is geprobeerd de gegevens te transformeren, maar dit leverde geen normaal verdeelde data op. Daarnaast werd er niet voldaan aan de assumptie van homoscedasticiteit. Er is gekeken naar een non-parametrisch alternatief, maar deze is niet gevonden. Er is daarom gekozen om toch een lineaire meervoudige regressie analyse uit te voeren, waarbij de uitkomsten met voorzichtigheid moeten worden geïnterpreteerd.

### **Resultaten**

Om antwoord te geven op de onderzoeksvraag en de bijbehorende deelvragen zijn er statistische analyses uitgevoerd met behulp van het computerprogramma IBM-SPSS 24. In deze sectie worden de resultaten van de statistische analyses per deelvraag beschreven.

#### **Sekseverschillen in rekenvaardigheden**

Om antwoord te kunnen geven op de eerste deelvraag: "Is er een verschil tussen jongens en meisjes wat betreft de accuratesse van optel- en aftrekopgaven?" is er gebruikt gemaakt van een non-parametrische test. Alle assumpties zijn gecontroleerd en een Mann-Whitney *U* test is uitgevoerd. De beschrijvende statistieken zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2

*Beschrijvende Statistieken Accuratesse Optel- en Aftrekvaardigheden Meisjes en Jongens*

| Sekse   | Vaardigheid | <i>n</i> | <i>M</i> | <i>S</i> |
|---------|-------------|----------|----------|----------|
| Meisjes | Optellen    | 86       | 19.55    | 0.85     |
|         | Aftrekken   | 85       | 19.04    | 1.60     |
| Jongens | Optellen    | 71       | 19.31    | 2.44     |
|         | Aftrekken   | 70       | 19.39    | 1.05     |

*Noot.* *SD*= Standaard Deviatie

**Sekseverschillen accuratesse optellen.** Uit de Mann-Whitney *U* test is gebleken dat de accuratesse van de optelopgaven van de mannelijke participanten (*Mean Rank*= 79.01, *n*= 71) niet significant verschilt in vergelijking met de vrouwelijke participanten (*Mean Rank*= 79.99, *n*=86), *U*=3052.50, *z*<-0.01, *p*=.99, twee-zijdig. Er zijn dus geen verschillen gevonden wat betreft de accuratesse van de optelopgaven tussen jongens en meisjes. Zowel meisjes als jongens behalen ongeveer dezelfde scores.

**Sekseverschillen accuratesse aftrekken.** Uit de Mann-Whitney *U* test is gebleken dat de accuratesse van de aftrekopgaven van de mannelijke participanten (*Mean Rank*=83.87, *n*=70) niet significant verschilt in vergelijking met de vrouwelijke participanten (*Mean Rank*=73.16, *n*=85), *U*= 2564.00, *z*= -1.65, *p*=.10, twee-zijdig. Er zijn dus geen verschillen gevonden wat betreft de accuratesse van aftrekopgaven tussen jongens en meisjes. Zowel meisjes als jongens behalen ongeveer dezelfde scores.

### **Bespelen van muziekinstrument en rekenvaardigheden**

Om antwoord te kunnen geven op de tweede deelvraag: "Is er een relatie tussen het aantal uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument en de accuratesse van optel- en aftrekopgaven?" is er gebruik gemaakt van een non-parametrische test. Alle assumpties zijn gecontroleerd en een Spearman's Rank correlatie is uitgevoerd. De beschrijvende statistiek zijn in Tabel 3 weergegeven.

Tabel 3

*Beschrijvende Statistieken Aantal Uur Muziekspelen en Accuratesse van Optel- en Aftrekopgaven*

| Conditie                                       | <i>n</i> | <i>M</i> | <i>SD</i> |
|--|----------|----------|-----------|
| Optellen baseline conditie aantal goed         | 157      | 19.44    | 1.76      |
| Aftrekken baseline conditie aantal goed        | 155      | 19.19    | 1.39      |
| Aantal uren per week muziekinstrument bespelen | 161      | 0.15     | 0.53      |

**Accuratesse optelopgaven en aantal uur muziek spelen** Uit de Spearman's Rank correlatie is gebleken dat de correlaties tussen het aantal uur besteed aan het bespelen

van een muziekinstrument en de accuratesse van optelopgaven een positief, maar niet significant verband betrof ( $r_s = .27, p = .34$ ).

**Accuratesse aftrekopgaven en aantal uur muziek spelen** Uit de Spearman's Rank correlatie is gebleken dat de correlatie tussen het aantal uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument en de accuratesse van aftrekopgaven een positief, maar niet significant verband betrof ( $r_s = .08, p = .79$ ).

### **Sekseverschillen in muziekspeken en rekenvaardigheden**

Om antwoord te kunnen geven op de derde deelvraag: " Wordt de relatie tussen de accuratesse van optel- en aftrekopgaven en het aantal uur bespelen van een muziekinstrument gemodereerd door sekse?" is er gebruik gemaakt van een lineaire meervoudige regressie analyse. Alle assumpties zijn gecontroleerd en de analyse is uitgevoerd. De beschrijvende statistieken zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4

*Beschrijvende Statistieken Accuratesse Optel- en Aftrekopgaven Jongens en Meisjes bij Aantal Uren Bespelen Muziekinstrument*

| Sekse   | Conditie    | <i>n</i> | <i>M</i> | <i>SD</i> |
|---------|-------------|----------|----------|-----------|
| Meisjes | Optellen    | 91       | 19.54    | 0.86      |
|         | Aftrekken   | 91       | 19.02    | 1.62      |
|         | Uren Muziek | 91       | 0.20     | 0.58      |
| Jongens | Optellen    | 71       | 19.30    | 2.46      |
|         | Aftrekken   | 71       | 19.39    | 1.05      |
|         | Uren Muziek | 71       | 0.08     | 0.34      |

**Voorspelling sekse op accuratesse rekenvaardigheden** Uit de meervoudige lineaire regressieanalyse is gebleken dat gender geen significante voorspeller is op de accuratesse van optel- en aftrekvaardigheden ( $R^2 = .02, F(1,91) = 1.62, p = .20$ ).

Tabel 5

*Voorspeller Sekse op Accuratesse Rekenvaardigheden*

|                           | <i>B</i> | $\beta$ | $sr^2$ |
|---------------------------|----------|---------|--------|
| Accuratesse optelopgaven  | -.23     | -0.07   | -.07   |
| Accuratesse aftrekopgaven | .37      | 0.14    | .02    |

**Voorspeller muziekspeken op accuratesse rekenvaardigheden** Uit de meervoudige lineaire regressieanalyse is gebleken dat het aantal uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument geen significante voorspeller is op de accuratesse van optel- en aftrekvaardigheden ( $R^2 = .01, F(3,10) = 0.44, p = .65$ ).

Tabel 6

*Voorspeller Aantal Uur Muziekspelen op Accuratesse Rekenvaardigheden*

|                           | <i>B</i> | $\beta$ | $sr^2$ |
|---------------------------|----------|---------|--------|
| Accuratesse optelopgaven  | .11      | 0.03    | .03    |
| Accuratesse aftrekopgaven | .20      | 0.07    | .06    |

**Interactie-effect sekse en muziekspelen op accuratesse rekenvaardigheden** Uit de meervoudige lineaire regressie analyse is gebleken dat gender geen significante moderator is op de relatie tussen het aantal uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument en de accuratesse van aftrekopgaven ( $R^2 = .02$ ,  $F(1,92) = 1.10$ ,  $p = .35$ ).

Tabel 7

*Interactie-effect Sekse en Aantal Uur Muziekspelen op Accuratesse Rekenvaardigheden*

|                           | <i>B</i> | $\beta$ | $sr^2$ |
|---------------------------|----------|---------|--------|
| Accuratesse optelopgaven  | .87      | 5.25    | .18    |
| Accuratesse aftrekopgaven | .09      | 0.61    | .02    |

### Conclusie & discussie

De onderzoeksvraag die centraal stond in het huidige onderzoek was: "Is er een relatie tussen de accuratesse van het optellen en aftrekken van een rekentaak en het aantal uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument gemodereerd door sekse?". Om antwoord te kunnen krijgen geven om deze vraag hebben is er gebruik gemaakt van 3 deelvragen. De eerste deelvraag luidde als volgt: "Is er een verschil tussen jongens en meisjes wat betreft de accuratesse van optel- en aftrekopgaven?". Uit onze resultaten is gebleken dat er voor de accuratesse van zowel optellen als aftrekken geen verschillen tussen jongens en meisjes zijn gevonden. Dit in tegenstelling tot de gevonden resultaten uit de literatuur. Hierin kwam naar voren kwam dat jongens zouden beschikken over een beter ontwikkeld visueel-ruimtelijk werkgeheugen en dit zou leiden tot betere prestaties op het gebied van rekenen en wiskunde (Ingalthalikar et al., 2014; Krajewski & Schneider, 2009; Newhouse, Newhouse & Astur, 2007). Daarnaast zouden jongens volgens de sociale cognitieve theorie van gender ontwikkeling meer worden aangemoedigd en gemotiveerd worden om zich te richten op het gebied van rekenen en wiskunde (Bussey & Bandura, 1999). Dit zou ook weer tot betere rekenprestaties moeten leiden. Echter, kwam dit niet in het huidige onderzoek naar voren. De hypothese voor deze deelvraag moet dus worden verworpen. Concluderend kan er dus worden gesteld dat het rekenniveau tussen jongens en meisjes ongeveer gelijk is en er hierin geen onderscheid gemaakt kan worden.

De tweede deelvraag in ons onderzoek was: "Is er een relatie tussen het aantal uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument en de accuratesse van

optel- en aftrekopgaven?”. Uit de resultaten kwam naar voren dat er geen significante relatie aanwezig is tussen de accuratesse van de optel- en aftrekopgaven en het aantal uur bespelen van een muziekinstrument. Volgens de literatuur werd verwacht dat er een positieve relatie zou zijn tussen het aantal uur bespelen van een muziekinstrument en de accuratesse van optel- en aftrekopgaven. Allereerst kwam er in de literatuur naar voren dat het bespelen van een muziekinstrument in verband staat met een hoger intelligentieniveau (Schellenberg, 2011; Wetter, Koerner en Schaninger, 2009).

Daarnaast werd er in de literatuur een positieve relatie gevonden tussen de spellingsvaardigheid en het aantal uur bespelen van een muziekinstrument bij jongens. Het spellingsniveau van de kinderen die een muziekinstrument bespeelde was significant hoger in vergelijking tot de kinderen die geen muziekinstrument bespeelden (Hille, Gust, Bitz & Kammer, 2011). Spellings- en rekenvaardigheden maken beide gebruik van het werkgeheugen. De spellingsvaardigheden kunnen door middel van het bespelen van een muziekinstrument worden verbeterd, dus werd er verwacht dat ook de rekenvaardigheden zouden kunnen verbeteren door het bespelen van een muziekinstrument. Echter, ook deze hypothese wordt verworpen. Concluderend kan er worden gesteld dat het bespelen van een muziekinstrument geen invloed heeft op de rekenprestaties.

De derde en laatste deelvraag luidde als volgt: “Wordt de relatie tussen de accuratesse van optel- en aftrekopgaven en het aantal uur bespelen van een muziekinstrument gemodereerd door sekse?”. Uit onze resultaten kwam naar voren dat er geen moderator effect te zien was. In de literatuur kwam naar voren dat jongens waarschijnlijk beter presteren op het gebied van rekenen. Dit vanwege een beter ontwikkeld visueel-ruimtelijk werkgeheugen en de sociale cognitieve theorie van gender ontwikkeling (Bussey & Bandura, 1999; Ingathalikar et al., 2014; Krajewski & Schneider, 2009; Newhouse, Newhouse & Astur, 2007). Naar verwachting zal sekse dus een moderator zijn voor de accuratesse van optel- en aftrekopgaven. Echter, kwam dit niet in het huidige onderzoek naar voren en de hypothese wordt dus verworpen.

Samenvattend is het antwoord op de onderzoeksvraag dat er geen relatie naar voren komt wat betreft de accuratesse van het optellen en aftrekken van een rekentaak en het aantal uur besteed aan het bespelen van een muziekinstrument. Ook kan er gesteld worden dat deze relatie niet wordt gemodereerd door sekse. Echter, moet rekening worden gehouden dat de resultaten met voorzichtigheid moeten worden geïnterpreteerd. Zowel voor deelvraag 1 als 2 is er namelijk gebruik gemaakt van een non-parametrisch alternatief, omdat er niet aan de assumpties kon worden voldaan. Ook werd er bij deelvraag 3 niet aan de assumpties voldaan. Er was geen alternatieve statistische analyse voor deze deelvraag. De resultaten moeten met voorzichtigheid



worden geïnterpreteerd, omdat dit de analyses niet aan de oorspronkelijke voorwaarden voldoen.

Verder moet er rekening worden gehouden met de generaliseerbaarheid van het huidige onderzoek. Allereerst is er in dit onderzoek gebruik gemaakt van een gemakssteekproef. Hierdoor is de gebruikte steekproef niet random gekozen en vertegenwoordigd de steekproef niet de gehele populatie. Daarnaast was er voor deelvraag 2 en 3 een zeer kleine omvang van de steekproef, doordat er weinig kinderen waren in de steekproef die een muziekinstrument bespeelde. Hierdoor is de steekproef minder representatief. Mogelijk zouden de resultaten anders kunnen uitvallen wanneer het aantal kinderen dat een muziekinstrument bespeeld groter is. Echter, valt te betwijfelen of de resultaten heel anders zouden zijn wanneer er gebruik wordt gemaakt van een grotere steekproef. Dit zou dus eventueel nader onderzocht moeten worden in vervolgonderzoek.

De generaliseerbaarheid wordt ook beïnvloedt door de interne validiteit van het onderzoek. Tijdens de afname van de rekenopgaven is er mogelijk sprake van een leereffect. De leerlingen weten na verloop van tijd wat ze kunnen verwachten en kunnen hiervan leren. Dit is mogelijk van invloed op de antwoorden die zij hebben gegeven op de verschillende rekentaken. Hierdoor wordt de interne validiteit mogelijk aangetast. De selectie van proefpersonen vormt ook een bedreiging voor de interne validiteit. Aangezien er gebruik is gemaakt van vrijwillige deelname. Hierdoor waren de leerlingen allen gemotiveerd om mee te werken en dit is mogelijk van invloed op de rekenprestaties. Ondanks dat alle kinderen vrijwillig hadden deelgenomen aan het onderzoek, is er nog altijd een deel van de kinderen die minder gemotiveerd waren om goede prestaties te leveren. De selectie van proefpersonen kan dus mogelijk een bedreiging vormen, maar dit zal niet een groot effect hebben op de resultaten. Verder is het onderzoek afgenomen in een kunstmatige test situatie. Dit is van invloed op de externe validiteit, waardoor de resultaten van de rekenprestaties mogelijk zijn beïnvloed.

Daarnaast is het ook belangrijk om rekening te houden met de mogelijke invloed van de belastbaarheid van de leerlingen. De taken zijn verdeeld over twee afnamemomenten om de belastbaarheid te verminderen. Toch is het mogelijk dat de uitkomsten van de baseline aftrekopgaven zijn beïnvloed doordat de leerlingen eventueel vermoeid zijn geraakt van de optelopgaven of over een verminderde concentratie beschikten.

Een mogelijke verklaring voor verschillen tussen de verwachtingen en resultaten kan worden herleid bij met meten van het begrip 'accuratesse'. De optel- en aftrekopgaven waren zeer eenvoudige opgaven die hoogstwaarschijnlijk veelal zijn geautomatiseerd bij de leerlingen. De vraag is dus of er middels de AIT test wel echt de accuratesse is gemeten van de optel- en aftrekvaardigheden, of dat er meer een beroep

is gedaan op het vermogen van automatisering. Dit zou mogelijk ertoe hebben geleid dat de resultaten niet in lijn lagen met de verwachtingen.

Verder zijn er nog een aantal suggesties voor vervolgonderzoek. Allereerst kan er meer onderzoek worden gedaan naar het effect van het aantal uur bespelen van muziekinstrument op de rekenvaardigheid. Over dit onderwerp is namelijk beperkte informatie beschikbaar. Daarnaast is het van belang om meer kinderen in het onderzoek mee te nemen die een muziekinstrument bespelen. Hierdoor zullen de resultaten mogelijk anders uitpakken en kan de mogelijke relatie beter in kaart worden gebracht. Ook is het belangrijk om in vervolgonderzoek een gerandomiseerde steekproef te gebruiken. Dit is namelijk belangrijk voor de generaliseerbaarheid van het onderzoek. Als laatste zou in vervolgonderzoek het begrip 'accuratesse' middels een ander meetinstrument kunnen worden getest. Hiermee kan accuratesse beter in kaart worden gebracht en komt de relatie tussen het bespelen van een muziekinstrument en rekenvaardigheid mogelijk wel naar voren.

Het doen van vervolgonderzoek is van belang om in te kunnen spelen op het gepersonaliseerd aanbieden van het onderwijs om zo de rekenvaardigheden te kunnen verbeteren. Elke manier die mogelijk bijdraagt aan het verbeteren van de rekenvaardigheden moet nader worden onderzocht. Dus ook de mogelijke relatie tussen muziek en rekenvaardigheid. Het huidige onderwijssysteem in Nederland zit namelijk te wachten op verbeteringen rondom het gebied van rekenvaardigheden en het kunnen aanbieden van geschikt rekenonderwijs.

## Literatuur

- Acosta-Cabronero, J., Williams, G. B., Pengas, W., & Nestor, P. J. (2010). Absolute diffusivities define the landscape of white matter degeneration in Alzheimer's disease. *Brain*, 133, 529-539. doi:10.1093/brain/awp257
- Ambady, N., Shih, M., Kim, A., & Pittinsky, T. L. (2001). Stereotype susceptibility in children: Effects of identity activation on quantitative performance. *Psychological Science*, 12, 385-390. doi:10.1111/1467-9280.00371
- Anderson, S. L. (2003). Trajectories of brain development: Point of vulnerability or window of opportunity. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 27, 3-18. doi:10.1016/S0149-7634(03)00005-8
- Baddeley, A.D. (1986). Working memory. New York: Oxford U.P.
- Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Science*, 4, 417-423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Bussey, K., & Bandura, A. (2004). Social cognitive theory of gender development and functioning. *Psychological Review*, 106, 676-713. doi:10.1037/0033-295X.106.4.676
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, 333, 968-970. doi:10.1126/science.1204537
- Cosgrove, K. P., Mazure, C. M., & Staley, J. K. (2007). Evolving knowledge of sex differences in brain structure, function, and chemistry. *Biological Psychiatry* 62, 847-855. doi:10.1016/j.biopsych.2007.03.001
- Den Heijer, K. (2016, 20 december). Met een rekenmachine op school leer je geen rekenen. *NRC*. Geraadpleegd op 22 februari 2018, van <https://www.nrc.nl/nieuws/2016/12/20/met-een-rekenmachine-op-school-leer-je-geen-rekenen-a1537554>
- Fennema, E., & Sherman, J. (1977). Seks-related differences in mathematics achievement, spatial visualization and affective factors. *American Educational Research Journal*, 14, 51-71. doi:10.3102/00028312014001051

- Gaser, C., & Schlaug, G. (2003). Brain structures differ between musicians and non-musicians. *Journal of Neuroscience*, 23, 9240-9245.  
doi:10.1523/JNEUROSCI.3403-13.2013
- Hackman, D. A., & Farah, M. J. (2009). Socioeconomic status and the developing brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 65-73. doi:10.1016/j.tics.2008.11.003
- Hargreaves, M., Homer, M., & Swinnerton, B. (2008). A comparison of performance and attitudes in mathematics amongst the 'gifted'. Are boys better at mathematics or do they just think they are. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 15, 19-38. doi: 10.1080/09695940701876037
- Hille, K., Gust, K., Bitz, U., & Kammer, T. (2011). Associations between music education, intelligence, and spelling ability in elementary school. *Advances in Cognitive Psychology*, 7, 1-6. doi:10.2478/v10053-008-0082-4
- Huygen, M. (2018, 5 januari). Rekenen wordt minder, taal gaat niet vooruit. NRC.  
Geraadpleegd op 22 februari 2018, van  
<https://www.nrc.nl/nieuws/2018/01/05/rekenen-wordt-minder-taal-gaat-niet-vooruit-a1587299>
- Hyde, K. L., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A. C., & Schlaug, G. (2009). Musical training shapes structural brain development. *Journal of Neuroscience*, 29, 3019-3025. doi:10.1523/JNEUROSCI.5118-08.2009
- Ingalhalikar, M., Smith, A., Parker, D., Satterthwaite, T. D., Elliot, M. A., Ruparel, K., Hakonarson, H., Gur, R. E., Gur, R. C., & Verma, R. (2014). Sex differences in the structural connectome of the human brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 823-828.  
doi:10.1073/pnas.1316909110
- Inspectie van het Onderwijs (2011). Automatiseren bij rekenen-wiskunde. *Utrecht: Inspectie van het Onderwijs*.
- Koshmider, J. W., & Ashcraft, M. H. (1991). The development of children's mental multiplication skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 51(1), 53-89.

- Krajewski, K. & Schneider, W. (2009). Exploring the impact of phonological awareness, visual-spatial working memory, and preschool quantity-number competencies on mathematics achievement in elementary school: Findings from a 3-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 516-531. doi:10.1016/j.jecp.2009.03.009
- Lenroot, R. K., & Giedd, J. N. (2006). Brain development in children and adolescents: Insights from anatomical magnetic resonance imaging. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30, 718-729. doi:10.1016/j.neubiorev.2006.06.001
- McGlone, M. S., & Aronson, J. (2006). Stereotype threat, identity salience, and spatial reasoning. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 27, 486-493. doi:10.1016/j.appdev.2006.06.003
- Newhouse, P., Newhouse, C., & Astur, R. S. (2007). Sex differences in visual-spatial learning using a virtual water maze in pre-pubertal children. *Behavioural Brain Research*, 183, 1-7. doi:10.1016/j.bbr.2007.05.011
- Nicol, C., & Crespo, S. (2005). Exploring mathematics in imaginary places: Rethinking what counts as meaningful contexts for learning mathematics. *School Science and Mathematics*, 105, 240-251. doi:10.1111/j.1949-8594.2005.tb18164.x
- Preckel, F., Goetz, T., Pekrun, R., & Kleine, M. (2008). Comparing girls' and boys' achievement, self-concept, interest, and motivation in mathematics. *Gifted Child Quarterly*, 52, 146-159. doi:10.1177/0016986208315834
- 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
- Russell S. J., (2000). Developing computational fluency with whole numbers. *Teaching Children Mathematics*, 7(3), 154-158
- Schellenberg, E. G. (2011). Examining the association between music lessons and intelligence. *British Journal of Psychology*, 102, 283-302. doi:10.1111/j.2044-8295.2010.02000.x

- Schmithorst, V. J., Holland, S. K., & Dardzinski, B. J. (2007). Developmental differences in white matter architecture between boys and girls. *Human Brain Mapping, 29*, 696-710. doi:10.1002/hbm.20431
- Swanson, L., & Kim, K. (2006). Working memory, short-term memory, and naming speed as predictors of children's mathematical performance. *Intelligence, 35*, 151-168. doi:10.1016/j.intell.2006.07.001
- Tau, G. Z., & Peterson, B. S. (2010). Normal development of brain circuits. *Neuropsychopharmacology Reviews, 35*, 147-168. doi:10.1038/npp.2009.115
- Van Wetering, J. L., Becker, A., Estrada, V., & Cummins, M. (2015). *Personaliseren in het leren, een internationale schets: Rapportage NMC Horizon project*. Geraadpleegd op 19 juni, van [https://www.kennisnet.nl/fileadmin/kennisnet/publicatie/Personaliseren\\_in\\_het\\_Leren\\_een\\_Internationale\\_Schets.pdf](https://www.kennisnet.nl/fileadmin/kennisnet/publicatie/Personaliseren_in_het_Leren_een_Internationale_Schets.pdf)
- Varol, F., & Farran, D. C. (2006). Early mathematical growth: How to support young children's mathematical development. *Early Childhood Education Journal, 33*, 381-387. doi:10.1007/s10643-006-0060-8
- Wetter, O. E., Koerner, F., & Schwaninger, A. (2009). Does musical training improve school performance?. *Instructional Science, 37*, 365-374. doi:10.1007/s11251-008-9052-y
- Winkler, A. M., Kochunov, P., Blangero, J., Almasy, L., Zilles, K., Fox, P. T., Duggirala, R., & Glahn, D. C. (2010). Cortical thickness or grey matter volume? The importance of selecting the phenotype for imaging genetics studies. *Neuroimage, 53*, 1135-1146. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.12.028