

Haat & liefde voor getallen in het voortgezet onderwijs

Bachelorthesis

Manon van der Donk (3660923), Marjolein Koenen (3340279), Marloes Sloot (3786080) en Marit Zegers (3229904). Docent: Esther Slot
17-06-2013

Abstract

A previous study has shown that four math types can be distinguished among adults, namely: the math lovers, the pragmatic arithmeticians, the cautious arithmeticians and the math haters. Among other age groups, the existence of these math types has not been proved. Because of the mandatory calculating tests as a part of the school curriculum during secondary education and the declining math scores in the Netherlands, the present study has investigated whether these math types can also be distinguished between high school students and if these types differ in their numerical skills and their ability to compare quantities. 87 third year students of vocational education and 152 third year students of pre-university level from five different schools in the Netherlands were assessed. The results of a 'k means' cluster analysis showed that the four math types also exist among third year high school students of vocational education and pre-university level. Analysis of variance showed that the math types differed significantly in their numerical skills, however there are no differences between the math types in their ability to compare quantities.

Keywords: math types, high school students, numerical skills, comparing quantities

Samenvatting

Uit voorgaand onderzoek is gebleken dat er onder volwassenen vier typen rekenaars te onderscheiden zijn, namelijk: de rekenliefhebbers, de pragmatische rekenaars, de voorzichtige rekenaars en de rekenhaters. Het bestaan van deze rekentypen binnen andere leeftijdsgroepen is in eerder onderzoek nog niet aangetoond. Met het oog op de verplichte rekentoets als eindexamenonderdeel van het voortgezet onderwijs en de teruglopende rekenprestaties in Nederland, is in de huidige studie gekeken of de rekentypen ook bij middelbare scholieren zijn vast te stellen en of deze typen verschillen in rekenvaardigheid en de vaardigheid om hoeveelheden te vergelijken. Het onderzoek is uitgevoerd onder 87 leerlingen van het vmbo-tl en 152 leerlingen van het vwo uit het derde leerjaar van vijf middelbare scholen in Nederland. De resultaten van een 'k means' clusteranalyse toonden aan dat de vier rekentypen ook te onderscheiden waren bij derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en het vwo. Uit variantieanalyses bleek dat deze rekentypen significante verschillen vertonen in rekenvaardigheid, maar dat er geen verschillen zijn tussen de rekentypen in hun vaardigheid om hoeveelheden te vergelijken.

Keywords: rekentypen, middelbare scholieren, rekenvaardigheden, vaardigheid om hoeveelheden te vergelijken

Inleiding

Rekenvaardigheden zijn benodigde basisvaardigheden om lessen op school goed te kunnen volgen (Duncan et al., 2007; Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2012). De rekenvaardigheden van de Nederlandse jeugd zijn echter al enkele jaren in opspraak. Uit wiskundetoetsen en studieresultaten van eerstejaars studenten aan hogescholen en universiteiten blijkt dat zij problemen hebben op wiskundig vlak (Landsman, 2007). Daarnaast lopen de rekenprestaties van de Nederlandse jeugd terug (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2010). Deze terugloop is terug te voeren op het basisonderwijs. Bijna een kwart van de basisscholen blijkt onder de maat te scoren op het gebied van rekenen (Inspectie van het Onderwijs, 2008), met als gevolg dat er bij binnenkomst op het voortgezet onderwijs grote verschillen bestaan tussen leerlingen op het gebied van rekenvaardigheden. De verschillen in rekenvaardigheden zijn het grootst op de theoretische leerweg van het voorbereidend middelbaar onderwijs (vmbo-tl). Leerlingen van dit niveau hebben de meeste moeite om het beoogde referentieniveau voor rekenen te behalen dat sinds 2010 van kracht is (Cito, 2011; Funnekoter, 2012; Inspectie van het Onderwijs, 2009; Rijksoverheid, n. d.). Daarnaast zijn verschillen in rekenvaardigheden ook duidelijk aanwezig binnen het hoger algemeen voortgezet onderwijs (havo) en het voorbereidend wetenschappelijk onderwijs (vwo) (Inspectie van het Onderwijs, 2009). Dit onderzoek zal zich specifiek richten op de verschillen in rekenvaardigheden van leerlingen van het vmbo-tl en het vwo, omdat deze groepen het meest verschillen in rekenprestaties (Inspectie van het Onderwijs, 2009).

Rekenbeleving

Motivatie, het vertrouwen in eigen kunnen en de beleving van rekenen blijken invloed te hebben op rekenprestaties (Akinsola & Olowojaiye, 2008; Hannula, 2002; Lim & Chipman, 2013). Het vertrouwen in eigen kunnen kan ook omschreven worden als 'self-efficacy'. Dit is de overtuiging die een individu heeft over zijn vermogen om tot de gewenste resultaten te komen (Bandura, zoals geciteerd in Hoffman, 2010; Bong & Skaalvik, 2003; Stankov, Lee, Luo, Hogan, 2012). Individuen met een hogere mate van self-efficacy zijn efficiënter en nauwkeuriger in het oplossen van rekenproblemen (Hoffman, 2010). Daarnaast is self-efficacy gerelateerd aan betere prestaties en aan motivatie (Shores & Shannon, 2007). Motivatie betreft de reden van mensen om bepaald gedrag te vertonen omdat zij geloven dat dit gedrag zal leiden tot gewenste resultaten of doelen (Deci & Ryan, 2000). Door negatieve ervaringen met rekenen is het mogelijk om minder gemotiveerd te raken ten opzichte van rekenen. De motivatie van een leerling ten opzichte van een rekentaak blijkt een sterke relatie te vertonen met rekenprestaties (Lim & Chipman, 2013). Volgens Akinsola en Olowojaiye (2008) draagt een positieve houding van leerlingen bij aan betere rekenprestaties. Een negatieve houding heeft een sterke

negatieve correlatie met rekenprestaties (Ashcraft & Krause, 2007; Hoffman, 2010; Maloney & Beilock, 2012; Vukovic, Kieffer, Bailey, & Harari, 2013).

Op basis van self-efficacy en motivatie is uit volwassenenonderzoek gebleken dat er vier verschillende rekentypen bestaan (Wetenschap 24, 2012). Deze rekentypen worden onderverdeeld in rekenliefhebbers, pragmatische rekenaars, voorzichtige rekenaars en rekenhaters. Binnen elk rekentype beleeft de persoon het rekenen anders (Wetenschap 24, 2012). De rekentypen worden onderscheiden op basis van verschillen in vaardigheden, snelheid, precisie, gebruik van hulpmiddelen en motivatie.

Tot op heden is er geen onderzoek gedaan naar deze verschillende rekentypen onder leerlingen van middelbare scholen. In de veronderstelling dat deze rekentypen niet zomaar op latere leeftijd ontstaan, is het verstandig om te onderzoeken of deze rekentypen ook al bij leerlingen op de middelbare school aanwezig zijn. Dit kan onder andere van belang zijn omdat de rekentypen mogelijk invloed hebben op de profielkeuze van leerlingen. Er is gekozen voor derdejaars leerlingen omdat de leerlingen dan nog geen profielkeuze hebben gemaakt en daardoor tot dan toe hetzelfde soort wiskundeonderwijs hebben gehad.

Rekenvaardigheid

Rekenvaardigheid bestaat uit verschillende vaardigheden (Desoete & Grégoire, 2006; Jordan, Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007; Maclellan, 2012; Mix, 2008; Passolunghi, Vercelloni, & Schadee, 2007) welke ingedeeld kunnen worden in drie groepen, namelijk nummeringsvaardigheden, rekenkunde (Jordan, Kaplan, Olah, Locuniak, 2006; Purpura & Lonigan, 2013) en relaties (Aunio et al., 2006; Purpura & Lonigan, 2013). Uit onderzoek van Desoete en Grégoire (2006) blijkt dat het beheersen van nummeringsvaardigheden cruciaal is voor de beheersing van succesvolle rekenvaardigheden. Voor het uitvoeren van nummeringsvaardigheden zijn voorbereidende rekenvaardigheden en het vermogen om te tellen noodzakelijk (Passolunghi et al., 2007). Hierbij wordt het vermogen om te tellen gezien als het inzicht van kinderen in hoe zij objecten moeten tellen en hun kennis over de volgorde van nummers (Geary, 1993). Hoe beter het vermogen om te tellen is, des te beter de rekenprestaties (Aunola, Leskinen, Lerkkanen, & Nurmi, 2004; Geary, 1993; Passolunghi et al. 2007). Het fundament voor nummerverwerking lijkt al vroeg in de ontwikkeling van mensen, voorafgaand aan het basisonderwijs, aanwezig te zijn in (Dehaene, Piazza, Pinel, & Cohen, 2003; Geary, 1993). Rekenkunde verwijst naar de vaardigheden optellen en aftrekken met of zonder voorwerpen, de samenstelling en ontleding van reeksen (Clements & Sarama, 2007), het optellen van twee reeksen (Purpura & Lonigan, 2013), de kennis over nummercombinaties (Jordan et al., 2006; Purpura & Lonigan, 2013), grafieken lezen, klokkijken (Geary, Hoard, & Hamson, 1999) en verhaalsommen oplossen (Jordan et al., 2006). De groep relaties gaat over de kennis hoe twee of meer nummers

met elkaar zijn verbonden of betrekking hebben op elkaar en de associatie tussen nummers op de mentale getallenlijn (Purpura & Lonigan, 2013).

Het feit dat leerlingen van het vmbo-tl en vwo moeite hebben om het beoogde referentieniveau te behalen voor rekenen (Cito, 2011) heeft te maken met zowel rekenvaardigheden (Duncan et al., 2007) als met rekenbeleving (Ma, 1997), aangezien beiden van invloed zijn op rekenprestaties (Duncan et al., 2007; Ma, 1997). In dit onderzoek zal vastgesteld worden of het rekentype waartoe een leerling behoort van invloed is op de rekenvaardigheid van leerlingen van het vmbo-tl en vwo. De verschillende deelcomponenten van rekenen, waar dit onderzoek zich met name op zal richten, bestaan uit de eenvoudige automatiseringsvaardigheden optellen en aftrekken en de complexe automatiseringsvaardigheden vermenigvuldigen en delen (Lyons & Beilock, 2011). Automatisering houdt in dat de betekenis van een symbool direct aanwezig is zonder dat hierbij een rekentaak voor uitgevoerd hoeft te worden (Gebuis, Kadosh, De Haan, & Henik, 2009; Cowan & Donlan, 2011). De informatie wordt direct opgeroepen uit het geheugen (Ruijssenaars, Van Luit, & Van Lieshout, 2004).

Vorbereidende rekenvaardigheden

Vorbereidende rekenvaardigheden spelen een belangrijke rol in de ontwikkeling van rekenvaardigheden. Telvaardigheden, kennis van numerieke waarden, verandering in nummers, schatting en numerieke patronen zijn belangrijke elementen in voorbereidende rekenvaardigheden (Jordan et al., 2006; Ruijssenaars, Van Luit & Van Lieshout, 2006). De aanwezigheid van voorbereidende rekenvaardigheden is gevonden bij baby's, kinderen, volwassenen en dieren (Halberda, Lya, Wilmerb, Niamana, & Germinec, 2010). Bij baby's en kleuters zijn deze vaardigheden al aanwezig doordat zij in staat zijn om een onderscheid te maken in hoeveelheden, oplopend tot hoeveelheden van drie of vier (Desoete, Ceulemans, De Weerd, & Pieters, 2012; Cordes & Brannon, 2009; Milikowski & Braams, 2009; Wynn, 1997) en de uitkomst kunnen bepalen van kleine rekenkundige taken (Noel & Palmers, 2003).

Over de aard van voorbereidende vaardigheden zijn de meningen verdeeld. Enerzijds worden voorbereidende rekenvaardigheden gezien als reeds aanwezige en bestaande vaardigheden (Halberda et al., 2010). Anderzijds wordt gesproken van voorbereidende rekenvaardigheden als aangeleerde vaardigheden (Kesler, Sheau, Koovakkattu, & Reiss, 2011). De ontwikkeling van voorbereidende rekenvaardigheden is de basis voor het aanleren van rekenvaardigheden. Wanneer kinderen deze basis niet goed ontwikkelen, ontstaan er rekenproblemen op school (Cordes & Brannon, 2009; Ruijssenaars et al., 2006). Hierdoor kan verondersteld worden dat het rekenniveau van leerlingen gerelateerd is aan de mate waarin zij zich hebben ontwikkeld op de voorbereidende rekenvaardigheid.

De ontwikkeling van de voorbereidende rekenvaardigheden kan beschreven

worden aan de hand van het 'triple code' model (Dehaene, 2001; Dehaene et al., 2003). Volgens dit model bestaan er drie manieren om nummers te coderen, welke een onderlinge koppeling bevatten zodat de ene vorm van codering vertaald kan worden in de andere, ook wel mapping genoemd (Mundy & Gilmore, 2009). Het betreft de analoge code, visuele code en verbale code. De analoge code wordt beschreven als kennis die nodig is om numerieke hoeveelheden te kunnen schatten en deze op een mentale getallenlijn van weinig naar veel te kunnen plaatsen (Halberda & Feigenson, 2008; Holmes & McGregor, 2007). Het gaat hierbij om het begrijpen van hoeveelheden zonder symbolen, ook wel de non-symbolische verwerking van getallen genoemd (Lonnemann, Linkersdorfer, Hasselhorn, & Lindberg, 2011). Binnen de verbale code is een persoon in staat om getallen te benoemen en te verwoorden. Binnen de visuele code worden de getallen verwerkt en herkend als cijfersymbolen (Dehaene, 2001; Kolkman, Kroesbergen, & Leseman, 2013). De verbale en visuele code ontwikkelen zich doordat kinderen in aanraking komen met taal, cultuur en onderwijs (De Jong, 2010). De verbale en visuele code sluiten beiden aan bij de symbolische verwerking van getallen (Lonnemann et al., 2011).

Onderzoek heeft zich in het verleden reeds gericht op de invloed van zelf-regulatie, leeftijd, sekse, gezinsinkomens en het opleidingsniveau van ouders op voorbereidende rekenvaardigheden (Ivrendi, 2011). Er is daarentegen nog geen kennis ontwikkeld over de invloed van rekenbeleving op voorbereidende rekenvaardigheden. Het idee dat rekenbeleving van invloed is op voorbereidende rekenvaardigheden wordt onderbouwd door Stajkovic en Luthans (1998) en Hoffman (2010). Zij spreken namelijk over een bestaande relatie tussen beleving en prestaties. Daarom wordt met dit onderzoek beoogd vast te stellen of het rekentype waartoe een leerling behoort van invloed is op voorbereidende rekenvaardigheden. Met betrekking tot deze voorbereidende vaardigheden gaat het specifiek om de vaardigheid om hoeveelheden te onderscheiden, oftewel de analoge code.

Probleemstelling

Aangezien er geen antwoord is op de vraag of er verschillende rekentypen te onderscheiden zijn onder leerlingen van het voortgezet onderwijs en in welke mate deze typen verschillen op hun (voorbereidende) rekenvaardigheden, zal deze studie zich hier op richten. De onderzoeksvraag van dit onderzoek luidt: 'Zijn de vier rekentypen te onderscheiden onder derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en het vwo en verschillen deze rekentypen in rekenvaardigheid en in de vaardigheid om hoeveelheden te vergelijken?'. Voor beide onderwijsniveaus wordt onderzocht of de rekentypen verschillen in de vaardigheid om hoeveelheden te vergelijken en of deze rekentypen verschillen in hun rekenvaardigheid. Verwacht wordt dat deze verschillen gevonden zullen worden binnen beide onderwijsniveaus en op beide vaardigheden.

Methode

Participanten

In dit onderzoek zijn er negen scholen uit het regulier middelbaar onderwijs zowel telefonisch als via e-mail benaderd om te participeren in het onderzoek. Deze scholen zijn geselecteerd aan de hand van 'convenience sampling', ook wel gemakssteekproef genoemd. Hier is sprake van omdat er reeds contact was met deze scholen, deze scholen op een gunstige locatie lagen en/of deze scholen een afdeling voor vmbo-tl en/of het vwo hadden. Vijf scholen hebben toegezegd medewerking te verlenen aan het onderzoek. Door middel van 'multistage sampling' is binnen de scholen een aantal klassen van het vmbo-tl en/of het vwo geselecteerd. Na bevestiging van de scholen is er bij één school een informerende brief naar de ouders gestuurd, op vraag van deze school. De andere scholen vonden het niet noodzakelijk dit naar de ouders terug te koppelen.

Het onderzoek werd uitgevoerd bij derdejaars leerlingen van het vmbo-tl ($n = 87$) en het vwo ($n = 152$), in de leeftijd van 14 tot 16 jaar. Binnen het vmbo-tl bestond de onderzoeksgroep uit 47 jongens en 40 meisjes en binnen het vwo waren dit 71 jongens en 81 meisjes.

Meetinstrumenten

Vragenlijst voor rekenbeleving. Het begrip *rekenbeleving* heeft betrekking op de verschillende *rekentypen*: de rekenliefhebbers, rekenhaters, pragmatische rekenaars en voorzichtige rekenaars. Deze rekentypen zijn gedefinieerd op basis van de domeinen vaardigheid, snelheid, precisie, hulpmiddelen en motivatie. In de vragenlijst over rekenbeleving die de leerlingen hebben ingevuld werden deze domeinen elk door vijf vragen vertegenwoordigd. Per vraag konden er maximaal vijf punten behaald worden. Deze vragenlijst is ontworpen door Kolkman en haar bachelorstudenten in 2013. Op basis van de scores op de domeinen kan er middels een clusteranalyse, ingedeeld op vier clusters, worden vastgesteld tot welke rekentype een leerling behoort.

De betrouwbaarheid van de schalen van de vragenlijst voor rekenbeleving is gemeten door na te gaan of de items per domein onderling correleerden. De items binnen de vijf domeinen bleken intern consistent. Alle domeinen hadden een Cronbach's *alpha* hoger dan .80; motivatie ($\alpha = .86$), vaardigheid ($\alpha = .84$), hulpmiddelen ($\alpha = .82$), precisie ($\alpha = .82$) en snelheid ($\alpha = .85$). Een *alpha* van .80 impliceert een goede betrouwbaarheid (Field, 2009; Lagerweij, 2010), wat de vragenlijst goed bruikbaar maakt voor dit onderzoek. In totaal hebben 87 derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en 152 derdejaars vwo-leerlingen de vragenlijst ingevuld.

De digitale vergelijkingstaak. De *voorbereidende rekenvaardigheden* waar in dit onderzoek naar is gekeken is de analoge code. Het gaat hierbij om het begrijpen van hoeveelheden zonder symbolen, ook wel de non-symbolische verwerking van getallen genoemd (Lonneman et al., 2011). De leerlingen hebben een digitale vergelijkingstaak

met non-symbolische hoeveelheden uitgevoerd, welke een beroep doet op de analoge code (Kolkman et al., 2013)

Leerlingen kregen bij deze vergelijkingstaak één seconde twee vlakken te zien met daarin vierkanten van diverse groottes en hoeveelheden. De leerlingen moesten aangeven in welk vlak de meeste vierkanten te zien waren. De vergelijkingstaak meet kwantitatieve discriminatie. Deze kwantitatieve discriminatie kwam binnen de taak tot uiting op drie verschillende manieren. Ten eerste was het mogelijk dat in het gebied met het grootste aantal vierkanten de vierkanten ook fysiek groter waren. Daarnaast was het mogelijk dat in het gebied met het grootste aantal vierkanten deze vierkanten fysiek kleiner waren. Tot slot was het mogelijk dat in beide gebieden de groottes van de vierkanten hetzelfde waren, maar zij in hoeveelheid varieerden (Kolkman et al., 2013). In totaal hebben 87 derdejaars leerlingen van het vmbo-tl ($M = 19.51$, $SD = 3.62$) en 152 derdejaars vwo-leerlingen ($M = 20.42$, $SD = 2.97$) de vergelijkingstaak gemaakt.

De test-hertest betrouwbaarheid van de digitale vergelijkingstaak blijkt uit onderzoek van Kolkman et al. (2013) relatief laag te zijn. Echter, de interne consistentie van de vergelijkingstaak is wel goed (Kolkman et al., 2013). De volledige digitale rekentest waar de vergelijkingstaak onderdeel van is, blijkt zowel valide als betrouwbaar te zijn (Kolkman et al., 2013).

Tempo Test Rekenen. De *rekenvaardigheid* van de leerlingen is gemeten aan de hand van scores op de Tempo Test Rekenen (TTR) (Vos, 1995). De TTR bestond uit vijf verschillende domeinen: optellen, aftrekken, vermenigvuldigen, delen en gemixte sommen. De leerlingen moesten van elke domein een rekenrij maken van 40 vragen. Per rij hadden de leerlingen een minuut de tijd om zoveel mogelijk sommen te maken. Er is gekozen voor de TTR omdat deze aanspraak maakt op de drie groepen van rekenvaardigheid (nummeringsvaardigheden, rekenkunde en relaties) en de mate waarin deze vaardigheden zijn geautomatiseerd. De scores van alle respondenten op deze domeinen zijn bij elkaar opgeteld om tot een totaalscore van de TTR te komen. In totaal hebben 87 derdejaars van het vmbo-tl ($M = 128.93$, $SD = 24.73$) en 152 vwo-leerlingen ($M = 144.09$, $SD = 22.89$) de TTR gemaakt.

De TTR bleek onvoldoende betrouwbaar en niet valide op de begrips- en criteriumvaliditeit (Commissie Testaangelegenheden, 1997). Dat de TTR onvoldoende scoort heeft te maken met gebrek aan onderzoek naar deze test. Echter, deze test wordt doorgaans wel gebruikt om elementaire rekenvaardigheid te meten en zal daarom in dit onderzoek toch gebruikt worden.

Onderzoeksprocedure

De testen werden tijdens schooltijd afgenomen, waardoor het de leerlingen geen extra tijd kostte en zij er dus geen hinder van ondervonden. Gedurende één lesuur werd klassikaal de vragenlijst over rekenbeleving, het online rekenonderzoek en de TTR

afgenomen in een computerlokaal. Bij elke computer lag de vragenlijst op naam en met een persoonlijke code. Het online rekenonderzoek stond op de computer klaar met de persoonlijke code, waardoor deze gekoppeld kon worden aan de vragenlijst en de TTR. Er werd door de onderzoekers gecontroleerd dat de leerlingen achter de juiste computer zaten, waarnaar er werd gestart met klassikale instructie over het invullen van de vragenlijst over rekenbeleving. Na instructie moesten de leerlingen individueel de vragenlijst beantwoorden. Vervolgens werd de TTR uitgedeeld met daarbovenop een blanco vel om de vragen af te dekken. Er werd instructie gegeven over het invullen van de TTR en de tijdsduur van de afname. De TTR werd klassikaal afgenomen, waarbij de leerlingen het individueel invulden. Gedurende vijf minuten gingen de leerlingen de rekensommen oplossen, waarbij zij één minuut per rekenrij kregen. Ten slotte maakten de leerlingen het online rekenonderzoek, waarbij vooraf een korte klassikale instructie werd gegeven over de digitale vergelijkingstaak die ze moesten maken. Aan het eind van de drie testafnamen werden de deelnemers bedankt voor hun deelname en inzet. Eveneens werd de docent bedankt voor de moeite en het vrijmaken van tijd. Er is geen beloning en feedback op de gemaakte testen gegeven aan de leerlingen. Wel is naderhand de uitslag van de TTR teruggekoppeld aan de docenten van de klassen. De rest van de gegevens is niet teruggekoppeld aan de scholen.

Dataverwerking en Data-analyse

In het onderzoek is gebruik gemaakt van een kwantitatief onderzoeksdesign, waarbij de data is verzameld bij leerlingen van het vmbo-tl en vwo. De testgegevens van de vragenlijst over rekenbeleving, de digitale vergelijkingstaak en de TTR zijn anoniem verwerkt en deze gegevens zijn alleen voor dit wetenschappelijk onderzoek gebruikt. De testgegevens zijn gecontroleerd op ontbrekende waarden, waarbij bij het ontbreken van gegevens op deze plek '999' is ingevuld als zijnde een ontbrekende waarde. Bij de vragenlijst ontbrak 4.61% van de gegevens van de vwo-leerlingen en 4.60% van de leerlingen van het vmbo-tl. Daarnaast ontbrak 26.97% van de gegevens van de digitale vergelijkingstaak van de vwo-leerlingen en 50.57% van de leerlingen van het vmbo-tl. Tevens ontbrak van de TTR-scores 1.32% van de gegevens van de vwo-leerlingen. Middels een boxplot is de data gecontroleerd op uitschieters. Er werd een uitschieter gevonden en deze is verwijderd. Het betrof een van de gegevens van de digitale vergelijkingstaak, deze taak was bij de afname vastgelopen en daardoor niet betrouwbaar.

Na het controleren van de data is de data geanalyseerd. De data van de vragenlijst is op basis van de domeinscores onderzocht op de aanwezigheid van de vier rekentypen onder derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en vwo van het voortgezet onderwijs. Per respondent zijn de domeinscores voor de domeinen motivatie, vaardigheid, hulpmiddelen, precisie en snelheid uit de vragenlijst over rekenbeleving

berekend. Door middel van een 'k means' clusteranalyse is er ondersteuning gezocht voor de aanwezigheid van de vier rekentypen onder derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en het vwo. Hierdoor kon worden gekeken of er vergelijkbare scorepatronen waren op de domeinscores van de leerlingen (Robson, 2002). De clusteranalyse is uitgevoerd bij zowel vmbo-tl en vwo-leerlingen apart als samen. Hierbij is het aantal clusters in de clusteranalyse gespecificeerd (4).

Vervolgens is de data opgedeeld in twee groepen, gebaseerd op onderwijsniveau: vmbo-tl en vwo. Voor beide groepen is er apart een variantieanalyse, de één-weg ANOVA, gedaan om te toetsen of er tussen de verschillende rekentypen een verschil was in de vaardigheid om hoeveelheden te kunnen vergelijken. De gemiddelde score op de vergelijkingstaak per rekentype is vergeleken met de scores van de andere rekentypen, om te kijken in hoeverre deze van elkaar verschilden (Field, 2009). Aan de assumpties voor het uitvoeren van de één-weg ANOVA is voldaan. Bij de uitvoering van de ANOVA is een α van .05 gehanteerd. Tevens is er een één-weg ANOVA uitgevoerd om te toetsen of er een verschil was in rekenvaardigheid tussen de verschillende rekentypen. Ook hierbij werd een α van .05 gehanteerd. Het was nodig om een post hoc test Tukey's HSD uit te voeren, om te kijken welke rekentypen van elkaar verschilden op rekenvaardigheid, waarbij wederom een α van .05 werd gehanteerd.

Resultaten

De hypothesen veronderstelden dat er onder derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en het vwo vier rekentypen te onderscheiden zijn die verschillen in rekenvaardigheid en in de vaardigheid om hoeveelheden te vergelijken. Voor de analyse van deze hypothesen is gebruik gemaakt van de digitale vergelijkingstaak, de TTR en een vragenlijst over de rekenbeleving. De beschrijvende statistieken van de scores op de vergelijkingstaak en de TTR-scores zijn per niveau af te lezen in Tabel 1.

Tabel 1

Beschrijvende statistieken (aantallen, gemiddelden, standaarddeviaties, minima en maxima) van de scores op de vergelijkingstaak en de scores op de Tempo Test Rekenen per niveau (vmbo-tl en vwo)

	vmbo-tl					vwo				
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Min.	Max.	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Min.	Max.
Vergelijkingstaak	43	19.51	3.62	12	26	111	20.47	2.92	14	27
TTR	87	128.93	24.73	82	193	150	144.09	22.89	80	197

Rekentypen

Door middel van de 'k means' clusteranalyse werden de leerlingen ($n = 228$) verdeeld in de clusters: voorzichtige rekenaars ($n = 65$), pragmatische rekenaars ($n = 45$), rekenhaters ($n = 63$) en rekenliefhebbers ($n = 55$). De scores op de domeinen binnen de vier clusters kwamen overeen met de scores binnen de domeinen van de vier rekentypen die bij volwassenen zijn vastgesteld. De rekenliefhebbers scoorden hoog en de rekenhaters scoorden laag op alle domeinen. De scores van de voorzichtige en pragmatische rekenaars verschilden minder van elkaar. De pragmatische rekenaars scoorden met name hoog op snelheid en laag op precisie en de voorzichtige rekenaars scoorden met name hoog op precisie en laag op snelheid. Op basis van deze resultaten is de nulhypothese verworpen en de alternatieve hypothese aangenomen. Er zijn vier verschillende rekentypen te onderscheiden onder derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en het vwo.

Tabel 2

Beschrijvende statistieken (aantallen, gemiddelden, standaarddeviaties, minima en maxima) per niveau van de scores op de vergelijkingstaak en de scores op de Tempo Toets Rekenen per rekentype

Beschrijvende statistieken	vmbo-tl					vwo				
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Min.	Max.	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Min.	Max.
Vergelijkingstaak										
Voorzichtige rekenaars	8	18.63	3.82	14	25	36	20.83	3.09	15	27
Pragmatische rekenaars	10	20.50	2.99	17	26	12	20.50	1.98	18	24
Rekenhaters	12	17.83	3.54	12	22	35	19.86	2.92	14	26
Rekenliefhebbers	12	20.42	3.42	14	26	28	20.75	3.03	14	27
TTR-score										
Voorzichtige rekenaars	19	131.05	18.58	96	167	44	143.55	19.81	98	189
Pragmatische rekenaars	23	132.30	20.69	89	187	22	154.14	19.04	111	192
Rekenhaters	23	107.22	17.63	80	152	40	126.35	18.25	99	160
Rekenliefhebbers	18	149.17	22.95	99	197	37	155.92	16.97	122	192

Hoeveelheden vergelijken

In Tabel 2 zijn de beschrijvende statistieken van de scores op de digitale vergelijkingstaak per niveau en per rekentype af te lezen. Uit de ANOVA is gebleken dat er geen significant verschil is in de scores op de vergelijkingstaak tussen de verschillende rekentypen bij derdejaars leerlingen van het vmbo-tl, $F(3, 38) = 1.66, p > .05$ en bij leerlingen van het vwo, $F(3, 107) = .78, p > .05$. Hierdoor kan worden aangenomen dat de verschillende rekentypen onder leerlingen van het vmbo-tl en vwo niet verschillen in

hun vaardigheid om hoeveelheden te kunnen vergelijken. De nulhypothese zijn daarom aangenomen en de alternatieve hypothesen, die stelden dat de vier rekentypen onder derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en vwo significant verschillend zouden scoren op de vergelijkingstaak, zijn verworpen.

Rekenvaardigheid

In Tabel 2 zijn de beschrijvende statistieken van de TTR-score per niveau en per rekentype af te lezen. Uit de ANOVA is gebleken dat er een significant verschil is in de TTR-scores tussen de verschillende rekentypen bij derdejaars leerlingen van het vmbo-tl, $F(3, 79) = 15.56, p < .01, r = .61$ en bij leerlingen van het vwo, $F(3, 139) = 19.33, p < .01, r = .54$. Om te kijken welke rekentypen van elkaar verschilden op rekenvaardigheid, is de post hoc test Tukey's HSD uitgevoerd, waarbij een α van .05 werd gehanteerd. Zoals te zien is in Tabel 3 scoorden de rekenhaters in beide niveaugroepen significant lager op de TTR dan de andere rekentypen en de rekenliefhebbers scoorden significant hoger dan de rekenhaters en de voorzichtige rekenaars. Bij beide niveaus was er geen verschil in rekenvaardigheid tussen de voorzichtige en pragmatische rekenaars.

Tabel 3

Significantie en effectgrootten van de verschillen in de scores van de Tempo Test Rekenen tussen de rekentypen per niveau (vmbo-tl en vwo)

Rekentype		vmbo-tl		vwo	
		ρ	Cohen's d	ρ	Cohen's d
Voorzichtige rekenaars	Pragmatische rekenaars	.99	-.05	.13	-.37
	Rekenhaters	.00**	.87	.00**	.71
	Rekenliefhebbers	.04*	-.62	.02*	-.51
Pragmatische rekenaars	Voorzichtige rekenaars	.99	.05	.13	.37
	Rekenhaters	.00**	.96	.00**	.96
	Rekenliefhebbers	.04*	-.60	.98	-.06
Rekenhaters	Voorzichtige rekenaars	.00**	-.87	.00**	-.71
	Pragmatische rekenaars	.00**	-.96	.00**	-.96
	Rekenliefhebbers	.00**	-.75	.00**	-1.19
Rekenliefhebbers	Voorzichtige rekenaars	.04*	.62	.02**	.51
	Pragmatische rekenaars	.04*	.60	.98	.06
	Rekenhaters	.00**	.75	.00**	1.19

* $p < .05$

** $p < .01$

Het significantieniveau en de effectgrootte van de vergelijkingen zijn te zien in Tabel 3. Er is sprake van een groot effect wanneer Cohen's d groter is dan .8 en er is sprake van een medium effect wanneer Cohen's d groter is dan .5 (Allen & Bennett, 2010; Gravetter & Wallnau, 2009). Het effect van het gevonden verschil is groot tussen de rekenhaters en de pragmatische rekenaars in beide niveaugroepen. Onder leerlingen van het vmbo-tl is het gevonden effectverschil groot tussen de rekenhaters en de voorzichtige rekenaars en onder vwo-leerlingen tussen de rekenhaters en de rekenliefhebbers. Bij alle andere significantie verschillen is er sprake van een medium effectverschil.

Op basis van deze resultaten zijn de nulhypothese verworpen en de alternatieve hypothesen aangenomen. De vier verschillende rekentypen onder derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en het vwo verschillen van elkaar in rekenvaardigheid, met uitzondering van de voorzichtige rekenaars en pragmatische rekenaars. Zij lieten geen significante verschillen zien in rekenvaardigheid. Onder vwo-leerlingen was er ook geen significant verschil tussen de pragmatische rekenaars en de rekenliefhebbers.

Discussie

Het doel van dit onderzoek was enerzijds het aantonen van verschillende rekentypen onder derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en vwo en anderzijds onderzoeken of deze rekentypen verschillen in hun rekenvaardigheid en hun vaardigheid om hoeveelheden te vergelijken. Uit dit onderzoek blijkt dat er onder derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en vwo vier rekentypen te onderscheiden zijn, namelijk de rekenliefhebbers, de rekenhaters, de voorzichtige rekenaars en de pragmatische rekenaars. Deze rekentypen verschillen significant van elkaar in rekenvaardigheid, maar verschillen niet van elkaar in de vaardigheid om hoeveelheden te vergelijken.

De vier gevonden rekentypen komen overeen met de gevonden rekentypen uit onderzoek bij volwassenen (Wetenschap 24, 2012). Een mogelijke verklaring voor het aantonen van de rekentypen onder derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en vwo, is dat rekenbeleving op dezelfde manier of tegelijkertijd met de rekenvaardigheden ontwikkeld. Dat zou betekenen dat daarmee ook de rekentypen zich geleidelijk, van kinds af aan zouden ontwikkelen en dat deze rekentypen daarom bij middelbare scholieren al duidelijk te onderscheiden zijn. Het is aan te bevelen om in vervolgonderzoek te kijken of de rekenbeleving zich geleidelijk ontwikkeld vanaf de vroege kindertijd tot en met de volwassenheid, net zoals dit bij rekenvaardigheid het geval is gebleken (Halberda et al., 2010). Dit is mogelijk door het doen van longitudinaal onderzoek. Op deze manier kan er nog meer inzicht worden verkregen in het ontstaan van de verschillende rekentypen en de ontwikkeling van de rekenvaardigheid van deze typen. Hierdoor wordt het misschien

mogelijk om op het juiste moment in de ontwikkeling meer toereikende ondersteuning te bieden in het onderwijs aan kinderen met rekenproblemen.

De vier rekentypen bij leerlingen van het vmbo-tl en het vwo bleken niet significant te verschillen in de vaardigheid om hoeveelheden te vergelijken. Dit sluit niet aan bij de verwachting dat een positieve rekenbeleving een positieve invloed zou hebben op de voorbereidende rekenvaardigheden en een negatieve rekenbeleving een negatieve invloed (Akinsola & Olowojaiye, 2008; Hoffman, 2010; Lim & Chipman, 2013; Maloney & Beilock, 2012; Shores & Shannon, 2007; Stakjovic & Luthans, 1998; Vukovic et al., 2012). Een mogelijke verklaring waarom er in dit onderzoek geen verschillen zijn gevonden in de vaardigheid om hoeveelheden te vergelijken kan zijn dat deze vaardigheid al bij baby's aanwezig is (Desoete et al., 2012; Cordes & Brannon, 2009; Halberda et al., 2010; Milikowski & Braams, 2009; Wynn, 1997) en daarom voor iedereen en dus voor alle rekentypen gelijk is.

Daarnaast ontbrak er een groot deel van de data van de digitale vergelijkingstaak. Het is mogelijk dat het ontbreken van deze gegevens gevolgen heeft gehad voor de uitkomst van het onderzoek. De onderzoeksgroep is hiermee in omvang afgenomen en daardoor minder representatief. Voor de start van een eventueel vervolgonderzoek zal gecontroleerd moeten worden of de resultaten op de juiste wijze worden opgeslagen om te voorkomen dat resultaten verloren gaan. Tevens zal er bij vervolgonderzoek kritisch gekeken moeten worden naar de inhoud en uitvoering van de digitale vergelijkingstaak. Bij de vergelijkingstaak bleken problemen te ontstaan in de vorm van het niet gelijktijdig in beeld komen van de plaatjes. Hierdoor kregen de leerlingen niet goed de kans om de taken met elkaar te vergelijken. Op deze manier werd er ook aanspraak gedaan op het geheugen van de leerlingen, omdat zij het plaatje dat eerder werd getoond op moesten slaan in het geheugen om de plaatjes vervolgens met elkaar te vergelijken. Een ander probleem in de uitvoering van de vergelijkingstaak was dat deze bij een aantal respondenten niet stopte. Zij hebben vaker dan nodig was de verschillende opdrachten uit de vergelijkingstaak uitgevoerd, waardoor deze respondenten moesten worden uitgesloten van dit onderzoek omdat hun resultaten niet betrouwbaar waren.

Bij vervolgonderzoek is het aan te raden om de andere twee voorbereidende vaardigheden, de verbale en de visuele code, erbij te betrekken omdat uit het onderzoek van Cordes en Brannon (2009) is gebleken dat het rekenniveau van leerlingen gerelateerd is aan de mate waarin de voorbereidende rekenvaardigheden ontwikkeld zijn. Deze twee voorbereidende rekenvaardigheden zouden zich ontwikkelen doordat kinderen in aanraking komen met taal, cultuur en onderwijs (De Jong, 2010). Wanneer de voorbereidende rekenvaardigheden onvoldoende ontwikkeld zijn, zou dit problemen met rekenen kunnen veroorzaken op school (Ruijsenaars et al., 2006). Juist de afname van het rekenniveau in Nederland is iets wat zorgen baart en als de verbale en visuele

voorbereidende rekenvaardigheden hier mogelijk een rol in spelen is het belangrijk hier meer informatie over te verkrijgen om vervolgens gericht de problemen aan te kunnen pakken.

De derde conclusie van dit onderzoek is dat de rekentypen onder derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en vwo significant van elkaar verschillen in rekenvaardigheid. Deze resultaten sluiten aan bij de verwachting dat rekenbeleving van invloed is op de rekenprestaties (Lim & Chapman, 2013; Ma, 1997). Naar verwachting bleken op beide niveaus de rekenhaters lager te scoren en de rekenliefhebbers hoger te scoren op rekenvaardigheid dan de andere rekentypen. De voorzichtige rekenaars en de pragmatische rekenaars op zowel het vmbo-tl als het vwo laten echter geen duidelijke verschillen zien, dit komt mogelijk doordat deze twee typen veel overeenkomsten vertonen. De verschillen tussen deze twee typen zijn vooral te zien in precisie en snelheid. Verondersteld wordt dat de rekenprestaties van rekenhaters lager zijn doordat zij minder gemotiveerd zijn dan andere rekentypen. Een negatieve houding blijkt namelijk een negatieve correlatie met rekenprestaties te hebben (Ashcraft & Krause, 2007; Hoffman, 2010; Maloney & Beilock, 2012; Vukovic et al., 2013). De hoge scores van de rekenliefhebbers kan verklaard worden doordat de positieve houding van dit type voor betere rekenprestaties zorgt (Akinsola & Olowojaiye, 2008). De voorzichtige rekenaars en de pragmatische rekenaars lijken tussen de rekenhaters en rekenliefhebbers in te zitten in hun beleving en daarmee ook in hun motivatie. Hierdoor kon verwacht worden dat zij gemiddeld scoren op hun rekenvaardigheid.

In dit onderzoek is niet specifiek gekeken naar het aantal leerlingen per rekentype bij de beide niveaus afzonderlijk. Bij leerlingen van het vmbo-tl bleken er drie keer zoveel voorzichtige rekenaars en twee keer zoveel rekenhaters te zijn dan rekenliefhebbers en pragmatische rekenaars. Bij vwo-leerlingen waren er twee keer zoveel rekenliefhebbers vergeleken met de andere rekentypen. Deze verschillen in aantal leerlingen van de rekentypen kan gevolgen hebben voor de uitkomsten. Verstandig is om in vervolgonderzoek de rekentypen gelijk te houden wanneer er gekeken wordt naar rekenvaardigheid, zodat de invloed van oververtegenwoordigde rekentypen vermeden kan worden.

De conclusie van dit onderzoek is dat de vier rekentypen onder derdejaars leerlingen van het vmbo-tl en het vwo aanwezig zijn en dat deze rekentypen verschillen in hun rekenvaardigheid. Er is echter geen verschil gevonden tussen de rekentypen in de voorbereidende rekenvaardigheid om hoeveelheden te vergelijken. Er zijn meerdere implicaties gegeven voor vervolgonderzoek.

Referenties

- Akinsola, M. K., & Olowojaiye, F. B. (2008). Teacher instructional methods and student attitudes towards mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 3, 60-73. Retrieved from: <http://www.iejme.com/012008/ab4.htm>
- Allen, P. & Bennett, K. (2010). *Pasw statistics by spss: a practical guide: version 18.0*. (1st ed.). South Melbourne, Victoria, Australia: Cengage Learning Australia.
- Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 243-248. doi:10.3758/BF03194059
- Aunio, P., Niemivirta, M., Hautomaki, J., Van Luit, J. E. H., Shi, J., & Zhang, M. (2006). Young children's number sense in China and Finland. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 50, 483-502. doi:10.1080/00313830600953576
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M., & Nurmi, J. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96, 699 - 713. doi:0.1037/0022-0663.96.4.699
- Bong, M., & Skaalvik, E. M. (2003). Academic self-concept and self-efficacy: How different are they really? *Educational Psychology Review*, 15, 1-40. doi:10.40-7Z6X/03/0300-0001/0
- Cito (2011). *Meting taal en rekenen 2010*. Retrieved from <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2011/06/07/meting-taal-en-rekenen-2010.html>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2007). Effects of a preschool mathematics curriculum: Summative research on the Building Blocks project. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38, 136-163. doi:10.2307/30034954
- Commissie Testaangelegenheden Nederland (1997). *Tempo Test Rekenen*. Retrieved from http://www.cotandocumentatie.nl.proxy.library.uu.nl/test_details.php?id=218
- Cordes, S., & Brannon, E. M. (2009). Crossing the divide: Infants discriminate small from large numerosities. *Developmental Psychology*, 45, 1583-1594. doi:<http://dx.doi.org/10.1037/a0015666>
- Cowan, R., & Donlan, C. (2011). Basic calculation proficiency and mathematics achievement in elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, 103, 786-803. doi:10.1037/a0024556
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "What" and "Why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry: An International Journal for the Advancement of Psychological Theory*, 11, 227-268. doi:10.1207/S15327965PLI1104_01
- Dehaene, S. (2001). Précis of the numerical abilities. *Cognitions*, 44, 1-42. doi:10.1111/1468-0017.00154
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive neuropsychology*, 20, 487-506. Doi:10.1080/0264329024400239
- De Jong, K. (2010). *De relatie tussen vergelijkingsvaardigheden en telvaardigheden ten opzichte van getalbegrip* (Master's thesis). Retrieved from <http://igitur-archive.library.uu.nl.proxy.library.uu.nl/student-theses/2010072200239/Masterthesis%20Jong,%20K%20de-3315681.pdf>
- Desoete, A., & Grégoire, J. (2006). Numerical competence in young children and in children with mathematics learning disabilities. *Learning and Individual Differences*, 16, 351-367. doi:10.1016/j.lindif.2006.12.006
- Desoete, A., Ceulemans, A., De Weerd, F., & Pieters, S. (2012). Can we predict mathematical disabilities from symbolic and non-symbolic comparison tasks in kindergarten? Findings from a longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, 82, 64-81. doi:10.1348/2044-8279.002002
- De Vos, T. (1995). *Handleiding Tempo Test Rekenen, T.T.R.* (2^e druk). Nijmegen: Berkhout: Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov,

- P., ..., Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, *43*, 1428–1446. doi:10.1037/0012-1649.43.6.1428
- Field, A. (2009). *Discovering Statistics Using SPSS*. London: Sage publications.
- Funnekoter, B. (2012, Juni 11). *Middelbare scholieren scoren massaal onvoldoende bij rekentoets*. NRC Handelsblad. Retrieved from <http://www.nrc.nl/nieuws/2012/06/11/middelbare-scholieren-scoren-massaal-onvoldoende-bij-rekentoets/>
- Geary, D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, *114*, 345–362. doi:10.1016/j.lindif.2009.10.008
- Geary, D. C., Hoard, M. K., & Hamson, C. O. (1999). Numerical and arithmetical cognition: Patterns of functions and deficits in children at risk for a mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, *74*, 213–239. doi:10.1006/jecp.1999.2515
- Gebuis, T., Kadosh, C., R., de Haan, R., & Hekin, A. (2009). Automatic quantity processing in 5-year olds and adults. *Cognitive Processing*, *10*, 133-142. doi: 10.1007/s10339-008-0219-x
- Gravetter, F. J. & Wallnau, L. B. (2009). *Statistics for the Behavioral Sciences*. Belmont: Wadsworth.
- Halberda, J., & Feigenson, L. (2008). Set representations required for the acquisition of the “natural number” concept. *Behavioral and Brain Sciences*, *31*, 655-657. doi:10.1017/S0140525X08005712
- Halberda, J., Lya, R., Wilmer, J. B., Naimana, D. Q., & Germinec, L. (2010). Number sense across the lifespan as revealed by a massive Internet-based sample. *PNAS*, *109*, 11116-11120. doi:10.1073/pnas.1200196109
- Hannula, M. S. (2002). Attitude towards mathematics: emotions expectations and values. *Educational Studies in Mathematics*, *82*, 145-164. doi:10.1023/A:1016048823497
- Hoffman, B. (2010). “I think I can, but I'm afraid to try”: The role of self-efficacy beliefs and mathematics anxiety in mathematics problem-solving efficiency. *Learning and Individual Differences*, *20*, 276-283. doi:10.1016/j.lindif.2010.02.001
- Holmes, V. M., & McGregor, J. (2007). Rote Memory and arithmetic fact processing. *Memory & Cognition*, *35*, 2041-2051. doi:10.3758/BF03192936
- Inspectie van het Onderwijs (2008). *Basisvaardigheden rekenen-wiskunde in het basisonderwijs: Een onderzoek naar het niveau van rekenen-wiskunde in het basisonderwijs en naar verschillen tussen scholen met lage, gemiddelde en goede reken-wiskunderesultaten*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs. Retrieved from <http://www.onderwijsinspectie.nl/actueel/nieuwsberichten/Scholen+hebben+invloed+op+rekenprestaties.html>
- Inspectie van het Onderwijs (2009). *Basisvaardigheden rekenen in het voortgezet onderwijs: Resultaten van een inspectieonderzoek naar de rekenvaardigheid in de onderbouw van het voortgezet onderwijs*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs Retrieved from <http://www.onderwijsinspectie.nl/actueel/publicaties/Basisvaardigheden+rekenen+in+het+voortgezet+onderwijs.html>
- Ivrendi, A. (2011). Influence of self-regulation on the development of children’s number sense. *Journal of early childhood education*, *39*, 239-247. doi:10.1007/s10643011-0462-0
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Olah, L. N., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development*, *77*, 153-175. doi: 0009-3920/2006/7701-0011
- 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
- Kesler, S. R., Sheau, K., Koovakkattu, D., & Reiss, A. L. (2011). Changes in frontal-parietal activation and math skills performance following adaptive number sense:

- Preliminary results from a pilot study. *Neuropsychological Rehabilitation: An International Journal*, 20, 433-454. doi:10.1080/096020112011578446
- Kolkman, M. E., Kroesbergen, E. H., & Leseman, P. P. M. (2013). Early numerical development and the role of non-symbolic and symbolic skills. *Learning and Instruction*, 25, 95-103. doi:10.1016/j.learninstruc.2012.12.001
- Lagerweij, N. W. (2010). *Testreader*. Utrecht: Universiteit Utrecht, Faculteit Sociale Wetenschappen.
- Landsman, K. (2007). Blijf niet mokkend aan de kant staan! De teloorgang van het wiskunde onderwijs. *Nieuw Archief voor Wiskunde*, 8, 51-54. Retrieved from: <http://www.nieuwarchief.nl/serie5/pdf/naw5-2007-08-1-051.pdf>
- Lim, S. Y., & Chapman, E. (2013). Development of a short form of the attitudes toward mathematics inventory. *Educational Studies in Mathematics*, 82, 145-164. doi: 10.1007/s10649-012-9414-x
- Lonnemann, J., Linkersdorfer, J., Hasselhorn, M., & Lindberg, S. (2011). Symbolic and non-symbolic distance effect in children and their connection with arithmetic skills. *Journal of Neurolinguistics*, 24, 583-591. doi:10.1016/j.jneuroling.2011-02-004
- Lyons, I. M. & Beilock, S. L. (2011) Numerical ordering ability mediates the relation between number-sense and arithmetic competence. *Cognition*, 121, 256-261. doi:10.1016/j.cognition.2011.07.009
- Ma, X. (1997). Reciprocal relationships between attitude toward mathematics and achievement in mathematics. *Journal of educational research*, 90, 221-229. doi: 10.1080/00220671.1997.10544576
- Maclellan, E. (2012). Number sense: The underpinning understanding for early quantitative literacy. *Numeracy*, 5, 3. doi:10.5038/1936-4660.5.2.3
- Maloney, E. A., & Beilock, S. L. (2012). Math anxiety: who has it, why it develops, and how to guard against it. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 404-406. doi:10.1016/j.tics.2012.06.008
- Milikowski, M., & Braams, T. (2009). *Dyscalculie*. In M. Taal & P. Snelings (Eds.), *Interventies in het onderwijs leerproblemen* (pp. 60-77). Amsterdam: Boom Onderwijs.
- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. (2012, December). *Voortgangsrapportage implementatie referentiekader taal en rekenen* (Issue Brief No. 455537). Den Haag: Dekker, S. & Bussemaker, J.
- Mix, K. S., (2008). Children's equivalence judgments: Crossmapping effects. *Cognitive Development*, 23, 191-203. doi:10.1016/j.cogdev.2007.03.001
- Mundy, E., & Gilmore, C, K. (2009). Children's mapping between symbolic and non symbolic representations of number. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 490-502. doi:10.1016/j.jecp.2009.02-003
- Noel, M. P., & Palmers, E. (2003). La perception numerique Chez le bebe et le petit enfant: une mise en question. *Enfance*, 55, 65-73. doi:103917/enf.551.0065
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2010). *PISA 2009 results: What students know and can do – Student performance in reading, mathematics and science (Volume I)*. doi:http://dx.doi.org/10.1787/9789264091450-en
- Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development*, 22, 165-184. doi:10.1016/j.cogdev.2006.09.001
- Purpura, D. J., & Lonigan, C. J. (2013). Informal numeracy skills: The structure and relations among numbering, relations, and arithmetic operations in preschool. *American Educational Research Journal*, 50, 178–209. doi:10.3102/0002831212465332
- Rijksoverheid. (n.d.). *Wat zijn de referentieniveaus Nederlandse taal en Rekenen?* Geraadpleegd op 6 maart 2013 op <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/taal-en-rekenen/vraag-en-antwoord/wat-zijn-de-referentieniveaus-nederlandse-taal-en-rekenen.html>.
- Robson, C. (2002). *Real world research: A resource for social scientists and practitioner-researchers*. United Kingdom: Blackwell Publishing

- 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.
- Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2006). *Rekenproblemen en dyscalculie. Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Shores, M., & Shannon, D. (2007). The effects of self-regulation, motivation, anxiety, and attributions on mathematics achievement for fifth and sixth grade students. *School Science and Mathematics, 107*, 225–236. doi:10.1111/j.1949-8594.2007.tb18284.x
- Stajkovic, A. D., & Luthans I. F. (1998). Self-efficacy and work-related performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin, 124*, 240-261. doi:10.1037/0033-2909.124.2.240
- Stankov, L., Lee, J., Luo, W., & Hogan, D. J. (2012). Confidence: A better predictor of academic achievement than self-efficacy, self-concept and anxiety? *Learning and Individual Differences, 22*, 747–758. doi:10.1016/j.lindif.2012.05.013
- Vukovic, R. K., Kieffer, M. J., Bailey, S. P., & Harari, R. R. (2013). Mathematics anxiety in young children: Concurrent and longitudinal associations with mathematical performance. *Contemporary Educational Psychology, 38*, 1-10. doi:10.1016/j.cedpsych.2012.09.001
- Wetenschap 24 (2012, december 12). *Haat en liefde voor getallen*. Retrieved from <http://www.wetenschap24.nl/programmas/labyrint/labyrint-tv/2012/December/GNO-Rekenen.html>
- Wynn, K. (1997). Competence models of numerical development. *Cognitive Development, 12*, 333-339. doi:10.1016/S0885-2014(97)90005-8