

De Rol van Rekenangst op de Relatie Tussen Geslacht en de Cognitieve Factoren Ordeverwerking en Werkgeheugen

Een kwantitatief onderzoek bij jongvolwassenen naar de rol van rekenangst bij de relatie tussen geslacht en ordeverwerking & geslacht en werkgeheugen.



Universiteit Utrecht

Bachelorscriptie Pedagogische Wetenschappen

Faculteit Sociale Wetenschappen

Cursusjaar: 2019-2020

Door: S. Langeveld 6272118 en L. D. Zondag 6283152

Scriptiebegeleider: Helene Vos

1 juli 2020

Abstract

Introduction. Research shows that mathematical skills are influenced by math anxiety, working memory and numeric processing. There are significant gender differences in these factors, but there is little knowledge on the role of math anxiety in the relation between gender and the cognitive factors. This study investigates what role math anxiety plays in the relation between gender & working memory and in the relation between gender & numeric processing. *Method.* The participants (90 male; 97 female) were gathered through a convenience sample and asked to fill in an online survey, which consisted of the AMAS, NSS, WAIS Digit Span Forward & Backward and Matrices Forward & Backward. To determine the role of math anxiety, a correlation, an independent t-test and a mediation-analysis were used. *Results.* There was a significant correlation between the AMAS and NSS, $r = -.18$, and between the AMAS and Matrices Forward & Backward, $r = -.22$; $r = -.18$. The t-test showed significant differences between men and women for math anxiety, $t(176) = -3.92$, and numeric processing, $t(176) = 2.00$. Women scored higher on the AMAS and lower on the NSS than men. No significant differences were found for the working-memory tasks. The mediation-analysis showed a significant indirect effect via math anxiety, $ab = -0.20$, but no significant direct effect. *Conclusion.* Math anxiety does not play a role in the relation between gender and math anxiety. It does, however, play a fully mediating role in the relation between gender and numeric processing. This means that math anxiety explains why women perform worse at the NSS than men.

De Rol van Rekenangst in de Relatie tussen Geslacht en de Cognitieve Factoren Ordeverwerking en Werkgeheugen

De problematiek rond rekenvaardigheid van leerlingen speelt al jaren (Den Hertog, 2006). Het vastgestelde basisniveau voor deze leerlingen wordt over het algemeen niet behaald (Straetmans & Eggen, 2005). Als deze leerlingen niet op basisniveau kunnen rekenen zal dit serieuze gevolgen kunnen hebben voor het verdere schoolverloop en participatie en succes in veel carrières (Ashcraft & Moore, 2009). Zowel cognitieve als emotionele factoren kunnen invloed hebben op rekenvaardigheden.

Rekenangst is een voorbeeld van een emotionele factor die van invloed is op rekenvaardigheden. Rekenangst kan gedefinieerd worden als een gevoel van angst en spanning dat opkomt wanneer iemand geconfronteerd wordt met situaties waarin rekenen nodig is (Hill et al., 2016). Deze angst kan leiden tot een vermijdingspatroon; waar het kan vermijden leerlingen situaties waarbij rekenvaardigheden nodig zijn (Pizzie & Kraemer, 2017). Omdat de ernst van rekenangst ver uiteen kan lopen, is het moeilijk vast te stellen hoeveel mensen daadwerkelijk last hebben van rekenangst. Toch stellen Ashcraft en Ridley (2005) in hun meta-analyse dat ongeveer twintig procent van de bevolking ermee kampt.

Uit meerdere onderzoeken is gebleken dat rekenangst een reden kan zijn voor lagere scores op rekenvaardigheidstests en het vermijden van bepaalde carrièrepaden met betrekking tot rekenen (Beilock & Maloney, 2015; Van Mier, Schleepen & Van den Berg, 2019). Ashcraft en Moore (2009) concludeerden in hun onderzoek; hoe hoger de mate van rekenangst, hoe lager de scores op rekenvaardigheidstests.

Rekenvaardigheden worden ook beïnvloed door cognitieve factoren, zoals werkgeheugen (Passolunghi, 2011) en ordeverwerking (Lyons & Beilock, 2011). Voor ordeverwerking is er specifieke kennis van getallen nodig, terwijl er voor het werkgeheugen algemene kennis van getallen belangrijk is. Uit onderzoek is gebleken dat rekenvaardigheid sterk samenhangt met de domein-algemene factor werkgeheugen (Ashcraft & Krause, 2007). Het werkgeheugen is een systeem dat met beperkte capaciteit verantwoordelijk is voor de manipulatie en opslag van informatie (Holmes & Adams, 2006). Deze vaardigheden zijn nodig voor het uitvoeren van cognitieve taken, zoals rekenopdrachten (Holmes & Adams, 2006). Bij het oplossen van rekenopdrachten moet gebruik gemaakt worden van zowel visueel-ruimtelijke als verbale werkgeheugencomponenten (Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen & Van Luit, 2014). Het visueel-ruimtelijke werkgeheugen is verantwoordelijk voor het tijdelijk opslaan en bewerken van visuele informatie, zoals figuren (Ik leer in beelden, 2013; Repovs & Baddeley, 2006). De tijdelijke opslag en bewerking van verbale informatie zoals woorden, cijfers en letters wordt gedaan door het verbale werkgeheugen

(Ik leer in beelden, 2013; Repovs & Baddeley, 2006).

Uit onderzoek is gebleken dat rekenangst een negatieve invloed heeft op de werking van het werkgeheugen (Krinzinger, Kaufmann & Willmes, 2009). De afname van het werkgeheugen door rekenangst kan verklaard worden door de inhibitietheorie van Hasher en Zacks (1988). Deze theorie stelt dat de zorgwekkende gedachten, die veroorzaakt worden door rekenangst, de ruimte innemen van het werkgeheugen (Krinzinger et al., 2009). In een onderzoek van Miller en Bichsel (2004) komt naar voren dat de rekenprestaties er onder kunnen lijden als één of beide werkgeheugencomponent(en) wordt verstoord door de aanwezigheid van rekenangst.

Ook de domein-specifieke factor ordeverwerking heeft invloed op rekenvaardigheden (Lyons & Beilock, 2011). Met het gebruik van ordeverwerking kan iemand bepalen of getallen in een correcte volgorde staan of niet. Uit eerder onderzoek is gebleken dat numerieke ordinale processen rekenprestaties op latere leeftijd voorspellen (Attout & Majerus, 2018). Onderzoek van Skagerlund, Östergren, Västfjäll en Träff (2019) beschrijft een model waarbij rekenvaardigheden door rekenangst worden beïnvloed via ordeverwerking. Een verklaring die de onderzoekers hiervoor geven is dat ordeverwerking een belangrijke basis vormt voor het ontwikkelen van andere rekenvaardigheden (Skagerlund et al., 2019): Als deze vaardigheden zijn aangetast door rekenangst, zullen mensen met rekenangst dus slechter presteren op rekentaken.

De cognitieve en emotionele factoren met betrekking tot rekenvaardigheid verschillen tussen mannen en vrouwen. Uit een onderzoek van Robert en Savoie (2006) is gebleken dat mannen en vrouwen niet significant verschillen in verbale en visueel-ruimtelijke werkgeheugen. Vrouwen scoorden echter wel hoger dan mannen voor de taak waarbij zowel verbale als visueel-ruimtelijke werkgeheugen nodig was. In een onderzoek van Piccardi en collega's (2019) zijn ook geen verschillen gevonden in verbaal werkgeheugen tussen mannen en vrouwen. Een verklaring die daarvoor gegeven wordt is het feit dat de proefpersonen die onderzocht zijn homogeen waren qua opleidingsniveau. Geslachtsverschillen in verbaal werkgeheugen worden volgens hen meestal wel gevonden wanneer proefpersonen een laag opleidingsniveau hebben. Een ander onderzoek toont aan dat vrouwen beter presteerden bij taken waarbij verbale items onthouden moesten worden, terwijl mannen beter presteerden bij taken die de visueel-ruimtelijke verwerking meten (Pauls, Petermann & Lepach, 2013). Bij ordeverwerking zijn sekseverschillen volgens Hutchison, Lyons en Ansari (2019) echter eerder een uitzondering dan een regel, maar verder is er nog weinig onderzoek gedaan naar de verschillen in ordeverwerking tussen mannen en vrouwen.

Verschillen voor rekenangst zijn daarentegen meermaals onderzocht. Over het algemeen laten vrouwen meer rekenangst zien dan mannen (Mutodi & Ngirande, 2014; Núñez-Peña, Suárez-Pellicioni & Bono, 2016; Pourmoslemi, Erfani & Firoozfar, 2013). Een verklaring voor een hogere prevalentie van rekenangst bij meisjes is dat een rolmodel erg belangrijk is voor de ontwikkeling van rekenangst. Zo blijkt dat vooral de relatie tussen meisjes en hun moeder hiervoor een prominente factor is (Van Mier et al., 2019). Uit onderzoek van Primi, Busdraghi, Tomasetto, Morsanyi en Chiesi (2014) komt echter naar voren dat rekenangstscores niet significant verschillen tussen mannelijke en vrouwelijke studenten.

Hoewel er al meer bekend is over de invloed van rekenangst op rekenvaardigheden en de rol die ordeverwerking en werkgeheugen hierin kunnen spelen (Primi et al., 2014), is er minder bekend over geslachtsverschillen in deze relatie. In dit onderzoek wordt dan ook onderzocht welke rol rekenangst speelt in de relatie tussen geslacht en ordeverwerking en in de relatie tussen geslacht en werkgeheugen bij jongvolwassenen. Deze hoofdvraag is onderverdeeld in twee deelvragen, namelijk: 'Welke rol speelt rekenangst in de relatie tussen geslacht en ordeverwerking?' en; 'Welke rol speelt rekenangst in de relatie tussen geslacht en werkgeheugen?'. Bij werkgeheugen wordt specifiek gekeken naar het visueel-ruimtelijke en verbale werkgeheugen. Het huidige onderzoek kan bijdragen aan de kennis over deze specifieke relaties. Daarnaast is het voor de praktijk interessant om te weten of zij meer seksspecifieke interventies moeten ontwikkelen omdat één van beide groepen een groter risico loopt op bijvoorbeeld de invloed van rekenangst. Tot slot is de vraag naar mensen met een technische opleiding de laatste jaren gegroeid, waarbij vrouwen vaak ondervertegenwoordigd zijn (Vander Heyden, Van Atteveldt, Huizinga & Jolles, 2016). Om iedereen uiteindelijk dezelfde kansen te kunnen bieden, is er meer onderzoek nodig naar welke rol rekenangst speelt in de sekseverschillen bij ordeverwerking en werkgeheugen.

Om de rol van rekenangst te kunnen onderzoeken, wordt er allereerst onderzoek gedaan naar de relatie tussen geslacht en ordeverwerking. Daarnaast wordt er gekeken wat voor invloed rekenangst heeft op deze relatie. Vanuit de hierboven beschreven theorie wordt verwacht dat relatie tussen rekenangst & ordeverwerking en de relatie tussen rekenangst & werkgeheugen negatief is: hoe meer angst iemand voor rekenen heeft, hoe slechter hij of zij scoort op ordeverwerkingstaken en werkgeheugentaken. Daarnaast wordt verwacht dat vrouwen hoger zullen scoren op rekenangst dan mannen. Vrouwen zullen waarschijnlijk ook hoger scoren op verbale werkgeheugentaken dan mannen, terwijl mannen juist hoger zullen scoren op visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken. Tot slot is de

verwachting dat rekenangst een mediërende rol speelt in de relatie tussen zowel geslacht & ordeverwerking als geslacht & werkgeheugen.

Methode

Dit onderzoek onderzocht de vraag welke rol rekenangst speelt in de relatie tussen geslacht en ordeverwerking & werkgeheugen. Bij werkgeheugen werd een onderscheid gemaakt tussen verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Het betrof een experimenteel, kwantitatief onderzoek, waarbij de volgende hypothesen zijn getoetst: (1) Rekenangst speelt een mediërende rol in de relatie tussen geslacht en werkgeheugen. (2) Rekenangst speelt een mediërende rol in de relatie tussen geslacht en ordeverwerking.

Procedure

Het onderzoek is vooraf goedgekeurd door de ethische commissie van de Universiteit Utrecht. Gezien de huidige situatie omtrent het coronavirus is er gekozen om een online vragenlijst af te nemen. Het gebruik van een online vragenlijst kan nadelig zijn voor de betrouwbaarheid en validiteit van het onderzoek, omdat de kans groter is op sociaal wenselijke of incomplete antwoorden (Stoop, 2010). De respondenten zijn via sociale media geworven door middel van een gemakssteekproef. Voorafgaand aan het onderzoek vulden de respondenten een informed consent in, waarbij duidelijk werd gemaakt dat anonimiteit gewaarborgd wordt en men op ieder moment kon stoppen met de deelname aan het onderzoek. Daarnaast moesten de respondenten een aantal demografische vragen invullen over hun leeftijd, geslacht, hoogst genoten opleidingsniveau en hoogst genoten opleidingsniveau van hun ouders.

De dataverzameling bestond uit een aantal taken en vragen die via een online survey plaatsvinden. De online survey bestond uit de taken; De Tempo Test Rekenen (TTR), de Cognitieve Reflectie Taak (CRT), de (C)OAT-AM, WAIS Digit Span Forward & Backward, Matrices Forward & Backward en Number Series Sequencing (NSS). De Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) was de enige vragenlijst in de online survey. Deze vragenlijst en taken zijn individueel afgenomen en duurden gemiddeld 60 minuten. Het gebruik van een online survey is nadelig voor de betrouwbaarheid en validiteit van het onderzoek, maar door vanwege de huidige situatie omtrent het Coronavirus

Participanten

In totaal hebben 187 respondenten de online survey volledig ingevuld. De respondenten zijn via een gemakssteekproeftrekking geselecteerd. Jongvolwassenen tussen 18 en 35 jaar zijn voor dit onderzoek getest. Voor dit onderzoek is geen beloning uitgereikt. De onderzoeksgroep bestond uit 90 mannen en 97 vrouwen. Voor het onderzoek is gestreefd voor een gelijke verdeling van mannen en vrouwen. De gemiddelde leeftijd van de gehele onderzoeksgroep was $M = 22.89$ jaren ($SD = 0.22$). De gemiddelde leeftijd van de mannen was $M = 23.19$ jaren ($SD = 0.31$) en de gemiddelde leeftijd van de vrouwen was $M = 22.61$ jaren ($SD = 0.31$).

Instrumenten

Om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvragen is data van de volgende taken meegenomen.

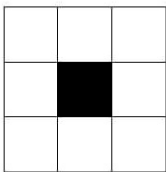
Rekenangst. Voor het meten van de rekenangst van de onderzoeksgroep is gebruik gemaakt van Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS). De AMAS is ontworpen om met een verkorte vragenlijst de rekenangst te meten bij leerlingen. De vragenlijst omvatte 9 items waarbij respondenten vragen beantwoordden hoe nerveus ze zouden zijn tijdens verschillende rekenkundige situaties (zie Bijlage 1). De respondenten moesten bij elk item aangeven hoe zenuwachtig een bepaalde geschetste situatie hen maakte door middel van een Likert-schaal van 5 punten, variërend van 1 (*Helemaal niet*) tot 5 (*Heel erg*), waarbij de totale score een optelling van de negen items vertegenwoordigde. Een voorbeeld van een vraag behorende bij deze vragenlijst was; "hoe zenuwachtig voelt u zich wanneer u gebruik moeten maken van tabellen achterin een wiskundeboek?". De interne consistentie en de test-hertestbetrouwbaarheid van de vragenlijst waren sterk (Hopko, Mahadevan, Bare & Hunt, 2003).

Werkgeheugen. Het werkgeheugen is gemeten door middel van Digit Span Forward & Backward en Matrices Forward & Backward.

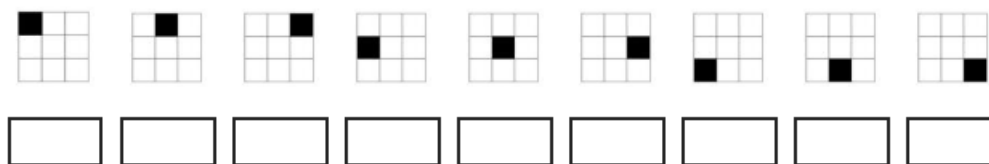
Digit Span. Het werkgeheugen is gemeten door middel van Digit Span Forward en Digit Span Backward, waarbij Digit Span Forward het verbaal werkgeheugen mat. De Digit Span Backward mat de interactie van het verbaal werkgeheugen met de 'central executive'. Deze taken waren een onderdeel van de Wechsler Adult intelligence Scale (WAIS) (Lichtenberger & Kaufman, 2012). De taken waren geschikt voor adolescenten en

volwassenen tussen de 16:0 en 84:11 jaar. Bij de Digit Span Forward kregen de respondenten steeds een aantal cijfers te zien. Deze cijfers moesten de respondenten vervolgens in de juiste volgorde intypen op de computer. Bij de Digit Span Backward was het de bedoeling dat de respondenten de cijfers in de omgekeerde volgorde herhaalden. De test begon met een voorbeeldvraag, waarna vervolgens 16 reeksen worden bevroegd. Dit begon met twee reeksen van twee cijfers, vervolgens twee reeksen van drie cijfers. Dit ging uiteindelijk zo door tot twee reeksen van negen cijfers. Bij elk goed herhaalde cijferreeks kreeg de respondent 1 punt toegewezen. Het maximaal te behalen aantal punten voor zowel Digit Span Forward als Digit Span Backward was 16 punten. De betrouwbaarheid, standaardisatie en validiteit van de WAIS werd over het algemeen als goed beoordeeld. De WAIS-I indexen en subtests hadden een hoge betrouwbaarheid (Lichtenberger & Kaufman, 2012).

Matrices. Naast het gebruik van de Digit Span is ook de Matrices Forward en Matrices Backward afgenomen. Door middel van de Matrices Forward is het (passief) visuo-spatieel werkgeheugen gemeten, met de Matrices Backward is de interactie van het visuo-spatieel werkgeheugen met de 'central executive' gemeten. Bij de Matrices taak werd op het scherm een vierkant met negen vlakken getoond, waarbij één van de vlakken ingekleurd was (Zie Figuur 1). Opeenvolgend werd het vierkant getoond met telkens een ander vlak ingekleurd. De taak begon met een voorbeeldvraag, waarna vervolgens twee maal twee vierkanten werden getoond. Dit herhaalde zich tot er twee maal negen vierkanten zijn getoond. Bij Matrices Forward moesten de respondenten de vierkanten in de getoonde volgorde nummeren (Zie Figuur 2). Bij Matrices Backward deden zij dit juist in de omgekeerde volgorde. Het maximaal te behalen aantal punten voor beide Matrices taken was 16 punten.



Figuur 1. Een vierkant met negen vakken.



Figuur 2. In volgorde nummeren van getoonde vierkanten.

Ordeverwerking. De ordeverwerking werd door middel van Number Series Sequencing (Tolley & Thomas, 2013) gemeten. Bij deze taak kreeg de respondent een opdracht waarbij het ontbrekende nummer in een reeks gevonden moest worden. Dit ontbrekende nummer kon aan het begin, in het midden staan of aan het einde van de reeks staan. Een voorbeeld van een reeks was; 4, 8, 16, 32, ? De respondent moest het nummer dat op de plaats van het ? hoorde te staan invullen op de computer. Het antwoord bij deze reeks was 64. De taak begon met een voorbeeldvraag, waarna vervolgens 16 reeksen werden bevroegd.

Analyseplan

Om de onderzoeksvraag 'Welke rol speelt rekenangst in de relatie tussen geslacht en ordeverwerking & werkgeheugen?' te beantwoorden, zijn de volgende twee deelvragen beantwoord 'Welke rol speelt rekenangst in de relatie tussen geslacht en ordeverwerking?' en 'Welke rol speelt rekenangst in de relatie tussen geslacht en werkgeheugen?'. In dit onderzoek was geslacht de onafhankelijke variabele, terwijl werkgeheugen en ordeverwerking afhankelijke variabelen waren. De mediërende variabele was rekenangst.

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden, is er eerst met behulp van SPSS Statistics 25 de correlatie tussen de afhankelijke variabelen werkgeheugen en ordeverwerking berekend. Vervolgens is er een onafhankelijke t-toets uitgevoerd met de nominale variabele 'geslacht'. Tot slot is er een mediatieanalyse uitgevoerd. Voor elke analyse zijn eerst de assumpties gecontroleerd.

Resultaten

Beschrijvende statistieken

Uiteindelijk hebben 187 personen de vragenlijst volledig ingevuld. Omdat de hoofdvraag uit twee deelvragen bestaat met verschillende variabelen, is er gebruik gemaakt van twee verschillende datasets. Voor deelvraag 1 is gebruik gemaakt van dataset 1,

waarbij uiteindelijk 11 uitschieters zijn verwijderd. Voor deelvraag 2 is gebruik gemaakt van dataset 2, waarbij 10 uitschieters zijn verwijderd. De uitschieters zijn verwijderd op basis van de z-scores. Wanneer een participant twee standaarddeviaties onder of boven het gemiddelde scoorde op de relevante variabelen (rekenangst, ordeverwerking of één van de werkgeheugentaken), is de data van deze participant niet meegenomen in het onderzoek. Deze verschillende datasets verklaren ook de verschillen in de beschrijvende statistieken, zoals te zien is in tabel 1.

Tabel 1. *Beschrijvende Statistieken van de Gemiddelde Scores van de Variabelen*

Variabelen	Dataset 1				Dataset 2			
	Mannen		Vrouwen		Mannen		Vrouwen	
	n	M (SD)	n	M (SD)	n	M (SD)	n	M (SD)
Leeftijd	88	23.14 (2.97)	88	22.57 (2.89)	87	23.06 (2.77)	90	22.48 (2.82)
Rekenangst	88	7.51 (5.36)	88	11.08 (6.64)	87	7.78 (5.43)	90	11.21 (6.90)
Ordeverwerking	88	12.19 (2.20)	88	11.51 (2.32)	x	x	x	x
Digit Span Forward	x	x	x	x	87	9.92 (2.11)	90	10.03 (2.01)
Digit Span Backward	x	x	x	x	87	10.97 (2.48)	90	11.22 (2.24)
Matrices Forward	x	x	x	x	87	7.08 (2.22)	90	6.52 (2.00)
Matrices Backward	x	x	x	x	87	8.08 (2.98)	90	7.23 (3.02)

Assumpties

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden zijn er drie soorten analyses uitgevoerd: een correlatie, een t-toets en een mediatieanalyse. Voorafgaand aan de analyses zijn de assumpties gecontroleerd. Bij alle analyses zijn de volgende assumpties gecontroleerd; (1) Elke participant doet slechts één keer mee aan het onderzoek en beïnvloedt geen van de andere participanten; (2) Elke variabele moet normaal verdeeld zijn; (3) Er moet een lineaire relatie bestaan tussen de variabelen; en (4) De relatie moet homoscedastisch zijn.

Elke participant deed slechts één keer mee aan het onderzoek en beïnvloedde geen van de andere participanten. Bij het uitvoeren van de Scatterplot bleek dat de lineariteit werd geschonden voor alle componenten van het werkgeheugen, maar de relaties waren wel homoscedastisch. De relatie tussen rekenangst en ordeverwerking was niet geheel lineair en ook niet homoscedastisch. De assumptie voor de normaliteit werd getoetst met de Shapiro-Wilk toets en werd geschonden voor rekenangst (dataset 1) en ordeverwerking, voor mannen ($W(88) = 0.94, p = .001$; $W(88) = 0.77, p < .001$), noch vrouwen ($W(88) = 0.94, p < .001$; $W(88) = 0.88, p < .001$). Ook voor rekenangst (dataset 2) ($W(177) = 0.95, p < .001$), Digit Span Forward ($W(177) = 0.97, p = .001$), Digit Span Backward ($W(177) = 0.98, p = .005$), Matrices Forward ($W(177) = 0.97, p = .001$) en Matrices Backward ($W(177) = 0.95, p < .001$) werd de normaliteit geschonden. Bij dit onderzoek geldt dat de steekproef groot genoeg is, waardoor dit onderzoek robuust is voor de schending van deze

assumpties.

Voordat de onafhankelijke t-toets uitgevoerd kon worden, moest nog voldaan worden aan de assumpties; De afhankelijke variabele moet op interval of rationiveau zijn en de variantie van de afhankelijke variabele moet voor iedere groep ruwweg hetzelfde zijn. De variantie van rekenangst, ordeverwerking en de werkgeheugencomponenten zijn gecontroleerd door middel van Levene's test. Voor zowel rekenangst van dataset 1 ($F(1, 176) = 5.87, p = .016$) als rekenangst van dataset 2 ($F(1, 175) = 6.64, p = .011$) was de Levene's test significant, waardoor gelijke varianties niet kunnen worden aangenomen. De Levene's test voor ordeverwerking en alle componenten van het werkgeheugen bleek echter niet significant te zijn, de assumptie voor gelijke variantie wordt hierbij aangenomen. Aan de overige assumpties werd voldaan.

Voor een mediatieanalyse moest nog worden voldaan aan de assumpties; Er mag geen multicollineariteit zijn, ofwel de correlatie tussen de onafhankelijke variabelen mag niet te hoog zijn. De multicollineariteit tussen rekenangst en ordeverwerking is gecontroleerd. De VIF-waarde was laag, namelijk $VIF=1.00$, en lag dus in een acceptabel bereik.

Analyses

Correlaties. Om de richting en grootte van de lineaire relatie tussen rekenangst en ordeverwerking te bepalen, is er een Pearson's correlatiecoëfficiënt (r) berekend. De correlatie tussen de twee variabelen bleek significant te zijn, maar negatief en zeer zwak, $r(174) = -.18, p = .015$. Een negatieve relatie betekent dat hoe hoger de proefpersonen scoorden voor rekenangst, hoe lager iemand presteerde op de ordeverwerkingstaken.

De correlatie is ook berekend tussen rekenangst en de verschillende componenten van het werkgeheugen; Digit Span Forward, Digit Span Backward, Matrices Forward en Matrices Backward te bepalen. Na het uitvoeren van de correlatie bleek de relatie tussen rekenangst en Digit Span Forward en de relatie tussen rekenangst en Digit Span Backward niet significant (Zie Tabel 3). De correlatie voor zowel de relatie tussen rekenangst en Matrices Forward als de relatie tussen rekenangst en Matrices Backward bleek significant, de relatie was voor beide negatief en zwak (Zie tabel 2). Dit houdt in dat hoe hoger de proefpersonen scoorden voor rekenangst, hoe lager de proefpersonen presteerden op de Matrices Forward en de Matrices Backward taken.

Tabel 2. *Correlaties tussen Rekenangst en Werkgeheugentaken*

Variabelen	1	2	3	4	5
1. Rekenangst	-	-.14	-.07	-.22**	-.18*
2. Digit Span Forward	-.14	-	.54**	.12	.00
3. Digit Span Backward	-.07	.54**	-	.26**	.26**
4. Matrices Forward	-.22**	.12	.26**	-	.54**
5. Matrices Backward	-.18*	.00	.26**	.54**	-

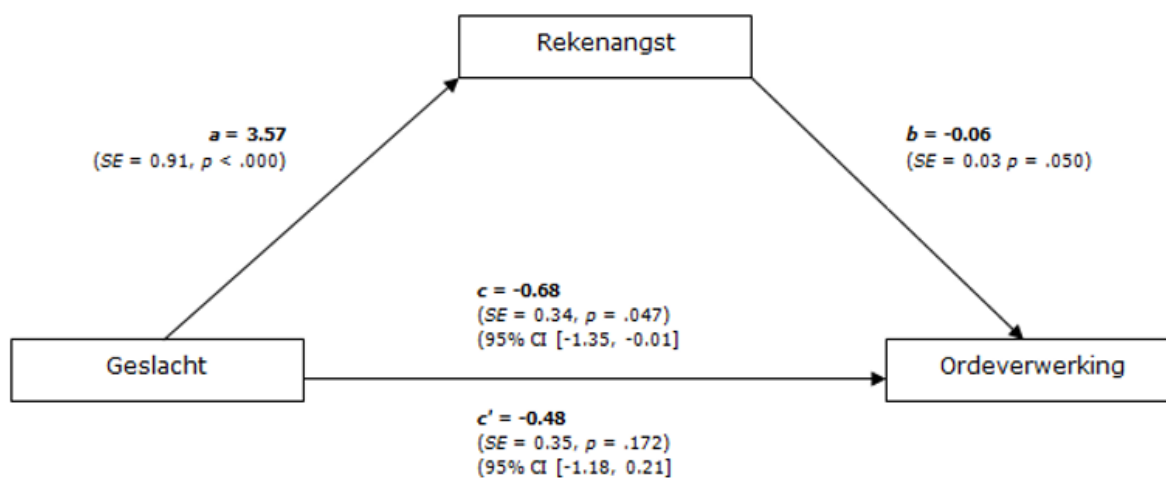
< .05, ** p < .01

T-toets. Door middel van een onafhankelijke t-toets zijn de gemiddelde scores op rekenangst, ordeverwerking en werkgeheugentaken van mannen vergeleken met de gemiddelde scores op rekenangst, ordeverwerking en de werkgeheugentaken van vrouwen. De t-toets voor rekenangst bij dataset 1 was statistisch significant, waarbij de groep mannen 3.57 punten, 95% CI [-5.36, -1,77], lager scoorden dan de groep vrouwen, $t(176) = -3.92$, $p < .001$, tweezijdig, $d = 0.59$. De t-toets voor rekenangst bij dataset 2 bleek ook statistisch significant waarbij de groep mannen 3.43 punten, 95% CI [-5.27, -1.59], lager scoorden dan de groep vrouwen, $t(175) = -3.67$, $p < .001$, tweezijdig, $d = 0.55$. Dit betekent dat vrouwen gemiddeld meer rekenangst ervaren dan mannen. Ook voor ordeverwerking bleek de t-toets significant te zijn, $t(176) = 2.00$, $p = .047$, tweezijdig, $d = 0.30$, waarbij mannen gemiddeld 0.68 punten hoger scoorden dan vrouwen, 95% CI [0.01, 1.35]. Mannen in dit onderzoek zijn dus beter in het bepalen van getallenvolgorde en het invullen van ontbrekende cijfers. De t-toets voor Digit Span Forward bleek niet significant te zijn, $t(175) = -.37$, $p = .714$, tweezijdig, $d = 0.05$, 95% CI [-.73, .50]. De t-toets voor Digit Span Backward bleek ook niet significant te zijn, $t(175) = -.72$, $p = .470$, tweezijdig, $d = 0.11$, 95% CI [-.96, .44]. De t-toets voor Matrices Forward bleek eveneens niet significant, $t(175) = 1.76$, $p = .080$, tweezijdig, $d = 0.27$, 95% CI [-.07, 1.18]. Als laatste bleek de t-toets voor Matrices Backward ook niet significant, $t(175) = 1.88$, $p = .062$, tweezijdig, $d = 0.28$, 95% CI [-.04, 1.74].

Mediatieanalyse. Bij de onafhankelijke t-toets is gebleken dat er geen significant verschil is tussen mannen en vrouwen voor alle werkgeheugencomponenten, hierdoor is het niet nodig om een mediatieanalyse uit te voeren. Om te kijken of rekenangst een mediërende rol speelt in de relatie tussen geslacht en ordeverwerking, is een mediatieanalyse uitgevoerd. Hiermee kan worden vastgesteld of een indirect effect (ab) van rekenangst significant is. Daarnaast kunnen met een mediatieanalyse een direct effect van

geslacht op ordeverwerking (c') en een totaal effect van het hele model worden bepaald.

In figuur 3 is het mediatiemodel van jongvolwassenen tussen de 18 en 35 te zien, met geslacht als voorspeller, ordeverwerking als uitkomst en rekenangst als mediator. Het totale effect in dit model bleek significant te zijn: $c = -0.68$, $SE = 0.34$, 95% CI $[-1.35, -0.01]$, $p = .047$. Ook een indirect effect was significant. Rekenangst bleek een significante mediator te zijn in de relatie tussen geslacht en ordeverwerking: $ab = -0.20$, $SE = 0.11$, 95% CI $[-0.44, -0.00]$. Een direct effect tussen geslacht en ordeverwerking was echter niet significant, $c' = -0.48$, $t = -1.37$, $p = .172$. Omdat er wel een indirect effect was, maar geen direct effect, betekent dit dat er sprake was van een volledige mediatie. Dit betekent dat de relatie tussen geslacht en ordeverwerking volledig verklaard kan worden door rekenangst.



Figuur 3. Mediatiemodel van Jongvolwassenen. Het figuur laat het totale effect (c) zien van de voorspeller (geslacht) op de uitkomstvariabele (ordeverwerking), wanneer rekening gehouden is met de mediërende variabele (rekenangst).

Discussie

Het huidige onderzoek had tot doel vast te stellen welke rol rekenangst speelt bij de relatie tussen geslacht en ordeverwerking. Ook werd onderzocht welke rol rekenangst speelt bij de relatie tussen geslacht en werkgeheugen. Als hoofdhypothese werd gesteld dat rekenangst een mediërende rol speelt in beide relaties.

Er bleek een significante negatieve correlatie te zijn tussen rekenangst en ordeverwerking. Ook voor de variabelen Matrices Forward en Matrices Backward werd een significante negatieve correlatie met rekenangst gevonden. Dit betekent dat hoe meer rekenangst iemand heeft, hoe slechter iemand presteert op ordeverwerkingtaken, de Matrices Forward en de Matrices Backward. Uit het onderzoek van Krinzinger en collega's

(2009) was gebleken dat rekenangst een negatieve invloed heeft op de werking van het werkgeheugen. Het huidige onderzoek sluit deels aan bij deze bevindingen, maar alleen voor het visueel-ruimtelijke werkgeheugen.

Bij de onafhankelijke t-toets bleek dat rekenangstscores in beide datasets significant verschilden tussen mannen en vrouwen, waarbij mannen lager scoorden dan vrouwen. Dit betekent dat vrouwen gemiddeld meer rekenangst ervaren dan mannen. Deze bevindingen komen overeen met eerder onderzoek (Mutodi & Ngirande, 2014; Núñez-Peña et al., 2016; Pourmoslemi et al., 2013). De resultaten van het onderzoek van Primi en collega's (2014) waarin naar voren kwam dat rekenangstscores niet significant verschilden tussen mannelijke en vrouwelijke studenten wordt in het huidige onderzoek dus niet bevestigd.

Uit dezelfde toets bleek dat mannen significant hoger scoorden op ordeverwerking dan vrouwen. Mannen in dit onderzoek zijn dus beter in het bepalen van getallenvolgorde en het invullen van ontbrekende cijfers. Deze resultaten spreken de conclusie van Hutchison en collega's (2019) tegen. Zij stellen dat verschillen in ordeverwerking tussen jongens en meisjes eerder een uitzondering zijn dan een regel. Bovendien zouden verschillen in numerieke processen met de jaren juist kleiner worden (Hutchison et al., 2019). Dat de resultaten uit het huidige onderzoek dit niet bevestigen zou kunnen komen door de doelgroepverschillen; in dit onderzoek zijn de verschillen onderzocht bij jongvolwassenen, terwijl Hutchison en collega's (2019) onderzoek hebben gedaan bij kinderen.

Voor de werkgeheugentaken zijn er geen significante verschillen tussen mannen en vrouwen gevonden. Dit betekent dat mannen en vrouwen hierin statistisch niet van elkaar verschillen. Dit spreekt het onderzoek van Pauls en collega's (2013) tegen. In hun onderzoek werden wel verschillen gevonden voor werkgeheugen tussen mannen en vrouwen. Vrouwen zouden beter presteren bij taken waarbij verbale items onthouden moesten worden, terwijl mannen beter zouden presteren bij taken die de visueel-ruimtelijke verwerking meten (Pauls et al., 2013). In het huidige onderzoek zijn deze verschillen niet gevonden. Een mogelijke verklaring voor het ontbreken van deze verschillen wordt gegeven door Piccardi en collega's (2019). Zij stellen dat geslachtsverschillen in verbaal werkgeheugen alleen gevonden worden wanneer proefpersonen een laag opleidingsniveau hebben. In het huidige onderzoek waren de meeste participanten hoger opgeleid, waardoor de geslachtsverschillen voor verbaal werkgeheugen mogelijk niet zijn gevonden.

In de relatie tussen geslacht en ordeverwerking speelt rekenangst een volledig mediërende rol. De relatie tussen geslacht en ordeverwerking wordt volledig verklaard door rekenangst. Dit betekent dat het feit dat vrouwen slechter presteren op ordeverwerkingstaken dan mannen verklaard wordt door rekenangst. Omdat er eerder nog

geen onderzoek is gedaan naar de invloed van rekenangst op de geslachtsverschillen in ordeverwerkingsscores, staan deze resultaten op zichzelf.

De hypothese dat rekenangst een mediërende rol speelt in de relatie tussen geslacht en werkgeheugen wordt niet bevestigd door het huidige onderzoek. Deze hypothese kan verworpen worden. In het huidige onderzoek wordt wel de hypothese bevestigd dat rekenangst een mediërende rol speelt in de relatie tussen geslacht en ordeverwerking, deze hypothese kan dus worden aangenomen. Een mogelijke verklaring dat rekenangst wel de relatie met ordeverwerking verklaart, maar niet die met de werkgeheugentaken, is dat de werkgeheugentaken voor zowel mannen als vrouwen moeilijk waren, terwijl de vragen waarbij gebruik gemaakt moest worden van ordeverwerking waarschijnlijk betrouwbaarder waren. Hierdoor zijn de geslachtsverschillen bij ordeverwerking mogelijk meer uitgesproken en daardoor significant aanwezig. Een andere verklaring is dat rekenangst een beroep doet op het gebruiken van rekenvaardigheden. Bij de ordeverwerkingstaken moest gebruik gemaakt worden van getallen en dus van rekenvaardigheden, terwijl bij de werkgeheugentaken geen rekenvaardigheden werden getest. Het is daardoor aannemelijk dat angst voor rekenen specifiek samenhangt met taken waarbij rekenvaardigheden nodig zijn, in dit geval dus de ordeverwerkingstaak en niet de werkgeheugentaken.

Limitaties

In het huidige onderzoek moet rekening worden gehouden met enkele beperkingen. Allereerst is de data via een online vragenlijst verzameld, waardoor er geen controle op de testomstandigheden was. Gebruik van hulpmiddelen zoals een rekenmachine of de invloed van concentratieproblemen door het tijdstip waarop de test is ingevuld konden niet gecontroleerd worden. Daarnaast gaf een deel van de participanten aan dat de vragenlijst in hun ogen iets te lang was, waardoor er meer motivatie nodig is om de test te voltooien. Ook bestaat een deel van de vragenlijst uit nieuw ontwikkelde taken waarvan de betrouwbaarheid en validiteit niet is vastgesteld. Tot slot was de groep participanten niet via een random steekproef getrokken, dus de vraag kan gesteld worden of de groep wel representatief is voor de rest van de samenleving. Zo kan het zijn dat mensen die angst voor rekenen en cijfers ervaren, zijn afgeschrikt door de beschrijving vooraf aan de testafname. Een sterk punt van dit onderzoek is dat de steekproef relatief groot was, waarbij zowel mannen als vrouwen gelijk vertegenwoordigd zijn. Daarnaast is voor een groot deel van de gebruikte taken in dit onderzoek vastgesteld dat de betrouwbaarheid en de validiteit goed is (Hopko et al., 2003; Lichtenberger & Kaufman, 2012).

Implicaties

Door significante verschillen in rekenangstscores tussen mannen en vrouwen, waarbij vrouwen hoger scoorden, is het ook belangrijk om aandacht te besteden aan eventuele interventies gericht op vrouwen. Aangezien de vrouwen een hogere mate van rekenangst vertonen zullen zij de meeste baat hebben bij een interventie voor het verminderen van rekenangst.

Gezien de bevinding dat rekenangst een significante rol speelt in de relatie tussen geslacht en ordeverwerking, is het van belang om verder te onderzoeken hoe rekenangst verminderd zou kunnen worden. Daarnaast is het belangrijk om deze relatie verder te onderzoeken, aangezien dit nog niet eerder is gedaan. Om de resultaten betrouwbaar te kunnen maken, zou het onderzoek vaker uitgevoerd kunnen worden.

Een andere belangrijke suggestie voor de wetenschap is het onderzoeken van dezelfde relatie tussen rekenangst en geslacht met betrekking tot jongere kinderen. Rekenangst openbaart zich meestal al in de basisschooljaren, omdat kinderen dan voor het eerst geconfronteerd worden met rekenvaardigheid. De basisschooljaren is hierdoor een geschikte tijd om eventuele interventies toe te passen wanneer rekenangst zich voordoet.

Concluderend, heeft het huidige onderzoek aangetoond dat rekenangst een volledig mediërende rol speelt in de relatie tussen geslacht en ordeverwerking, maar geen rol speelt in de relatie tussen geslacht en de werkgeheugencomponenten. Dit betekent dat de relatie tussen geslacht en ordeverwerking verklaard kan worden door de aanwezigheid van rekenangst, terwijl dit voor werkgeheugen niet het geval is.

Literatuur

- Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*, 243–248. doi:10.3758/BF031 94059
- Ashcraft, M. H., & Moore, A. M. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *27*(3), 197–205. doi:10.1177/0734282908330580
- Ashcraft, M. H., & Ridley, K. S. (2005). The Handbook of Mathematical Cognition. In J. I. D. Campbell (Red.), *Math anxiety and its cognitive consequences* (1ste editie, pp. 315–327).
- Attout, L., & Majerus, S. (2018). Serial order working memory and numerical ordinal processing share common processes and predict arithmetic abilities. *British Journal of Developmental Psychology*, *36*, 285–298. doi:10.1111/bjdp.12211
- Beilock, S. L., & Maloney, E. A. (2015). Math anxiety: A factor in math achievement not to be ignored. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, *2*, 4–12. doi:10.1177/2372732215601438
- Den Hertog, J. B. (2006). *Rekenvaardigheid en gecijferdheid - enquête onder pabo-docenten rekenen-wiskunde & didactiek* - (4). Panama-Post. Geraadpleegd van <http://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/6863.pdf>
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. In G. H. Bower (Red.), *Psychology of learning and motivation* (Vol. 22, pp. 193–225).
- Hill, F., Mammarella, I. C., Devine, A., Caviola, S., Passolunghi, M. C., & Szűcs, D. (2016). Maths anxiety in primary and secondary school students: Gender differences, developmental changes and anxiety specificity. *Learning and Individual Differences*, *48*, 45–53. doi:10.1016/j.lindif.2016.02.006
- Holmes, J., & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, *26*(3), 339–366. doi:10.1080/01443410500341056
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. A. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, validity, and reliability. *Assessment*, *10*, 178–182. doi:10.1177/1073191103010002008
- Hutchison, J. E., Lyons, I. M., & Ansari, D. (2019). More similar than different: Gender differences in children's basic numerical skills are the exception not the rule. *Child Development*, *90*(1), 66–79. doi:10.1111/cdev.13044

- Ik leer in beelden. (2013, 13 november). *Werkgeheugen*. Verkregen van <http://www.ikleerinbeelden.nl/executieve-functies/werkgeheugen/>
- Krinzinger, H., Kaufmann, L., & Willmes, K. (2009). Math anxiety and math ability in early primary school years. *Journal of Psychoeducational Assessment, 27*(3), 206-225. doi:10.1177/0734282908330583
- Lichtenberger, E. O., & Kaufman, A. S. (2012). *Essentials of WAIS-IV Assessment* (2nd Edition). Hoboken, NJ, Verenigde Staten: Wiley.
- 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
- Miller, H., & Bichsel, J. (2004). Anxiety, working memory, gender, and math performance. *Personality and Individual Differences, 37*(3), 591-606. doi:10.1016/j.paid.2003.09.029
- Mutodi, P., & Ngirande, H. (2014). Exploring Mathematics Anxiety: Mathematics Students' Experiences. *Mediterranean Journal of Social Sciences, 5*(1), 283-294. doi:10.5901/mjss.2014.v5n1p283
- Núñez-Peña, M. I., Suárez-Pellicioni, M., & Bono, R. (2016). Gender differences in test anxiety and their impact on higher education students' academic achievement. *Procedia. Social and Behavioral Sciences, 228*, 154-160. doi:10.1016/j.sbspro.2016.07.023
- Passolunghi, M. C. (2011). Cognitive and emotional factors in children with mathematical learning disabilities. *International Journal of Disability, Development and Education, 58*(1), 61-73. doi:10.1080/1034912x.2011.547351
- Pauls, F., Petermann, F., & Lepach, A. C. (2013). Gender differences in episodic memory and visual working memory including the effects of age. *Memory, 21*(7), 857-874. doi:10.1080/09658211.2013.765892
- Piccardi, L., D'Antuono, G., Marin, D., Boccia, M., Ciurli, P., Incoccia, C., ... Guariglia, C. (2019). New evidence for gender differences in performing the Corsi Test but not the Digit Span: Data from 208 individuals. *Psychological Studies, 64*(4), 411-419. doi:10.1007/s12646-019-00512-3
- Pizzie, R. G., & Kraemer, D. J. (2017). Avoiding math on a rapid timescale: Emotional responsivity and anxious attention in math anxiety. *Brain and Cognition, 118*, 100-107. doi:10.1016/j.bandc.2017.08.004
- Pourmoslemi, A., Erfani, N., & Firoozfar, I. (2013). Mathematics anxiety, mathematics performance and gender differences among undergraduate students. *International*

- Journal of Scientific and Research Publications*, 3(7), 1-6. Verkregen van https://www.researchgate.net/profile/Alireza_Pourmoslemi/publication/261301456_Mathematics_Anxiety_Mathematics_Performance_and_Gender_differences_among_Undergraduate_Students/links/0f317533d5413019a4000000/Mathematics-Anxiety-Mathematics-Performance-and-Gender-differences-among-Undergraduate-Students.pdf
- Primi, C., Busdraghi, C., Tomasetto, C., Morsanyi, K., & Chiesi, F. (2014). Measuring math anxiety in Italian college and high school students: validity, reliability and gender invariance of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS). *Learning and Individual Differences*, 34, 51-56. doi:10.1016/j.lindif.2014.05.012
- Repovs, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139, 5-21. doi:10.1016/j.neuroscience.2005.12.061
- Robert, M., & Savoie, N. (2006). Are there gender differences in verbal and visuospatial working-memory resources? *European Journal of Cognitive Psychology*, 18(3), 378-397. doi:10.1080/09541440500234104
- Skagerlund, K., Östergren, R., Västfjäll, D., & Träff, U. (2019). How does mathematics anxiety impair mathematical abilities? Investigating the link between math anxiety, working memory, and number processing. *Plos One*, 14(1), 1-17. doi:10.1371/journal.pone.0211283
- Stoop, I. (2010). Internet enquêtes: oplossing of probleem?. *TSG*, 88(2), 45-46. Verkregen van <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03089536>
- Straetmans, G. J. J. M., & Eggen, T. J. H. M. (2005). Afrekenen op rekenen: Over de rekenvaardigheid van pabo-studenten en de toetsing daarvan. *Tijdschrift voor Hoger Onderwijs*, 23(3), 123-139. Verkregen van https://www.researchgate.net/profile/Theo_Eggen/publication/239552433_Afrekenen_op_rekenen_over_de_rekenvaardigheid_van_pabo-studenten_en_de_toetsing_daarvan/links/0a85e534398e6a21b2000000.pdf
- Tolley, H., & Thomas, K. (2013). *How to Pass Numeracy Tests* (4de editie). Londen, Verenigd Koninkrijk: Kogan Page Ltd.
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2014). Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. *Memory & Cognition*, 43(3), 367-378. doi:10.3758/s13421-014-0480-4

Van Mier, H. I., Schleepen, T. M. J., & Van den Berg, F. C. G. (2019). Gender differences regarding the impact of math anxiety on arithmetic performance in second and fourth graders. *Frontiers in Psychology, 9*, 1-13. doi:10.3389/fpsyg.2018.02690

Vander Heyden, K. M., van Atteveldt, N. M., Huizinga, M., & Jolles, J. (2016). Implicit and explicit gender beliefs in spatial ability: Stronger stereotyping in boys than girls. *Frontiers in Psychology, 7*, 1-12. doi:10.3389/fpsyg.2016.01114

Bijlage 1.
Vragenlijst Rekenangst.

Hieronder volgen enkele stellingen rond rekenangst, waarover wij graag u mening willen horen. Beeld u zich de volgende situaties in en duid aan hoe zenuwachtig u zich dan gewoonlijk voelt: 1. Helemaal niet 2. Een klein beetje 3. Een beetje 4. Erg 5. Heel erg

Wanneer u de vragen heeft ingevuld, kunt u op de gele knop drukken aan het einde van deze pagina om verder te gaan.

1. Gebruik moeten maken van tabellen achterin een wiskundeboek.
2. Denken aan een wiskundetoets die de volgende dag zal worden afgenomen.
3. Kijken naar een wiskundeleerkracht die een algebraïsche vergelijking uitwerkt op het bord.
4. Een wiskunde examen afleggen.
5. Huiswerk krijgen dat bestaat uit veel moeilijke opgaven en tegen de volgende les terug ingediend moet worden.
6. Luisteren naar de uitleg tijdens een wiskundeles.
7. Luisteren naar een medeleerling die een wiskundeformule uitlegt.
8. Een onaangekondigde toets krijgen tijdens een wiskundeles.
9. Beginnen met een nieuw hoofdstuk in een wiskundeboek.