

De Rol van Zelfconcept en Zelfeffectiviteit bij Wiskundeangst en Wiskundeprestaties

Jenthe Westra

Studentnummer: 569530

Erasmus School of Social Behavioral Sciences (ESSB)

Erasmus University Rotterdam

569530jw@eur.nl

24-12-2025

Thesis begeleider: Oliver Lindemann

Onafhankelijke beoordelaar: Samuel van Zuijlen

Abstract

De sociale cognitieve theorie suggereert dat een laag zelfconcept en een lage zelfeffectiviteit binnen het domein van wiskunde vaak samenhangen met een hogere wiskundeangst.

Wiskundeangst heeft gevolgen op emotioneel, cognitief, fysiologisch en zelfs maatschappelijk niveau. Verdere verdieping in de relatie tussen zelfconcept, zelfeffectiviteit en angst kan bijdragen aan het ontwikkelen van effectievere interventies. Empirisch onderzoek dat deze constructen combineert met meerdere experimentele taken en fysiologische objectieve metingen is echter beperkt.

In dit experimentele onderzoek werd onderzocht of verschillen in wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit samenhangen met wiskundeangst en wiskundeprestaties, en of deze constructen een mediërende rol hebben. Wiskundeangst werd gemeten via zowel objectieve (huidgeleiding) als subjectieve (zelfrapportage) meetmethoden. De steekproef bestond uit jongvolwassenen met ervaring in statistiek (N=26). De resultaten lieten zien dat zelfconcept en zelfeffectiviteit geen significante relatie vertoonden met wiskundeangst, en dat er geen effecten waren tussen zelfconcept, zelfeffectiviteit en wiskundeprestaties. Alleen de subjectieve zelfrapportage was betrouwbaar in het meten van wiskundeangst, terwijl de fysiologische methoden geen significante relaties vertoonden.

De resultaten suggereren dat zelfconcept en zelfeffectiviteit mogelijk sterker samenhangen met stabiele subjectieve vormen van wiskundeangst dan met acute fysiologische angstreacties. Deze studie draagt bij aan de literatuur door zelfconcept en zelfeffectiviteit te onderzoeken in relatie tot zowel subjectieve als objectieve metingen van wiskundeangst. Bovendien benadrukt dit onderzoek het belang van een grotere steekproef en passende meetmethodes waardoor toekomstige onderzoeken relaties beter kunnen vaststellen.

Introductie

Gegeneraliseerde angststoornis (GAS) is wereldwijd een van de meest voorkomende gezondheidsproblemen die het dagelijks functioneren kan verstoren (Luttenberger et al., 2018). Algemene angst is een onaangename emotionele reactie op het waarnemen van een situatie die als dreigend wordt gezien (Baloglu, 1999). Ook het inschatten van ondergeschikte eigen vaardigheden in een situatie of het uitvoeren van een particuliere taak kan als stressvol worden ervaren (Lee, 2008). Beck (1972) definieert angst als een onaangename emotionele reactie op werkelijk of ingebeeld gevaar, dat zich kan uiten via spanning, angst of zenuwen. Mishra en Varma (2023) toonden aan dat een genetische aanleg, neurotransmitters, roken en alcoholgebruik het risico op het ontwikkelen van een GAS kunnen verhogen, terwijl Hovens et al. (2009) lieten zien dat ook levensgebeurtenissen en trauma's de kans op een angststoornis vergroten. De aanwezigheid van een GAS kan verschillende gevolgen hebben, zoals vermoeidheid, slaapproblemen, emotionele instabiliteit, concentratieproblemen of een verhoogde hartslag (Mishra & Varma, 2023). Wanneer een individu last heeft van zware symptomen dan kan er vermijdingsgedrag of veiligheidsgedrag optreden (Beesdo-Baum et al., 2012). In dat geval kan iemand zowel cognitieve en/of gedragsmatige situaties uit de weg gaan. Een van de meest voorkomende angststoornissen zijn sociale angst, paniekstoornis, obsessief-compulsieve stoornis (OCS) en posttraumatische stressstoornis (PTSS) (Mishra & Varma, 2023).

Naast de meest voorkomende angststoornissen kunnen individuen ook test- en prestatieangst ontwikkelen die specifiek verbonden is aan een bepaald vakgebied. Iemand met prestatieangst ziet situaties waarin hun prestaties worden beoordeeld als dreigend en reageert met hoge levels van angst (Symes & Putwain, 2020). Binnen onderwijssituaties kan prestatieangst schadelijke effecten hebben op leerlingen tijdens examens, tijdens het leren en gedurende de academische en professionele ontwikkeling. De meest voorkomende vorm van prestatieangst binnen een vakgebied is wiskundeangst (Luttenberger et al., 2018). Wiskundeangst heeft een correlatie van gemiddelde grootte met GAS ($r=.44$) en een sterke correlatie met test- en prestatieangst ($r=.64$) (Hart & Ganley, 2019). Deze cijfers tonen aan dat wiskundeangst overeenkomsten heeft met andere angstvormen maar dus niet identiek is. Empirisch onderzoek ondersteunt het idee dat wiskundeangst een apart construct is, wat gekenmerkt wordt door zowel cognitieve, emotionele als fysiologische componenten (Cheng et al., 2022).

Wiskundeangst is een situatie-specifieke angst waar emotioneel gereageerd wordt op situaties met rekenen en wiskunde (Baloglu, 1999). Wiskundeangst is een wereldwijd voorkomende angststoornis die alle leeftijdsgroepen treft (Luttenberger et al., 2018). Onder de jeugd is angst de meest voorkomende psychische stoornis. Het onderzoek van Hart en Ganley (2019) vond dat in een steekproef van duizend Amerikanen ongeveer 5,4% last had van aanzienlijke wiskundeangst (*score ≥ 4 op 5-punt schaal*). Ook onder jongvolwassenen van het Verenigd Koninkrijk rapporteerde 30% van de deelnemers een hoge wiskundeangst en bovendien gaf 18% aan enigszins last te hebben (Johnston-Wilder et al., 2014). Dit kwam overeen met de bevinding dat 20% van ruim tienduizend middelbare scholieren hoge wiskundeangst ervaarde (Megreya et al., 2024). Dus ondanks dat er geen eenduidige prevalentiecijfers zijn, benadrukken deze hoge percentages de noodzaak om wiskundeangst te onderzoeken.

De meest voorkomende vragenlijst voor het meten van wiskundeangst is de *Mathematic Anxiety Rating Scale* (MARS), die 98 items bevat waarbij de deelnemers moeten beoordelen hoe angstig ze zich zouden voelen in de genoemde situatie (Sheffield & Hunt, 2006). Fysiologische metingen zijn uitgevoerd tijdens hetzelfde experiment om de betrouwbaarheid van de zelfrapportages te bevestigen. De hoge prevalentiecijfers vormen een belangrijke reden om in dit onderzoek te verdiepen in wiskundeangst. Er zal onderzocht worden of zelfeffectiviteit en zelfconcept een relatie hebben met wiskundeangst. Door de relatie met deze constructen te onderzoeken kan wiskundeangst beter begrepen worden waardoor er wellicht preventief gehandeld kan worden of er betere behandelplannen kunnen worden opgesteld. Naast het onderzoeken van wiskundeangst verdiepen we ons ook in de directe en indirecte relaties met wiskundeprestaties.

Wiskundeangst kan gezien worden als een aanzienlijk stabiele eigenschap van een individu wat zijn invloed uitoefent op hoe iemand zich voelt, gedraagt en specifieke situaties beoordeelt (Luttenberger et al., 2018). Wiskundeangst wordt vaak gedefinieerd als het hebben van angst en verhoogde fysiologische reactiviteit tijdens wiskunde taken (Luttenberger et al., 2018). Voorbeelden zijn het oplossen van wiskundige problemen, omgaan met cijfers of wanneer ze zich in een situatie bevinden waarin ze beoordeeld worden op hun wiskundige vaardigheden. Wiskundeangst kan voor problemen zorgen in academische situaties, zoals lagere cijfers of vermijding van wiskunde vakken, maar ook in het dagelijkse leven (Richardson & Suinn, 1972). In het dagelijks leven kom je namelijk voortdurend wiskundige vaardigheden of vraagstukken tegen. Wiskundige vaardigheden pas je bijvoorbeeld toe bij het

berekenen van korting op de boodschappen of wisselgeld. Maar wiskundeangst kan daarentegen ook grote schadelijke consequenties hebben bij gebrek aan vaardigheden. Zo is wiskundeangst geassocieerd met slechte berekeningen voor het doseren van medicijnen of slecht financieel plannen (Beilock & Maloney, 2015). Deze voorbeelden van alledaagse bezigheden laten zien hoe cruciaal wiskunde is om zelfstandig te kunnen functioneren in de maatschappij. Echter ervaren veel mensen wiskunde niet als vanzelfsprekend en voelen zich er angstig bij. Het hebben van een negatieve houding ten opzichte van wiskunde kan daardoor niet alleen het leerproces belemmeren, maar kan ook activiteiten in het dagelijkse leven verstoren.

De gevolgen van wiskundeangst kunnen zich uiten op emotioneel, cognitief of fysiologisch niveau en kunnen leiden tot verslechtering van prestaties (Luttenberger et al., 2018). Voorbeelden van emotionele uitingen zijn signalen van spanning, bezorgdheid en nervositeit. Fysiologische reacties zoals verhoogde hartslag, klamme handen en duizeligheid zijn kenmerkend voor wiskundeangst. Daarom wordt wiskundeangst vaak gemeten via stressreacties tijdens het maken van wiskundetaken, bijvoorbeeld met hartslagmetingen (Luttenberger et al., 2018). Sheffield en Hunt (2006) toonden in hun onderzoek aan dat de hartslag van studenten aanzienlijk hoger is bij studenten met wiskundeangst. Een andere fysiologische meting die effectief blijkt voor het meten van wiskundeangst is het meten van de huidgeleiding (Demedts et al., 2023; Ko et al., 2024; Levy & Rubinsten, 2021). Deze studies lieten zien dat een hogere wiskundeangst sterkere huidgeleidingsreacties vertoonde tijdens wiskundetaken. In dit onderzoek zal wiskundeangst daarom door middel van objectieve huidgeleiding gemeten worden. Daarnaast worden ook subjectieve zelfrapportages toegevoegd om een completer en betrouwbaarder beeld van wiskundeangst te verkrijgen.

Naast emotionele en fysiologische uitingen beïnvloedt wiskundeangst ook cruciale cognitieve processen zoals aandacht, werkgeheugen en probleemoplossend vermogen. Te beginnen bij een van de meest onderzochte relaties, namelijk de relatie tussen wiskundeangst en prestatie. Ashcraft en Krause (2007) toonden aan dat hoge wiskundeangst samengaat met minder wiskunde geleerdheid, beheersing en motivatie. Wanneer wiskundeangstige mensen worden geconfronteerd met wiskundetaken, dan ervaren ze vaak zorgen over hun capaciteiten en over slecht presteren (Beilock & Maloney, 2015). Deze zorgen omtrent het presteren verstoren het vermogen om waardevol te kunnen denken en redeneren, wat nodig is voor de betreffende taak. Voor het verwerken, manipuleren en opslaan van informatie wordt het werkgeheugen gebruikt. Echter heeft het werkgeheugen een beperkte capaciteit. Bij

wiskundeangstige mensen zullen hun zorgen over wiskunde een deel van de capaciteit van het werkgeheugen in beslag nemen, waardoor het werkgeheugen meer belast wordt. Er is dus minder ruimte beschikbaar om de wiskunde taak uit te voeren wat zal resulteren in slechtere prestaties (Beilock & Maloney, 2015). Luttenberger et al. (2018) voegt daaraan toe dat volgens de *Attentional Control Theory* cognitieve informatieverwerking afhankelijk is van twee aandachtsystemen, namelijk een systeem dat wordt gestuurd door de huidige doelen en verwachtingen (top-down) en een systeem dat reageert op opvallende prikkels uit de omgeving (stimulus-gedreven). Volgens deze theorie verstoort de aanwezigheid van wiskundeangst de balans tussen beide systemen waarbij het systeem van de prikkels uit de omgeving de overhand krijgen. Dit zorgt voor een verminderende capaciteit voor de taakrelevante informatie wat resulteert in lagere prestaties.

Desondanks is het in beslag nemen van het werkgeheugen niet de enige verklaring voor slechtere wiskundeprestaties. Wiskundeangst beïnvloedt namelijk ook het leergedrag op de lange termijn. Zo kan de aanwezigheid van wiskundeangst leiden tot het vermijden van wiskunde, wiskundelessen of wiskunde-gerelateerde toekomstige banen (Beilock & Maloney, 2015). Deze vermijding maakt het lastig om wiskundeprestaties te verbeteren omdat wiskundekennis en vaardigheden sterk afhankelijk zijn van regelmatig oefenen (Luttenberger et al., 2018). Hierdoor ontstaat een vicieuze cirkel waarin wiskundeangst leidt tot slechtere prestaties, wat verdere vermijding en achteruitgang versterkt (Beilock & Maloney, 2015).

Luttenberger et al. (2018) laten zien dat studenten met hoge wiskundeangst vatbaar zijn voor ongunstig leergedrag, zoals minder tijd en moeite steken in leren, inefficiënte leeromgevingen en verminderde concentratie en aandacht. De gedragskeuzes belemmeren naast het ontwikkelen van hun kennis en vaardigheden ook hun zelfbeeld ten opzichte van wiskunde. Hoge wiskundeangst zorgt voor slechte verwachtingen op het gebied van wiskundeprestaties waardoor niet alleen wiskundevakken maar ook volwassen banen binnen de wetenschap, technologie en engineering vermeden worden (Luttenberger et al., 2018). Dit resulteert in een tekort aan werknemers in de beroepen wetenschap, technologie, engineering en wiskunde wat gevolgen heeft op nationaal niveau, omdat onze maatschappij steeds afhankelijker wordt van technologie (Beilock & Maloney, 2015). Samenvattend zijn de gevolgen van wiskundeangst op korte termijn vooral slechtere prestaties, terwijl de lange termijn effecten zich voornamelijk uiten in vermijding, laag zelfbeeld, hopeloosheid en slecht leergedrag (Balognu, 1999). Dit benadrukt het begrijpen en verminderen van wiskundeangst. De vraag is: hoe ontstaat wiskundeangst in eerste instantie?

Volgens Luttenberger et al. (2018) zijn er verschillende factoren die wiskundeangst kunnen voorspellen. De voorspellers kunnen worden ingedeeld in persoonlijke of omgevingskenmerken. Onder persoonlijke kenmerken vallen voorkennis, algemene angstgevoeligheid en geslacht, die verwijzen naar het individu zelf. Zo kan een lage mate van voorkennis leiden tot onzekerheid tijdens wiskundetaken, terwijl een hoge algemene angstgevoeligheid het risico op het ervaren van wiskundeangst juist vergroot. Wang et al. (2014) onderzochten monozygotische en dizygotische tweelingen om de genetische bijdrage van wiskundeangst te onderzoeken. Monozygotische tweelingen delen voor 100% dezelfde genen en voor dizygotische tweelingen is dit 50%. Uit de studie onder 12-jarigen bleek dat rekenangst voor een deel wordt bepaald door genetische factoren, terwijl de rest van de variatie verklaard werd door invloeden vanuit de omgeving (Wang et al., 2014). Een latere studie van Malanchini et al. (2017) toonde ook bij oudere kinderen van negentien tot twintig jaar aan dat er een gematigde erfelijke bijdrage was. Individuen met een erfelijke aanleg hebben dus een hogere kans om wiskundeangst te ontwikkelen, echter is de relatie met omgevingsinvloeden van familie en school nog onduidelijk (Luttenberger et al., 2018).

Voorbeelden van omgevingskenmerken hebben betrekking op educatie, culturele normen en de invloed van andere belangrijke individuen om de persoon heen. Onder belangrijke individuen, voor het ontwikkelen of in stand houden van wiskundeangst, vallen voornamelijk ouders en docenten. Voor kinderen van jonge leeftijd dienen voornamelijk ouders en docenten als rolmodel waarmee ze kinderen beïnvloeden (Luttenberger et al., 2018). De manier waarop ouders of docenten naar wiskunde kijken zal de houding van kinderen tegenover wiskundeangst beïnvloeden (Casad et al., 2015). In het basisonderwijs kunnen leraren een sterke invloed uitoefenen, doordat zij vaak hun eigen angst voor wiskunde aan hun leerlingen overdragen (Rossnan et al., 2006). Dit doen zij door mythes in stand te houden, zoals het idee dat wiskundige vaardigheden aangeboren zijn en daarmee een eigenschap vormen die men wel of niet bezit (Luttenberger et al., 2018). Bovendien voegen ze daar vaak aan toe dat wiskundeprestaties afhangen van inspanning en doorzettingsvermogen. De aanwezigheid van een negatieve houding ten opzichte van wiskunde kan wiskundeangst versterken omdat deze opvattingen dienen als referentiekader (Lin et al., 2016). In tegenstelling tot een negatieve houding kan een positieve houding voordelig uitpakken. Het is vooral belangrijk dat er wordt aangemoedigd door in te spelen op kinderen hun motivatie, zelfeffectiviteit (*self-efficacy*) en zelfconcept (*self-concept*) (Luttenberger et al., 2018). Er

wordt dan nadruk gelegd op accurate en nauwkeurige feedback waar duidelijk wordt gemaakt dat fouten maken hoort bij succesvol leren (Luttenberger et al., 2018).

Uit eerdere onderzoeken blijkt dus dat vooral omgevingsfactoren een belangrijke rol spelen bij het ontwikkelen van wiskundeangst. Maar wat houdt vervolgens de wiskundeangst in stand? Er zijn enkele variabelen die een interactie hebben met wiskundeangst, namelijk zelfeffectiviteit en zelfconcept (Luttenberger et al., 2018). De manier waarop mensen over hun eigen capaciteiten denken en zich daarbij voelen, is van belang omdat het gerelateerd is aan gedrag van het individu (Lee, 2008). Volgens Bandura's sociale cognitieve theorie is het vooral van toepassing wanneer het uitdagende omstandigheden betreft (Bandura, 1977). De theorie stelt dat menselijk functioneren het resultaat is van een wisselwerking tussen gedrag, persoonlijke factoren en de omgeving. Er wordt nadruk gelegd op cognitieve processen waarbij vertrouwen in het eigen vermogen erg belangrijk is voor het gedrag. Zo is een lage zelfeffectiviteit en een laag zelfconcept geassocieerd met een hogere wiskundeangst. De persoonlijke factoren (zelfconcept en zelfeffectiviteit) en emoties (wiskundeangst) beïnvloeden vervolgens het gedrag (wiskundeprestaties). Deze negatieve wisselwerking kan het zelfvertrouwen verder verslechteren en de wiskundeangst verhogen. Dit kan er voor zorgen dat er een vicieuze cirkel in stand wordt gehouden waarin negatieve overtuigingen, angst en prestaties elkaar wederzijds versterken.

Het zelfconcept is de manier waarop je jezelf waarneemt, en dat beeld wordt steeds opnieuw gevormd door je eigen gedachten, overtuigingen en ervaringen (Lee, 2008). Het zelfconcept bevat gevoelens van zelfvertrouwen, zelfwaarde, zelfacceptatie, bekwaamheid en vermogen (Marsh et al., 2018). Het gaat over hoe iemand zichzelf inschat wat betreft zijn of haar vaardigheden, vergeleken met een bepaalde kennisnorm of met de beoordeling van de eigen vooruitgang binnen een academisch vakgebied (Luttenberger et al., 2018). Evaluaties en beloningen die volgen, beïnvloeden het zelfconcept en kunnen een terugwerkende kracht hebben waardoor het zelfconcept kan veranderen (Marsh et al., 2018). Voor het zelfconcept worden voornamelijk referentie kaders gebruikt waarbij er wordt vergeleken met een standaard of norm. Voorbeelden zijn sociale vergelijkingen, ideaalbeelden (*absolute ideal*), vergelijkingen met jezelf op een ander tijdsmoment (*temporal comparisons*) en vergelijkingen tussen verschillende vaardigheden (dimensionele vergelijkingen) (Marsh et al., 2018). Er kan dus onderscheid worden gemaakt tussen een intern of extern referentiekader. Het verschil in het gebruik van referentiekaders bepaalt hoe het zelfconcept wordt gevormd en kan variëren over tijd. Zelfconcept is belangrijk voor wiskundeangst omdat het een bemiddelende rol heeft

(Van Der Beek et al., 2017). Zo heeft Van Der Beek et al. (2017) een indirect effect gevonden tussen wiskundeprestaties via zelfconcept op wiskundeangst. Daarnaast lieten de resultaten zien dat de relatie tussen wiskundig zelfconcept en wiskundeangst groter was dan de relatie tussen zelfconcept en prestaties. De manier waarop leerlingen over zichzelf denken tijdens een toets hangt maar beperkt samen met de daadwerkelijke prestatie. Dus de wiskundeangst die optreedt tijdens wiskundetaken worden vooral bepaald door hoe goed iemand denkt dat hij is in de betreffende taak in plaats van de werkelijke prestatie. Er kan dus worden geconcludeerd dat leerlingen hun zelfconcept niet enkel baseren op huidige prestaties, maar ook op eerdere ervaringen of feedback die ze hebben gekregen (Van Der Beek et al., 2017). Daarnaast kan wiskundeangst interfereren met het werkgeheugen wat leidt tot slechtere prestaties. Dit zal resulteren in een lager wiskundig zelfconcept wat weer teruggekoppeld kan worden naar meer wiskundeangst waardoor een vicieuze cirkel in stand blijft gehouden.

Onder zelfconcept valt zelfeffectiviteit wat specifiek gedefinieerd is als iemand zijn overtuiging over zijn of haar capaciteit om succesvol een gewenst resultaat te bereiken (Lee, 2008). De mate van zelfeffectiviteit die iemand heeft bepaald hoe iemand voelt, denkt, zichzelf motiveert en gedraagt (Marsh et al., 2018). Zelfeffectiviteit maakt onderscheid tussen de motivatie om een bepaalde prestatie te behalen en het zelfbeeld van iemand zijn capaciteit om een bepaalde prestatie daadwerkelijk te behalen. In het geval van wiskundeangst betekent een lage zelfeffectiviteit dat een individu minder vertrouwen heeft in zijn of haar vermogen om een wiskundig probleem op te lossen, wat een negatieve invloed heeft op bijvoorbeeld prestaties of leergedrag.

Volgens de studie van Choi (2005) zijn zelfconcept en zelfeffectiviteit nauwelijks verschillend en meten ze beide hetzelfde construct. Beide constructen zijn dan ook gecorreleerd met elkaar. De meta-analyse van Huang (2012) met 74 cross-sectionele studies geïnccludeerd, gaven een correlatie van gemiddelde sterkte tussen zelfconcept en zelfeffectiviteit ($r=.43$). Dit betekent dat individuen met een hoger zelfconcept doorgaans ook meer vertrouwen hebben in hun vermogen om taken succesvol uit te voeren. Bovendien was de correlatie nog hoger wanneer er sprake was van hetzelfde domein waar beide constructen gemeten werden. Zo ligt bij beide een nadruk op waargenomen competentie en voorspellingen van toekomstige prestaties, emoties en motivaties (Marsh et al., 2018). Maar toch wordt zelfconcept voornamelijk als een globaal construct omschreven terwijl zelfeffectiviteit meer als taak specifiek wordt gezien. Volgens Marsh et al. (2018) zijn er drie kenmerken die zelfconcept en zelfeffectiviteit van elkaar onderscheiden. Ten eerste, is er een verschil in het

tijdperspectief. Zelfeffectiviteit is voornamelijk prospectief, ook wel toekomstgericht. Zelfeffectiviteit gaat over de overtuiging in je eigen kunnen: het is een cognitief, doelgericht oordeel over wat je in de toekomst kunt bereiken, specifiek voor een bepaalde taak. Ondanks dat het zelfconcept voorspellend is voor toekomstig gedrag en uitkomsten is het voornamelijk gebaseerd op eerdere prestaties en omstandigheden dus retrospectief (Marsh et al., 2018). Ten tweede, zelfeffectiviteit is enkel beschrijvend terwijl zelfconcept zowel beschrijvend als evaluerend is. Bij zelfeffectiviteit wordt er niet verwacht dat er sociale vergelijkingen worden gemaakt en wordt er enkel gekeken naar de beoordeling van iemand zijn competentie terwijl het zelfconcept sterk afhankelijk is van sociale vergelijkingen en eigen persoonlijke standaarden. Het laatste verschil wat Marsh et al. (2018) benoemen zijn de referentiekadereffecten die vooral heel erg belangrijk zijn voor het zelfconcept. Zo zou een academische omgeving een negatieve invloed op het zelfconcept moeten hebben maar zou het geen groot effect moeten hebben op zelfeffectiviteit. Ondanks de bevindingen van Marsh et al. (2018) over de verschillen tussen de constructen, komt het in veel onderzoeken niet naar voren. Daarnaast lijkt het nog niet grondig systematisch onderzocht te zijn in empirisch onderzoek.

Echter, wat wel goed is onderzocht, is dat zelfconcept en zelfeffectiviteit in wiskunde bijdragen aan betere prestaties, terwijl ze juist een negatieve invloed hebben op wiskundeangst (Luttenberger et al., 2018). Op lange termijn beïnvloeden zelfconcept, wiskundeangst en wiskundeprestaties elkaar. Hoge prestatiescores kunnen het zelfconcept versterken en wiskundeangst verminderen. Het resultaat van een hoger zelfconcept en een lagere angst is het verminderen van negatief leergedrag en een verhoogde motivatie voor leren (Luttenberger et al., 2018). Daarnaast voegde Ding (2016) hier aan toe dat wiskunde zelfeffectiviteit dezelfde negatieve en positieve relaties had met wiskundeangst en wiskundeprestaties.

Ondanks de uitgebreide literatuur over wiskundeangst blijven meerdere elementen nog onduidelijk. Eerdere onderzoeken maken voornamelijk gebruik van subjectieve zelfrapportages voor het meten van wiskundeangst. We onderscheiden ons van eerder onderzoek door objectieve meetmethoden toe te voegen aan de subjectieve zelfrapportages. Daarnaast betrekken we zowel zelfconcept als zelfeffectiviteit bij de objectieve meetmethode van wiskundeangst. Het onderzoeken van deze constructen met zowel objectieve en subjectieve methodes in combinatie met meerdere experimentele taken, kan bijdragen aan een

beter uitgebreid begrip van de onderliggende mechanismen van wiskundeangst. Als laatst onderzoeken we of er sprake is van directe en indirecte relaties met wiskundeprestaties.

De onderzoeksvraag is als volgt: ‘‘Wat is de relatie van zelfconcept en zelfeffectiviteit met wiskundeangst en daaropvolgende wiskundeprestaties?’’.

De hypothesen die volgen uit de onderzoeksvraag zijn:

1. Lagere wiskundeprestaties zijn het resultaat van een hogere wiskundeangst.
2. Wiskundeangst is negatief gecorreleerd met wiskunde zelfconcept en zelfeffectiviteit.
3. Zelfconcept en zelfeffectiviteit zijn positief gecorreleerd met wiskundeprestaties
4. Het effect van wiskundeangst op wiskundeprestaties wordt gemedieerd door het wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit.
5. Wiskunde zelfconcept is een sterkere voorspeller voor wiskundeangst dan zelfeffectiviteit.

De hypothesen worden onderzocht via een experimenteel onderzoek in een laboratorium. De deelnemers zullen in het laboratorium vier experimentele taken uitvoeren. In het laboratorium zal wiskundeangst gemeten worden door huidgeleiding waarna de participant thuis nog een extra vragenlijst toegestuurd krijgt. De benoemde wiskundeangst in de hypothesen zal altijd gemeten worden aan de hand van twee methodes, namelijk door objectieve huidgeleiding en subjectieve zelfrapportages. Er wordt geen verschil verwacht tussen de twee meetmethodes. Bovendien zal de zelfrapportage worden gebruikt om de constructen wiskundeangst, zelfconcept en zelfeffectiviteit te meten.

Methode

Deelnemers

De werving van deelnemers vond plaats via het platform van *EBL Research Administration System*. Dit is een platform dat door de Erasmus Universiteit werd gebruikt voor het beheren van proefpersoon uren. Studenten konden zich hier vrijwillig inschrijven voor deelname aan het onderzoek, waarbij kort werd toegelicht wat het onderzoek inhield. Deelname was geheel op eigen initiatief en kon op elk moment worden beëindigd.

In de eerste periode van het onderzoek konden enkel bachelor studenten Psychologie en Pedagogiek zich aanmelden voor het experiment. Er was voor hen gekozen omdat zij het

vak statistiek hadden. Ervaring met statistiek was relevant voor het bestuderen van wiskundeangst. Echter vanwege moeilijkheden met het werven van deelnemers, werd het criterium van de doelgroep vergroot. Verschillende studies, naast Psychologie en pedagogiek, werden nu ook geaccepteerd binnen het onderzoek. Daarnaast hoefden het geen Erasmus studenten te zijn en mochten ook oud-studenten deelnemen. Er werd gezocht naar deelnemers via persoonlijke contacten waardoor er meer deelnemers konden worden verzameld.

De definitieve onderzoekspopulatie bestond uit jongvolwassenen die ooit statistiek hadden gehad. Een eerdere ervaring met het vak statistiek was een inclusiecriteria, omdat statistiek werd beschouwd als een potentiële stressfactor voor personen met wiskundeangst. Er werd onderzocht of confrontatie met statistiek leidde tot wiskundeangst. Bovendien werd statistiek ingezet als doel om te onderzoeken of zelfrelevantie een versterkende factor was voor wiskundeangst. Er was sprake van zelfrelevantie omdat de gevraagde statistiekonderdelen bekend zouden moeten zijn omdat deze in het verleden zijn geschoold.

Naast de vereiste ervaring met statistiek, moesten de deelnemers Nederlands als moedertaal hebben. Dit criterium was belangrijk om te verzekeren dat alle vragenlijsten goed begrepen werden en dat er geen sprake kon zijn van een taalbarrière die de resultaten kon beïnvloeden. Alle deelnemers studeerden aan een hogeschool (HBO) of een universitaire opleiding (WO-niveau). Echter konden ook afgestudeerde mensen deelnemen die hun diploma al hadden behaald. Het opleidingsniveau werd niet beschouwd als een relevante variabele binnen dit onderzoek. Er werd immers niet gekeken naar opleidingsverschillen in relatie tot wiskundeangst, zelfconcept en zelfeffectiviteit. Uiteindelijk ging het ook niet om de prestatie maar om de aanwezigheid van wiskundeangst. Daarnaast werden geen hypothesen geformuleerd met betrekking tot mogelijke invloeden van deze kenmerken. Verder werden leeftijd, geslacht, etniciteit en sociaaleconomische status niet meegenomen als inclusie- of exclusiecriteria, omdat deze factoren niet centraal stonden in het onderzoeksdesign en er geen hypothesen geformuleerd waren met betrekking tot deze demografische kenmerken.

Alle deelnemers moesten voorafgaand schriftelijk toestemming geven om deel te nemen. In dit formulier stond onder andere het doel van het onderzoek, anonimiteit, vertrouwelijkheid en de nadruk op de eigen vrijheid om altijd te kunnen stoppen. De gegevens waren anoniem en werden vertrouwelijk behandeld. Zo werden de resultaten niet voor andere doeleinden gebruikt en werden alle gegevens na het onderzoek verwijderd.

Als compensatie voor deelname aan het experiment verdiende de participant 1,5 uur aan proefpersoon uren wanneer de deelnemer een Erasmus student was. Het behalen van proefpersoon uren was een vereiste voor het behalen van de bachelor Psychologie of Pedagogiek. Deelname aan het onderzoek kon dus extrinsieke motivatie zijn om proefpersoon uren te behalen. Echter konden de deelnemers ook intrinsiek gemotiveerd zijn geweest, omdat hij of zij het onderwerp interessant vond. Er was geen vergoeding in de vorm van prijzen of geld.

De onderzoekspopulatie bestond uit 26 deelnemers waarvan 18 vrouwen (69,2%) en 8 mannen (30,8%). De gemiddelde leeftijd was 23,9 jaar ($SD = 4,5$).

Apparatuur

Het onderzoek werd uitgevoerd in een laboratorium op een universiteit. Het laboratorium beschikte over computers en Biopac MP150 apparatuur (Goleta, CA, www.biopac.com) met de software AcqKnowledge 5.0 om fysiologische metingen uit te voeren. Om de huidgeleiding van de deelnemers te kunnen meten waren geleidende plakkers (elektrodes), geleidende gel en een Biopac-systeem nodig. De huidgeleiding in dit onderzoek werd gebruikt als maatstaf voor wiskundeangst. Er werd gebruik gemaakt van drie meetmomenten binnen alle vier de verschillende cognitieve onderdelen. Er waren in totaal dus twaalf momentopnames van huidgeleiding. Deze scores werden onderling vergeleken om vast te stellen of de huidgeleiding fluctueerde tijdens het uitvoeren van de cognitieve taken en of er verschillen waren tussen de vier onderdelen. Hoe hoger de waarden van de huidgeleiding, hoe meer sprake er was van wiskundeangst. Huidgeleiding werd gebruikt als objectieve maat voor wiskundeangst. Later in de beschrijving zal ook een subjectieve meting van wiskundeangst volgen die werd gebruikt in het onderzoek.

Experimentele taken

Het cognitieve materiaal dat werd gepresenteerd bestond uit de onderdelen: taal, rekenen, meetkunde en statistiek. De volledige uitwerking van alle stimuli is te vinden in Appendix A.

Taal

Het onderdeel taal werd als controleconditie gebruikt en bestond uit anagrammen. De voorspelling was dat wiskundeangst bij taal geen rol zou spelen en daarom werd taal als controleconditie gebruikt. Deelnemers kregen een combinatie van vijf tot acht letters te zien en het was aan hun de vraag of deze letters een bestaand Nederlands woord konden vormen.

In totaal waren er 25 verschillende lettercombinaties gemaakt. Voorbeelden van bestaande woorden waren onder andere *iapepr* en *nwoen* waarmee de woorden papier en wonen konden worden gemaakt. Naast bestaande woorden waren er ook niet bestaande lettercombinaties, zoals *lixnon* en *daskol* die geen bestaand Nederlands woord konden vormen. In totaal waren er twaalf bestaande juiste woorden en dertien niet-bestaande woorden. Later in het onderzoek bleek dat het woord *kroven* ten onrechte als niet-bestaand woord werd gerekend. Echter kan met deze lettercombinatie het woord vorken worden gemaakt, waardoor het aantal juiste bestaande woorden op dertien uitkwam.

Rekenen

In totaal waren er twintig samengestelde rekensommen. De rekensommen waren een combinatie van een vermenigvuldiging en een aftrekking. De vraag aan de deelnemer was of het gegeven antwoord van de som juist of onjuist was. Een voorbeeld van een som die terug kwam in het onderdeel was $(6 \times 8) - 19 = 31$. In dit geval was het antwoord onjuist omdat het antwoord 29 had moeten zijn. Er was een gelijke verdeling in het aantal juiste en onjuiste sommen. Dus zowel tien juiste als tien onjuiste sommen. De moeilijkheidsgraad van de sommen kwam overeen met het niveau van een middelbare school.

Meetkunde

In totaal waren er veertien meetkundevragen, waarvan acht correct. In dit onderdeel kregen deelnemers vragen over basisconcepten in de meetkunde. Voorbeelden zijn vragen over oppervlaktes, figuren of hoekberekeningen. Een specifiek voorbeeld van een vraag was: ‘Is de oppervlakte van een cirkel evenredig met het kwadraat van de straal?’. Een tweede vraag was: ‘Is het juist dat een zeshoek 720 graden aan binnenhoeken heeft?’. Er hoefde enkel geantwoord te worden met juist of onjuist. In dit geval waren de twee antwoorden op bovenstaande vragen allebei juist.

Statistiek

De vragen die werden gesteld binnen dit onderwerp betroffen statistische formules. In totaal waren er twintig statistiekvragen. Er werd gevraagd of het berekenen van een statistische grootte, zoals een standaarddeviatie of correlatie, kon worden gedaan aan de hand van een gegeven formule. De respons van de deelnemer was juist of onjuist. Alle formules werden twee keer gepresenteerd: één keer in correcte vorm en één keer in foutieve vorm. Dit kwam neer op tien juiste en tien onjuiste vragen. Een voorbeeld van een vraag was: Is dit de formule

voor een regressielijn? Met de gegeven formule $\bar{x} \pm Z \times (\sigma / \sqrt{n})$. Het juiste antwoord op deze vraag was onjuist. Dit was namelijk de formule voor een betrouwbaarheidsinterval. Later in hetzelfde onderdeel zal nogmaals de regressie terugkomen echter dit keer met de juiste formule namelijk: $y_1 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \varepsilon$. In dit geval was het antwoord juist.

Voorafgaand aan het experiment werden alle vier de onderdelen getest om te verzekeren dat de tijdsduur en moeilijkheidsgraad vergelijkbaar waren. Elk onderdeel had een totaalscore van het aantal juist beantwoorde vragen. Met de totaalscore kon berekend worden hoe goed er per onderdeel gepresteerd was. Met de resultaten van de cognitieve onderdelen kon prestatie gekoppeld worden aan wiskundeangst.

Vragenlijst

Na het experiment uitgevoerd te hebben in het laboratorium, moesten deelnemers thuis een vragenlijst invullen. Dit was een digitale vragenlijst via Qualtrics (www.qualtrics.com). De vragenlijst werd in het Nederlands afgenomen en duurde gemiddeld tien minuten om in te vullen. Voor de volledige uitwerking van alle vragenlijsten, zie Appendix B. De vragenlijst bevatte de volgende elementen:

- Persoonlijke gegevens: dit betrof gegevens zoals leeftijd, geslacht, opleiding en moedertaal. Deze demografische gegevens waren relevant om de doelgroep te specificeren. Deze gegevens dienden tevens ook ter identificatie van de deelnemer. Het was een combinatie van open en gesloten vragen die de participant zelf moest invullen.
- *Mathematics Anxiety Rating Scale (MARS)*: deze bestaande vragenlijst werd gebruikt om wiskundeangst te meten. Het is een subjectieve manier om wiskundeangst vast te leggen door middel van vragen die deelnemers zelf moesten invullen. De deelnemers moesten aangeven in welke mate de stellingen van toepassing voor ze waren. Er werd gebruik gemaakt van een *5-point likert scale* (*1 = totaal niet op mij van toepassing tot 5 = extreem op mij van toepassing*) waarmee een totaalscore kon worden berekend. De totaalscore kon vervolgens als hoog of laag worden geïnterpreteerd.
- *Symmetric Difference Quotient (SDQ Math)*: de SDQ werd gebruikt om wiskundig zelfconcept te meten. Het meet hoe een deelnemer zijn eigen vermogen ziet wat betreft wiskundig functioneren. Het laat zien of er sprake is van sterke overtuigingen of onzekerheden. Er werd gebruik gemaakt van een *5-point likert scale* (*1 = zeer mee*

oneens tot 5= zeer mee eens) waarmee een totaalscore kon worden berekend. De totaalscore kon vervolgens als hoog of laag worden geïnterpreteerd.

- *Fear of negative evaluation* (FNE): de FNE meet of de deelnemer last heeft van sociale druk en evaluaties. Het meet voornamelijk of de betreffende persoon bang is voor andermans mening over hun zelf en of ze een goede indruk achterlaten bij anderen. Er werd gebruik gemaakt van een *5-point likert scale* (*1= totaal niet op mij van toepassing tot 5= extreem op mij van toepassing*) waarmee een totaalscore kon worden berekend. De totaalscore kon vervolgens als hoog of laag worden geïnterpreteerd. Bovendien werd in deze vragenlijst een controlevraag toegevoegd om de betrouwbaarheid van de antwoorden te toetsen. Deze vraag diende om te verifiëren of de deelnemer de vragenlijst nauwkeurig invulde en niet willekeurig. De desbetreffende vraag was: ‘‘Selecteer '3 - redelijk op mij van toepassing' bij deze vraag’’.
- Vraag over zelfeffectiviteit: er is één enkele vraag die ging over zelfeffectiviteit. Zelfeffectiviteit is iemands eigen overtuiging over hun eigen vermogen om een specifieke wiskundige vaardigheid goed uit te voeren. Voor dit onderzoek was enkel het onderdeel statistiek relevant. In het onderdeel statistiek kwam maar één enkele vaardigheid naar voren en dat was het werken met formules. Omdat er maar een vaardigheid getest werd, kon er maar één vraag over zelfeffectiviteit gesteld worden. De betreffende vraag was: ‘‘ik kan met statistische formules het gewenste resultaat bereiken’’. Er werd gebruik gemaakt van een *5-point likert scale* (*1= zeer mee oneens tot 5= zeer mee eens*). Afhankelijk van het antwoord werd vervolgens een hoge of lage score genoteerd.
- Overige vragen: naast de bovenstaande vragenlijsten waren er ook vragenlijsten die gingen over persoonlijke relevantie, *Frost Multidimensional Perfectionism Scale* (FMPS) en meetkunde. Echter waren deze onderwerpen niet relevant voor dit onderzoek omdat deze van toepassing waren voor andere onderzoeksdoeleinden die tegelijkertijd werden uitgevoerd.

Procedure

In dit onderzoek werd wiskundeangst gemeten met behulp van huidgeleiding en zelfrapportages. Het onderzoek bestond uit drie fases. Het onderzoek begon met het invullen van een toestemmingsformulier waar richtlijnen van het onderzoek stonden weergeven. Na

het geven van toestemming begon het experiment. In het experiment moest de deelnemer cognitieve taken maken terwijl tegelijkertijd de huidgeleiding gemeten werd. Na het experiment kregen de deelnemers een vragenlijst toegestuurd die ze in hun vrije tijd moesten invullen. Deze vragen hadden als functie om verschillende concepten zoals wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit te kunnen koppelen aan wiskundeangst. Daarnaast diende de zelfrapportage als extra meetmethode voor wiskundeangst. Hieronder zullen alle drie de fases in meer detail worden besproken.

Vorbereidende fase

Voorafgaand aan het experiment werden alle deelnemers mondeling geïnformeerd over de opzet van het onderzoek. De deelnemers kregen te horen dat hun cognitieve prestaties onderzocht zouden worden aan de hand van verschillende onderdelen waaronder statistiek, rekenen, meetkunde en taal. Deze toelichting had als doel om deelnemers voor te bereiden op wat komen ging en tegelijkertijd eventuele gevoelens van spanning te activeren. Er werd aan de deelnemers verteld dat ze stellingen zouden krijgen en moesten bepalen of deze juist of onjuist waren. Een respons werd gegeven door middel van de pijltjes omhoog en omlaag op een toetsenbord. Bij een juiste stelling moesten ze het pijltje omhoog gebruiken en bij een onjuiste stelling het pijltje omlaag.

Na een korte toelichting van het experiment, werd de apparatuur aangesloten. Het was belangrijk dat de handen van de deelnemers gewassen waren voordat de apparatuur werd aangesloten. Dit werd gedaan bij aankomst en ontvangst van de deelnemer op ons verzoek. Het was belangrijk om gewassen handen te hebben omdat vuil op de huid de metingen konden verstoren. Daarnaast konden eventuele handcrèmes afgewassen worden, waardoor het contact tussen de huid en elektrodes optimaal kon zijn wat de meest nauwkeurige metingen opleverden. De elektrodes werden bevestigd aan de linker middel- en ringvinger met behulp van de geleidende gel. De deelnemer had dan zijn rechterhand vrij om de computer te bedienen.

De huidgeleiding van de deelnemer werd geregistreerd met behulp van een Biopac-systeem, waarmee fysiologische stressreacties konden worden gemeten. Nadat het Biopac-systeem was aangesloten, werd gecontroleerd of het systeem correct functioneerde. Dit gebeurde door de deelnemer te vragen kort de adem in te houden, waarna werd gekeken of dit een waarneembare stijging in huidgeleiding veroorzaakte. Een stijging in de huidgeleiding werd beschouwd als een indicatie dat het meetsysteem naar behoren werkte. Indien het

Biopac-systeem werkte en er geen verdere vragen meer waren kon de deelnemer beginnen met de eerste vragenlijst. De vragenlijst bevatte vragen en informatie over ethische richtlijnen en persoonsgegevens. Deze gegevens waren nodig om op een juiste en ethisch verantwoorde manier met de data om te gaan.

Experimentele fase

Het experiment bestond uit vier cognitieve taken die in willekeurige volgorde aan de deelnemers werden aangeboden. De volgorde werd vooraf gerandomiseerd via een computerprogramma, zodat voor elke deelnemer de opbouw van het experiment uniek was. Deze randomisatie was essentieel om te voorkomen dat de volgorde van invloed was op de resultaten. Kortom, randomisatie had als doel te voorkomen dat de resultaten werden beïnvloed door de positie van een taak binnen het experiment.

Hoewel de inhoud van de cognitieve taken uiteenliep, waren de toetsingsmethoden hetzelfde. Alle vier de cognitieve taken werden op een computer aangeboden. De deelnemers kregen bij elk onderdeel een reeks met vragen en stellingen waarbij ze moesten aangeven of het gegeven antwoord juist of onjuist was. Antwoorden werden gegeven met behulp van twee pijltjestoetsen op het toetsenbord: het pijltje omhoog stond voor 'juist', het pijltje omlaag voor 'onjuist'. Bij een fout antwoord kreeg de participant feedback. Er werd vermeld dat het antwoord fout was. Bij juiste antwoorden werd er geen feedback gegeven. Deze feedbackmethode werd toegepast op alle vier de cognitieve onderdelen.

Voorafgaand aan de start van een nieuw cognitief onderdeel werd er gevraagd naar de hoeveelheid spanning die op dat moment werd ervaren. De deelnemer kon een cijfer geven op een schaal van één tot tien. Deze stressmeting vond direct plaats vóór aanvang van elk onderdeel. Dertig seconden na het beantwoorden van de spanningsvraag begon het onderdeel. Tussen elke vraag was er vijf tot zes seconden rust voordat de volgende vraag kwam. Er was geen tijdslimiet waarin de deelnemer moest beantwoorden. De deelnemer kon zelf bepalen hoeveel tijd er nodig was voor het beantwoorden van de vraag. In het experiment waren de gestelde vragen de enige stimuli. Er was geen sprake van overige auditieve of visuele afleidingen. Na afloop van elk onderdeel werd er gevraagd naar de spanning die was ervaren tijdens het uitvoeren van de desbetreffende cognitieve taak. Zo kon er onderscheid worden gemaakt in ervaren wiskundeangst voor en na het experiment.

Tussen het eind en het begin van een nieuw cognitief onderdeel zat een rustperiode van dertig seconden. Na het laatste onderdeel kreeg de deelnemer te zien dat het experiment

voorbij was. De Biopac-apparatuur kon vanaf dat moment afgekoppeld worden. De volledige inhoud en stimuli van de vier cognitieve onderdelen taal, rekenen, meetkunde en statistiek zijn terug te vinden in Appendix A.

Vervolgmeting/aanvullende vragenlijst

Na afloop van het experiment in het laboratorium kregen alle deelnemers via e-mail een aanvullende vragenlijst toegestuurd. De vragenlijst moesten ze thuis, individueel en in hun eigen tijd invullen. De vragenlijst diende voor verdieping van het onderzoek en had voornamelijk als doel om verschillende concepten zoals wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit te koppelen aan wiskundeangst. Daarnaast werden ook zelfrelevantie en prestatie aan het licht gebracht. De vragenlijst bestond uit stellingen die beantwoord moesten worden op een 5-punt Likertschaal variërend van ‘‘helemaal niet mee eens’’ tot ‘‘helemaal mee eens’’. Een voorbeeld was: ‘‘Ik ben best goed in wiskunde’’.

Nadat de vragenlijst volledig was ingevuld konden de proefpersoon uren van de deelnemer toegekend worden indien het een student betrof. Het onderzoek voor de deelnemers was na het invullen van de vragenlijst klaar.

Resultaten

Opvallend was dat de correlatieanalyse tussen wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit geen significante samenhang liet zien, $r(24) = .34, p = .09$. Hoewel de correlatie een middelgrote omvang had, voldeed het niet aan het significantie niveau van $\alpha = .05$. Dit resultaat was bijzonder omdat zowel zelfconcept als zelfeffectiviteit grotendeels hetzelfde construct meten waardoor er samenhang werd verwacht tussen de twee.

In Tabel 1 werden Pearson-correlaties tussen zelfconcept, zelfeffectiviteit en wiskundeangst weergegeven. Hieruit bleek dat zelfconcept en wiskundeangst geen significante correlatie hadden. Daarnaast was ook de correlatie tussen zelfeffectiviteit en wiskundeangst niet significant. Zelfconcept en zelfeffectiviteit waren dus geen consistente voorspellers voor wiskundeangst en beïnvloedden wiskundeangst dus niet. Dit gold voor zowel de objectief als subjectief gemeten wiskundeangst. Een verandering in wiskundeangst ging niet gepaard met een verandering in zelfconcept of zelfeffectiviteit. Tot slot was te zien dat de correlaties negatief waren, ook al waren ze niet significant. Uitsluitend de correlatie

tussen het tweede meetmoment van de huidgeleiding en zelfconcept was positief. Deze positieve correlatie viel op omdat er negatieve correlaties werden verwacht.

Tabel 1

Correlaties en Significanties tussen Zelfconcept, Zelfeffectiviteit en Wiskundeangst

Wiskundeangst	Zelfconcept	Zelfeffectiviteit
Meetmoment 1 (begin)	-.073	-.038
Meetmoment 2 (eind)	.120	-.147
Subjectieve meeting	-.023	-.105

Note. N = 26. Correlaties zijn Pearson-correlaties. $p < .05^*$, $p < .01^{**}$

Om te onderzoeken in hoeverre wiskundeangst een voorspeller was van wiskundeprestaties, werd een lineaire regressieanalyse uitgevoerd. Er werd een significante relatie gevonden tussen wiskundeangst en wiskundeprestaties, $r(24) = -.47$, $p = .007$. De relatie was negatief wat ook werd verwacht. Namelijk dat hoge wiskundeangst gepaard ging met lagere wiskundeprestaties. Dus hoe minder angst hoe beter de prestaties en omgekeerd. In Tabel 2 werden de resultaten van een lineaire regressie weergegeven, waarin vijf variabelen werden gebruikt voor het voorspellen van wiskundeprestaties. De resultaten in de tabel lieten een sterke relatie zien tussen subjectieve wiskundeangst en wiskundeprestaties, wat bleek uit een grote gestandaardiseerde β .

Tabel 2

Resultaten van Lineaire Regressie voor de Voorspelling van Rekenprestaties

	B	SE B	β	t	p
(Constant)	86.96	10.72	-	8.11	<.001
Meetmoment 1 wiskundeangst (begin)	2.42	7.99	.06	.303	.77
Meetmoment 2 wiskundeangst (eind)	1.17	2.71	.09	.43	.67
Subjectieve meting wiskundeangst	-3.23	1.30	-.50	-2.49	.02
Zelfconcept	.40	.30	.27	1.32	.20
Zelfeffectiviteit	-.08	2.71	-.01	-.03	.98

Note. N = 26. Afhankelijke variabele = rekenprestaties.

Verder viel op dat enkel wiskundeangst, gemeten door de subjectieve test, een significante negatieve relatie had met wiskundeprestaties. Een belangrijke bevinding was dat de objectieve meetmethode voor wiskundeangst geen relatie had met wiskundeprestaties. Dit was onverwachts omdat werd aangenomen dat wiskundeangst goed gemeten kon worden met huidgeleiding. De objectieve methode voor het meten van wiskundeangst was dus geen goede voorspeller voor wiskundeprestaties.

Opmerkelijk was dat uit Tabel 2 bleek dat zelfconcept positief samenhang met wiskundeprestaties, terwijl zelfeffectiviteit juist een negatieve relatie vertoonde. Hoewel beide relaties niet significant waren, was het resultaat toch noemenswaardig. Er werd voorspeld dat wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit hetzelfde construct moesten meten, waardoor werd aangenomen dat de richting van de relatie met wiskundeprestaties gelijk had moeten zijn.

Uit de *one sample t-test* bleek dat de gemeten wiskundeangst, door middel van de huidgeleiding, constant was. Dit was onverwachts omdat werd voorspeld dat de wiskundeangst gedurende het experiment zou toenemen. Echter was er geen verschil tussen het moment van aankondiging en het begin van het experiment, $t(25) = -.30, p = .768$. Bovendien was er ook tussen het begin en het eind van het experiment geen significant verschil in wiskundeangst aanwezig, $t(25) = .11, p = .917$. De resultaten lieten zien dat de huidgeleiding, als maat voor wiskundeangst, op alle momenten gelijk was. Dit suggereerde dat de deelnemers tijdens het uitvoeren van de experimentele taken niet significant angstiger werden, ondanks de verwachting dat wiskunde gerelateerde taken meer angst hadden moeten oproepen.

Discussie

In deze studie werd onderzocht of wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit samenhangen met wiskundeangst en wiskundeprestaties. Wiskundeangst werd gemeten door huidgeleiding en een zelfrapportage. Bovendien bevatte de zelfrapportage items om wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit te meten. Het onderzoek bestond uit vier cognitieve experimentele taken om te onderzoeken of angstreacties afhankelijk waren van verschillende taken. Het experiment werd in het laboratorium uitgevoerd om zoveel mogelijk variabelen constant te houden en daarmee ruis te verminderen. Het is relevant om wiskundeangst te onderzoeken omdat het negatieve gevolgen kan hebben voor prestaties, zelfvertrouwen en ontwikkeling van wiskundige vaardigheden. Uit dit onderzoek bleek dat er geen bewijs was

dat wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit voorspellers zijn voor wiskundeangst of wiskundeprestaties.

Wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit als voorspellers voor wiskundeangst

Ondanks kleine verbanden tussen wiskundig zelfconcept en wiskundeangst (negatief tijdens de wachtperiode en zelfrapportages; positief tijdens testperiode), bleken alle correlaties niet significant. Ook zelfeffectiviteit vertoonde geen significante relatie met wiskundeangst. De hypothese dat wiskundeangst negatief gecorreleerd is met wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit werd daarmee dus niet bevestigd. Dit suggereert dat zelfconcept en zelfeffectiviteit, met onze steekproef, geen voorspellers zijn voor het toe- of afnemen van wiskundeangst.

Zelfconcept en zelfeffectiviteit zijn dus geen voorspellers voor wiskundeangst, terwijl dit op basis van de literatuur wel werd voorspeld. Een mogelijke verklaring voor een gebrek aan significante relaties is het verschil tussen *state* en *trait* wiskundeangst (Demedts et al., 2023). *Trait* wiskundeangst verwijst naar stabiele angstgevoelens die optreden bij wiskunde in het algemeen, terwijl *state* wiskundeangst kan schommelen afhankelijk van de specifieke taak of moeilijkheidsgraad. *State* wiskundeangst is dus meer een momentopname (Demedts et al., 2023). In dit onderzoek vielen de fysiologische metingen (huidgeleiding) onder *state* wiskundeangstreacties, terwijl de zelfrapportages (zelfconcept, zelfeffectiviteit en wiskundeangst) vooral stabielere overtuigingen beoordeelden waardoor dit onder *trait* wiskundeangst viel. Deze construct-mismatch maakt het vinden van samenhang een stuk onwaarschijnlijker en moeilijker. Omdat *state*-variabelen voornamelijk momentopnamen zijn en dus kunnen fluctueren, bevatten ze meer error-variaties dan *trait*-variabelen. Hierdoor zal gedeelde variatie kleiner uitvallen wat voor een zwakkere correlatie zorgt. De verschillende voorspellers en methoden resulteerden in het ontbreken van significante relaties. De bevindingen van deze studie suggereren dat wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit mogelijk meer samenhangen met stabiele subjectieve vormen van wiskundeangst (*trait*), dan met directe fysiologische angstreacties (*state*).

Daarnaast laat een verdere verdieping van de meetmethoden zien dat er sprake kan zijn van bepaalde onbewuste voorkeuren of systematische vertekeningen die ervoor zorgen dat de uitkomsten niet representatief zijn voor de werkelijkheid. In het Engels worden dit *biases* genoemd. In dit onderzoek werden zowel zelfrapportages als fysiologische metingen ingezet om wiskundeangst te meten. Zelfrapportages zijn gevoelig voor verschillende vormen

van *biases*, zoals sociale wenselijkheid, schaamte, slecht reflectievermogen of laksheid (Choi & Pak, 2005). Dit kan leiden tot een vertekend beeld van zelfconcept, zelfeffectiviteit of wiskundeangst. Als zelfconcept en zelfeffectiviteit niet representatief gemeten worden, dan is het vinden van een significante relatie met wiskundeangst niet mogelijk. De bovengenoemde *biases* zijn vertekeningen die ontstaan tijdens het invullen door de proefpersoon. Er kunnen echter ook onnauwkeurige metingen ontstaan door de manier waarop de zelfrapportage is opgesteld. Voorbeelden zijn framing, antwoordmoeheid, ongevoelige items of een volgorde effect (Choi & Pak, 2005). Alle meetfouten die optreden door de aanwezigheid van *biases* kunnen het vinden van significante correlaties moeilijker maken, omdat de constructmetingen minder betrouwbaar zijn. Mogelijk zijn wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit niet betrouwbaar en representatief gemeten.

Tot slot kan het gebrek van een significante correlatie tussen zelfconcept, zelfeffectiviteit en wiskundeangst verklaart worden door de kleine steekproef ($N=26$). Dit maakt de data extra gevoelig voor uitschieters. Bovendien werd zelfeffectiviteit gemeten met slechts één item. Het toevoegen van meer items maakt het betrouwbaarder en zal de validiteit vergroten. Zelfeffectiviteit werd nu gemeten met minder precisie en is daardoor gevoeliger voor meetfouten. Literatuur laat zien dat er sterke significante negatieve relaties bestaan tussen wiskundeangst, zelfconcept en zelfeffectiviteit (van $r=.34$ tot $r=.57$) (Klee et al., 2022). Echter omdat zelfconcept en zelfeffectiviteit sterk met elkaar correleren kan dit multicollineariteit veroorzaken. Dit betekent dat de variabelen sterk correleren met elkaar en ze veel dezelfde informatie bevatten, waardoor een uniek effect van de variabelen moeilijker te vinden is. De gedeelde variantie en overlap tussen zelfconcept en zelfeffectiviteit kunnen verklaren waarom er weinig statische power is tussen wiskundeangst, zelfconcept en zelfeffectiviteit als ze alle drie tegelijk worden meegenomen in de analyse (Klee et al., 2022). De gedeelde variantie maakt het namelijk moeilijker om van elk construct de unieke bijdrage te detecteren. Bestaande literatuur bevestigt dit doordat ze laten zien dat er sprake was van een hoge correlatie tussen zelfconcept en wiskundeangst maar dat deze verdween wanneer zelfeffectiviteit betrokken werd in het model (Pajares & Graham, 1999; Pitsia et al., 2017; Radišić et al., 2014). Concluderend, lijken de methodologische beperkingen en de kleine steekproef bij te dragen aan niet significante resultaten. Hoewel de hypothese niet werd bevestigd, kan deze op basis van de beperkte steekproef en gebruikte methodes niet worden verworpen.

Er werd verwacht dat wiskundig zelfconcept een sterkere voorspeller was voor wiskundeangst dan zelfeffectiviteit maar dit kan niet worden bevestigd omdat de relaties niet significant waren. Toch kan er wel gekeken worden naar de grootte van de correlaties ondanks dat ze niet significant zijn. Uit de resultaten bleek dat zelfeffectiviteit een grotere correlatie had met wiskundeangst dan zelfconcept. Dit sluit aan bij eerdere studies zoals die van Pietsch et al. (2003) die stellen dat zelfeffectiviteit een betere voorspeller is. Op basis van de huidige resultaten is zelfeffectiviteit hoogstwaarschijnlijk een sterkere voorspeller voor wiskundeangst, echter is meer onderzoek nodig om daadwerkelijk significante effecten te vinden.

De wisselwerking tussen wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit

Voorafgaand aan het onderzoek werd voorspeld dat wiskunde zelfconcept en zelfeffectiviteit gecorreleerd zijn aan elkaar. Wiskundig zelfconcept verwijst naar de manier hoe iemand zichzelf ziet op het gebied van wiskunde, terwijl wiskundige zelfeffectiviteit betrekking heeft op de overtuiging in het eigen vermogen om een gewenst resultaat te behalen bij een wiskundetaak. Beide constructen kijken naar overtuigingen over eigen wiskundig functioneren waardoor er grote positieve correlaties werden verwacht. In dit onderzoek werd er een middelgrote correlatie gevonden tussen zelfconcept en zelfeffectiviteit, maar deze was niet significant. De *p-waarde* ($p = .094$) komt dicht in de buurt van het alfa significantieniveau van .05. Dit kan erop wijzen dat bij gebruik van een grotere steekproef, hoogstwaarschijnlijk wel een significant verband was gevonden. Dit sluit aan bij eerdere literatuur die laten zien dat wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit veel overlap hebben met elkaar (Choi & Pak, 2005; Huang, 2012). Vervolgonderzoek moet zich dus richten op grotere steekproeven. Helaas was het in de periode van dit onderzoek lastig om proefpersonen te werven voor de fysiologische metingen in het laboratorium.

De invloed van wiskundeangst op wiskundeprestaties

Eerdere onderzoeken ondersteunen onze hypothese door te bevestigen dat wiskundeangst samenhangt met wiskundeprestaties (Ashcraft & Krause, 2007; Beilock & Maloney, 2015; Luttenberger et al., 2018). Er werd op basis van deze bestaande literatuur dan ook voorspeld dat er sprake zou zijn van een negatieve significante relatie tussen wiskundeangst en wiskundeprestaties. De resultaten laten zien dat er een negatieve correlatie is van gemiddelde grootte tussen de subjectieve meting van wiskundeangst en wiskundeprestaties. Een hogere wiskundeangst ging dus gepaard met lagere

wiskundeprestaties. Echter was alleen de subjectieve meting van wiskundeangst significant en de fysiologische angstmeting daarentegen niet. Er kan dus verondersteld worden dat enkel de subjectieve zelfrapportage een goede voorspeller is van wiskundeangst. Dit komt overeen met Demedts et al. (2023) die vonden dat verschillen in moeilijkheidsgraad en onderwerp wel gedetecteerd konden worden in zelfrapportages en nauwelijks met fysiologische metingen. Zelfrapportages zouden dus beter zijn in het detecteren van taakverschillen. Wellicht is onze uitkomst dan toch niet zo verbazend omdat eerdere onderzoeken dus ook bevestigen dat fysiologische metingen te kort kunnen schieten. Omdat eerdere fysiologische metingen problemen ondervonden in het detecteren van sterke effecten van wiskundeangst, voegden we in deze studie extra experimentele taken toe, namelijk wiskunde, statistiek, rekenen en taal. Daarnaast is een belangrijk onderscheid met eerder onderzoek dat in deze studie wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit betrokken werden bij de objectieve fysiologische metingen van wiskundeangst. In bestaande literatuur worden relaties tussen wiskundig zelfconcept, zelfeffectiviteit en wiskundeangst voornamelijk gevonden op basis van subjectieve zelfrapportages maar niet in combinatie met objectieve fysiologische metingen. Ondanks de extra toegevoegde elementen blijken zelfconcept en zelfeffectiviteit geen rol te spelen en blijft de fysiologische meetmethode niet-significant. Mogelijk meten fysiologische meetmethoden andere angstcomponenten dan zelfrapportages wat de relevantie van een veelzijdige benaderingen benadrukt.

Een verklaring voor gebrek aan significante relaties met fysiologische metingen is dat het meten van huidgeleiding wellicht minder gevoelig is voor de cognitieve elementen van angst. Mogelijk reageren fysiologische metingen beter op directe *fight-or-flightresponse*. Het lichaam reageert dan acuut op het waarnemen van bedreigende situaties door middel van bijvoorbeeld een verhoogde hartslag, bloeddruk of zweten. In dit onderzoek was er misschien te weinig sprake van angst doordat de experimentele taken te makkelijk waren of er te weinig tijd was om angst te ontwikkelen vanwege de duur van het experiment. De aanwezigheid van een hogere angst had een *fight-or-flightresponse* kunnen veroorzaken, waardoor de fysiologische metingen van huidgeleiding beter gedetecteerd hadden kunnen worden.

Onze negatieve significante relatie tussen zelf gerapporteerde wiskundeangst en wiskundeprestaties sluiten aan bij bestaande literatuur: Kaskens et al. (2020) geven aan dat wiskundeangst vooral door vermijding en cognitieve belemmering invloed heeft op wiskundeprestaties, terwijl Beilock en Maloney (2015) laten zien dat wiskundeangst interfereert met het werkgeheugen en daardoor de prestaties vermindert. Met behulp van de

zelfrapportage voor het meten van wiskundeangst kan de hypothese: Lagere wiskundeprestaties zijn het resultaat van een hogere wiskundeangst, worden bevestigd. Deze bevindingen suggereren dat interventies zich beter kunnen richten op cognitieve en subjectieve componenten om prestaties te verbeteren in plaats van fysiologische stressreacties.

De mediërende rol van zelfconcept en zelfeffectiviteit tussen wiskundeangst en wiskundeprestaties

Voorafgaand aan het experiment werd verwacht dat wiskundig zelfconcept en zelfeffectiviteit bemiddelende rollen zouden hebben voor wiskundeangst en zodoende wiskundeprestaties. In tegenstelling tot eerdere studies (Van Der Beek et al., 2017; Kaskens et al., 2020) vonden wij geen indirect effect via zelfconcept en zelfeffectiviteit op wiskundeangst en wiskundeprestaties. Door gebrek aan een directe significante relatie tussen zelfconcept en zelfeffectiviteit met wiskundeangst concluderen we dat er geen indirect effect kan plaatsvinden op wiskundeprestaties. Er is geen mediatiemodel uitgevoerd omdat uit het regressiemodel bleek dat er in eerste instantie geen sprake was van een direct effect tussen zelfconcept, zelfeffectiviteit en wiskundeangst. Dus op basis hiervan is een verdere berekening van een mediatiemodel niet relevant omdat het effect er niet kan zijn. Bovendien is voor het uitvoeren van een mediatiemodel een grotere steekproef nodig waar we geen beschikking over hadden. Dus op basis van directe en indirecte effecten werd geconcludeerd dat er geen sprake was van mediatie van zelfconcept en zelfeffectiviteit.

Het was opvallend dat in dit onderzoek een significante mediërende rol ontbrak. Eerdere onderzoeken tonen namelijk aan dat zelfconcept een bemiddelende rol heeft voor wiskundeangst en wiskundeprestaties (Van Der Beek et al., 2017). Pietsch et al. (2003) lieten zelfs zien dat zelfeffectiviteit een sterkere correlatie had met wiskundeprestaties dan zelfconcept. Mogelijk is er sprake van ruis door heterogene deelnemerskenmerken (leeftijd, cultuur, motivatie of opleiding) wat geleid heeft tot onnauwkeurige metingen. In dit onderzoek zijn de demografische en deelnemerskenmerken uitgebreid om aan een grotere steekproef te komen. Mogelijk heeft dit geleid tot niet significante relaties. Op basis van de huidige meetinstrumenten en de kleine steekproef kunnen we de hypothesen niet verwerpen en moet vervolgonderzoek zich richten op betere meetinstrumenten en grotere steekproeven.

Fysiologische metingen als maat voor wiskundeangst

In deze studie werd wiskundeangst gemeten door middel van een zelfrapportage en fysiologisch gemeten huidgeleiding. De gemeten huidgeleiding valt onder objectieve

meetinstrumenten. Wiskundeangst werd via de zelfrapportage op één moment gemeten, wat resulteerde in slechts één momentopname van de uitkomst. Tegelijkertijd hadden we de voorspelling dat wiskundeangst, gemeten door huidgeleiding, gedurende het experiment zou toenemen. De verwachting is dat vanaf aanvang van het experiment de wiskundeangst tijdens het experiment steeds meer zou toenemen.

Opvallend was dat de objectieve angstreactie, door middel van huidgeleiding, stabiel bleef gedurende de drie testfasen. Ondanks dat de metingen plaatsvonden onder gelijke omstandigheden (hetzelfde laboratorium, met dezelfde apparatuur en onder begeleiding van dezelfde onderzoekers) werd er geen systematisch effect gevonden. Er werd gebruik gemaakt van gelijke omstandigheden om *confounders* en de invloed van externe factoren te beperken. Hierdoor werd de kans verkleind dat externe variabelen invloed zouden hebben op de resultaten. Er werd een significante toename van wiskundeangst verwacht, echter werd dit niet gedetecteerd. Wellicht is huidgeleiding geen goede fysiologische meting om wiskundeangst te meten en zou vervolgonderzoek zich moeten richten op bijvoorbeeld hartslag (Hunt, 2006).

Limitaties en aanbevelingen voor toekomstig onderzoek

Toekomstig onderzoek zou zich moeten richten op grotere steekproeven, zodat de resultaten beter representatief zijn, makkelijker te generaliseren en kleine effecten beter kunnen worden gedetecteerd. Daarnaast is het aan te bevelen om voor zelfeffectiviteit een meervoudig itemschaal te gebruiken, waardoor het construct betrouwbaarder gemeten kan worden.

Wat betreft de fysiologische metingen is het aan te raden om naast huidgeleiding ook andere fysiologische indicatoren toe te voegen of te gebruiken, zoals hartslag of EEG-activiteit. Mogelijk zijn deze fysiologische metingen gevoeliger voor cognitieve vormen van angst. Ook kunnen contextuele en omgevingsfactoren worden betrokken om te onderzoeken of dit resulteert in verschillen tussen wiskundeangst en prestaties.

Conclusie

Kortom, dit onderzoek benadrukt het belang om wiskundeangst en onderliggende relaties meer te onderzoeken. Wiskundeangst kan langdurige gevolgen hebben en ontwikkeling van wiskundige vaardigheden verstoren. De resultaten hebben bevestigd dat hogere wiskundeangst resulteert in lagere prestaties.

Een beter begrip van de directe en indirecte relaties tussen wiskundeangst, zelfconcept, zelfeffectiviteit en wiskundeprestaties kan bijdragen aan preventie, vroegtijdige ingrepen en betere behandelplannen. Uiteindelijk kan dit helpen in het verminderen van wiskundeangst waardoor in de toekomst beroepen binnen de wetenschap, technologie, engineering en wiskunde zodoende minder worden vermeden.

Bronnenlijst

- Baloglu, M. (1999). A comparison of mathematics anxiety and statistics anxiety in relation to general anxiety. *Psychological Reports*. <https://doi.org/10.2466/pr0.1999.84.2.551>
- Bandura, A. (1977). Social learning theory. New York: General Learning Press
- Beck, A. T. (1972). Cognition, anxiety, and psychophysiological disorders. In C. D. Spielberger (Ed.), *Anxiety: Current trends in theory and research*, New York: Academic Press
- Beesdo-Baum, K., Jenjahn, E., Höfler, M., Lueken, U., Becker, E. S., & Hoyer, J. (2012). Avoidance, safety behavior, and reassurance seeking in generalized anxiety disorder. *Depression And Anxiety*. <https://doi.org/10.1002/da.21955>
- Beilock, S. L., & Maloney, E. A. (2015). Math anxiety. *Policy Insights From The Behavioral And Brain Sciences*. <https://doi.org/10.1177/2372732215601438>
- Casad, B. J., Hale, P., & Wachs, F. L. (2015). Parent-child math anxiety and math-gender stereotypes predict adolescents' math education outcomes. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01597>
- Cheng, D., Ren, B., Yu, X., Wang, H., Chen, Q., & Zhou, X. (2022). Math anxiety as an independent psychological construct among social-emotional attitudes: An exploratory factor analysis. *Annals Of The New York Academy Of Sciences*. <https://doi.org/10.1111/nyas.14902>

- Choi, N. (2005). Self-efficacy and self-concept as predictors of college students' academic performance. *Psychology in The Schools*. <https://doi.org/10.1002/pits.20048>
- Choi, B. C. K., & Pak, A. W. P. (2005). A catalog of biases in questionnaires. *PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15670466>
- Demedts, F., Cornelis, J., Reynvoet, B., Sasanguie, D., & Depaepe, F. (2023). Measuring math anxiety through self-reports and physiological data. *Journal Of Numerical Cognition*. <https://doi.org/10.5964/jnc.9735>
- Ding, Y. (2016). How Do Students' Mathematics Self-Efficacy, Mathematics Self-Concept and Mathematics Anxiety Influence Mathematical Literacy? A Comparison between Shanghai-China and Sweden in PISA 2012. *Gupea*. https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/44943/1/gupea_2077_44943_1.pdf
- Goleta, CA, BIOPAC Systems. www.biopac.com
- Hart, S. A., & Ganley, C. M. (2019). The nature of math anxiety in adults: Prevalence and correlates. *Journal Of Numerical Cognition*. <https://doi.org/10.5964/jnc.v5i2.195>
- Hovens, J. G. F. M., Wiersma, J. E., Giltay, E. J., Van Oppen, P., Spinhoven, P., Penninx, B. W. J. H., & Zitman, F. G. (2009). Childhood life events and childhood trauma in adult patients with depressive, anxiety and comorbid disorders vs. controls. *Acta Psychiatrica Scandinavica*. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.2009.01491.x>
- Huang, C. (2012). Discriminant and incremental validity of self-concept and academic self-efficacy: A meta-analysis. *Educational Psychology*. <http://dx.doi.org/10.1080/01443410.2012.732386>
- Johnston-Wilder, S., Brindley, J., & Dent, P. (2014). *A survey of mathematics anxiety and mathematical resilience among existing apprentices*. Gatsby Charitable Foundation. <http://wrap.warwick.ac.uk/73857/>

- Kaskens, J., Segers, E., Goei, S. L., Van Luit, J. E., & Verhoeven, L. (2020). Impact of Children's math self-concept, math self-efficacy, math anxiety, and teacher competencies on math development. *Teaching And Teacher Education*. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103096>
- Ko, K., Jones, A., Francis, D., Robidoux, S., & McArthur, G. (2024). Physiological correlates of anxiety in childhood and adolescence: A systematic review and meta-analysis. *Stress And Health*. <https://doi.org/10.1002/smi.3388>
- Lee, J. (2008). Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. *Learning And Individual Differences*. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.10.009>
- Levy, H. E., & Rubinsten, O. (2021). Numbers (but not words) make math anxious individuals sweat: Physiological evidence. *Biological Psychology*. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2021.108187>
- Lin, Y., Durbin, J. M., & Rancer, A. S. (2016). Perceived instructor argumentativeness, verbal aggressiveness, and classroom communication climate in relation to student state motivation and math anxiety. *Communication Education*. <https://doi.org/10.1080/03634523.2016.1245427>
- Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research And Behavior Management*. <https://doi.org/10.2147/prbm.s141421>
- Malanchini, M., Rimfeld, K., Shakeshaft, N. G., Rodic, M., Schofield, K., Selzam, S., Dale, P. S., Petrill, S. A., & Kovas, Y. (2017). The genetic and environmental aetiology of spatial, mathematics and general anxiety. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/srep42218>
- Marsh, H. W., Pekrun, R., Parker, P. D., Murayama, K., Guo, J., Dicke, T., & Arens, A. K. (2018). The murky distinction between self-concept and self-efficacy: Beware of

- lurking jingle-jangle fallacies. *Journal Of Educational Psychology*.
<https://doi.org/10.1037/edu0000281>
- Megreya, A. M., Al-Emadi, A. A., Al-Ahmadi, A. M., Moustafa, A. A., & Szűcs, D. (2024). A large-scale study on the prevalence of math anxiety in Qatar. *British Journal Of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1111/bjep.12662>
- Mishra, A. K., & Varma, A. R. (2023). A Comprehensive Review of the Generalized Anxiety Disorder. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.46115>
- Pajares, F., & Graham, L. (1999). Self-efficacy, motivation constructs, and mathematics performance of entering middle school students. *Contemporary Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1006/ceps.1998.0991>
- Pietsch, J., Walker, R., & Chapman, E. (2003). The relationship among self-concept, self-efficacy, and performance in mathematics during secondary school. *Journal of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.3.589>.
- Pitsia, V., Biggart, A., & Karakolidis, A. (2017). The role of students' self-beliefs, motivation and attitudes in predicting mathematics achievement: A multilevel analysis of the Programme for International Student Assessment Data. *Learning and Individual Differences*. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.03.014>
- Radisic, J., Marina, V., & Aleksander, B. (2014). Math anxiety - contributing school and individual level factors. *European Journal of Psychology of Education*.
<https://doi.org/10.1007/s10212-014-0224-7>
- Richardson, F.C., & Suinn, R.M. (1972). *The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data*. *Journal of Counseling Psychology*
- Sheffield, D., & Hunt, T. (2006). How Does Anxiety Influence Maths Performance and What Can We do About It? *MSOR Connections*. <https://doi.org/10.11120/msor.2006.06040019>

Symes, W., & Putwain, D. W. (2020). The Four Ws of Test Anxiety. *Psychologica*.

https://doi.org/10.14195/1647-8606_63-2_2

Van Der Beek, J. P. J., Van Der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Leseman, P. P. M.

(2017). Self-concept mediates the relation between achievement and emotions in mathematics. *British Journal Of Educational Psychology*.

<https://doi.org/10.1111/bjep.12160>

Wang, Z., Hart, S. A., Kovas, Y., Lukowski, S., Soden, B., Thompson, L. A., Plomin, R.,

McLoughlin, G., Bartlett, C. W., Lyons, I. M., & Petrill, S. A. (2014). Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for mathematical anxiety. *Journal Of Child Psychology And Psychiatry*. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12224>

Appendix

Appendix A De stimuli van alle vier de cognitieve onderdelen voor het lab experiment

Stimuli

Anagrammen van het onderdeel taal

	type	stimulus	correct word
1.	word	setifen	fietsen
2.	word	tener	rente
3.	non-word	lakon	
4.	word	iapepr	papier
5.	non-word	lixnon	
6.	non-word	samor	
7.	word	nwoen	wonen
8.	word	ploen	lopen
9.	non-word	neonap	
10.	non-word	lasik	
11.	word	gistal	lastig
12.	word	nerenke	rekenen
13.	non-word	piopros	
14.	word	neiboel	bloeien
15.	word	ijkaberk	bakkerij
16.	non-word	belammen	
17.	non-word	rional	
18.	non-word	daskol	
19.	word	tensar	staren
20.	non-word	dronik	
21.	non-word	kroven	vorken
22.	non-word	teflok	
23.	non-word	lamtor	
24.	word	renok	kronen
25.	word	nnetak	tanken

Rekensommen:

1. (*correct*):

$$(7 \times 5) - 18 = 17$$

2. (*incorrect*):

$$(5 \times 8) - 17 = 25$$

3. (*correct*):

$$(7 \times 8) - 17 = 39$$

4. (*incorrect*):

$$(9 \times 8) - 18 = 52$$

5. (*correct*):

$$(8 \times 5) - 17 = 23$$

6. (*incorrect*):

$$(6 \times 5) - 18 = 14$$

7. (*correct*):

$$(5 \times 9) - 18 = 27$$

8. (*incorrect*):

$$(9 \times 7) - 17 = 44$$

9. (*correct*):

$$(9 \times 5) - 15 = 30$$

10. (*incorrect*):

$$(6 \times 8) - 19 = 31$$

11. (*correct*):

$$(8 \times 5) - 18 = 22$$

12. (*incorrect*):

$$(9 \times 7) - 16 = 45$$

13. (*correct*):

$$(8 \times 9) - 18 = 54$$

14. (*incorrect*):

$$(5 \times 9) - 16 = 31$$

15. (*correct*):

$$(6 \times 7) - 18 = 24$$

16. (*incorrect*):

$$(7 \times 6) - 18 = 22$$

17. (*correct*):

$$(6 \times 5) - 19 = 11$$

18. (*incorrect*):

$$(6 \times 9) - 17 = 39$$

19. (*correct*):

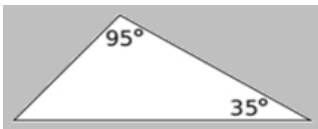
$$(6 \times 8) - 15 = 33$$

20. (*incorrect*):

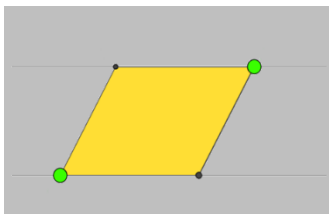
$$(7 \times 6) - 19 = 21$$

Meetkunde vragen

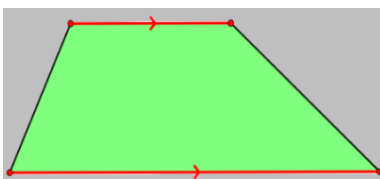
1. (*correct*): Voldoen de getallen 5, 12 en 13 aan de stelling van Pythagoras en kunnen ze dus de zijden van een rechthoekige driehoek zijn?
2. (*incorrect*): Is de ontbrekende hoek in de driehoek 40 graden?



3. (*correct*): Is het juist dat een zeshoek 720 graden aan binnenhoeken heeft?
4. (*incorrect*): In een 30-60-90 driehoek is de langste zijde (de hypotenusa) 6. Is het dan juist dat de kortste zijde een lengte heeft van 2?
5. (*incorrect*): Is de figuur een trapezium?



6. (*incorrect*): Is de figuur een ruit?



7. (*correct*): Heeft een rechthoekige driehoek met een basis van 8 en een hoogte van 5 een oppervlakte van 20?
8. (*correct*): Als de straal van een cirkel 4 cm is, dan is de diameter 8 cm.
9. (*incorrect*): Is dit de juiste formule voor de omtrek van een cirkel?

$$c = \pi r^2$$

10. (*incorrect*): Kan een rechthoekige driehoek twee rechte hoeken hebben?
11. (*correct*): Is het oppervlak van een driehoek altijd kleiner dan dat van een vierkant als ze dezelfde omtrek hebben?
12. (*correct*): Is de oppervlakte van een cirkel evenredig met het kwadraat van de straal?
13. (*correct*): Is de hoek tussen twee zijden van een gelijkzijdige driehoek altijd gelijk aan de hoek tussen de andere twee zijden?
14. (*correct*): Heeft een regelmatige zeshoek hoeken die elk 120 graden zijn?

Statistiek vragen over formules

1. (*correct*): Is dit de formule voor gemiddelde

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

2. (*incorrect*): Is dit de formule voor standaarddeviatie

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

3. (*correct*): Is dit de formule voor variantie

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

4. (*incorrect*): Is dit de formule voor gemiddelde

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

5. (*correct*): Is dit de formule voor standaarddeviatie

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

6. (*incorrect*): Is dit de formule voor Z-score

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

7. (*correct*): Is dit de formule voor standaardfout

$$\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

8. (*incorrect*): Is dit de formule voor gepoolde variantie

$$\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

9. (*correct*): Is dit de formule voor Z-score

$$\frac{X - \mu}{\sigma}$$

10. (*incorrect*): Is dit de formule voor variantie

$$\frac{X - \mu}{\sigma}$$

11. (*correct*): Is dit de formule voor correlatie

$$\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{s_x} \frac{(y_i - \bar{y})^2}{s_y}$$

12. (*incorrect*): Is dit de formule voor F-value

$$\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{s_x} \frac{(y_i - \bar{y})^2}{s_y}$$

13. (*correct*): Is dit de formule voor t-waarde

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

14. (*incorrect*): Is dit de formule voor correlatie

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

15. (*correct*): Is dit de formule voor gepoolde variantie

$$\frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

16. (*incorrect*): Is dit de formule voor t-waarde

$$\frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

17. (*correct*): Is dit de formule voor regressie

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \epsilon_i$$

18. (*incorrect*): Is dit de formule voor F-toets

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \epsilon_i$$

19. (*correct*): Is dit de formule voor betrouwbaarheidsinterval

$$\bar{x} \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

20. (*incorrect*): Is dit de formule voor regressielijn

$$\bar{x} \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Appendix B Zelfrapportage wiskundig zelfconcept, zelfeffectiviteit en wiskundeangst

MA2025-Math-Anxiety

Start of Block: Study Information

Q51 Beste deelnemer,

Welkom bij het tweede deel van dit onderzoek! Dit deel bestaat uit een vragenlijst, dus ga er comfortabel voor zitten en maak je klaar om je mening en gedachten over verschillende onderwerpen te delen! Door hieronder de toestemmingsoptie te selecteren, bevestig je dat je deelname aan deze studie vrijwillig is, dat je 18 jaar of ouder bent en dat je je ervan bewust bent dat je op elk moment en om welke reden dan ook kunt stoppen met je deelname.

Bedankt dat je de tijd neemt om deze vragenlijst in te vullen. We waarderen iedere deelnemer die bijdraagt aan dit onderzoek! Je onderzoeksuren worden goedgekeurd na voltooiing van de vragenlijst.

- ☐ Ik geef toestemming
- ☐ Ik geef geen toestemming

End of Block: Study Information

Start of Block: Subject code

Q4.2 Vul de laatste twee letters in van de naam van de stad of het dorp waar je bent geboren, de laatste twee cijfers van je mobiele telefoonnummer en de tweede letter van je achternaam. Bijvoorbeeld: als je geboren bent in Rotterdam, je mobiele telefoonnummer eindigt op 54 en je achternaam is Jansen, dan zou je code AM54A zijn.

End of Block: Subject code

Start of Block: Research Hours

Q52 Om je onderzoeksuren toe te kunnen kennen, moeten we weten wie de studie daadwerkelijk heeft voltooid. Daarom vragen we je hieronder je studentnummer in te vullen. Dit nummer wordt uit de data verwijderd zodra je onderzoeksuren zijn toegekend.

End of Block: Research Hours

Start of Block: Manipulatie check

Q68 Geef aan in hoeverre je het eens bent met de volgende uitspraken.

	Zeer mee oneens	Oneens	Neutraal	Eens	Zeer mee eens
Statistiek is belangrijker dan meetkunde in mijn toekomstige werk.	☐	☐	☐	☐	☐
In mijn studie merk ik dat statistiek praktischer is dan rekenen voor mijn vakgebied.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik herken elementen uit deze taak als iets wat ik in mijn studie tegenkom.	☐	☐	☐	☐	☐

Q73 Geef aan in hoeverre je het eens bent met de volgende uitspraak

	Helemaal niet belangrijk	Niet zo belangrijk	Neutraal	Belangrijk	Zeer belangrijk
In welke mate denk je dat analytische of numerieke vaardigheden belangrijk zijn in jouw toekomstige beroep?	☐	☐	☐	☐	☐

End of Block: Manipulatie check

Start of Block: FMPS-Brief, Frost Multidimensional Perfectionism Scale

Q57 Lees onderstaande uitspraken goed door en geef aan in hoeverre je het eens bent met elke stelling

	Helemaal mee oneens	Oneens	Neutraal	Eens	Helemaal mee eens
Als ik faal op werk/school, dan ben ik een mislukking.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik stel hogere doelen voor mijzelf dan de meeste mensen.	☐	☐	☐	☐	☐
Als iemand een taak op school/werk beter doet dan ik, voelt het alsof ik de hele taak gefaald heb.	☐	☐	☐	☐	☐
Andere mensen lijken lagere eisen aan zichzelf te stellen dan ik.	☐	☐	☐	☐	☐
Als ik niet altijd goed presteer, dan zullen anderen mij niet respecteren.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik verwacht hogere prestaties op dagelijkse taken dan de meeste mensen.	☐	☐	☐	☐	☐
Hoe minder fouten ik maak, hoe leuker mensen mij zullen vinden.	☐	☐	☐	☐	☐
Als ik deels faal, is het net zo erg als volledig falen.	☐	☐	☐	☐	☐
Zelfs als ik iets heel zorgvuldig doe, heb ik vaak het gevoel dat het niet helemaal goed is.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik heb vaak twijfels over de simpele alledaagse dingen die ik doe.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik heb extreem hoge doelen.	☐	☐	☐	☐	☐

Ik haat het als ik ergens niet de beste in ben.	☐	☐	☐	☐	☐
Als ik het niet zo goed doe als anderen, betekent dit dat ik een minderwaardig persoon ben.	☐	☐	☐	☐	☐
Als ik niet altijd goed presteer, zullen mensen geen respect voor mij hebben.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik heb vaak twijfels over de simpele dagelijkse dingen die ik doe.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik loop vaak achter in mijn werk, omdat ik dingen steeds opnieuw herhaal.	☐	☐	☐	☐	☐
Het kost mij veel tijd om iets 'goed' te doen.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik zou boos/van streek moeten zijn als ik een fout maak.	☐	☐	☐	☐	☐
Mensen zullen waarschijnlijk minder over mij denken als ik een fout maak.	☐	☐	☐	☐	☐

End of Block: FMPS-Brief, Frost Multidimensional Perfectionism Scale

Start of Block: Self-description Math (NL)

SDQ-MATH. Hoe denk je over wiskundige situaties? Geef aan in hoeverre je het eens bent met de volgende uitspraken.

	zeer mee oneens	oneens	neutral	eens	zeer mee eens
Ik vind wiskundige problemen interessant en uitdagend.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik heb vaak gearzeld om wiskundige vakken te volgen.	☐	☐	☐	☐	☐
Over het algemeen doe ik het beter in wiskundige vakken dan andere vakken.	☐	☐	☐	☐	☐
Wiskunde zorgt ervoor dat ik me inadequaar voel.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik ben best goed in wiskunde.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik heb moeite om iets te begrijpen dat op wiskunde gebaseerd is.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik heb het altijd goed gedaan in wiskunde lessen.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik doe het nooit goed op toetsen waar wiskundig redeneren voor nodig is.	☐	☐	☐	☐	☐
Op school kwamen mijn vrienden altijd naar mij toe voor hulp met wiskunde.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik ben nooit erg enthousiast geweest over wiskunde.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik kan met statistische formules het gewenste resultaat bereiken.	☐	☐	☐	☐	☐

End of Block: Self-description Math (NL)

Start of Block: FEAR OF NEGATIVE EVALUATION MEASURE (NL)

Q11.1 Lees elk van de volgende uitspraken zorgvuldig en geef aan in hoeverre het op jou van toepassing is.

	1 totaal niet op mij van toepassing	2 een beetje op mij van toepassing	3 redelijk op mij van toepassing	4 sterk op mij van toepassing	5 extreem op mij van toepassing
Ik maak me zorgen over wat andere mensen van mij zullen denken, zelfs als ik weet dat het niets uitmaakt.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik maak me zelden zorgen over wat voor indruk ik op iemand maak.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik ben vaak bang dat andere mensen mijn tekortkomingen opmerken.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik maak me geen zorgen, zelfs als ik weet dat mensen een ongunstige indruk van me krijgen.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik ben bang dat anderen mij niet zullen goedkeuren.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik ben bang dat andere mensen een fout in mij zullen vinden.	☐	☐	☐	☐	☐
De mening van anderen over mij stoort me niet.	☐	☐	☐	☐	☐
Als ik met iemand praat, maak ik me zorgen over wat hij of zij over mij zal denken.	☐	☐	☐	☐	☐
Ik maak me gewoonlijk zorgen over wat voor indruk ik maak.	☐	☐	☐	☐	☐

Als ik weet dat iemand mij beoordeelt, heeft dat weinig effect op mij.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Soms denk ik dat ik me te veel zorgen maak over wat andere mensen van mij vinden.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Ik maak me vaak zorgen dat ik de verkeerde dingen zeg of doe.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Selecteer '3 - redelijk op mij van toepassing' bij deze vraag.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Ik ben bang dat andere mensen kritiek op mij zullen hebben.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

End of Block: FEAR OF NEGATIVE EVALUATION MEASURE (NL)

Start of Block: Subject Info

Q22.2 Wat is je leeftijd? Vul je leeftijd in jaren in. Je mag dit leeg laten als je liever geen antwoord geeft.

Q22.3 Geef alstublieft je genderidentiteit aan.

- ☐ Vrouw
- ☐ Man
- ☐ Non-binair
- ☐ Ander gender (gelieve te specificeren)
-
- ☐ Ik geef hier liever geen antwoord op
-

Q74 Welke opleiding volg je momenteel?

End of Block: Subject Info

Start of Block: Taal Check

Q20 Is Nederlands jouw moedertaal?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

End of Block: Taal Check

Start of Block: Thanks

Q9 Je hebt nu alles voltooid wat we je in deze studie wilden vragen. In deze debriefing kunnen we eindelijk onthullen dat dit onderzoek gericht is op het meten van rekenangst, waarbij we zowel biometrische gegevens (zoals je huidgeleiding) als vragenlijstantwoorden gebruiken. Dus als je je ongemakkelijk voelde bij het oplossen van rekenopgaven in het lab, weet dan dat je ongemak niet voor niets was – je hebt juist bijgedragen aan een beter begrip van dit gevoel.

Recente theorieën over dyscalculie suggereren dat emotionele factoren, in plaats van puur cognitieve beperkingen, een belangrijke rol spelen bij moeilijkheden met wiskunde. Meer specifiek stellen deze theorieën dat rekenangst en de stress die wordt ervaren tijdens hoofdrekenen de voornaamste oorzaken zijn van deze uitdagingen bij het leren van wiskunde. Om effectieve diagnostische instrumenten en behandelingen voor rekenproblemen te ontwikkelen, hebben psychologen een beter inzicht nodig in deze emotionele factoren. Helaas bestaan er tot nu toe slechts weinig methoden om angst en stress tijdens rekenopgaven nauwkeurig te meten.

Tot slot willen we je nogmaals hartelijk bedanken voor je deelname. Dit onderzoek zou niet mogelijk zijn zonder jouw bijdrage. Als je vragen hebt over de studie, hoe het is uitgevoerd, of als je je gegevens uit het onderzoek wilt laten verwijderen, kun je contact met ons opnemen via:

- Dr. Oliver Lindemann: lindemann@essb.eur.nl
- Naomi de Wit: 567353nw@student.eur.nl
- Jenthe Westra: 569530jw@student.eur.nl
- Malin Mellaard: 595465mm@eur.nl

End of Block: Thanks
