

Wie is er bang voor wiskunde?

Wie is er bang voor wiskunde?

Gerardo Soto y Koelemeijer

Ontwerp omslag: Suzan Beijer
Ontwerp binnenwerk: Crius Group, Hulshout

ISBN 978 94 6298 839 2
e-ISBN 978 90 4854 043 3 (pdf)
e-ISBN 978 90 4854 044 0 (ePub)
NUR 918

Eerste druk: Juni 2018
Tweede druk: Augustus 2018

Uitgeverij AUP is een imprint van Amsterdam University Press.

© G. Soto y Koelemeijer / Amsterdam University Press B.V., Amsterdam 2018

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, Stb. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, Stb. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

De uitgeverij heeft ernaar gestreefd alle copyrights van in deze uitgave opgenomen illustraties te achterhalen. Aan hen die desondanks menen alsnog rechten te kunnen doen gelden, wordt verzocht contact op te nemen met Amsterdam University Press.

Inhoudsopgave

1. Wie is er bang voor wiskunde?	7
2. Terence Tao, The Mozart of Math	45
3. Bewijzen in de wiskunde	85
4. Veranderingen in de wiskunde, wiskunde die verandert	137

1. Wie is er bang voor wiskunde?

‘But every error is due to extraneous factors (such as emotions and education); reason itself does not err.’

– Kurt Gödel, 29 November 1972

‘Overcoming math anxiety means examining how we teach mathematics in our classrooms. This issue is of major concern to our economy, to a child’s future employment and their success in higher education. Mathematics is seen as an important factor in a vital global economy. Creating a country of ‘mathophobes’ does not bode well for us in the uncertain global economy of the future.’

– E. Geist (2010)

Inleiding

In 2003, het eerste jaar dat ik les gaf, kwam er na de les een brugklasser naar me toe die me vroeg of ik het boek *De telduivel*, geschreven door de Duitse auteur Hans Magnus Enzensberger, had gelezen. Ik bekende dat ik er zelfs nog nooit van had gehoord. Ik was er met mijn hoofd niet bij; het was de week waarin ik zou promoveren. Het gezicht van de jongen, deels bedekt met halflange haren, transformeerde langzaam van vrolijk naar lichtelijk teleurgesteld. Dat zijn eerste wiskundeleraar dat boek niet kende! Toen hij het klaslokaal verliet vertelde ik hem dat hij me wel nieuwsgierig had gemaakt. Ik vroeg hem of hij het de week erna weer wilde meenemen.

De les erna, tijdens het huiswerk maken, lag het boek op de hoek van zijn tafeltje. Toen ik langsliep was er weer diezelfde opgetogenheid. Ik pakte het op. Op de voorkant stond een blauw jongetje afgebeeld, liggend onder een blauwe deken, met zijn hoofd op een blauw kussen, en op de voorgrond een omgekeerd oranje haasje, dat op een schaakbord stond dat slechts 36 vakjes telde. Op de rand van het schaakbord zat een rode duivel met

een geleerd sikje, een snorretje en een Gödel-achtig brilletje. De duivel droeg een rood met zwart pak, zwarte schoenen en een zwarte stropdas, en had een witte stok. De ondertitel van het boek luidde: Een hoofdkussenboek voor iedereen die bang voor wiskunde is. Op de achterkant stond:

Wiskunde? Hou op zeg! Voor veel mensen is wiskunde een warboel van getallen, sommen en onbegrijpelijke berekeningen. Ook Robert, de jongen in de blauwe pyjama, moet er niks van hebben. Tot hij bezoek krijgt van een telduivel en twaalf nachten lang met getallen aan het goochelen is. Dan blijkt dat wiskunde een spannend en grappig spel is dat Robert – en ook de lezers – geen enkele moeite kost. Wiskunde is niet moeilijk. Zodra het telduiveltje met zijn toverstok zwaait, verdwijnt de angst voor getallen als sneeuw voor de zon.

In de dankbetuiging verwijst de auteur naar een aantal telduivels, wier werk nuttig is geweest. De telduivels blijken wiskundigen te zijn, die ook een bijdrage hebben geleverd aan het populariseren van de wiskunde. Ik bladerde in het boek, om te zien welke wiskunde er behandeld werd, en om te zien hoe de wiskunde werd uitgelegd. Al snel werd ik het verhaal ingezogen. Omdat ik vragen van leerlingen moest beantwoorden, gaf ik het boek terug. De leerling, die zag dat ik het leuk vond, zei dat ik het wel een paar dagen mocht lenen. Thuis las ik het en dacht erover na. Hoewel er niet veel wiskunde in voorkomt, wordt toch spelenderwijs een aantal grappige elementen behandeld. Het is niet voor niets een telduivel, en geen wiskundeduivel.

Als net beginnend docent, leverde het een aantal inzichten op. Dat je wiskunde spelenderwijs kunt aanleren, dat wil zeggen, dat je op jonge leeftijd leerlingen al wiskundige vragen kunt laten oplossen, zonder erbij te vermelden dat het hier om wiskunde gaat. Het tweede dat opviel, als literatuurwetenschapper, was de dialoogvorm. Ik was wiskundeboeken gewend die een standaardopbouw hebben, waarin een alwetende verteller uitlegt hoe het moet, een alwetende verteller die geen fout maakt, die

geen ruimte laat om zelf na te denken, die ver verheven boven de leerling staat. En tot slot, iets wat ik nu vanzelfsprekend vind, maar wat me destijds veel stof tot nadenken gaf, dat er zoiets bestaat als wiskundeangst.

Wanneer ik mezelf op een feestje voorstel en zeg dat ik wiskundedocent ben, kunnen de reacties in grofweg twee categorieën worden gesplitst: het ene deel vond wiskunde leuk, en was er best goed in, sommigen moesten er wel hard voor werken, maar hadden dat ervoor over omdat ze het vak wel waardeerden, of de docent, of beide. Deze groep is niet heel groot. Het andere, overgrote deel, vond wiskunde onbegrijpelijk, verschrikkelijk zelfs. Er zijn mensen die kippenvel krijgen als ze terugdenken aan hun schooltijd, aan de wiskundeles. Wat is dat toch? Dat er voor een schoolvak zo'n angst bestaat? Ik heb nooit eerder gehoord van economieangst, of angst voor Engels. Waarom dan wel wiskundeangst? En als zoveel mensen een hekel hebben aan wiskunde, of zelfs angst hebben voor wiskunde, is dat dan te verklaren door de manier waarop we het aanbieden? Of is het inherent aan het vak zelf?

In dit essay zal ik beschrijven wat wiskundeangst is en dat het zelfs met hersenonderzoek meetbaar is. Ook zal ik mogelijkheden nagaan om wiskunde op een andere manier aan te bieden, zodat de angst hopelijk minder wordt.

Wiskundeangst

Wiskundeangst wordt vaak geassocieerd met een tekortkoming aan talent. Dat dat niet altijd waar is, illustreert het volgende fragment. Het is bekend dat de Russische wiskundige Loezin, een van de oprichters van de Moskouse School voor Wiskunde, kort voor de Eerste Wereldoorlog, in zijn jonge jaren geen bijzonder talent of interesse had voor de wiskunde.¹ Sterker nog, hij was bang voor wiskunde, 'dat hem werd onderwezen als iets wat op een mechanische manier uit het hoofd moet worden geleerd – als een geheel van methoden (optelling, aftrekking, deling) of

collectie van standaardstellingen of vergelijkingen.’ De jonge Loezin had een slecht geheugen en deze aanpak van wiskunde stond hem zozeer tegen, dat hij zijn vroege wiskundeleraars geen helpers maar beulen noemde. Liever hield hij zich bezig met de literatuur en filosofie. Met de komst van een privéleraar, een student die de overtuiging had dat wiskunde niets te maken had met routinematig onthouden, keerde het tij. Deze manier van lesgeven, waarbij de focus werd gelegd op redenering en verbeeldingskracht, sprak de jonge Loezin wel aan, waarmee hij zijn angst voor wiskunde kwijtraakte en zich binnen enkele jaren een uitmuntende wiskundeleerling kon noemen, en later ook op internationaal niveau uitblonk.

Een vluchtige zoektocht op Google Scholar geeft op de term *math anxiety* ongeveer 237.000 artikelen. Wiskundeangst, blijkbaar een booming business in de wetenschap, is een vreemd verschijnsel. Er wordt al onderzoek naar gedaan sinds de jaren vijftig, toen Mary Fides Gough de term *mathemaphobia* introduceerde om de angstgevoelens te beschrijven ten opzichte van wiskunde. Pas vanaf begin jaren zeventig werd er serieus onderzoek gedaan naar wiskundeangst, toen er een objectief model werd ontwikkeld om wiskundeangst te meten (Ashcraft, 2002).

Dat betekent niet dat wiskundeangst niet al eerder bestond. Felix Auerbach (1856-1933), hoogleraar natuurkunde aan de universiteit van Jena, schreef in 1924 het boekje *Die Furcht vor der Mathematik und ihre Überwindung*. Hij schrijft daarin: ‘Zu den Dingen, die der Mensch fürchtet, gehört die Mathematik.’ (De wiskunde behoort tot de dingen waar de mens angst voor heeft). Reeds in de jaren twintig werd de angst voor wiskunde door mensen ruitlerlijk toegegeven. Auerbach vermeldt dat de angst in allerlei kringen voorkomt, van de meest simpele lieden, maar ook bij de meest belezen en verlichte geesten. Zo werd in Goethes tijd al gezegd dat hij een zekere mate van angst had voor wiskunde. Als hij zich meer in de wiskunde verdiept zou hebben, zou zijn kleurentheorie wellicht serieuzer genomen zijn. Ook beschrijft Auerbach dat er zich meerdere gevoelens tegelijk openbaren, zoals onverschilligheid, minachting en zelfs afschuw. Hij legt de

nadruk op het epidemische karakter van wiskundeangst, dat het in de klaslokalen aanstekelijk werkt, als een griep. Voorkomen is beter dan genezen, want als het eenmaal is opgetreden laat het zich moeilijk genezen. Beter is het om ervoor zorg te dragen dat de schoolgaande jeugd ervan verschoond blijft. Hij verwijst in zijn boek naar een angst voor natuurkunde, die zo goed als genezen is, maar hij gaat helaas niet in op hoe men dat voor elkaar heeft gekregen. De angst voor wiskunde komt voort uit een onbekendheid. En deze onbekendheid is volgens Auerbach terug te voeren, te danken zelfs, aan school. Het probleem ligt in het feit dat men te weinig begint bij het wezen en de betekenis van wiskunde. Zonder hierop in te gaan, wordt het vooroordeel al snel bevestigd dat wiskunde iets esoterisch is en niet voor gewone mensen.

Iets wat men moet leren moet in de eerste plaats zinvol zijn; en ook al is het niet eenvoudig, vooral voor jongeren, om het wezen en de betekenis van wiskunde te vinden, toch moet het worden gevonden; anders zijn alle volgende uren, weken en jaren verloren tijd, omdat ze op geen enkele manier zinvol zijn.

Een aantal vragen worden door Auerbach gesteld, waarop hij antwoord geeft. Wat is wiskunde? Hoe kun je wiskunde benaderen? Hoe kan men de angst voor wiskunde overwinnen? En wat voor nut heeft deze overwinning? Auerbach probeert echter eerst een aantal misverstanden uit de weg te ruimen, zoals het misverstand dat rekenen en wiskunde in wezen gelijk zijn, of verwant zijn. Als voorbeeld geeft hij de rekenkunstenaar Johan Martin Zacharias Dase (1824-1861), die uitblonk in rekenen, maar geen wiskundige was. Het tweede misverstand is om wiskunde te zien als natuurwetenschap, of zelfs als een hulpwetenschap van de natuurwetenschappen. Hiermee wordt wiskunde onterecht losgekoppeld van de geesteswetenschappen.

Auerbach denkt dat er een zware taak op de schouders van wiskundedocenten rust. Concrete aanknopingspunten met de dingen en zaken om ons heen moeten worden gezocht, om de

motivatie en interesse te wekken. Hij geeft enkele voorbeelden om aanknopingspunten te vinden in het dagelijkse leven om wiskunde erbij te betrekken. Op de vraag *Wat is wiskunde?* geeft hij drie mogelijke antwoorden: wiskunde is een wetenschap, wiskunde is een taal en wiskunde is een kunst.

Het is een aardig boekje, maar wiskundeangst wordt én niet goed gedefinieerd én er wordt slechts ten dele een oplossing geboden: er moet worden nagedacht hoe het vak moet worden gepresenteerd. Ook kan men volgens hem, net als in het geval van *De telduivel*, kinderen op jonge leeftijd al op een speelse manier in aanraking brengen met wiskunde.

We kunnen wiskundeangst zelfs nog eerder plaatsen. Onderzoekers beschouwen de ontwikkelingen in de negentiende eeuw, beginnend met de hervormingen van het Franse onderwijs tijdens de Franse Revolutie, als een succesverhaal. Er werden tal van nieuwe ontdekkingen gedaan. De wiskunde uit de achttiende eeuw werd uitgebreid en men verbeterde de wiskunde waar mogelijk. Ook werden er meer toepassingen van de wiskunde gevonden en bestaande toepassingen kon men beter beschrijven. Dit geldt ook voor de gebieden die traditioneel wat werden onderbelicht, zoals statistiek, actuariële wetenschappen, en engineering. Maar de meest opvallende verandering was misschien wel de hogere mate van abstractie die werd vereist. Gray (2004) schrijft:

[V]oor veel mensen in die tijd leek het inderdaad dat de wiskunde zich verwijderde van de werkelijkheid, in de richting van bijvoorbeeld werelden met een willekeurige dimensie, en in de gewoonte om intuïtieve concepten (krommen die elkaar raken, naburige punten, snelheid) te verdringen met een ondoorzichtige taal van wiskundige analyse die begripelijkheid inruilde voor strengheid.

In wiskundige tijdschriften zag men artikelen met verschillende strengheid in bewijzen. In elk geval maakt dit duidelijk dat er niet een vastomlijnd idee van een bewijs bestond. Toen, en nu nog steeds, komt het voor een deel aan op de beoordelaars, die de artikelen

nog eens nalopen en soms argumenten aangeven die missen, of die niet helemaal correct zijn. Maar dat impliceert niet dat dit een waterdicht systeem is en dat er ook nu nog, soms artikelen worden gepubliceerd die fouten bevatten of waarin argumenten ontbreken.

Wiskundigen uit de negentiende eeuw wisten heel goed dat wat zij deden enkel gedroomd kon worden door hun voorgangers. Als de wiskundigen uit de vorige eeuw gelijksoortige resultaten hadden gevonden, waren ze minder precies (zie ook *Veranderingen in de wiskunde, wiskunde die verandert*). Het kan niet ontkend worden dat de negentiende eeuw, met zijn vele ontdekkingen, die de basis heeft gelegd voor de huidige wiskunde, en de noodzaak voor abstractie, een succesverhaal kan worden genoemd. Maar, zoals Gray (2004) beschrijft, zit er ook een keerzijde aan die medaille, namelijk een zekere mate van angst, die boven kwam drijven omdat men zich bewuster werd van fouten die gemaakt konden worden. De angst die werd ontwikkeld is zeker niet in tegenspraak met het succesverhaal. Wat voorheen als bekend werd beschouwd, of voldoende aangetoond, kwam in de negentiende eeuw op losse schroeven te staan. Gray schrijft over het vervolg: 'wiskundigen begonnen aan een reis die niet zou eindigen in zekerheid, maar in uitputting, en een nieuwe voorzichtigheid over wat wiskunde is en biedt.'

Maar wat is wiskundeangst nu precies? Leerlingen en studenten die hier aan lijden zijn in het algemeen niet meer gespannen of angstiger types dan anderen. De angst die ze voelen bij wiskunde hoeft niet per se ook aanwezig te zijn bij andere vakken. De angst is uitsluitend bij wiskunde, ze voelen zich gespannen of angstig wanneer ze werken met getallen, formules of wanneer ze wiskundige problemen moeten oplossen. Het is duidelijk dat het ontwikkelen van zo'n angst het begin is van een neergaande spiraal. Het heeft direct invloed op de motivatie van desbetreffende leerling om wiskunde te leren, en hoe groter de angst die is ontwikkeld, des te groter de negatieve houding en emoties voor het vak. Dit is des te problematischer omdat tegen de tijd dat de leerlingen studenten worden, de houding die is gevormd redelijk stabiel is zodat de angst voor wiskunde blijft. Het gevolg is dat ze studies zullen ontwijken waarbij wiskunde belangrijk

is en dat ze niet snel wiskundevakken als bijvak zullen kiezen. Als er iets aan gedaan moet worden is het dus in het voortgezet onderwijs (of misschien al in het lager onderwijs).

Los van deze problemen, zijn de behaalde resultaten ook lager door de angst, leerlingen zijn minder vloeiend in wiskunde, waardoor de resultaten tegenvallen, wat weer direct invloed heeft op de houding ten aanzien van het vak.

Het begrip wiskundeangst is niet duidelijk gedefinieerd, het is meer een containerbegrip. Richardson en Suinn (1972) schrijven: 'Wiskundeangst betreft gevoelens van spanning en angst die inwerken op het manipuleren van getallen en het oplossen van wiskundige problemen in een breed scala van gewone en academische situaties.' Ashcraft (2002) definieert wiskundeangst als 'een gevoel van spanning, vrees of angst dat de wiskundige prestaties verstoort.' Het kan beschreven worden als het gevoel van angst dat je niet efficiënt kunt presteren in situaties waarbij wiskunde een rol speelt. Het wordt vaak geassocieerd met het vak wiskunde op school. Het wordt dan gezien als een emotioneel probleem, dat op komt zetten vlak voor of tijdens een wiskundetoets. Maar het kan ook daarbuiten optreden, bijvoorbeeld bij banen waarin veel met getallen moet worden gerekend, en het kan zich bijvoorbeeld uiten in het vooruitschuiven van rekeningen, het weigeren van het doen van belastingaangifte, en rood staan, omdat er weinig handigheid is met getallen. Vaak worden oorzaken toegeschreven aan een eerder moment waarop men faalde met rekenen of wiskunde, maar er zijn meerdere oorzaken mogelijk, bijvoorbeeld het type instructie in de klas, of ervaringen met docenten.

Wiskundeangst is zowel gerelateerd aan een algemene angst, als aan een angst voor toetsen en een angst voor wiskunde zelf. Dit is onder meer de uitkomst van een grote meta-analyse gebaseerd op 151 studies (Hembree, 1990), waaruit ook bleek dat wiskundeangst gerelateerd is aan zwak presteren in wiskunde. Wiskundeangst is ook niet voor iedereen hetzelfde, en er zijn verschillende maten waarin wiskundeangst optreedt.

Wiskundeangst is direct gerelateerd aan zelfeffectiviteit (Eng: *self-efficacy*), het vertrouwen in eigen bekwaamheid om

met succes verschillende taken binnen de wiskunde uit te voeren; het kunnen lezen van het wiskundeboek, het begrijpen van concepten, het oplossen van wiskundige vraagstukken en problemen aanpakken (May, 2009). Het is niet verwonderlijk dat dit vertrouwen gekoppeld is aan iemands motivatie. Iemand die sterk gelooft in eigen kunnen zal niet alleen makkelijker aan iets nieuws beginnen, maar zal ook langer volhouden als het even niet meezit. In het algemeen is de ontwikkeling van de zelfeffectiviteit nog niet helemaal begrepen, maar Bandura (1997) onderscheidt een viertal bronnen, waarvan men in het algemeen aanneemt dat ze belangrijk zijn: positieve ervaringen, plaatsvervangende ervaringen, sociale overreding en fysiologische toestanden. Wanneer het om wiskunde gaat, blijken vooral de eerdere positieve ervaringen een belangrijke rol te spelen (May, 2009):

Studenten baseren de meeste overtuigingen met betrekking tot hun vaardigheden op eerdere positieve ervaringen. Studenten die bijvoorbeeld eerder goede resultaten hebben behaald voor wiskunde, zullen hoogstwaarschijnlijk geloven dat ze het vermogen hebben om goede resultaten te halen voor wiskunde in de toekomst. Plaatsvervangende ervaringen hebben betrekking op het observeren van anderen die vergelijkbaar zijn met zichzelf en die succes hebben. Hoewel dit niet zo sterk bijdraagt aan zelfeffectiviteit als eerdere positieve ervaringen, zullen studenten meer vertrouwen in de wiskunde hebben als zij studenten zien die zij als gelijke beschouwen die slagen in de wiskunde. De laatste twee bronnen dragen het minst bij aan de zelfeffectiviteit van studenten: sociale overtuiging verwijst naar aanmoediging, zowel positief als negatief, van leeftijdgenoten, leraren en ouders. Fysiologische toestanden verwijzen naar de fysieke toestand van de student, zoals vermoeidheid, pijn of misselijkheid.

Volgens Bandura zijn studenten met een hoger niveau van zelfeffectiviteit meer gemotiveerd om te leren en zullen ze eerder doorzetten bij een uitdagende opdracht.

Wiskundeangst is dus een zeer complex probleem, waarbij ook het werkgeheugen een rol speelt (Ashcraft, 2002). Hembree concludeert in zijn metastudie dat leerlingen met positieve ervaringen in het reken- en wiskundeonderwijs minder last hebben van wiskundeangst, maar ook dat het mogelijk is wiskundeangst te overwinnen. Leerlingen die leden aan wiskundeangst, kunnen qua prestaties hetzelfde niveau bereiken als de leerlingen die er niet aan leden. Wiskundeangst is, net als angst voor toetsen, aangeleerd en is meer een gedragsmatig dan een cognitief probleem. Bovendien is wiskundeangst goed meetbaar en zelfs zichtbaar op MRI-scans.

Hersenonderzoek

Lyons en Beilock publiceerden in 2012 een artikel² over wiskundeangst gekoppeld aan hersenonderzoek. Ze maakten een onderscheid tussen proefpersonen met een hoge mate van wiskundeangst (HMA's, High levels of Math Anxiety), en mensen met weinig of geen wiskundeangst (LMA's, Low levels of Math Anxiety).

Aan het onderzoek hebben 28 mensen deelgenomen, 14 HMA's en 14 LMA's. Om te bepalen tot welke categorie de proefpersonen behoorden, werd hun gevraagd de SMARS-test te maken (Short Math Anxiety Rating-Scale). De gemiddelde score op de SMARS-test was 30,34. De HMA's die in het onderzoek participeerden, scoorden tussen de 38 en 76, met een gemiddelde van 49,56, en de LMA's scoorden tussen de 5 en 24, met een gemiddelde van 15,00.

Uit het onderzoek bleek dat voor HMA's geldt: hoe hoger de mate van wiskundeangst, des te meer activiteit werd gemeten bij fMRI-scans (functionele MRI, waarmee de plaats van hersenactiviteit kan worden bepaald) in de *dorso-posterior insula*, het gebied dat wordt geassocieerd met diepgewortelde detectie van bedreigingen, en het ervaren van pijn.

Het bijzondere van het onderzoek is tweeledig, namelijk dat wiskundeangst werkelijk pijn kan veroorzaken, en ten tweede, dat deze pijnrespons niet optreedt bij het doen van wiskunde, maar

vooraf. Om te bestuderen wat er vooraf gebeurt, werden 25 verschillende soorten wiskunde-gerelateerde situaties nagebootst. Deze varieerden van: lopen naar een wiskundelokaal, er werd een aantal wiskundige problemen gegeven die op papier moesten worden opgelost, het realiseren dat je een minimaal aantal uren wiskunde moest kiezen om te slagen, of het openen van een wiskunde- of statistiekboek op een pagina met daarop een aantal problemen.

Die activiteit die vooraf werd waargenomen, verdween weer bij het maken van een wiskundeopdracht. De onderzoekers geven hier een verklaring voor.

Zoals eerder vermeld, is wiskunde een recente culturele uitvinding, dus het lijkt onwaarschijnlijk dat voor evolutionaire selectie is gekozen voor pijnresponsen die specifiek zijn voor wiskunde. Dit betekent dat elke waargenomen relatie tussen wiskundeangst en pijn waarschijnlijk meer afhankelijk is van iemands gevoelens en zorgen over wiskunde (d.w.z. hun psychologische interpretatie of anticipatie op de gebeurtenis) dan iets dat inherent is aan de wiskundige taak zelf.

In een eerder onderzoek³ werd ook fMRI ingezet. Het blijkt dat niet alle HMA's even slecht presteren in wiskunde, maar dat er sprake is van een zekere mate van variatie. Deze variatie kan worden gebruikt om de redenen te leren begrijpen voor de negatieve relatie tussen wiskundeangst en wiskundecompetentie, en om te zien hoe dit kan worden verbeterd. Weer werden een groep HMA's en LMA's onderscheiden met behulp van de SMARS-test. Alle participanten kregen twee taken: een mentale rekenkundige taak en een woordprobleem van soortgelijke moeilijkheid. Om de anticipatie op een wiskundetaak en de taak zelf te onderscheiden werd vooraf een gekleurde vorm uitgedeeld zodat de participanten wisten welke taak ze gingen doen. HMA's scoorden bij de wiskundetaak veel lager dan bij de woordtaak, wat niet het geval was bij LMA's. Maar niet alle HMA's scoorden even slecht, en nog interessanter, deze tekorten (*math errors minus word errors*) waren niet gerelateerd aan het zelf gerapporteerde niveau van wiskundeangst.