

Empirische Sonderpädagogik, 2019, Nr. 1, S. 3-30
ISSN 1869-4845 (Print) · ISSN 1869-4934 (Internet)

State- und Trait-Mathematikängste – hemmende Prädiktoren mathematischer Leistungsfähigkeit?

Lars Orbach¹, Moritz Herzog^{1,2} & Annemarie Fritz^{1,2}

¹ *Lehr- und Forschungsambulanz FoBu, Institut für Psychologie, Universität Duisburg – Essen, Deutschland*

² *Institute for Childhood Education, University of Johannesburg, South Africa*

Zusammenfassung

Die Studie erforscht Mathematikängste (MÄ) im Übergang von der Primar- in die Sekundarstufe. Gegenwärtig liegen inkonsistente Forschungsbefunde für diese Schuljahre vor, was hauptsächlich auf differente Begriffsdefinitionen und Operationalisierungen der Mathematikangst (MA) zurückzuführen ist. Mit dem Anliegen, einen Beitrag zur Begriffsklärung zu leisten und den Zusammenhang zwischen Mathematikangst und Mathematikleistung (ML) aufzuklären, wurde das State-Trait-Modell für MA adaptiert. State-MA (s-MA) ist eine zeitlich begrenzte und situationsgebundene Angstreaktion angesichts mathematischer Situationen, die mit einer Erregung des vegetativen Nervensystems einhergeht. Trait-MA (t-MA) ist ein relativ überdauerndes Persönlichkeitsmerkmal, durch das ein Individuum eine Vielzahl an mathematischen Situationen als bedrohlich einschätzt. In dieser Studie wurden t-MA (MAQ 4-5), s-MA (KAT-III), Leistungsängste (PHOKI), Einstellungen zu Mathematik, Selbsteinschätzung mathematischer Fertigkeiten (jeweils MAQ 4-5), mathematische Leistungen (Basistest mathematischer Fertigkeiten) und der IQ (CFT 20-R) bei 1179 Kindern (48.6% Mädchen) der 4. und 5. Klasse erhoben. Von den teilnehmenden Kindern gaben ca. 28% s-MA mit unterschiedlichen Schweregraden an. Einige von diesen Kindern (ca. 7% aller Kinder) zeigten auch mathematikängstliche Persönlichkeitsmerkmale (t-MA) oder auffällige Persönlichkeitsmerkmale unterhalb des Cut-Off (ca. 18% aller Kinder). Es konnte ein negativer Zusammenhang zwischen s-MA und ML – auch unter Kontrolle der Leistungsangst – ermittelt werden, der bei Kindern mit unter-, über- und durchschnittlichem IQ gleichermaßen vorlag. Kinder mit beiden MA-Formen erzielten deutlich schlechtere ML als Kinder mit nur t-MA oder keinen MÄ. In einer multiplen Regressionsanalyse wurden als nicht-kognitive Prädiktoren der ML die s-MA (negativer Einfluss) und die Selbsteinschätzung mathematischer Fertigkeiten (positiver Einfluss) ermittelt. T-MA war ein schwach signifikanter Prädiktor (positiver Einfluss). Die Ergebnisse verdeutlichen die Komplexität des Zusammenhangs zwischen MA und ML. Bereits in der Primarstufe sind MÄ ein hemmender Prädiktor mathematischer Leistungsfähigkeit, der bei Kindern aller kognitiver Leistungsniveaus auftritt. Besonders Kinder mit mathematischen Zustandsängsten und mathematikängstlichen Persönlichkeitsmerkmalen sind weitreichend beeinträchtigt. Zur Identifikation von MÄ ist daher eine Differenzierung von State- und Trait-Komponente zielführend. Generell bietet das State-Trait-Modell einen Erklärungsansatz für den widersprüchlichen Forschungsstand im Kindesalter und könnte weitergehende Forschungen veranlassen.

Schlüsselwörter: Mathematikangst, Angst, Grundschulkind, Lern- und Leistungsstörungen, klinische Diagnostik

State- and Trait-Math Anxiety – performance-inhibiting predictors of math achievement?

Abstract

The study investigates performance-inhibiting effects of math anxiety (MA) in children. The definition of MA varies extensively in scientific publications. Besides narrow definition criteria, extended views of MA can be observed. As a result, different operationalisations are used. The present research aims at contributing to the definition of terms. For this purpose, questionnaires on the basis of the psychological state-trait-anxiety model were applied, so that MA is distinguished between situation-related anxiety reaction (state-MA) and math anxiety personality trait (trait-MA). Trait-MA, state-MA, self-ratings of math skills, attitudes towards mathematics, math achievement, social-, test-anxiety, learning motivation and intelligence of 1,179 students (48% girls) from grades 4 and 5 were assessed. Twenty-eight percentage of all children experienced state-MA. Some of these children (nearly 7% of total) had a combined MA-type (state- and trait-MA). A negative correlation between state-MA and math achievement could be observed, even when controlling for test- and social anxiety traits. Children with the combined MA-type exhibit poorer performances than children without MA. But some children with only trait-MA showed good performances. These findings underline the complexity of the relationship between MA and math performance. Good performances appear when only trait-MA exists, due to higher learning motivation and high abilities. State-MA and the combined type have inhibiting effects. The findings emphasize the benefit of the state-trait-anxiety model for research on MA. The differentiation seems to be one reason for inconsistent research status and might initiate further investigation.

Keywords: Mathematics anxiety, anxiety, primary school children, learning and performance impairments, clinical diagnostics

Kaum ein Schulfach löst so starke Gefühle aus wie das Fach Mathematik. Viele Schulkinder klagen über Ängste vor dem Mathematikunterricht oder sind Tage vor einer Klassenarbeit in Mathematik angespannt, berichten von Schlafproblemen oder Bauchschmerzen (OECD, 2013). Es ist offensichtlich, dass affektive und motivationale Bedingungen (Faktoren) das schulische Lernen beeinflussen (Hattie, 2009). Für das Schulfach Mathematik scheint dies in besonderem Ausmaß zu gelten. So schwanken Angaben zur Vorkommenshäufigkeit von Ängsten in mathematischen Situationen von wenigen Prozentpunkten bis zu einer Mehrzahl von über 60 Prozent. Wie stark diese Ängste die mathematische Leistungsfähigkeit beeinflussen, darüber existieren für das Grundschulalter kaum empirische Studien (Dowker, Sarkar, & Looi, 2016).

Bereits seit Mitte des 20. Jahrhundert wird Mathematikangst mit Leistungsschwächen in Mathematik in Verbindung gebracht. Belegt wurde dieser Zusammenhang vor allem für das junge und mittlere Erwachsenenalter (Hembree, 1990), wohingegen sich der gegenwärtige Forschungsstand für die Primar- und Sekundarstufe I sehr widersprüchlich darstellt. Während in einigen Studien negative Zusammenhänge zwischen Mathematikangst und Mathematikleistung festgestellt wurden, sind andere Forschergruppen der Ansicht, dass sich eine negative Beeinflussung erst im Verlauf der Sekundarstufe manifestiert. Als Gründe für diese inkonsistenten Befunde können uneinheitliche Begriffsbestimmungen und Operationalisierungen der Mathematikangst angenommen werden, die auch in den differenten Angaben zur Vorkommens-

häufigkeit ihren Ausdruck finden. In der Forschungsliteratur finden sich unterschiedliche Definitionskriterien, die auf eine eher enge oder weite Begriffsauslegung hinweisen (Orbach, Herzog, & Fritz, 2019).

Die vorliegende Forschungsarbeit möchte einen Beitrag zur notwendigen Begriffsklärung leisten und den diskrepanten Forschungsstand aufklären. Es sollen die zentralen Fragestellungen zur Vorkommenshäufigkeit von Mathematikängsten sowie zum Zusammenhang zwischen Mathematikangst und Mathematikleistung im Übergang zwischen Primar- und Sekundarstufe beantwortet werden. Hierfür wurde das State-Trait-Modell der Affektivität für Mathematikängste adaptiert.

Was ist Mathematikangst?

Die Emotion Angst hat eine zentrale Funktion für den Menschen. Sie warnt ihn davor, sich Gefahren auszusetzen und hat daher eine Schutz- und Überlebensfunktion. In kurzer Zeit registriert ein Mensch bedrohliche Reize, sodass durch die darauffolgende Erregung des vegetativen Nervensystems eine Angstreaktion ausgelöst wird. Während dieser Angstreaktion werden vorherige Handlungsabläufe unterbrochen und der Aufmerksamkeitsfokus auf die als bedrohlich wahrgenommenen Reize gerichtet (Williams Watts, MacLeod, & Mathews, 1997). Meistens flieht der Mensch aus der bedrohlichen Situation und meidet diese zukünftig, da er sie weiterhin als bedrohlich einstuft (Izard, 1977; Plutchik, 1980). Im Verlauf der Entwicklung sind Kinder und Jugendliche mit unterschiedlichen Situationen konfrontiert, die ihnen Angst bereiten können (Marks, 1987; Scarr, 1999). In manchen Altersbereichen sind Kinder gefährdeter, Ängste vor bestimmten Situationen zu entwickeln. So leiden Kinder im Grundschulalter häufiger unter Ängsten vor schulspezifischen Situationen (Scarr, 1999). Mathematik kann eine solche angstausslösende Situation sein.

Obwohl die Mathematikangst (MA) bereits eine längere Forschungstradition besitzt, werden in der Fachliteratur bis heute uneinheitliche Definitionen verwendet. Dies drückt sich in unterschiedlichen Testverfahren, berichteten Prävalenzen oder widersprüchlichen Erkenntnissen zum Wirkzusammenhang zwischen MA und mathematischen Leistungen aus. Neben der Verwendung von engen Definitionskriterien sind oft sehr weite Auffassungen von MA vertreten. Wird nach einem sehr allgemeinen Sorgenerleben bezüglich des Fachs Mathematik gefragt, wie in der Schulvergleichsstudie PISA (OECD, 2013), ist die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler (SuS) von MA betroffen. Orientiert man sich hingegen an einer engen Definition, die eher den Kriterien eines klinischen Störungsbildes entspricht, gelten weitaus weniger SuS als mathematikängstlich (vgl. Orbach, Herzog, & Fritz, 2019). Diese eher klinische Definition geht von ungewöhnlich stark ausgeprägten und situationsinadäquaten MA-Reaktionen auf kognitiver (Sorgenerleben, Selbsteinschätzung, Einstellungen), affektiver (Dysphorie) und physiologischer Ebene (z.B. erhöhte Herzfrequenz, Atembeschwerden, Schwindel, Bauchschmerzen) aus, die im späteren Verlauf ein deutliches Vermeidungsverhalten hervorrufen (Remschmidt, Schmidt, & Poustka, 2012). Bedeutend für diese klinische Klassifikation ist, dass sich die Symptome auf mathematische Situationen oder Gedanken beschränken.

In der Literatur wird häufig auf die Definition von Richardson und Suinn (1972, S.551) Bezug genommen, in der MA als „feeling of tension and anxiety that interferes with the manipulation of numbers and the solving of mathematical problems in a wide variety of ordinary life and academic situations“ beschrieben wird. Als Kriterium von MA wird hier der Bereich der Arithmetik genannt. Diese Aussage wird auch durch neuere Forschungsbefunde bestätigt, denen zufolge sich MA vornehmlich auf Mathematikleistungen im Bereich der Arithmetik und weniger auf andere Kompetenzberei-

che wie das geometrische Schlussfolgern auswirken (Ashcraft & Moore, 2009). Ein weiteres Kriterium zielt darauf ab, dass mathematikängstliche Menschen nicht nur in schulischen Situationen von ihrer Symptomatik betroffen sind, sondern während mathematischer Anforderungen in allen Lebensbereichen. Das Bezahlen am Kiosk kann in gleicher Weise angstauslösend sein wie eine Klausuraufgabe. Dennoch reichen die hier angeführten Kriterien nicht aus, das Problem präzise zu definieren und abzugrenzen. Die Definition von Richardson und Suinn bietet keine eindeutigen Kriterien für MA und kann ‚weit‘ oder ‚eng‘ ausgelegt werden.

Bis zum heutigen Tag wird MA nicht als psychiatrische Störung im ICD-10 und DSM-V klassifiziert, jedoch entspricht das Erscheinungsbild einer spezifischen Phobie (Faust, 1992; s.o. klinische Klassifikation). Im Sinne einer engen klinischen Definition muss MA als eigenständiges Störungsbild betrachtet werden. Hierfür liegen mittlerweile einige Forschungserkenntnisse vor, die spezifische Verursachungsfaktoren nachwiesen (Hembree, 1990; Baloglu, 1999; Hopko, Mahadevan, Bare, & Bunt, 2003; Kazelskis et al., 2000). Im Vordergrund stehen Umweltfaktoren, genetischen Dispositionen kommt nur ein moderater Einfluss zu (Malanchini et al., 2017). Insgesamt entspricht die Größe genetischer Einflüsse der anderer Angststörungen, wie etwa bei sozialer Phobie oder generalisierter Angststörung. Aus diesem Grund nimmt die schulische Lernumgebung eine bedeutsame Rolle bei der Entstehung von MA ein. Als mögliche Risikofaktoren im schulischen Umfeld werden das Lehrerverhalten im Unterricht (z.B. Rückmeldungen an das Schulkind) oder die eigene MA der Lehrkraft diskutiert (Ashcraft & Moore, 2009; Beilock & Willingham, 2014).

Grundlegend für das Verständnis von Angststörungen ist die auf Cattell (1965) und Spielberger (1972) zurückgehende Unterscheidung zwischen Angst als Zustand (state) und Angst als Persönlichkeitsmerk-

mal (trait). In der direkten Konfrontation mit einer angstauslösenden Situation empfinden Menschen ein Gefühl von Spannung, Nervosität und Bedrohung. Diese zeitlich begrenzte und situationsgebundene Angstreaktion ist mit einem erhöhten Erregungszustand des vegetativen Nervensystems verbunden. Sie wird als Zustandsangst bezeichnet. Wenn ein Individuum eine erhöhte Angstbereitschaft besitzt und in vielen Situationen mit ausgeprägten state-Ängsten reagiert, liegt ein erworbenes und zeitstabiles Persönlichkeitsmerkmal vor. In diesem Fall empfindet das Individuum eine Vielzahl an Situationen als bedrohlich. Es ist anzunehmen, dass die Häufigkeit und die Intensität von state-Ängsten die Entwicklung von trait-Ängsten beeinflusst sowie kognitive Grundannahmen auf state-Ängste einwirken (Zeidner & Matthews, 2011). Das State-Trait-Angstmodell steht in der Tradition von kognitiven Appraisal-Theorien, wie der transaktionalen Stresstheorie von Lazarus (2001). Demzufolge wird die Entstehung von state-Ängsten als ein subjektiver Bewertungsprozess verstanden, bei dem das Individuum die Situation und die eigenen Bewältigungsressourcen unter Berücksichtigung eigener Handlungsziele einschätzt (Spielberger, 1972). Emotionen sind die Folge kognitiver Bewertungen (appraisals) von Situationen.

Nach Lazarus (2001) gliedert sich der kognitive Bewertungsprozess in zwei Appraisals. In einem primären Appraisal wird die Situation hinsichtlich der persönlichen Bedeutung für das Individuum bewertet. Stellt die Situation für das Individuum eine Bedrohung, eine Herausforderung dar oder begegnet das Individuum dieser mit Gleichgültigkeit? Sollte ein Individuum eine Situation als eine Herausforderung oder unbedeutend einschätzen, wird keine Angst empfunden, während eine als bedrohlich eingestufte Situation das sekundäre Appraisal erforderlich macht. Das zweite Appraisal bewertet, ob genügend persönliche Ressourcen und situative Bewältigungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen, um die Si-

tuation positiv zu bewältigen. Eine Angstreaktion kommt zustande, wenn das Individuum eine kognitive Bewertung vornimmt, die eine Situation als bedrohlich einstuft. Dieser Prozess ist von der trait-Angst beeinflusst. So wird ein Mensch mit ausgeprägten trait-Ängsten eine Situation mit hoher Wahrscheinlichkeit als bedrohlich bewerten und eine erhöhte Intensität der state-Angst empfinden. Hierbei ist die Angst vor Fehlern (fear for failure) von wesentlicher Bedeutung. Sie wird als ein Bestandteil der trait-Angst angesehen, da Misserfolg, im Sinne einer negativen Bewertung eigener Fertigkeiten, eine Bedrohung für den Selbstwert darstellt (Spielberger, 1972; Atkinson, 1964). Angst vor Fehlern ist eine zeitstabile, dispositionelle Seite der Emotion Angst (Heckhausen & Heckhausen, 2010).

Das State-Trait-Modell der Mathematikangst

Obwohl das State-Trait-Modell in der Forschung zu Mathematikängsten (MÄ) kaum Verwendung fand, ist das Modell auf bisherige Begriffskonzeptionen der MA anwendbar. In der Forschung wird zwischen der *Angst in mathematischen Situationen* und der *Furcht vor Misserfolg in Mathematik* differenziert (Sorvo et al., 2017). Die *Angst in mathematischen Situationen* kann als state-Form der MA (Mathematik-Zustandsangst) und die *Furcht vor Misserfolg* als trait-Form der MA (MA als Persönlichkeitsmerkmal) verstanden werden. In Anbetracht einer mathematischen Situation antizipieren Menschen die subjektive Bedeutung der Situation sowie die individuellen und situativen Bewältigungsmöglichkeiten. Diesbezüglich haben generalisierte Grundüberzeugungen eine wichtige Funktion. Ein Kind, das überzeugt ist, keine oder kaum Fertigkeiten in Mathematik (Selbsteinschätzung mathematischer Fertigkeiten) zu besitzen, ist gefährdeter MA zu empfinden, da es die Situation als weniger kontrollierbar wahrnimmt (Frenzel, Götz & Pekrun, 2007, 2008). Wenn das Kind ferner dem Misserfolg in der

mathematischen Situation eine hohe Bedeutung beimisst (Einstellung zu Mathematik), sind die Bedingungen zur Entstehung einer MA gegeben (Abbildung 1).

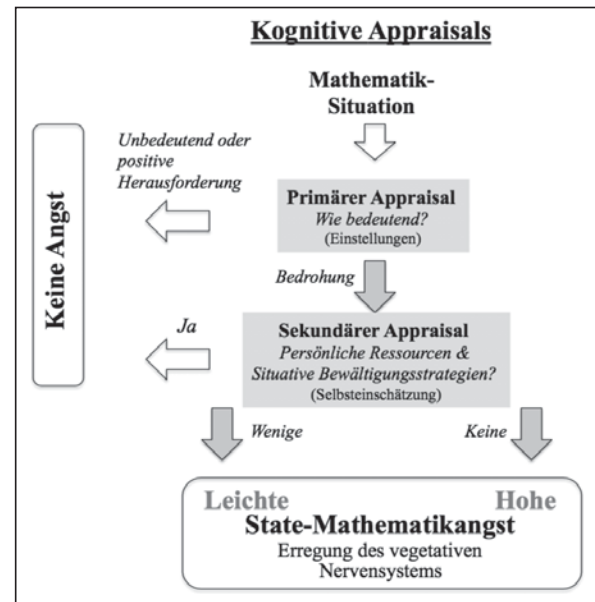


Abbildung 1: Kognitive Appraisals der Mathematikangst.

Die Begriffsdefinitionen von Angst in mathematischen Situationen und Angst vor Misserfolg in Mathematik spiegeln sich in zwei differenten Formen der MA-Operationalisierung wider (vgl. Orbach et al., 2019). Durch die Operationalisierung der *Furcht vor Misserfolg* in Mathematik wird die zeitstabile, dispositionale Seite der MA (trait-MA) erhoben, während die Frage nach dem Angsterleben in einer mathematischen Situation die state-Komponente der MA fokussiert.

An dieser Stelle muss auf die Besonderheit der Fragestellungen zur state-Komponente hingewiesen werden. Viele Inventare erheben die state-Angst nicht in einer aktuellen Situation, sondern erfragen, wie sich Kinder in einer bestimmten mathematischen Situation fühlen würden. Dies ist ein relevanter Unterschied, da solche Fragetypen keine direkte Erfragung aktueller Emotionszustände darstellen und die Gefahr von Erinnerungsverfälschungen besitzen.

Menschen greifen zur Beantwortung von retrospektiven oder hypothetischen Fragen selten auf Informationen aus ihrem episodischen Gedächtnis zurück, vielmehr sind sie von situationsspezifischen Überzeugungen und dem eigenen Selbstkonzept geleitet. Dementsprechend nutzen Kinder ihr semantisch-emotionales Wissen, wodurch das Antwortverhalten von ihren subjektiven Grundüberzeugungen beeinflusst wird (Robinson & Clore, 2002). Bestandteil dieser subjektiven Grundüberzeugungen sind wiederum die Selbsteinschätzung eigener Fertigkeiten (sekundärer appraisal) und Einstellungen (primärer appraisal). Fragebögen zu Ängsten in mathematischen Situationen sind daher keine „reinen“ state-Angst Inventare, sondern ein Mischtypus aus trait- und state-Angstkomponenten. Dieser Sachverhalt verdeutlicht, dass die Ermittlung von state-Ängsten in der potentiell angstaustösenden Situation (z.B. einem Mathematiktest) stattfinden sollte. Zurzeit wird in der Literatur keine solche Unterscheidung vorgenommen, weshalb höchst unterschiedliche Angaben zur Vorkommenshäufigkeit vorzufinden sind.

Zusammenfassend kann MA als eine situationspezifisch erworbene Reaktion auf mathematische Situationen definiert werden, die vermehrt bei Personen mit ungünstigen Voranlagen (Genetik oder längerfristige Lernerfahrung, wie das Modelllernen an einem mathematikängstlichen Elternteil oder einer mathematikängstlichen Lehrkraft, ungünstiges Lehrerfeedback) auftreten (Ashcraft & Moore, 2009; Beilock & Willingham, 2014; Maloney, Ramirez, Gunderson, Levine, & Beilock, 2015). Diese Personen werden mathematische Situationen häufiger als bedrohlich und ihre eigenen Ressourcen zur Bewältigung der Situation als gering einschätzen. Demgemäß liegen relativ überdauernde kognitive Grundannahmen (trait-MA) vor, die zu vermehrten Angstreaktionen (mit einhergehender Erregung des vegetativen Nervensystems) in der Antizipation von mathematischen Reizen (state-MA) führen (Abbildung 2).

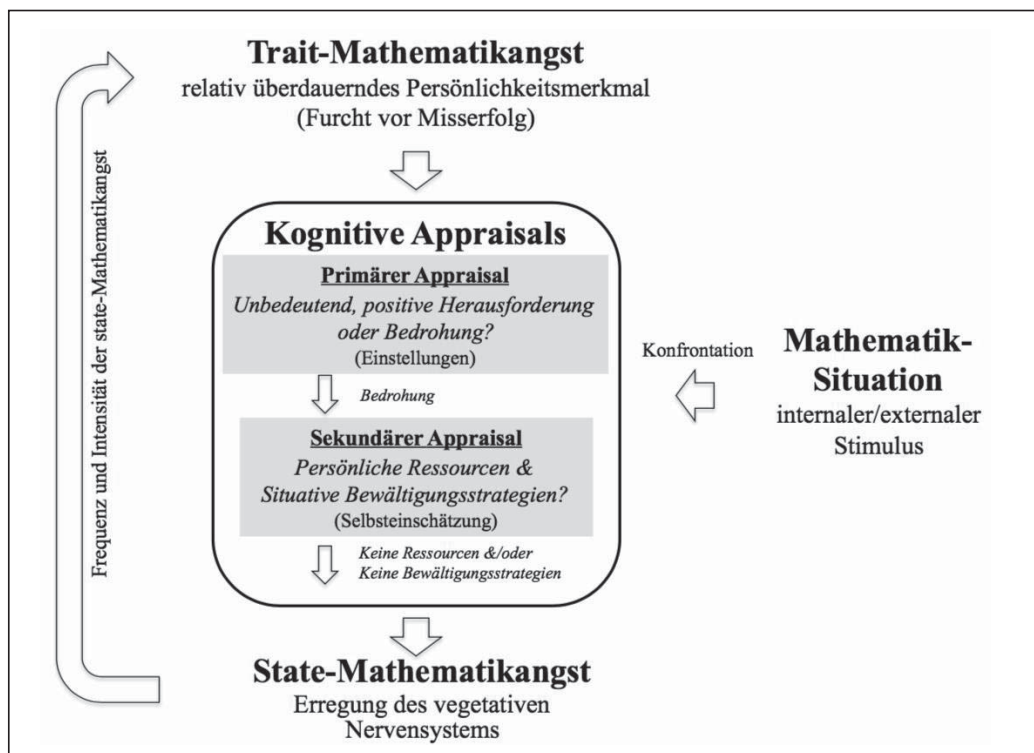


Abbildung 2: Das state-trait-Modell der Mathematikangst.

Zusammenhang zwischen Mathematikangst und Mathematikleistung im Übergang von Primar- in die Sekundarstufe

Bereits zu Beginn der Schullaufbahn sind MÄ bei Kindern zu beobachten (Thomas & Dowker, 2000; Krinzinger et al., 2007; Wu, Barth, Amin, Malcarne, & Menon, 2012). Gleichwohl derzeit keine eindeutigen Forschungsergebnisse vorliegen, wird diskutiert, dass MÄ mit zunehmendem Alter häufiger auftreten (Dowker, 2005; Dowker, Bennet, & Smith, 2012). Es sprechen einige Gründe für eine Zunahme. In der Fachliteratur werden als mögliche Ursachen die allgemeine Verschlechterung der Einstellungen zu Mathematik in der Sekundarstufe, die Zunahme an Angsterkrankungen im Jugendalter, höhere schulische Anforderungen und soziale Geschlechtsstereotypen angeführt (Dowker et al., 2016; Mata, Monteiro & Peixoto, 2012).

Seit Beginn der Erforschung von MÄ liegt ein Augenmerk auf leistungshemmenden Effekten, die durch die Angstsymptomatik verursacht werden. Vorliegende Studien wurden vor allem mit Erwachsenen durchgeführt (Hembree, 1990). Für das Erwachsenenalter ist ein negativer Einfluss von MA auf die Mathematikleistung (ML) nachgewiesen (Ashcraft, Kraus & Hopko, 2007; Hembree, 1990). MA hat kurz- und langfristig negative Auswirkungen auf das Erlernen mathematischer Fertigkeiten und das Anwenden dieser, die unter Leistungsdruck und mit höherem Schwierigkeitsgrad zunehmen (Ashcraft & Moore, 2009; Vukovic, Kieffer, Bailey, & Harari, 2013). In den Metastudien von Ma (1999) und Hembree (1990) wurden moderate Korrelationen von $r = -.27$ bis $-.34$ zwischen standardisierten Mathematiktests und der Angstaussprägung ermittelt. Diese Zusammenhänge sind vergleichbar mit dem Zusammenhang zwischen Leistungsangst und Schulleistung, der sich auf $r = -.30$ bemisst (Hembree, 1988).

Aufgrund langer Zeit ungeeigneter und nicht vergleichbarer Instrumente zur Erfas-

sung von MÄ im Kindesalter sowie selten repräsentativen Stichproben ist der Forschungsstand im Kindesalter äußerst inkonsistent. Einige Studien berichten negative Zusammenhänge für Sekundarstufenschüler, wohingegen für die Primarstufe widersprüchliche Befunde existieren. Da manche Forschungsarbeiten keinen negativen Zusammenhang erfassen konnten (Thomas & Dowker, 2000; Krinzinger et al., 2007; Krinzinger, Kaufmann, & Willmes, 2009; Haase et al. 2012; Hill et al., 2016), führte dies zu der Vermutung, dass leistungshemmende Effekte erst im Verlauf der Sekundarstufe auftreten (Dowker, 2005). Allerdings stellten andere Forschergruppen fest, dass MA bereits in der Primarstufe negativ auf ML einwirkt. Die erhobenen Korrelationen liegen zwischen $r = -.19$ und $r = -.35$ (Punaro & Reeve, 2012; Vukovic et al., 2013; Harari, Vukovic, & Bailey, 2013; Kohn et al., 2013; Ramirez et al., 2013, 2016; Ganley & McGraw, 2016; Cargnelutti, Tomasetto & Passolunghi, 2017; Caviola, Primi, Chiesi & Mammarella, 2017). Ursächlich für die disparaten Forschungsergebnisse sind womöglich unterschiedliche Begriffsdefinitionen und Erhebungsinstrumente. So konnten Sorvo et al. (2017) feststellen, dass Inventare mit hypothetischen Fragen zu *Angst in mathematischen Situationen* einen negativen Zusammenhang ermittelten, wohingegen Inventare mit Fragen zur *Furcht vor Misserfolg in Mathematik* keinen Zusammenhang beobachteten.

Dass alle Kinder gleichermaßen von leistungshemmenden Effekten betroffen sind, ist diskutabel. Bei der Suche nach Einflussfaktoren konnten beispielsweise Unterschiede in Abhängigkeit von Arbeitsgedächtniskapazitäten gefunden werden (Ramirez et al., 2013, 2016; Mattarella-Micke et al., 2011). Hier zeigten nur Kinder mit hohen Arbeitsgedächtniskapazitäten einen negativen Zusammenhang. Hinsichtlich Intelligenz und MA wird bislang kein systematischer Zusammenhang angenommen. In der Metastudie von Hembree (1990) konnte ein schwacher Zusammenhang re-

gistriert werden, der bei der Nichtberücksichtigung von quantitativen Items im Intelligenztest nahe Null lag.

Warum kommt es zu leistungshemmenden Effekten?

Leistungseinbußen durch MÄ werden durch das Vermeidungsverhalten der betroffenen Menschen und eine defizitäre Aufmerksamkeitskontrolle bei der Bearbeitung von Mathematikaufgaben begründet. Ein Kind, das häufig Misserfolg und Angst in mathematischen Situationen erlebt, meidet Situationen, in denen es mit mathematischen Problemen konfrontiert wird. Hierzu zählen auch die Hausaufgabensituation oder das Üben von Mathematikaufgaben. Auf diese Weise entzieht sich das Kind der Möglichkeit, mathematische Fertigkeiten zu erwerben, und es verfestigen sich Lernrückstände (Ashcraft & Moore, 2009). Langfristig wählen Jugendliche und Erwachsene mit MA auf ihrem Bildungsweg seltener Kurse, die mathematische Fertigkeiten erfordern, und haben ein geringeres Interesse an wissenschaftlichen Karrieren (Hembree, 1990; LeFevre, Kulak, & Heymans, 1990; Brown, Brown, & Bibby, 2008). Hierdurch werden nur mathematische Fertigkeiten erworben, die der Grundlagenunterricht vermittelt. Auch wird angenommen, dass sich das Vermeidungsverhalten im alltäglichen Unterricht durch eine schlechtere Aufmerksamkeit, geringere Mitarbeit und in einem flüchtigeren Lernverhalten zeigt (Ashcraft & Moore, 2009). Während der Bearbeitung einer Mathematikaufgabe manifestiert sich das Vermeidungsverhalten von mathematikängstlichen Menschen in einer schnellen Bearbeitungsgeschwindigkeit und hohen Fehlerrate (Ashcraft & Faust, 1994).

Das Vermeidungsverhalten kann mithilfe neurowissenschaftlicher Forschungserkenntnisse erklärt werden. Schon Grundschulkinder mit MA haben bei der Bearbeitung mathematischer Aufgaben eine höhere Aktivität der rechten Amygdala, die eine wichtige Bedeutung bei Prozessen der

Angstkonditionierung besitzt, und eine geringe Aktivität in einem Areal des präfrontalen Cortex, der mit kognitiver Kontrolle assoziiert wird (Young, Wu, & Menon, 2012). Situationen mit mathematischen Problemstellungen bewirken bei mathematikängstlichen Menschen neuronale Aktivitätsmuster, die im Zusammenhang mit dem Angst- und Schmerzempfinden stehen (Lyon & Beilock, 2012; Suárez-Pellicioni, Núñez-Peña & Colomé, 2013; Klados, Pandria, Micheloyannis, Margulies, Bamidis, 2017). Darüber hinaus erschwert MA das erfolgreiche Ausführen von Problemlösungsprozessen, da eine aktive Aufmerksamkeitskontrolle (Fokussierung, Inhibition) im präfrontalen Cortex behindert wird (Sarker, Dowker, Cohen Kadosh, 2014).

Letztendlich wird durch das Angsterleben der Aufmerksamkeitsfokus auf bedrohungsrelevante Reize und weniger auf die zeitgleiche Aufgabenbearbeitung gelegt. Bedrohliche Reize können intrusive Sorgen Gedanken („Ich schaffe das nicht“, „Das wird wieder eine 5“, „Ich bin so dumm“) oder externale Ablenkerreize (z.B. das Ticken des Uhrzeigers) sein, die bedrohlich, aber aufgabenirrelevant sind. Das Sorgen erleben blockiert Ressourcen des limitierten Arbeitsgedächtnisses, die der eigentlichen Aufgabenbearbeitung vorenthalten bleiben (Eysenck, Derakshan, Santos, & Calvo, 2007). Die Aufmerksamkeitskontrolle ist eine der grundlegenden Aufgaben des Arbeitsgedächtnisses (Miyake, Friedmann, Emerson, Witzki, & Howerter, 2000). Hier hat das Subsystem der Zentralen Exekutive eine relevante Funktion, indem es Reize hinsichtlich der Aufgabenrelevanz kodiert (updating), Handlungsimpulse hemmt (inhibition) und die Aufmerksamkeit innerhalb der Aufgaben sowie zwischen Aufgaben verschiebt (shifting). Menschen mit MA können den Aufmerksamkeitsfokus schlechter von ihrem Sorgen erleben lenken und sind besonders bei Aufgaben von Leistungseinbußen betroffen, welche die Exekutiven Funktionen beanspruchen (Ashcraft & Kirk, 2001). Während der Bearbeitung einer Ma-

thematikaufgabe können sie Ablenkerreize kaum inhibieren, sodass ihre Leistung bei einer Zunahme von Ablenkerreizen stärker beeinträchtigt wird (Hopko, Ashcraft, Gute, Ruggiero & Lewis, 1998). Sollten die Ablenkerreize einen Mathematikbezug besitzen, erzielen mathematikängstliche Personen deutlich schlechtere Leistungen als bei der Konfrontation mit neutralen Ablenkern (Suárez-Pellicioni, Núñez-Peña & Colomé, 2015).

Forschungsfragen

Im Kindesalter konnten leistungshemmende Effekte durch MA bisher nicht hinreichend nachgewiesen werden. Die vorliegende Studie möchte die grundlegenden Fragen zur Auftrittshäufigkeit von MA sowie den Zusammenhang zwischen MA und ML für den Übergang zwischen Primar- und Sekundarstufe beantworten. Hierfür wurde das State-Trait-Modell der Affektivität für MA adaptiert und operationalisiert. Erfasst wurden trait-MA (t-MA), state-MA (s-MA), Selbsteinschätzung mathematischer Fertigkeiten, Einstellungen zu Mathematik, Leistungsangst, ML und IQ an vierten und verschiedenen Schulformen der fünften Klasse.

Als erste Forschungsfrage soll beantwortet werden, ob bereits in der Primarstufe verschiedene MA-Formen auftreten und falls ja, in welcher Häufigkeit diese (s-MA oder t-MA, beide s-MA und t-MA) vorliegen. Die zweite Forschungsfrage befasst sich mit dem Zusammenhang zwischen MA und ML. Inwiefern wird die ML von spezifischen MA-Formen (t-MA, s-MA, beide MA-Formen) beeinflusst? Die Hypothese ist, dass die state-Komponente im Vergleich zur t-MA einen größeren Einfluss auf die ML nimmt und dieser Zusammenhang nicht durch Leistungsängste zu erklären ist. Nachdem sich die Arbeit mit MÄ und dem Zusammenhang zur mathematischen Leistungsfähigkeit zuwandte, möchte die Studie Kinder mit Rechenschwierigkeiten näher betrachten. Es soll geprüft werden, welche Angstaussprägung Kinder mit Rechen-

schwierigkeiten besitzen (Forschungsfrage 3). Hieran anschließend soll die vierte Forschungsfrage die Prädiktoren der ML identifizieren. Im Sinne des Appraisal-Modells sollten – neben MÄ – die Selbsteinschätzungen mathematischer Fertigkeiten und der Intelligenzquotient (Beeinflussung des sekundären Appraisals aufgrund von wahrgenommenen geringeren Bewältigungsressourcen) jeweils einen prädiktiven Einfluss auf ML besitzen.

Methodik

Stichprobe

An der Studie nahmen insgesamt 1179 SuS (48.1% Mädchen) der 4. und 5. Klasse von 19 Schulen aus dem Ruhrgebiet und dessen Umland teil (Tabelle 1). An 13 Schulen konnte die gesamte Jahrgangsstufe erhoben werden. Das durchschnittliche Alter betrug 133.5 Monate ($SD = 9.17$; Range 102-170). Alle Kinder besuchten Regelschulen. Inklusionskinder wurden in der Studie nicht berücksichtigt. Die Daten wurden an drei Tagen zum Schuljahresende im Sommer 2017 erhoben. Die Erhebungen führten geschulte Master-Studierende während des regulären Schulunterrichts durch. Eine Erhebungssitzung dauerte ca. 60-70 Minuten und fand im Klassensetting statt.

Tabelle 1: Stichprobenzusammensetzung

	n	Durchschnittsalter in Monaten (SD)	Range in Monaten
Grundschule	343 (48.7% Mädchen)	123.25 (4.96)	102-144
Sekundarstufe	836 (46.9% Mädchen)	137.72 (6.90)	121-170
Gesamtschule	329 (44.4% Mädchen)	139.59 (7.51)	128-163
Realschule	251 (45.4% Mädchen)	137.29 (6.95)	125-170
Gymnasium	256 (51.6% Mädchen)	135.87 (5.37)	121-166

Erhebungsverfahren

Math Attitude and Anxiety Questionnaire (MAQ 4-5).

Zur Erfassung der trait-Mathematikangst wurde das Math Attitude and Anxiety Questionnaire (MAQ 4-5) für 4. und 5. Klassen eingesetzt (Orbach, Herzog & Fritz, 2019). Der Fragebogen kann im Klassensetting durchgeführt werden und ermöglicht neben der Erfassung der t-MA (14 Items) eine Quantifizierung der Selbsteinschätzung der ML (7 Items) und Einstellungen zur Mathematik (7 Items). Insgesamt umfasst der Fragebogen 28 Items und beinhaltet 4 Fragetypen zu 7 mathematischen Situationen, die mithilfe einer 5-Punkt-Likert-Skala (0-4) beantwortet werden können. Das Ver-

fahren ist eine adaptierte Version des Math Attitude and Anxiety Questionnaire (MAQ) von Thomas und Dowker (2000), der für 6.- bis 9.-jährige Kinder als deutschsprachiges Einzelinterviewverfahren (Fragebogen zur Rechenangst, FRA) durch Krinzinger et al. (2007) normiert wurde. Die interne Konsistenz (Cronbach's alpha) des MAQ 4-5 bemisst sich auf $\alpha = .83$ bis $\alpha = .92$. Zudem wurden gute Maße für die Validität (Orbach et al., 2019) in dieser Altersgruppe nachgewiesen, wie sie bereits für den FRA (Krinzinger et al., 2007) und MAQ (Wood et al., 2012) ermittelt wurden¹.

Tabelle 2: Beispielitems des MAQ 4-5

Selbsteinschätzung		
Wie gut bist du beim Kopfrechnen?	4 3 2 1 0	sehr gut (4) bis sehr schlecht (0)
Einstellungen		
Wie gerne rechnest du im Kopf?	0 1 2 3 4	sehr ungern (0) bis sehr gern (4)
trait-MA		
Wie glücklich oder unglücklich bist du, wenn du beim Kopfrechnen Schwierigkeiten hast?	4 3 2 1 0	sehr glücklich (4) bis sehr unglücklich (0)
Wie besorgt bist du, wenn du beim Kopfrechnen Schwierigkeiten hast?	0 1 2 3 4	sehr besorgt (0) bis sehr entspannt (4)

¹ Weiterführende Informationen zur Konzeption und Güte des Inventars MAQ für die Klassen 4 und 5 können Orbach et al. (2019) entnommen werden.

Kinder, die bei der Zusammenrechnung der Items zur t-MA einen Punktwert zwischen $0 \leq x \leq 14$ erzielten, gelten als trait-mathematikängstlich. Sie haben die 14 Items zur t-MA durchschnittlich mit der Ausprägung 1 oder mit einer geringeren Ausprägung beantwortet. Kinder ohne t-MA erzielten bei den Items zur t-MA eine Gesamtsumme von $x \geq 42$ und beantworteten die Items durchschnittlich mit mindestens der Ausprägung 3. Folglich wurde eine kategoriale Klassifikation nach inhaltlichen Kriterien angewendet.

Kinder-Angst-Test-III (KAT-III)

Die s-MA wurde mithilfe der Zustandsangst-Fragebögen des KAT-III (Tewes & Naumann, 2017) erfasst. Der KAT-III beinhaltet einen Pre-Fragebogen zur Selbsteinschätzung akuter Erwartungsangst (10 Items) und einen Post-Fragebogen zur retrospektiven Selbsteinschätzung der state-Ängste (10 Items). Mit den Angaben der Kinder, ob ein Gefühlszustand gegenwärtig auf sie zutrifft oder nicht zutrifft, kann die Ausprägung des erlebten Erregungszustands vor und nach einem Mathematiktest bestimmt werden. Die interne Konsistenz (Cronbach's alpha) für den Pre-Fragebogen bemisst sich auf $\alpha = .77$ und für den Post-Fragebogen auf $\alpha = .78$. Der KAT-III wurde vor und nach dem Basistest mathematischer Fertigkeiten durchgeführt. In der Testinstruktion wurden die Kinder darüber informiert, dass jetzt ein Mathetest geschrieben wird und vor ihnen ein Heft mit verschiedenen Mathematikaufgaben liegt.

Tabelle 3: Beispielitem KAT-III (state)

Pre-Test		
<i>Ich mache mir Sorgen</i>	Ja	Nein
Post-Test		
<i>Ich machte mir Sorgen</i>	Ja	Nein

Zur Klassifizierung, ob s-MA oder keine s-MA vorliegen, wurde entsprechend des KAT-III-Manuals verfahren, sodass eine Einstufung im Sinne der Normstichprobe vorgenommen wurde. Kinder, die eine Rohwertsumme aus Pre- und Posttest von $x \geq 6$ erzielten, gelten als state-mathematikängstlich. Kinder ohne s-MA wiesen eine Rohwertsumme gleich 0 auf.

Phobiefragebogen für Kinder und Jugendliche (PHOKI)

Als Kontrollvariable wurde die Leistungsangst mittels der Skala Schul- und Leistungsängste des PHOKI (Döpfner, Schnabel, Goletz & Ollendick, 2006) erhoben. Die Kinder geben die Auftretenshäufigkeit von Ängsten in schulischen Bewertungssituationen auf einer 3-Punkt-Likert-Skala an. Die Skala weist eine interne Konsistenz (Cronbach's alpha) von $\alpha = .78$ auf.

Basistest mathematischer Fertigkeiten

Zur Erfassung der mathematischen Fertigkeiten wurde ein Test arithmetischer Basisfertigkeiten (Ehlert, Herzog, & Fritz, in press) verwendet. Das Verfahren ermittelt die arithmetischen Fertigkeiten für das Teil-Teil-Ganzes-Verständnis, die Multiplikation und Division sowie das Stellenwertverständnis anhand von 96 Items. Das Testverfahren beinhaltet Ziffern- und Textaufgaben. Die Reliabilität und Validität des Verfahrens können als gut beurteilt werden. Die konvergente Kriteriumsvalidität wurde mit den Deutschen Mathematiktests für vierte und fünfte Klassen ((DEMAT 4 ($r = .59$)), DEMAT 5+ ($r = .57$)) überprüft. Zudem wurde die divergente Kriteriumsvalidität mit dem Intelligenztest CFT 20-R ($r = .46$) geprüft. Die Interne Konsistenz (Cronbach's alpha) für die drei Fertigkeitsskalen bemisst sich auf $\alpha = .86$ bis $\alpha = .89$.

Zur Klassifizierung, ob Rechenschwierigkeiten vorliegen, wurde das 20. Perzentil der vorliegenden Stichprobe als Cut-off-Wert angewandt. Kinder mit Rechenschwierigkeiten haben hiernach $x \leq 63$ Punkte (von maximal 96 Punkten) im Basistest er-

zielt. Als Kinder ohne Rechenschwierigkeiten wurden Probanden klassifiziert, die ein Perzentil ≥ 50 (Rohwertpunkte $x \geq 80$) erzielten. Eine Differenzierung zwischen den Jahrgangsstufen wurde nicht getätigt, da keine Leistungsunterschiede zwischen Klasse 4 und 5 beobachtbar waren.

Culture Fair Intelligence Test (CFT 20-R)

Die Intelligenz wurde mit der deutschen Adaption des Culture Fair Intelligence Test (Cattell & Cattell, 1960) dem CFT 20-R (Weiß, 2006) erfasst. Der CFT 20-R ist ein sprachfreier Gruppentest, der die fluide Intelligenz mit vier figuralen Aufgabentypen (Reihenfortsetzen, Klassifikation, Matrizen, topologische Schlussfolgerungen) ermittelt. Mit einer internen Konsistenz (Cronbach's alpha) von $\alpha = .92$ ist die Messgenauigkeit als gut zu bewerten.

Statistische Verfahren

Alle statistischen Auswertungen wurden mit IBM SPSS Statistic (Version 24) durchgeführt. Zur Prüfung von Zusammenhangshypothesen wurden Korrelationsanalysen nach Pearson eingesetzt. Nach Cohen (1988) gelten $r \geq .1$ als kleine, $r \geq .3$ mittlere und $r \geq .5$ große Effekte. Zum Vergleich zweier Korrelationen wurden z-Werte ermittelt. Gruppenvergleiche wurden mithilfe univarianter ANOVAs vorgenommen. Eine Bewertung des Unterschieds wurde mit der Effektgröße d aus dem F-Wert von Varianzanalysen oder der Effektgröße η^2 durchgeführt. Nach Cohen (1988) gelten $d \geq .1$ als kleiner, $d \geq .3$ als mittlerer und $d \geq .5$ als großer Effekt, wohingegen $\eta^2 \geq .01$ als kleiner, $\eta^2 \geq .06$ als mittlerer und $\eta^2 \geq .14$ als großer Effekt bewertet werden. Zur Identifikation von Prädiktoren der ML wurde schließlich eine multiple lineare Regressionsanalyse ausgeführt.

Ergebnisse

Die deskriptive Statistik (arithmetische Mittelwerte und Standardabweichung der Rohwerte) für die Skalen Selbsteinschätzung mathematischer Fertigkeiten, Einstellung zu Mathematik und t-MA des MAQ 4-5, die Rohwerte der s-MA (Gesamtskala state-KAT-III), die Rohwerte für die mathematischen Leistungen (Basistests mathematischer Fertigkeiten) pro Klassenstufe und Geschlecht können Tabelle 4 entnommen werden.

Tabelle 4: Arithmetische Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD) der erhobenen Skalen

Variable	M (SD)		
Schulform	Jungen	Mädchen	Gesamt
Selbsteinschätzung (n = 1076, fehlend = 103, Range: 0-28)			
Primarstufe	20.96 (5.5)	20.33 (4.3)	20.63 (5.0)
Sekundarstufe	21.08 (4.6)	19.23 (4.5)	20.21 (4.7)
Gesamtschule	20.51 (4.9)	18.34 (4.8)	19.51 (4.9)
Realschule	21.12 (4.7)	18.87 (5.4)	20.09 (4.8)
Gymnasium	21.87 (3.9)	20.68 (3.9)	21.27 (3.9)
Einstellungen (n = 1076, fehlend = 103, Range: 0-28)			
Primarstufe	19.84 (6.0)	19.42 (5.0)	19.62 (5.5)
Sekundarstufe	19.07 (6.2)	18.04 (5.1)	18.58 (5.7)
Gesamtschule	18.50 (6.9)	17.74 (5.0)	18.15 (6.1)
Realschule	18.90 (6.3)	18.01 (5.4)	18.49 (6.0)
Gymnasium	20.11 (4.8)	18.45 (4.9)	19.27 (4.9)
trait-MA (n = 1065, fehlend = 114, Range: 0-56)			
Primarstufe	26.29 (10.7)	23.42 (11.1)	24.80 (11.0)
Sekundarstufe	25.45 (11.1)	22.13 (14.8)	23.88 (10.6)
Gesamtschule	26.81 (11.9)	22.76 (10.6)	24.93 (11.5)
Realschule	25.15 (10.6)	23.79 (10.0)	24.52 (10.3)
Gymnasium	23.89 (10.2)	19.68 (8.3)	21.78 (9.5)
State-MA (n = 1109, fehlend = 70, Range: 0-20)			
Primarstufe	4.19 (3.8)	5.10 (4.1)	4.66 (3.9)
Sekundarstufe	3.29 (3.4)	4.60 (4.0)	3.91 (3.8)
Gesamtschule	3.96 (3.4)	6.12 (3.9)	4.94 (3.8)
Realschule	3.38 (3.3)	4.64 (4.3)	3.95 (3.8)
Gymnasium	2.31 (3.3)	2.96 (3.3)	2.65 (3.3)
Basis-Test (n = 1007, fehlend = 172, Range: 0-96)			
Primarstufe	72.95 (17.7)	76.14 (14.4)	74.57 (16.2)
Sekundarstufe	77.33 (16.7)	74.54 (15.8)	76.00 (16.3)
Gesamtschule	68.34 (19.7)	64.98 (16.0)	66.75 (18.1)
Realschule	78.18 (12.5)	74.64 (13.0)	76.54 (13.3)
Gymnasium	88.05 (6.2)	85.35 (9.9)	86.68 (8.4)
IQ (n = 1010, fehlend = 169, Range: 54-161)			
Primarstufe	100.34 (15.5)	104.83 (13.8)	102.69 (14.8)
Sekundarstufe	99.66 (14.4)	100.95 (14.8)	100.28 (14.6)
Gesamtschule	96.77 (13.6)	95.48 (12.6)	96.16 (13.1)
Realschule	97.69 (12.5)	96.99 (12.4)	97.36 (12.4)
Gymnasium	105.70 (16.0)	110.93 (14.2)	108.36 (15.1)

Anmerkungen: Bei Betrachtung der Angstausprägungen in Abhängigkeit der Jahrgangsstufe lässt sich ein Klassenunterschied für s-MA ($F(1, 1105) = 8.741; p = .003; d = .195$), jedoch nicht für t-MA ($F(1, 1063) = 1.604; p = .205; d = .085$) feststellen.

Forschungsfrage 1: Wie häufig treten Mathematikängste auf?

Zur Überprüfung der Forschungsfrage wurden die absoluten und relativen Häufigkeiten der s-MA und t-MA ermittelt. Diese Klassifikation beruht auf den Rohwerten von state- und trait-MA und berücksichtigt nicht, ob ein Kind beide MA-Formen zeigt. Von den 1179 Kindern berichteten 332 (28.1%) auffällige s-MA und 203 (17.3%) auffällige t-MA (Tabelle 5).

Tabelle 5: Fallzahlen (n) und relative Häufigkeiten (%) der MA-Gruppen

	s-MA	t-MA
n (%) N=1179 fehlend: 166	332 (28.1%)	203 (17.2%)

Auf Grundlage der Rohwerte wurden die Kinder verschiedenen Ausprägungsgraden zugewiesen (Tabelle 6). Die Ausprägungsgrade der s-MA orientieren sich an den Klassifizierungen des KAT-III und die Ausprägungsgrade des t-MA entsprechen dem kategorialen Vorgehen von Orbach et al. (2019). Insgesamt weisen 45 Kinder (3.8%) stark ausgeprägte s-MA und 62 Kinder (5.3%) stark ausgeprägte t-MA (hohe oder maximale t-MA) auf.

Tabelle 6: Fallzahlen (n), relative Häufigkeiten (%) der MA-Formen nach Ausprägungsgrad

	leichte s-MA	hohe s-MA	leichte t-MA	hohe t-MA	max t-MA	keine MÄ
n (%) N=1179 fehlend: 166	287 (24.3%)	45 (3.8%)	141 (12%)	47 (4%)	15 (1.3%)	590 (50.0%)
RW	$6 \leq x \leq 12$	$x \geq 13$	$8 \leq x \leq 14$	$1 \leq x \leq 7$	$x = 0$	s-MA ≤ 5 t-MA ≥ 15

Abbildung 3 illustriert die Überschneidungen zwischen den beiden MA-Formen. 31.8% der 203 Kinder mit t-MA erfüllen auch die Kriterien einer s-MA, wohingegen 13.5% als nicht state-ängstlich gelten. 49.3% konnten nicht eindeutig klassifiziert werden, da sie einen Rohwert zwischen 1 und 5 Punkten erzielten. 25.4% der 332 Kinder mit s-MA waren auch von t-MA betroffen. 5.6% erfüllten die Kriterien für keine t-MA und 60.3% konnten mit einem Rohwert zwischen 15 und 41 Punkten nicht eindeutig klassifiziert werden.

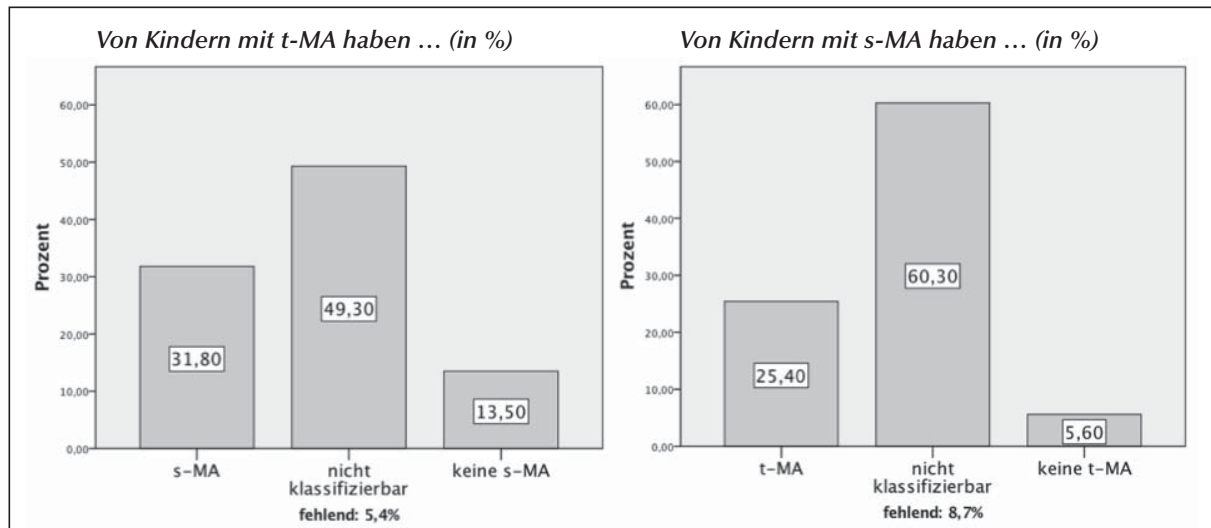


Abbildung 3: Überschneidungen t-MA und s-MA (prozentuale Anteile der jeweiligen MA-Subgruppe).

Schließlich wurden unter Berücksichtigung des State-Trait-Modells fünf MA-Gruppen gebildet. Die Kinder konnten anhand ihrer state- (Norm des KAT-III) und trait-Rohwerte (kategoriale Klassifikation) den Gruppen mit nur s-MA, nur t-MA, beide MÄ (t-MA und s-MA) und einer Kontrollgruppe ohne MÄ zugeordnet werden. Zudem wurde eine Gruppe mit Kindern gebildet, die Zustandsängste berichteten, aber deren auffällige trait-Rohwerte in einem „Graubereich“ unterhalb des Cut-Off lagen. Einige Kinder waren aufgrund fehlender Werte ($n = 175$; 14,8%) oder ambiger s-MA-Rohwerte ($n = 73$; 6,2%) nicht klassifizierbar (Tabelle 7).

Nach dieser Klassifikation zeigten 7,2% aller Kinder beide MÄ mit state- und trait-Komponente, 1,7% aller Kinder berichteten nur Zustandsängste (nur s-MA) und 2,1% aller Kinder wiesen nur das mathematikängstliche Persönlichkeitsmerkmal (nur t-MA) auf. 17,8% gaben s-MA an und hatten einen auffälligen trait-Rohwert unterhalb des Cut-Offs.

Tabelle 7: Fallzahlen (n), relative Häufigkeiten (%) der MA-Formen

	nur t-MA	nur s-MA	beide MÄ	s-MA & t-MA unterhalb Cut-Off	keine MÄ
Rohwerte	s-MA = 0 t-MA ≤ 14	s-MA ≥ 6 t-MA ≥ 42	s-MA ≥ 6 t-MA ≤ 14	s-MA ≥ 6 t-MA 15 $\leq x \leq 41$	s-MA ≤ 5 t-MA ≥ 15
n (%) $N=1179$ fehlt: 21%	25 (2,1%)	20 (1,7%)	85 (7,2%)	210 (17,8%)	590 (50,0%)

Forschungsfrage 2.1: Wird die Mathematikleistung von Mathematikängsten beeinflusst?

Um etwaige leistungshemmende Effekte durch MÄ zu explorieren, wurden Korrelationsanalysen nach Pearson zwischen allen Skalen durchgeführt (Tabelle 8). Es findet sich ein signifikanter negativer Korrelationskoeffizient von $r = -.31$ ($p \leq .001$) zwischen s-MA und ML im Basistest. Eine Partialkorrelation zwischen den beiden Variablen unter Kontrolle der Leistungsangst ergab einen negativen Koeffizienten von $r = -.30$ ($p \leq .001$). Zwischen t-MA und mathematischer Leistung lässt sich nur ein sehr schwacher positiver Korrelationskoeffizient von $r = .06$ ($p \leq .05$) ausmachen. Unter Kontrolle der Leistungsangst wurde ein auf dem 5%-Signifikanzniveau signifikant positiver Zusammenhang zwischen t-MA und ML ermittelt ($r = .08$, $p \leq .05$). Die Korrelationskoeffizienten zwischen s-MA und ML sowie t-MA und ML unterscheiden sich signifikant ($z = -9.446$, $p \leq .001$).

Der Korrelationskoeffizient zwischen Leistungsangst und ML bemisst sich auf $r = -.17$ ($p \leq .001$) und ist signifikant verschie-

den vom Korrelationskoeffizienten $r = -.31$ ($p \leq .001$) zwischen s-MA und ML ($z = -4.425$, $p \leq .001$).

Es finden sich mittlere positive Korrelationskoeffizienten zwischen der Selbsteinschätzung mathematischer Fertigkeiten und ML ($r = .36$, $p \leq .001$) sowie zwischen Einstellungen und ML ($r = .27$, $p \leq .001$). Diese Ergebnisse verändern sich kaum, wenn die Leistungsangst als Kontrollvariable in die Partialkorrelation miteinbezogen wird.

In einer Gegenüberstellung (Tabelle 9) verschiedener Ausprägungsgrade der s-MA und Kindern ohne MA sind Gruppenunterschiede zu beobachten ($F(2,869) = 38.991$; $p \leq .001$; $\eta^2 = .082$). In der Scheffé post-hoc-Analyse weisen beide s-MA-Ausprägungsgrade schlechtere Leistungen als Kinder ohne MA auf ($p \leq .001$). Für t-MA-Ausprägungsgrade sind keine signifikanten Unterschiede untereinander und gegenüber Kindern ohne MÄ (hohe t-tMA gegenüber keine MÄ: $p = .078$) festzustellen ($F(2,763) = 3.195$; $p = .042$; $\eta^2 = .008$).

Tabelle 8: Korrelationskoeffizienten (bivariat) zwischen den Variablen (obere Dreiecksmatrix) und Partialkorrelationskoeffizienten zwischen den Variablen unter Kontrolle der Leistungsangst (untere Dreiecksmatrix)

Variable	s-MA	t-MA	Basis-Test	IQ	Leistungsangst	Selbsteinschätzung	Einstellungen
s-MA		.146**	-.314**	-.203**	.392**	-.319**	-.196**
t-MA1	.055		.063*	.086**	.255**	-.198**	-.148**
Basis-Test	-.297**	.076*		.457**	-.167**	.364**	.267**
IQ	-.178**	.126**	.446**		-.088**	.211**	.113**
Leistungsangst	-	-	-	-		-.314**	-.203**
Selbsteinschätzung	-.239**	-.123**	-.358**	.188**	-		.624**
Einstellungen	-.147**	-.095**	.237**	.089*	-	.609**	


² Aus Gründen der besseren Verständlichkeit wurde die Skala t-MA des MAQ 4-5 für die folgenden Abschnitte umgepolt. Höhere Werte entsprechen einer erhöhten t-MA-Ausprägung.

Tabelle 9: Mathematikleistung der MA-Formen nach Ausprägungsgrad

	leichte s-MA	hohe s-MA	leichte t-MA	hohe + max t-MA	keine MÄ
RW	$6 \leq x \leq 12$	$x \geq 13$	$8 \leq x \leq 14$	$0 \leq x \leq 7$	s-MA ≤ 5 t-MA ≥ 15
Basis-Test M (SD)	70.12 (16.4)	63.7 (14.1)	76.62 (14.9)	73.88 (16.8)	78.68 (15.2)

In einer post-hoc-Analyse wurde eine Differenzierung zwischen verschiedenen IQ-Niveaus vorgenommen. Es lassen sich keine Gruppenunterschiede zwischen den Korrelationen der MÄ (t-MA oder s-MA) und ML für unter-, über- und durchschnittliche IQ-Niveaus feststellen (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10: Korrelationen zwischen MA und ML in Abhängigkeit des IQ-Niveaus

IQ ≤ 85		85 \leq IQ \leq 115		IQ ≥ 115
state-MA $r = -.270^{**}$ (n = 111)	\leftrightarrow $z = .506$ $p = .306$	state-MA $r = -.318^{**}$ (n = 655)	\leftrightarrow $z = .51$ $p = .305$	state-MA $r = -.276^{**}$ (n = 154)
trait-MA $r = .086$ (n = 110)	\leftrightarrow $z = .589$ $p = .278$	trait-MA $r = .025$ (n = 649)	\leftrightarrow $z = .078$ $p = .469$	trait-MA $r = .032$ (n = 153)
				
		state-MA $z = .051$ $p = .479$	trait-MA $z = .428$ $p = .334$	

Anmerkungen: ** $p \leq .01$ (2-seitig), * $p \leq .05$ (2-seitig).

Forschungsfrage 2.2: Wird die Mathematikleistung von unterschiedlichen Mathematikangst-Formen beeinflusst?

Unter Bezugnahme des State-Trait-Modells wurden verschiedene MA-Formen gebildet, wodurch die Kinder auf Grundlage ihrer trait- (kategoriales Kriterium) und state-Rohwerte (Cut-Off-Kriterium der Normstichprobe) fünf Gruppen zugeordnet wurden. Manche Kinder konnten nicht klassifiziert werden, da fehlende Werte oder nicht eindeutige state-Rohwerte vorlagen. In univariante ANOVAs für die fünf Variablen (ML, Einstellungen, Selbsteinschätzung, Leistungsangst

und IQ) mit dem Faktor MA-Form ergaben sich mehrere signifikante Gruppenunterschiede (Tabelle 11). In der Scheffé post-hoc-Analyse zeigen Kinder mit nur t-MA signifikant bessere ML als Kinder mit nur s-MA ($p = .021$), Kinder mit beiden MÄ ($p = .005$). Auch weisen die Kinder mit nur t-MA einen besseren IQ als die beiden anderen Gruppen auf (nur s-MA: $p = .017$; beide MÄ: $p = .028$). Kinder mit beiden MÄ zeigen signifikant schlechtere ML als Kinder ohne MA ($p = .038$). Zudem haben diese Kinder schlechtere Selbsteinschätzungen im Vergleich zu Kindern mit nur t-MA ($p = .001$), nur s-MA und keinen MÄ (jeweils: $p \leq .001$) sowie weniger positive Einstellun-

gen im Vergleich zu Kindern mit nur s-MA ($p = .010$) und weisen mehr Leistungsängste als alle anderen Gruppen (außer „Graubereichsgruppe“) auf (alle: $p \leq .001$).

Um das State-Trait-Entwicklungsmodell zu überprüfen, wurde eine auffällige s-MA Gruppe hinzugenommen, die auffällige trait-Rohwerte unterhalb des Cut-Offs aufwies. Diese Gruppe zeigte ebenfalls schlechte ML im Vergleich zu Kindern ohne

MÄ ($p \leq .001$) und mit nur t-MA ($p \leq .001$). Außerdem zeigte die Gruppe ähnlich negative Einstellungen (zu Gruppen „nur s-MA“, „keine MÄ“: $p \leq .001$; zu „nur t-MA“: $p = .056$), Selbsteinschätzungen (zu allen Gruppen außer „beide MÄ“: $p \leq .001$) und Leistungsängste (alle Gruppen außer „beide MÄ“: $p \leq .01$) wie die Gruppe mit beiden MÄ.

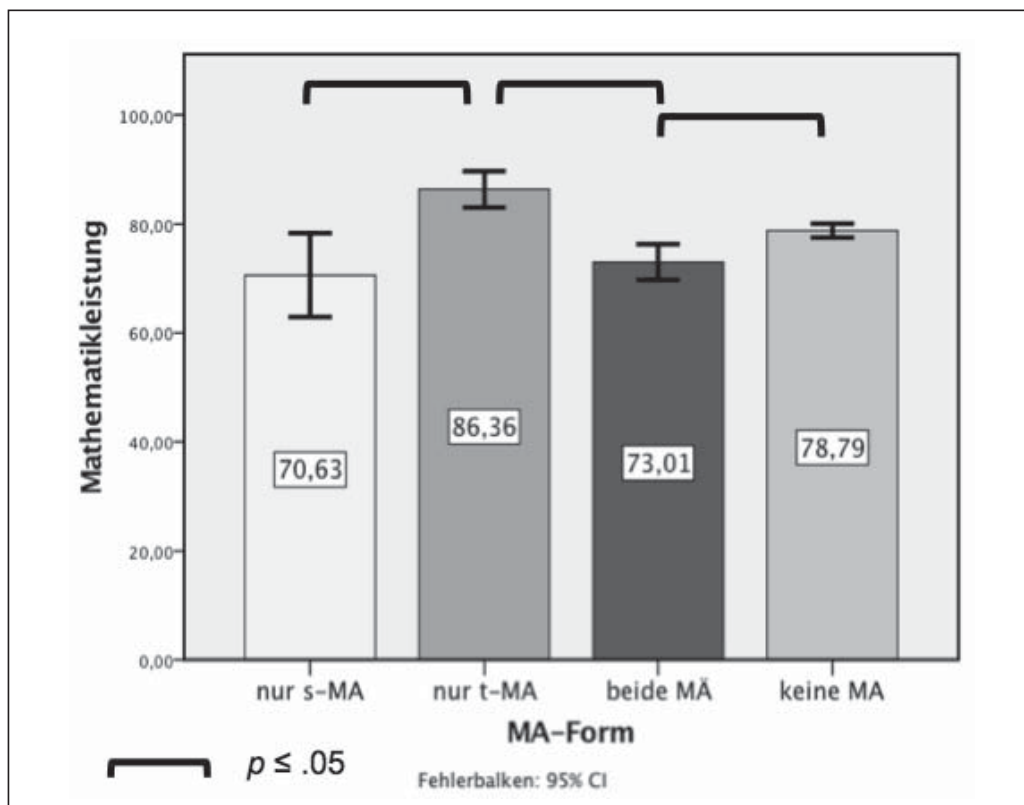


Abbildung 3: Mathematikleistung der unterschiedlichen MA-Formen (ohne Gruppe mit auffälligen trait-Rohwerten unterhalb des Cut-Off)

Tabelle 11: Fallzahlen (*n*), arithmetische Mittelwerte (*M*), Standardabweichung (*SD*) der MA-Gruppen

M (SD)	nur t-MA n = 25	nur s-MA n = 20	beide MA n = 85	keine MA n = 574	s-MA & t-MA unterhalb Cut-Off n = 211	
RW	s-MA = 0 t-MA ≤ 14	s-MA ≥ 6 t-MA ≥ 42	s-MA ≥ 6 t-MA ≤ 14	s-MA ≤ 5 t-MA ≥ 15	s-MA ≥ 6 t-MA 15 ≤ x ≤ 41	
Basis-Test	86.36 (8.1)	70.63 (16.0)	73.02 (15.1)	78.68 (15.2)	68.54 (15.8)	$F(4,901) = 21.090$, $p \leq .001$ $\eta^2 = .086$
Einstellungen zu Mathematik	20.17 (5.9)	22.80 (4.6)	17.80 (5.6)	19.48 (5.5)	16.57 (5.5)	$F(4,924) = 15.106$ $p \leq .001$ $\eta^2 = .061$
Selbsteinschätzung der Mathematikleistung	23.00 (4.0)	23.75 (2.3)	18.61 (4.9)	21.25 (4.3)	17.85 (4.8)	$F(4,924) = 31.065$ $p \leq .001$ $\eta^2 = .119$
Leistungsangst	5.44 (4.0)	5.42 (3.1)	9.76 (3.6)	5.38 (3.6)	8.63 (3.8)	$F(4,919) = 50.533$ $p \leq .001$ $\eta^2 = .180$
IQ	110.60 (13.9)	94.27 (9.4)	99.71 (13.0)	102.83 (14.9)	97.12 (13.7)	$F(4,843) = 9.199$ $p \leq .001$ $\eta^2 = .042$

Forschungsfrage 3: Welche Angstausrprägungen haben Kinder mit Rechenschwierigkeiten?

Zur Klassifizierung von Rechenschwierigkeiten wurde das 20. Perzentil als Cut-off-Wert und für die Klassifizierung von Kindern ohne Rechenschwierigkeiten wurde das 50. Perzentil herangezogen. In einer univariaten ANOVA mit dem Faktor Rechenschwierigkeit wurde ein signifikanter Gruppenunterschied mit einer großen Effektstärke für s-MA ermittelt. Kinder mit Rechenschwierigkeiten weisen mehr s-MA ($F(1,721) = 120.798$; $p \leq .001$; $d = .891$) auf. Es war kein Gruppenunterschied für t-MA ($F(1,712) = 1.191$, $p = .275$; $d = .092$) festzustellen (Tabelle 12).

Tabelle 12: Fallzahlen (*n*), arithmetische Mittelwerte (*M*), Standardabweichung (*SD*) der Kinder mit ($PR \leq 20$) und ohne Rechenschwierigkeiten ($PR \geq 50$)

M (SD)	Rechenschwierigkeiten n = 197	keine Rechenschwierigkeiten n = 505
state-MA	5.75 (4.1)	3.12 (3.6)
trait-MA	24.42 (11.5)	23.56 (10.0)

Forschungsfrage 4: Welche Faktoren präzisieren die Mathematikleistung?

Zur Identifikation von Prädiktoren der ML wurde eine multiple lineare Regressionsanalyse durchgeführt. Hierfür wurde eine Regression des Kriteriums ML auf die möglichen Prädiktoren s-MA, t-MA, Einstellungen, Selbsteinschätzung, Leistungsangst und IQ vorgenommen. Um herauszufinden, welche Faktoren die Vorhersage der ML optimieren, fand die hierarchische Regressionsanalyse Anwendung. Durch die theoriebasierende Bildung von Variablenblöcken kann aufgeklärt werden, welche Faktoren eine signifikante Verbesserung der erklärenden Varianz ermöglichen. Insgesamt wurden 5 Modelle überprüft (Tabelle 13). Modell 1 und 2 beinhalten die separaten MA-Formen s-MA und t-MA, während sich Modell 3 aus beiden MA-Formen zusammensetzt. Modell 4 komplettiert das Appraisal-Modell mit den Faktoren Einstellungen und Selbsteinschätzung. Schließlich fügt Modell 5 die möglichen Prädiktoren Leistungsangst und IQ hinzu.

In Übereinstimmung mit den bisherigen Ergebnissen aus der Gegenüberstellung von Kindern mit und ohne Rechenschwierigkeiten sowie den Korrelationsanalysen zeigt sich, dass s-MA einen signifikanten negativen Einfluss auf die ML ($\beta = -.314$) nimmt, während t-MA ($\beta = .048$) sogar einen schwachen positiven Einfluss auf die ML besitzt. Allerdings befinden sich die aufgeklärten Varianzen mit 9.9% für Modell 1 (s-MA) und 0.4% für Modell 2 (t-MA) auf einem geringen Niveau. Im gemeinsamen MA-Modell ist nur s-MA ein signifikanter Prädiktor auf einem 1%-Signifikanzniveau. Hier liegt die aufgeklärte Varianz bei 13.3%. Bei Aufnahme der Einstellungen und Selbsteinschätzung im Sinne des Appraisal-Modells erhöht sich die aufgeklärte Varianz auf 23.3%. Signifikante Prädiktoren mit positivem Einfluss auf die ML sind die Selbsteinschätzung ($\beta = .316$) und t-MA ($\beta = .124$), während s-MA ($\beta = -.259$) ein Prädiktor mit negativem Einfluss darstellt.

Bei Hinzunahme des IQ und der Leistungsangst steigt die erklärte Varianz auf 34.3%. In diesem Modell sind der IQ ($\beta = .346$) und die Selbsteinschätzung ($\beta = .242$) ein starker Prädiktor mit positivem Einfluss auf die ML, t-MA ($\beta = .072$) ein auf dem 5%-Signifikanzniveau signifikanter Prädiktor mit positivem Einfluss und s-MA ($\beta = -.198$) ein Prädiktor mit negativem Einfluss auf die ML. Die Leistungsangst und Einstellungen sind in diesem Modell keine Prädiktoren der ML. Eine signifikante Zunahme an aufgeklärter Varianz zeigte sich bei der Variablenaufnahme für die Modelle 4 (Einstellungen, Selbsteinschätzung: Änderung in $R^2 = .100$; $p \leq .001$) und 5 (Leistungsangst, IQ: Änderung in $R^2 = .110$; $p \leq .001$).

Tabelle 13: Hierarchisches multiples Regressionsmodell der Mathematikleistung

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	—	<i>p</i>	<i>R</i> ²	<i>F</i>
Modell 1 (n = 899)					.099	109.438
s-MA	-1.337	.128	-.314**	≤ .001		
Modell 2 (n = 979)					.004	3.915
t-MA	-.094	.047	.063*	.048		
Modell 3 (n = 898)					.133	66.943
s-MA	-1.445	.125	-.369**	≤ .001		
t-MA	.110	.046	.076	.017		
Modell 4 (n = 896)					.233	66.179
s-MA	-1.013	.125	-.259**	≤ .001		
t-MA	.179	.044	.124**	≤ .001		
Einstellungen	.100	.102	.038	.330		
Selbsteinschätzung	1.056	.127	.331**	≤ .001		
Modell 5 (n = 894)					.343	75.374
s-MA	-.774	.124	-.198**	≤ .001		
t-MA	.104	.042	.072*	.013		
Einstellungen	.127	.095	.048	.189		
Selbsteinschätzung	.762	.121	.242**	≤ .001		
Leistungsangst	-.052	.120	-.014	.802		
IQ	.359	.030	.346**	≤ .001		

Anmerkungen: ** $p \leq .01$ (2-seitig), * $p \leq .05$ (2-seitig).

Diskussion

Im Übergang zwischen Primar- und Sekundarstufe berichtet eine Vielzahl an Kindern von Angstreaktionen in mathematischen Situationen (s-MA). Einige von diesen Kindern (ca. 7% aller Kinder) erleben nicht nur Zustandsängste (s-MA) in Mathematik, sondern besitzen auch mathematikängstliche Persönlichkeitsmerkmale (t-MA) oder weisen auffällige Persönlichkeitsmerkmale unterhalb des Cut-Off-Wertes auf (ca. 18% aller Kinder). Die Zahl an Kindern mit mathematischen Zustandsängsten bildet eine Risikogruppe, die wahrscheinlich der Gefahr ausgesetzt ist, durch eine hohe Frequenz und Intensität von Zustandsängsten (s-MA) überdauernde Persönlichkeitsmerkmale (t-MA) zu entwickeln. Falls diese Dispositionen nicht, wie bei einem Viertel

der Betroffenen, bereits vorhanden sind. Kinder mit mathematischen Zustandsängsten und mathematikängstlichen Persönlichkeitsmerkmalen haben schlechte affektiv-motivational Lernvoraussetzungen für das Fach Mathematik, weil sie neben der Angstsymptomatik sehr negative Einstellungen zu Mathematik und eine schlechte Selbsteinschätzung mathematischer Fertigkeiten besitzen.

Unverkennbar ist der hohe Anteil an Kindern, die weder einer MA-Form noch der Kontrollgruppe ohne MÄ zuzuordnen waren. Diese Gegebenheit verdeutlicht den breiten „Graubereich“, der nahelegt, dass MÄ als ein Kontinuum zu verstehen sind. Außerdem kann die hohe Anzahl an Kindern mit Zustandsängsten, die trait-Rohwerte im „Graubereich“ zwischen ängstlich und nichtängstlich aufwiesen, als ein Indiz

für das State-Trait-Entwicklungsmodell ge-
deutet werden. Schließlich ist anzunehmen,
dass viele Kinder mit mathematischen Zu-
standsängsten schrittweise mathematik-
ängstliche Persönlichkeitsmerkmale entwi-
ckeln. Im Allgemeinen befinden sich die
ermittelten Kennwerte zur Auftrittshäufig-
keit in der Größenordnung anderer Studien
mit großen Stichproben, die Prozentwerte
zwischen 8% und 27% für breitere Klassifi-
kationskriterien berichten (Sorvo et al.,
2017; Devine, Hill, Carey & Szűcs, 2018).
Falls engere Kriterien angewandt werden,
die entweder hohe Ängste oder – wie in
dieser Studie umgesetzt – Zustandsängste
und Persönlichkeitsmerkmale zeigen, ist die
Auftrittshäufigkeit vergleichbar mit der Er-
hebung von Chinn (2009) mit 2% bis 6%.

Eine Ausnahme vom state-trait-Entwi-
cklungsmodell, das eine hohe Frequenz
und Intensität von Zustandsängsten (s-MA)
für die Entwicklung von Persönlichkeits-
merkmalen (t-MA) voraussetzt, ist vermut-
lich eine kleine leistungsstarke Subgruppe
(ca. 2% aller Kinder und 12% der Kinder
mit t-MA). Diese Kinder weisen überdau-
ernde Persönlichkeitsmerkmale (t-MA) auf,
ohne Zustandsängste (s-MA) zu empfinden.
Fraglich ist, ob diese Kinder im Vorhinein
einer erhöhten Erregung des vegetativen
Nervensystems in mathematischen Situati-
onen ausgesetzt waren oder aufgrund ihrer
guten Bewältigungsmöglichkeiten keine
Zustandsängste erleben. Im Sinne des Ap-
praisal-Modells besitzen die Kinder wo-
möglich eine hohe Kontrollüberzeugung (2.
Appraisal). Aufgrund ihrer sehr guten ma-
thematischen und kognitiven Fertigkeiten ist
es denkbar, dass die Kinder mehr schuli-
schen Erfolg erfahren und alltägliche Schul-
situationen keine Zustandsängste bei ihnen
bewirken. Hingegen könnte es sein, dass
die Kinder bei der Fragestellung, wie un-
glücklich sie sind, wenn sie *unvorhergese-
hene* Schwierigkeiten beim Rechnen erle-
ben, eine Furcht vor Misserfolg berichten.
Außerdem ist es diskutabel, ob diese Kinder
nicht ein mittleres und aktivierendes An-
spannungsniveau nach dem Yerkes-Dod-

son-Gesetz (Yerkes & Dodson, 1908) erle-
ben, das nicht als Zustandsangst wahrgen-
ommen wird und leistungsförderliche Ef-
fekte besitzt. Zur Klärung sind weitere For-
schungsarbeiten notwendig.

Interessanterweise ist der Zusammen-
hang zwischen MA und ML nicht kausal
aufzufassen. Während eine erhöhte Erre-
gung des vegetativen Nervensystems in ma-
thematischen Situationen (s-MA) – auch
unter der Kontrolle von Leistungsängsten –
einen eindeutig leistungshemmenden Effekt
hat und dieser sogar ausgeprägter ist als die
negative Beeinflussung durch Leistungs-
ängste, führen zeitlich überdauernde Per-
sönlichkeitsmerkmale (t-MA) nicht zwangs-
läufig zu mathematischen Leistungseinbu-
ßen. Allgemein weisen Kinder mit hohen
t-MA keine signifikanten schwächeren ML
als Kinder ohne MA auf, wobei sich eine
Tendenz zu geringeren ML beobachten
lässt. So leiden Kinder mit einer auffälligen
Ausprägung beider MA-Formen sowie Kin-
der mit Zustandsängsten und auffälligen
trait-Rohwerten unterhalb des Cut-Off bei
jeweils durchschnittlich intellektueller Lei-
stungsfähigkeit unter deutlich leistungshem-
menden Effekten in Mathematik. Demge-
genüber steht eine Subgruppe von äußerst
leistungsstarken Kindern, die nur t-MA und
keine Zustandsängste berichteten. Die Er-
gebnisse entsprechen dem gegenwärtigen
Forschungsstand, in dem Inventare mit hy-
pothetischen Fragen zu *Angst in mathemati-
schen Situationen* einen moderaten negati-
ven Zusammenhang und Inventare mit Fra-
gen zur *Furcht vor Misserfolg in Mathematik*
keinen Zusammenhang identifizierten (vgl.
Sorvo et al., 2017).

Die Mutmaßung, MA sei ein neues Wort
für schlechte Mathematikfertigkeiten (Bei-
lock & Willingham, 2014), muss in Anbe-
tracht dieser Feststellungen negiert werden.
Hierfür besitzt der Zusammenhang zwi-
schen MA und ML eine zu hohe Komplexi-
tät. Ferner vernachlässigt eine solche Simp-
lifizierung die Verursachungsfaktoren von
MA (vgl. Carey et al., 2016).

In der Forschungsliteratur wird diskutiert, ob alle Kinder in gleicher Weise von leistungshemmenden Effekten betroffen sind. Ramirez et al. (2013; 2016) konnten bspw. nur leistungshemmende Effekte bei Grundschulkindern mit hohen Arbeitsgedächtniskapazitäten feststellen. Die vorliegende Studie nahm eine Differenzierung zwischen verschiedenen IQ-Niveaus vor, um ähnliche Effekte für das allgemeine intellektuelle Niveau (General Fluid Ability) zu prüfen. Hierbei konnten keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden. Es lassen sich vergleichbare negative Zusammenhänge für Kinder aller kognitiven Leistungsfähigkeiten feststellen, was zu der Annahme führt, dass leistungshemmende Effekte durch MÄ leistungsstarke und leistungsschwache SuS in derselben Weise betreffen.

Mathematikängste sind ein verbreitetes Phänomen im alltäglichen Schulunterricht und beeinflussen die mathematische Kompetenzentwicklung. Entgegen vielfacher Annahmen ist der Zusammenhang zwischen Angst und Leistung nicht eindimensional aufzufassen. Die Studie konnte drei bedeutende Prädiktoren für die mathematische Kompetenzentwicklung identifizieren. Neben s-MA (negativer Einfluss) haben die Selbsteinschätzung und der IQ (jeweils positiver Einfluss) einen deutlich prädiktiven Wert. Kinder, die ihre Fertigkeiten in Mathematik als schwach einschätzen und geringe intellektuelle Fähigkeiten besitzen (sekundärer Appraisal), empfinden mehr Zustandsängste (s-MA), weil sie mathematische Situationen als weniger kontrollierbar bewerten. In der Folge sind leistungshemmende Effekte zu verzeichnen. Aus diesem Grund ist die Erfassung von mathematischen Zustandsängsten in realen mathematischen Situationen zielführend. Zur Klärung, ob diese durch Zustandsängste bewirkte Leistungshemmung mit zeitlich überdauernden Persönlichkeitsmerkmalen und folglich weiteren affektiven Beeinträchtigungen einhergeht, sollten state- und trait-Komponenten der MA erfasst werden. Diese Unterschei-

dung bietet einen Erklärungsansatz für den widersprüchlichen Forschungsstand im Kindesalter und Anlass für weiterführende Untersuchungen. Zukünftige Studien könnten sich der Prüfung des theoretischen Entwicklungsmodells zuwenden. So wäre im Längsschnitt zu klären, ob s-MA durch theoriekonforme Bedingungen vorhersagbar ist. Hierfür wäre es naheliegend physiologische Parameter in die Methodik miteinzubeziehen.

Limitationen

Als eine Limitation der Studie ist anzuführen, dass keine Longitudinaldaten erhoben wurden und demzufolge keine kausalen Auskünfte über Ursache-Wirkungs-Beziehungen möglich sind. Zur Beantwortung der Fragestellung, ob Zustandsängste ein Resultat oder eine Ursache von Leistungsschwächen in Mathematik sind, bedarf es weitergehender Longitudinalstudien. Ferner ermöglicht die Selbstauskunft mithilfe eines paper-pencil-Verfahrens keine direkte Erfassung von physiologischen Parametern, was die Validität der Messung von Zustandsängsten begrenzt. Es sollte zudem bedacht werden, dass die Stichprobengröße einen Einfluss auf die statistische Signifikanz von Forschungsergebnissen nimmt. Aus diesem Grund können bereits kleine Gruppenunterschiede oder Korrelationen statistisch signifikant sein, jedoch nur eine eingeschränkte inhaltliche Relevanz besitzen.

Literatur

- Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *J Exp Psychol Gen*, *130* (2), 224-237.
- Ashcraft, M. H., Krause, J. A., & Hopko, D. R. (2007). Is math anxiety a mathematical learning disability? In D. N. Berch & M. M. M. Mazzocco (Eds.), *Why is math so hard for some children? The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities*. Baltimore: Paul H. Brookes.
- Ashcraft, M. H., & Moore, A. M. (2009). Mathematics Anxiety and the Affective Drop in Performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *27* (3), 197-205. doi:10.1177/0734282908330580
- Ashcraft, M. H., & Ridley, K. (2005). Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 315-325). New York, NY: Psychology Press.
- Atkinson, J. W. (1964). *An introduction to motivation*. Princeton: Van Nostrand Reinhold.
- Baloglu, M. (1999). A comparison of mathematics anxiety and statistical anxiety in relation to general anxiety. *Inf. Anal*, *85*, 1-30.
- Beilock, S. L., & Willingham, D. T. (2014). Math Anxiety: Can Teachers Help Students Reduce It? Ask the Cognitive Scientist. *American Educator*, *43*, 28-32.
- Brown, M., Brown, P. and Bibby, T. (2008). „I Would Rather Die“: Reasons Given by 16-Year-Olds for Not Continuing Their Study of Mathematics. *Research in Mathematics Education*, *10*, 3-18.
- Carey, E., Devine, A., Hill, F., & Szucs, D. (2017). Differentiating anxiety forms and their role in academic performance from primary to secondary school. *PLoS One*, *12* (3), e0174418. doi:10.1371/journal.pone.0174418
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szucs, D. (2016). The Chicken or the Egg? The Direction of the Relationship Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance. *Frontiers in Psychology*, *6* (1987). doi:10.3389/fpsyg.2015.01987
- Cargnelutti, E., Tomasetto, C., & Passolunghi, M. C. (2017). How is anxiety related to math performance in young students? A longitudinal study of Grade 2 to Grade 3 children. *Cogn Emot*, *31* (4), 755-764. doi:10.1080/02699931.2016.1147421
- Cattell, R. B., & Cattell, A. K. S. (1960). *Culture fair intelligence test*. Champaign, IL: IPAT.
- Caviola, S., Primi, C., Chiesi, F., & Mammarella, I. C. (2017). Psychometric properties of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) in Italian primary school children. *Learning and Individual Differences*, *55*, 174-182.
- Chinn, S. (2009). Mathematics anxiety in secondary students in England. *Dyslexia*, *15* (1), 61-68.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: L. Erlbaum Associates.
- Devine, A., Hill, F., Carey, E., & Szúcs, D. (2018). Cognitive and emotional math problems largely dissociate: Prevalence of developmental dyscalculia and mathematics anxiety. *Journal of Educational Psychology*, *110* (3), 431-444.
- Dowker, A. (2005). *Individual Differences in Arithmetic: Implications for Psychology Neuroscience and Education*. Hove: Psychological Press.
- Dowker, A., Bennett, K., & Smith, L. (2012). Attitudes to Mathematics in Primary School Children. *Child Development Research*, *2012*, 8. doi:10.1155/2012/124939
- Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics Anxiety: What Have We Learned in 60 Years? *Frontiers in Psychology*, *7*, 508. doi:10.3389/fpsyg.2016.00508
- Döpfner, M., Schnabel, M., Goletz, H. & Ollendick, T. (2006). *Phobiefragebogen für Kinder und Jugendliche (PHOKI)*. Göttingen: Hogrefe.
- Dreger, R. M., & Aiken, L. R. (1957). The identification of number anxiety in a college population. *Journal of Educational Psychology*, *48*, 344-351.

- Ehlert, A., Herzog, M., & Fritz, A. (in press). *Basistest mathematischer Fertigkeiten*. Göttingen: Hogrefe.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. *Emotion, 7* (2), 336-353. doi:10.1037/1528-3542.7.2.336
- Faust, M. W. (1992). *Analysis of physiological reactivity in mathematics anxiety*. Bowling Green State University, Bowling Green, Ohio.
- Frenzel, A. C., Göetz, T., & Pekrun, R. (2008). Kontroll-Wert-Modell der Prüfungsangst. In J. Zumbach & H. Mandl (Eds.), *Pädagogische Psychologie in Theorie und Praxis: ein fallbasiertes Lehrbuch* (pp. 275-284). Göttingen: Hogrefe.
- Ganley, C. M., & McGraw, A. L. (2016). The Development and Validation of a Revised Version of the Math Anxiety Scale for Young Children. *Front Psychol, 7*, 1181. doi:10.3389/fpsyg.2016.01181
- Haase, V. G., Julio-Costa, A., Pinheiro-Chagas, P., Oliveira, L., Silva, L. d. F., Micheli, L., & Wood, G. (2012). Math Self-Assessment, but Not Negative Feelings, Predicts Mathematics Performance of Elementary School Children. *Child Development Research, 2012*, 10. doi:10.1155/2012/982672
- Harari, R. R., Vukovic, R. K., & Bailey, S. P. (2013). Mathematics Anxiety in Young Children: An Exploratory Study. *The Journal of Experimental Education, 81*(4), 538-555. doi:10.1080/00220973.2012.727888
- Heckhausen, J., & Heckhausen, H. (2010). *Motivation und Handeln*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hattie, J. (2008). *Visible Learning. A Synthesis of over 800 Meta-Analyses relating to Achievement*. London: Routledge.
- Hembree, R. (1988). Correlates, Causes, Effects, and Treatment of Test Anxiety. *Review of Educational Research, 58* (1), 47-77. doi:10.3102/00346543058001047
- Hembree, R. (1990). The Nature, Effects, and Relief of Mathematics Anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education, 21* (1), 33-46. doi:10.2307/749455
- Hill, F., Mammarella, I. C., Devine, A., Cavio-la, S., Passolunghi, M. C., & Szűcs, D. (2016). Maths anxiety in primary and secondary school students: Gender differences, developmental changes and anxiety specificity. *Learning and Individual Differences, 48*, 45-53
- Hopko, D. R., Ashcraft, M. H., Gute, J., Ruggiero, K. J., & Lewis, C. (1998). Mathematics anxiety and working memory: support for the existence of a deficient inhibition mechanism. *J Anxiety Disord, 12* (4), 343-355.
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): construction, validity, and reliability. *Assessment, 10*(2), 178-182. doi:10.1177/1073191103010002008
- Izard, C. E. (1977). *Human emotions*. New York: Plenum.
- Jamieson, J. P., Mendes, W. B., Blackstock, E., & Schmader, T. (2010). Turning the knots in your stomach into bows: Reappraising arousal improves performance on the GRE. *J Exp Soc Psychol, 46* (1), 208-212. doi:10.1016/j.jesp.2009.08.015
- Johns, M., Inzlicht, M., & Schmader, T. (2008). Stereotype Threat and Executive Resource Depletion: Examining the Influence of Emotion Regulation. *J Exp Psychol Gen, 137*(4), 691-705.
- Kamann, M. P., & Wong, B. Y. (1994). Inducing adaptive coping self-statements in children with learning disabilities through self-instruction training. *J Learn Disabil, 26*, 630-638.
- Kazelskis, R. (2000). Mathematics Anxiety and Test Anxiety: Separate Constructs? *Journal of Experimental Education, 68*, 137-146.
- Klados, M. A., Pandria, N., Micheloyannis, S., Margulies, D., & Bamidis, P. D. (2017). Math anxiety: Brain cortical network changes in anticipation of doing mathematics. *Int J Psychophysiol, 122*, 24-31. doi:10.1016/j.ijpsycho.2017.05.003

- Kohn, J., Richtmann, V., Rauscher, L., Kucian, K., Käser, T., Grond, U., Esser, G., & von Aster, M. (2013). Das Mathematikangstinterview (MAI): Erste psychometrische Gütekriterien. *Lernen und Leistungsstörungen*, 2, 177-189.
- Krinzinger, H., Kaufmann, L., Dowker, A., Thomas, G., Graf, M., Nuerk, H. C., & Willmes, K. (2007). [German version of the math anxiety questionnaire (FRA) for 6- to 9-year-old children]. *Z Kinder Jugendpsychiatr Psychother*, 35 (5), 341-351. doi:10.1024/1422-4917.35.5.341
- Krinzinger, H., Kaufmann, L., & Willmes, K. (2009). Math Anxiety and Math Ability in Early Primary School Years. *J Psychoeduc Assess*, 27 (3), 206-225. doi:10.1177/0734282908330583
- Lazarus, R. S. (2001). Relational meaning and discrete emotions. In K. R. Scherer, A. Schorr, & T. Johnstone (Eds.), *Series in affective science. Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research*. New York: Oxford University Press.
- LeFevre, J., Kulak, A., & Heymans, S. (1992). Factors influencing the selection of university majors varying in mathematical content. *Canadian Journal of Behavioral Sciences*, 24, 276-289.
- Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2012). When math hurts: math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math. *PLoS One*, 7 (10), e48076. doi:10.1371/journal.pone.0048076
- Ma, X. (1999). A Meta-Analysis of the Relationship between Anxiety toward Mathematics and Achievement in Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30 (5), 520-540. doi:10.2307/749772
- Malanchini, M., Rimfeld, K., Shakeshaft, N. G., Rodic, M., Schofield, K., Selzam, S., Dale, S. S., Petrill, S. A., & Kovas, Y. (2017). The genetic and environmental aetiology of spatial, mathematics and general anxiety. *Scientific Reports*, 7, 42218. doi:10.1038/srep42218
- Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2015). Inter-generational Effects of Parents' Math Anxiety on Children's Math Achievement and Anxiety. *Psychological Science*, 26 (9), 1480-1488. doi:10.1177/0956797615592630
- Marks, I. M. (1987). *Fear, Phobias and Rituals*. New York: Oxford University Press.
- Mata, M. d. L., Monteiro, V., & Peixoto, F. (2012). Attitudes towards Mathematics: Effects of Individual, Motivational, and Social Support Factors. *Child Development Research*, 2012, 10. doi:10.1155/2012/876028
- Mattarella-Micke, A., Mateo, J., Kozak, M. N., Foster, K., & Beilock, S. L. (2011). Choke or thrive? The relation between salivary cortisol and math performance depends on individual differences in working memory and math-anxiety. *Emotion*, 11 (4), 1000-1005. doi:10.1037/a0023224
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex „Frontal Lobe“ Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41 (1), 49-100.
- OECD. (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Paris: OECD Publishing.
- Orbach, L., Herzog, M., & Fritz, A. (in press). Math Anxiety during the transition from primary to secondary school. In M. Knigge, D. Kollosche, O. Skovsmose, R. M. J. d. Souza, & M. G. Penteado (Eds.), *Inclusive mathematics education: Research results from Brazil and Germany*. New York: Springer.
- Park, D., Ramirez, G., & Beilock, S. L. (2014). The role of expressive writing in math anxiety. *J Exp Psychol Appl*, 20 (2), 103-111. doi:10.1037/xap0000013
- Plutchik, R. (1980). *Emotion: A psychoevolutionary synthesis* (Vol. 13). New York: Harper & Row.
- Punaro, L., & Reeve, R. (2012). Relationships between 9-Year-Olds' Math and Literacy Worries and Academic Abilities. *Child De-*

- velopment Research, 2012, 11. doi:10.1155/2012/359089
- Ramirez, G., Chang, H., Maloney, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2016). On the relationship between math anxiety and math achievement in early elementary school: The role of problem solving strategies. *J Exp Child Psychol*, 141, 83-100. doi:10.1016/j.jecp.2015.07.014
- Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2013). Math Anxiety, Working Memory, and Math Achievement in Early Elementary School. *Journal of Cognition and Development*, 14 (2), 187-202. doi:10.1080/15248372.2012.664593
- Remshmidt, H. (2008). *Kinder- und Jugendpsychiatrie: Eine praktische Einführung*. Stuttgart: Thieme.
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). Mathematics Anxiety Rating Scale – Psychometric Data. *Journal of Counseling Psychology*, 19 (6), 551-+. doi:DOI 10.1037/h0033456
- Robinson, M. D., & Clore, G. L. (2002). Belief and feeling: evidence for an accessibility model of emotional self-report. *Psychol Bull*, 128 (6), 934-960.
- Sarkar, A., Dowker, A., & Cohen Kadosh, R. (2014). Cognitive enhancement or cognitive cost: trait-specific outcomes of brain stimulation in the case of mathematics anxiety. *J Neurosci*, 34 (50), 16605-16610. doi:10.1523/jneurosci.3129-14.2014
- Scarr, A. (1999). *The handbook of child and adolescent clinical psychology*. London: Routledge.
- Sorvo, R., Koponen, T., Viholainen, H., Aro, T., Räikkönen, E., Peura, P., ... Aro, M. (2017). Math anxiety and its relationship with basic arithmetic skills among primary school children. *British Journal of Educational Psychology*, 87 (3), 309-327. doi:10.1111/bjep.12151
- Spielberger, C. D. (1972). *Anxiety. Current trends in theory and research*. New York: Academic Press.
- Suárez-Pellicioni, M., Nunez-Pena, M. I., & Colome, A. (2016). Math anxiety: A review of its cognitive consequences, psychophysiological correlates, and brain bases. *Cogn Affect Behav Neurosci*, 16 (1), 3-22. doi:10.3758/s13415-015-0370-7
- Suárez-Pellicioni, M., Núñez-Peña, M. I., & Colomé, A. (2013). Mathematical anxiety effects on simple arithmetic processing efficiency: An event-related potential study. *Biological Psychology*, 94 (3), 517-526.
- Suárez-Pellicioni, M., Núñez-Peña, M. I., & Colomé, À. (2015). Attentional bias in high math-anxious individuals: evidence from an emotional Stroop task. *Frontiers in Psychology*, 6, 1577. doi:10.3389/fpsyg.2015.01577
- Tewes, A., & Naumann, A. (2017). *Kinder-Angst-Test-III*. Göttingen: Hogrefe.
- Thomas, G., & Dowker, A. (2000). *Mathematics anxiety and related factors in young children*. Paper presented at the British Psychological Society Developmental Section Conference, Bristol, UK.
- Vukovic, R. K., Kieffer, M. J., Bailey, S. P., & Harari, R. R. (2013). Mathematics anxiety in young children: Concurrent and longitudinal associations with mathematical performance. *Contemporary Educational Psychology*, 38 (1), 1-
- Weiß, R. H. (2006). *Grundintelligenztest Skala 2 – Revision (CFT 20-R)*. Göttingen: Hogrefe.
- Williams, J. M., Watts, F. N., MacLeod, C., & Mathews, A. (1997). *Cognitive psychology and emotional disorders*. Chichester, U.K.: John Wiley & Sons.
- Wood, G., Pinheiro-Chagas, P., Iio-Costa, A., Micheli, L., Rettore, c., Krinzinger, H., ... Haase, V. G. (2012). Math Anxiety Questionnaire: Similar Latent Structure in Brazilian and German School Children. *Child Development Research*, 2012, 10. doi:10.1155/2012/610192
- Wu, S. S., Barth, M., Amin, H., Malcarne, V., & Menon, V. (2012). Math Anxiety in Second and Third Graders and Its Relation to Mathematics Achievement. *Frontiers in Psychology*, 3, 162. doi:10.3389/fpsyg.2012.00162

Yerkes, R.M. & Dodson, J.D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18, 459-48.

Young, C. B., Wu, S. S., & Menon, V. (2012). The Neurodevelopmental Basis of Math Anxiety. *Psychological Science*, 23 (5), 492-501. doi:10.1177/0956797611429134

Zeidner, M., & Matthews, G. (2011). *Anxiety101*. New York: Springer.

Lars Orbach

Universität Duisburg-Essen

Fakultät für Bildungswissenschaften

Institut für Psychologie

Lehr- und Forschungsambulanz FoBu

Campus Essen

45117 Essen

E-Mail: lars.orbach@uni-due.de