ISSN 2701-9012 ZMFP, Vol.7 (2026)

Zeitschrift für Mathematikdidaktik in Forschung und Praxis

Felix Koch, Katharina Loibl und Timo Leuders

Mathematikangst erkennen und situativ handeln: Ein Prozessmodell für evidenzorientierte mikro-adaptive Praxis

Zusammenfassung

Mathematikangst ist ein seit Jahrzehnten bekanntes Phänomen, das Lernenden das Lernen und Leisten zusätzlich zu inhaltlichen Anforderungen erschwert. Während die ursächliche und langfristige Behandlung von Angst nicht zur Aufgabe von Lehrkräften gehört, können sie in akuten Unterrichtssituationen durch gezielte, situative Anpassungen zur Stabilisierung der Lern- und Leistungsfähigkeit beitragen.

Der Artikel gibt zunächst einen Überblick über zentrale Merkmale, Entstehungsbedingungen und Folgen von Mathematikangst und ordnet diese in ein Zwei-Schleifen-Modell ein. Dabei wird zwischen Angst in Anforderungssituationen und nach Fehlern unterschieden, wobei in beiden Fällen eine Grundstruktur aus Situationsbewertung, emotionaler Reaktion und Regulation zugrunde liegt.

Auf dieser Basis werden wahrnehmbare Hinweise systematisiert, anhand derer Lehrkräfte situative Mathematikangst im Unterricht erkennen und einordnen können. Abschließend werden empirisch untersuchte

Felix Koch, M.A., Institut für mathematische Bildung Freiburg, Pädagogische Hochschule Freiburg, Kunzenweg 21, 79117 Freiburg, Deutschland. e-mail: felix.koch@ph-freiburg.de

Prof. Dr. Katharina Loibl, Institut für Psychologie, Pädagogische Hochschule Freiburg, Kunzenweg 21, 79117 Freiburg, Deutschland. e-mail: Katharina.loibl@ph-freiburg.de

Prof. Dr. Timo Leuders, Institut für mathematische Bildung Freiburg, Pädagogische Hochschule Freiburg, Kunzenweg 21, 79117 Freiburg, Deutschland. e-mail: leuders@ph-freiburg.de

Maßnahmen vorgestellt, die Lehrkräften ermöglichen, unmittelbar zu reagieren und den Unterricht zu adaptieren, um angstbedingte Einschränkungen im Lernprozess zu reduzieren.

Schlagworte

Mathematikangst, math anxiety, Mikroadaption, micro adaptation, Zwei-Schleifen-Modell

1. Einführung

Eine Schülerin sitzt vor ihrem Heft, die Hand zittert, unter dem Arm zeigt sich ein Schweißfleck. Zwei Plätze weiter schreibt ein Mitschüler erst einmal alle Aufgabentexte fein säuberlich ab – statt mit der Bearbeitung zu beginnen. Sein Nachbar schreibt immer wieder eine Rechnung auf und streicht sie durch, er ringt offenbar mit der Erinnerung an die Regeln zur Brucherweiterung und kommt nicht weiter.

Diese Verhaltensweisen finden sich täglich in Klassenzimmern (Orbach et al., 2019). Ihr Erscheinungsbild variiert – Nervosität, Vermeidung, Gedächtnisblockaden –, doch sie lassen sich auf dasselbe leistungshemmende Phänomen zurückführen, das man gerne mit dem Überbegriff der Mathematikangst bezeichnet.

Als Lehrkraft möchte man wissen: Woran erkenne ich Mathematikangst, welche Handlungsoptionen habe ich und wie entscheide ich mich in der konkreten Unterrichtssituation für eine passende Maßnahme? Diese Fragen werden in den Kapiteln 3 und 4 aufgegriffen. Zuvor wird in Kapitel 2 geklärt, was Mathematikangst ist, wie und in welchen Situationen sie wirken kann und welche Konsequenzen sie für Lernen und Leistung haben kann. Dieses Grundverständnis bildet die Voraussetzung dafür, Hinweise im Unterricht einzuordnen und passende Adaptionen auszuwählen.

Hierzu gibt es aus der Forschung eine Reihe nützlicher Erkenntnisse: Theorien und empirisch gestützte Befunde zum Entstehen von Mathematikangst, die auch in konkreten Situationen helfen, die mit Mathematikangst verbundenen Phänomene wahrzunehmen und einzuordnen. Der vorliegende Artikel möchte deshalb zentrale Forschungsbefunde praxisnah bündeln und für Adaptionen auf der Mikroebene im Unterricht nutz-

bar machen (also für kurzfristige, situativ im laufenden Unterricht vorgenommene Anpassungen) und so auch einen Beitrag zur Evidenzorientierung im Lehrkräftehandeln leisten. Evidenzorientierung wird dabei nicht als Anwendung fertiger Rezepte verstanden, sondern als theorie- und befundgeleitete Unterstützung professionellen Wahrnehmens, Einordnens und Handelns in konkreten Unterrichtssituationen (Bauer & Kollar, 2023; Leuders et al., 2025).

Hinweise auf Mathematikangst können auf einer fundierten Grundlage noch besser wahrgenommen und eingeordnet werden. Daher bietet der nächste Abschnitt einen kurzen Überblick darüber, was Mathematikangst ist, wie sie entstehen kann und welche Folgen sie im Unterricht haben kann.

Diese fachliche Einordnung unterstützt die diagnostische Einschätzung im Unterricht. Sie hilft dabei, beobachtete Hinweise mit den passenden Stellen der Entstehungsprozesse von Mathematikangst in Verbindung zu bringen.

Nachdem Grundverständnis und diagnostische Möglichkeiten vorgestellt wurden, zeigt der dritte Teil, welche Handlungsoptionen Lehrkräften in akuten Unterrichtssituationen zur Verfügung stehen. Diese Adaptionen werden strukturiert dargestellt, z. B. welche Maßnahmen ohne Vorbereitung sofort einsetzbar sind. Abschließend fasst der Beitrag die beschriebenen Handlungsoptionen zusammen und ordnet sie kritisch, insbesondere hinsichtlich Praktikabilität und Evidenzorientierung, ein. Der Anhang dokumentiert ergänzend die berücksichtigten Forschungsstränge und ihre Zusammenführung im Zwei-Schleifen-Modell.

2. Übersicht über Mathematikangst

2.1 Was ist Mathematikangst?

Mathematikangst ist ein bereits seit Jahrzehnten bekanntes Phänomen. Man findet es im Mathematikunterricht in allen Kulturen und in allen Altersstufen – von Erstklässlern bis zu Erwachsenen (Barroso et al., 2021; Caviola et al., 2022; Foley et al., 2017; OECD, 2015). Betroffene fühlen sich häufig unwohl, zeigen verändertes Verhalten und erreichen in mathematischen Situationen häufig nicht ihr eigentliches Leistungsvermögen (Ashcraft, 2002; Brunner et al., 2026; OECD, 2023).

Große Schulleistungsstudien zeigen, dass Mathematikangst kein Randphänomen ist. Im IQB-Bildungstrend 2021 berichtete etwa jedes vierte Kind in Klasse 4 hohe mathematikbezogene Ängstlichkeit (Stanat et al., 2022). Auch PISA zeigt für 15-Jährige ein ähnliches Bild: In Deutschland gaben 2012 rund 21 % an, beim Bearbeiten von Mathematikaufgaben sehr nervös zu werden, und rund 25 %, sich bei Mathematikaufgaben hilflos zu fühlen (OECD, 2013).
In der Forschung wird häufig zwischen zwei Ebenen von Mathematikangst unterschieden: einer relativ stabilen Neigung, in mathematischen Kontexten Angst zu erleben (üblich ist dafür der Begriff *trait*/Eigenschaft), und der situativen, momentanen Ausprägung dieser Angst, die direkt während konkreter Anforderungen auftritt (*state*/Zustand) (Orbach et al., 2019). Trait-Mathematikangst beschreibt demnach eine über Situationen und Zeitpunkte hinweg generalisierte Tendenz, während State-Mathematikangst innerhalb einer Person je nach aktueller Anforderung und Bewertung variiert und durch situative Auslöser (z. B. Zeitdruck, soziale Bewertung, Aufgabenschwierigkeit) geprägt sein kann. State-Mathematikangst kann durch Trait-Mathematikangst verstärkt auftreten und umgekehrt kann sich State-Mathematikangst zu Trait-Mathematikangst verfestigen.

2.2 Wie entsteht Mathematikangst und welche Folgen hat sie?

Für die Leistungshemmung ist vor allem situativ auftretende Mathematikangst verantwortlich (Orbach et al., 2019, 2020). Sie kann sich nach dem Auftreten eines Fehlers, aber auch schon in der Anforderungssituation selbst negativ auf das Verhalten und die Leistungsfähigkeit auswirken. In beiden Fällen laufen in den Köpfen der Lernenden jedoch grundlegend die gleichen Prozesse ab. Diese sind in Tabelle 1: Prozesse in Anforderungssituationen und nach Fehlern zur Übersicht dargestellt und werden im Anschluss kurz erklärt. Die am Ende des Unterkapitels folgende Abbildung 1 zeigt darüber hinaus den Zusammenhang der in beiden Spalten von Tabelle 1 dargestellten Teilprozesse als ineinander wirkendes Zwei-Schleifen-Modell der Mathematikangst.

Auslösende Situationen sind entweder eine Anforderung im Mathematikunterricht, wie das Bearbeiten einer Aufgabe, das Vorstellen vor der Klasse oder eine bevorstehende Klassenarbeit (in der Anforderungssituation), oder das Bemerken eines Fehlers (nach dem Fehler).

Tabelle 1: Prozesse in Anforderungssituationen und nach Fehlern

	In der Anforderungs-situation	Nach dem Fehler
Situation	Es besteht eine Lern- oder Leistungssituation (Aufgabe, Prüfung, Präsentation).	Ein Fehler wird bemerkt.
Situationsbewertung	Schaffe ich die mathematische Anforderung?	Kann ich den Fehler beheben? Schaffe ich das Lernen aus dem Fehler?
Gefühlskontrolle	Kann ich die situative Angst regulieren oder überwältigt sie mich?	Kann ich die negativen Gefühle regulieren oder überwältigen sie mich?

Beide Ausgangssituationen werden nun durch die Lernenden bewertet: Die Lernenden fragen sich jeweils – ist das eine Herausforderung oder Bedrohung für mich? Wird die Situation als Herausforderung bewertet, entstehen keine negativen Gefühle. Wird sie jedoch als bedrohlich bewertet, zum Beispiel wegen Notendrucks oder wegen eines in Frage gestellten Selbstbilds („ich kann Mathe“), wird noch gefragt: Schaffe ich das (trotzdem)?

Wenn hierbei nun Zweifel (oder sogar vermeintliche Sicherheit über das Scheitern) bestehen, kommt es zu situativer Angst (antizipatorisch, in der Anforderungssituation) (Ramirez et al., 2018) oder negativen Gefühlen wie Enttäuschung oder Ärger (reaktiv, nach dem Fehler) (Tulis et al., 2016).

In der Forschung, die sich mit der Reaktion auf Fehler befasst (Tulis et al., 2016), ist Mathematikangst kein Schwerpunkt. Die negativen Gefühle, die auf einen Fehler hin entstehen können, weisen deutliche Überschneidungen mit Symptomen der Mathematikangst auf (Ärger, Scham, Hilflosigkeit, Angst, Frustration). Auch Entstehung und Regulation dieser Gefühle verlaufen strukturell ähnlich zur situativen Reaktion in Anforderungssituationen. Daher haben wir die beiden Forschungsstränge mit Blick auf die theoretischen Überschneidungen und die praktischen Konsequenzen in diesem Artikel zusammengeführt.

Auch nach Fehlern entstehen negative Gefühle vor allem dann, wenn Lernende die Situation als bedrohlich bewerten und daran zweifeln, ob sie sie bewältigen können oder sogar sicher sind, dass sie es nicht schaffen (Lazarus & Folkman, 1984).

Schaffen es die Lernenden, sich nicht von diesen Gefühlen überwältigen zu lassen (in der Forschung spricht man von erfolgreicher bzw. gelingender Emotionsregulation), können negative Konsequenzen vermieden oder abgemildert werden (Lyons & Beilock, 2012; Reindl et al., 2020).

2.3 Konsequenzen in der Praxis

Misslingt die emotionale Regulation, können jedoch negative Konsequenzen folgen:

a) In der Anforderungssituation:

Die Überwältigung durch Aufregung und Sorgen (situative Angst) sorgt dafür, dass die Lernenden deutlich mehr Fehler machen – die Leistung sinkt (Ashcraft, 2002; OECD, 2023). Ein Grund für diese Leistungseinbuße ist, dass die überwältigenden Gefühle das Arbeitsgedächtnis beeinträchtigen (Ashcraft & Kirk, 2001). Die Lernenden können dann schlechter komplexe, aber effiziente Lösungsstrategien anwenden bzw. sich nur noch schwer alle relevanten Aspekte der Aufgabenstellung merken.

Des Weiteren konnte nachgewiesen werden, dass die Aufmerksamkeitssteuerung durch situative Angst gestört ist (Orbach et al., 2020). Das bedeutet, negative und ablenkende Gedanken können nicht mehr unterdrückt werden, wodurch sich Lernende schlechter konzentrieren können.

b) Nach dem Fehler:

Die negativen Gefühle schaden der Lernmotivation und dem Durchhaltevermögen (Tulis et al., 2016). Dabei werden oft auch ungünstige Gründe für die Fehler assoziiert und genannt, z. B. „Ich kann einfach kein Mathe“. So eine negative Selbstwahrnehmung hat wiederum Einfluss bei der nächsten Aufgabe, wenn der Lernende bewertet, ob er die Aufgabe schaffen wird (Marsh et al., 1984).

Beide Prozesse – in der Anforderungssituation und nach einem Fehler – sind jeweils für sich schon relevant, ihre besondere Bedeutung wird jedoch erst im Zusammenspiel deutlich: Mathematikangst in der Anforderungssituation macht Fehler wahrscheinlicher. Dadurch entstehen häufiger Situationen, in denen auch die zweite Schleife durchlaufen wird.

Werden Fehler oder Schwierigkeiten dann ungünstig bewertet und auf die eigene Fähigkeit zurückgeführt („Ich habe es eben schon nicht geschafft“), kann dies das Selbstkonzept belasten. Dadurch steigt die Gefahr, dass Lernende in zukünftigen mathematischen Anforderungssituationen erneut durch Angst in ihrer Leistungsfähigkeit eingeschränkt werden. Während Mathematikangst in der Anforderungssituation die Leistungsfähigkeit senkt, zeigt sich bei Personen mit hoher Mathematikangst nach Fehlern in numerischen Aufgaben eine verstärkte neuronale Fehlerreaktion, nicht jedoch bei einer nichtnumerischen Vergleichsaufgabe (Suárez-Pellicioni et al., 2013). Hinzu kommt, dass Betroffene auch stärker zu negativen Attributionen neigen (Fernández-Sogorb et al., 2020).

Die zwei Prozesse – in der Anforderungssituation und nach einem Fehler – greifen also ineinander und können sich verstärken. Dies wird im Zwei-Schleifen-Modell in Abbildung 1 dargestellt.

Die hier vorgestellten Zusammenhänge basieren auf einer Vielzahl von empirischen Befunden, wissenschaftlichen Theorien und Modellen. Eine Darstellung der berücksichtigten Forschungsstränge und ihrer Integration in das Zwei-Schleifen-Modell findet sich im Anhang. Das Zwei-Schleifen-Modell ist ebenfalls ein Ergebnis dieser Analyse des Forschungsstandes und versucht zwei größere, in der Forschung getrennte, aber in der Praxis eng verknüpfte Stränge, anhand ihrer Gemeinsamkeiten und Zusammenhänge zu integrieren und für die Praxis so aufzubereiten, dass es Handlungsentscheidungen begleiten kann (Evidenzorientierung als Orientierung an Theorien und Prinzipien, Leuders et al., 2025).

3 Diagnose: Woran erkenne ich Mathematikangst?

Um wahrgenommene Hinweise zu den oben vorgestellten Teilprozessen zuordnen zu können, müssen Lehrkräfte erst einmal wissen, welche Hinweise sie im Unterricht erkennen können.

Die Hinweise, die Lehrkräfte wahrnehmen können, lassen sich in drei Kategorien einteilen. Sie sind in Tabelle 2 aufgeführt (Ashcraft, 2002; Ashcraft & Ridley, 2005; Brunner et al., 2026; Fritz et al., 2019; Haase et al., 2019; Hembree, 1990).

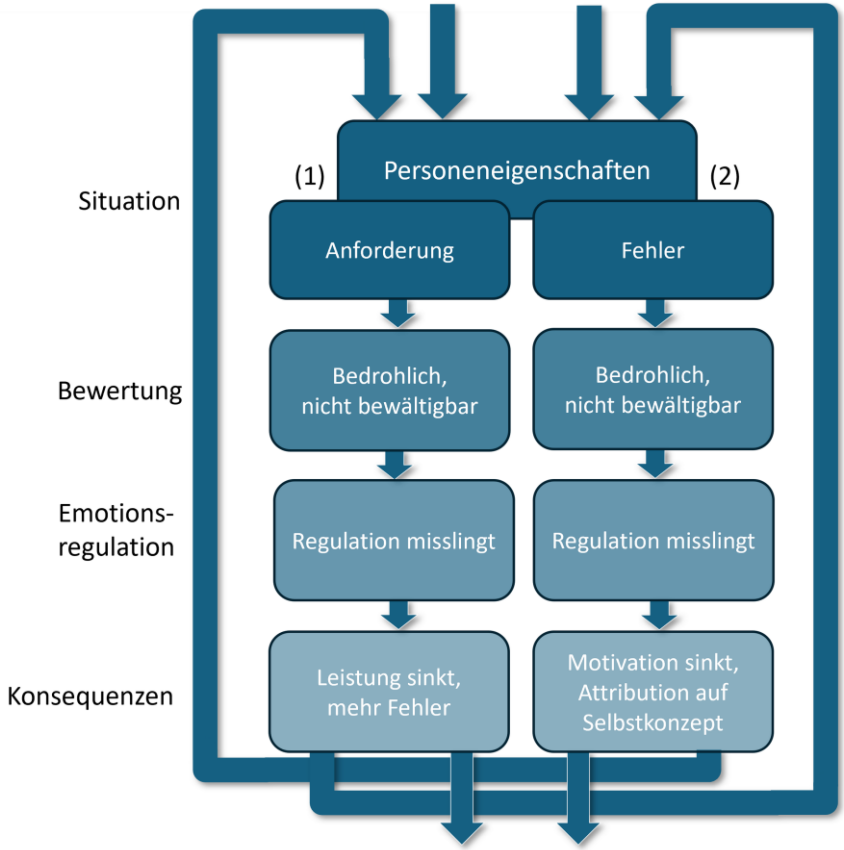

Abbildung 1: Zwei-Schleifen-Modell der Mathematikangst

Tabelle 2: Hinweiskategorien auf Mathematikangst

Kategorie	Hinweis
Emotionale Hinweise	Nervosität, Anspannung, Frustration, Ärger/Wut, Verzweiflung, Hoffnungslosigkeit
Physiologische Hinweise	Herzklopfen, Übelkeit, Schwitzen
Kognitive Hinweise	Blackout, Konzentrationsverlust, Selbstzweifel, Unsicherheit, Hilflosigkeit, Vermeidung, Passivität, Rückzug

Dies sind Hinweise auf eine situative Angst, aber sie sind nicht zwangsläufig mit situativer Angst verbunden, d. h. nur wenn Lernende schwitzen oder unsicher sind, müssen sie nicht unbedingt ängstlich sein. Diese Hinweise erleichtern jedoch die Einschätzung im Unterricht, weil sie sichtbare Orientierungspunkte geben. Die letztliche Bewertung der wahrgenommenen Hinweise bleibt jedoch Aufgabe der Lehrkräfte, die das Verhalten der einzelnen Lernenden über einen längeren Zeitraum und in verschiedenen Kontexten kennen – ihr professionelles Urteil ist und bleibt entscheidend.

In Fällen, in denen Lehrkräfte unsicher sind, ob die situative emotionale Lage die Leistungsfähigkeit bereits negativ beeinflusst, können sie sich eine gewisse Absicherung verschaffen, indem sie auf Verfahren zurückgreifen (und diese ggf. adaptieren) wie sie in entsprechenden Studien eingesetzt wurden. Ashcraft und Kirk (2001) untersuchten beispielsweise den Zusammenhang zwischen den Leistungen und der Angst während des Bearbeitens von Aufgaben. Sie ließen Lernende einfache Additionsaufgaben mit Übertrag (z.B. 9+3, 7+8) durchführen, während sie sich gleichzeitig sechs zufällige Buchstaben merken mussten. Lernende, die während der Aufgabe stärker angstbelastet waren, machten dabei deutlich mehr Fehler. Für den Unterricht ist dies nicht als klinische Diagnose zu verstehen, kann aber als ergänzende heuristische Orientierung dienen: Ein auffälliger Leistungsabfall bei einfachen Übertragsrechnungen unter zusätzlicher Merkanforderung kann im Verbund mit weiteren Hinweisen den Verdacht erhärten, dass situative Belastung die Bearbeitung beeinträchtigt.

4. Maßnahmen: Was kann ich im Unterricht tun?

4.1 Wie gehe ich vor?

Nachdem nun klar ist, was Mathematikangst ist, wie sie wirkt und wie wir sie im Unterricht erkennen können, stellt sich die Frage, wie wir gezielt darauf reagieren können. Tabelle 1 zeigt, welche Prozessschritte Lernende in einer Anforderungssituation oder nach einem Fehler durchlaufen können. Das Zwei-Schleifen-Modell aus Abbildung 1 verdeutlicht zusätzlich, wie diese Teilprozesse zusammenhängen und sich gegenseitig beeinflussen können, und unterstützt Lehrkräfte darin, ihre Beobachtungen differenziert einzuordnen. Die nun vorgestellten Ansätze setzen jeweils an unterschiedlichen Prozessschritten an. Dadurch lassen sich Beobachtungen aus dem Unterricht gezielter einordnen und in passende

Maßnahmen übersetzen, die beispielsweise an der Situation selbst, an ihrer Bewertung oder an der Regulation ausgelöster Gefühle ansetzen. Stelle ich als Lehrkraft zum Beispiel fest, dass Lernende ihre Erfolgsaussichten bei einer Aufgabe besonders niedrig einschätzen, kann ich Maßnahmen auswählen, die auf die Bewertung der Situation abzielen. Beobachte ich dagegen, dass jemand gerade von starken negativen Gefühlen überrollt wird, eignen sich Maßnahmen zur Gefühlskontrolle.

Bei aller Nützlichkeit des Modells muss jedoch immer von einer gewissen Restunsicherheit ausgegangen werden – das Modell orientiert, es kann aber keine eindeutigen Diagnosen treffen. Vor diesem Hintergrund müssen Lehrkräfte nach der Anwendung einer Maßnahme stets prüfen, ob sich die Lern- und Leistungsfähigkeit verbessert hat oder ob eine weitere – oder andere – Anpassung sinnvoll erscheint.

So entsteht im Unterricht ein Dreiklang aus: 1. Erkennen, 2. interpretieren und einordnen und 3. passende Maßnahme auswählen und umsetzen.

4.2 Welche Maßnahmen gibt es?

Im Folgenden werden zu den Stationen aus Tabelle 1 passende Maßnahmen vorgestellt. Alle vorgestellten Maßnahmen wurden in der Forschung empirisch überprüft, d. h. angewendet und auf ihre Wirksamkeit hin untersucht.

Da insbesondere situative Angst die Leistung hemmt, wurden Maßnahmen ausgewählt, die als Mikroadaptionen direkt im Unterricht ansetzen.

Mikroadaptionen sind Anpassungen der Unterrichtssituation oder -gestaltung, in der sich eine Lehrkraft gerade befindet. Sie erfolgen als Reaktion auf momentane Beobachtungen, die eine Anpassung der Situation erfordern, um die gesetzten Unterrichtsziele möglichst optimal zu erreichen. Sie sind so konzipiert, dass sie ohne längere Aufbauphase nutzbar sind. Vielmehr ermöglichen sie kleine, direkt anschließbare Anpassungen, die Lehrkräfte bei Bedarf flexibel einsetzen können und die direkt zur Verbesserung beitragen. Der zeitliche Horizont der Vorbereitung, aber auch der langfristigen Tragweite ist also viel kürzer als beispielsweise bei Makroadaptionen. Diese zielen mit deutlich mehr Vorbereitungszeit auf Anpassungen, die über zahlreiche Unterrichtsstunden bis Wochen hin umgesetzt werden (Leuders et al., 2025).

Ein Teil dieser **Sofortmaßnahmen** ist ohne Voraussetzungen einsetzbar; sie sind daher **unmittelbar verfügbar**. Andere Maßnahmen benötigen Voraussetzungen, etwa Methodentraining zu kooperativen Lernformen oder bestimmte technische Voraussetzungen. Diese Maßnahmen sind **mittelbar verfügbar**: Sie lassen sich ebenso kurzfristig einsetzen, sofern die Lernenden mit ihrer Durchführung vertraut sind oder die erforderliche Ausstattung bereits vorhanden ist.

4.2.1 Wie ich die Situation beeinflussen kann

Eine unmittelbar verfügbare Sofortmaßnahme, um die Situation bereits vor oder während der Bearbeitung positiv zu beeinflussen, besteht darin, die Komplexität oder Schwierigkeit einer Aufgabe zu reduzieren. Das kann in Form einer anderen Aufgabe, Hilfestellungen, Strategietipps oder einer Anpassung der aktuellen Aufgabe erfolgen. Diese Anpassung wird dabei nicht für die ganze Klasse vorgenommen, sondern lediglich auf individueller Ebene oder in Kleingruppen von Betroffenen. Für beide Aspekte konnte gezeigt werden, dass sie situative Angst im Mathematikunterricht begünstigen (Artemenko et al., 2025). Daraus lässt sich für den Unterricht ableiten, dass eine situative Reduktion von Schwierigkeit oder Komplexität entlastend wirken kann. Ein solcher „defensiver" Ansatz ist jedoch immer mit dem Problem verbunden, dass Lernende dabei weniger Gelegenheiten haben, Lernziele zu erreichen. Für den Mathematikunterricht ist diese Balance zwischen defensivem und offensivem Vorgehen mit Anforderungssituationen besonders gut für sprachliche Anforderungen beschrieben (Prediger et al., 2019): Reduziert man sprachliche Anforderungen, so können sprachlich schwächere Lernende zunächst Aufgaben mit höherem Erfolg bewältigen. Reduziert man zu stark, so lernen sie die sprachlichen Mittel nicht, die für ein grundlegendes Verständnis nötig sind (sogenannte verstehensbezogene Sprache, wie bei Brüchen der Begriff „Anteil", bei Textaufgaben Grundvorstellungen wie „Unterschied", bei Prozentrechnung Begriffe für das Ganze und den Teil u.v.m.). Wie hier eine passende Balance zwischen Senken von Lernhürden und Erreichen von Lernzielen aussieht, kann man als Lehrkraft nur vor dem Hintergrund der Kenntnis der Situation der Lernenden bewerten und entscheiden.

4.2.2 Wie ich die Bewertung beeinflussen kann

Die Bewertung ist im Zwei-Schleifen-Modell eine Prozessstelle, an der in beiden Schleifen angesetzt werden kann: In der Anforderungssituation

beeinflusst die Bewertung, ob eine Situation als bewältigbar oder bedrohlich erlebt wird. Nach einem Fehler beeinflusst sie, ob Schwierigkeiten und Fehler als Lernanlass oder als Hinweis auf mangelnde eigene Fähigkeit gedeutet werden. Maßnahmen an dieser Stelle können daher helfen, die gegenseitige Verstärkung der beiden Schleifen zu unterbrechen. Dabei gibt es drei unterschiedliche Ansätze, negative Bewertungen umzudeuten.

1. Aufregung, Stress oder Unsicherheit nicht als Bedrohung, sondern als normale Reaktion oder sogar als hilfreichen Zustand zu interpretieren.
2. Die Bewältigbarkeitseinschätzung der Situation durch gemeinsames Bearbeiten zu verbessern.
3. Durch strukturiertes Feedback die Einschätzung zu stärken, dass ein Fehler bearbeitet werden kann und aus ihm gelernt werden kann.

Tabelle 3 ordnet diesen Ansätzen konkrete Beispiele zu. Sie ist dabei nicht als starres Entscheidungsraster zu verstehen, sondern als Orientierungshilfe: Je nachdem, ob die Bewertung in der Anforderungssituation oder nach einem Fehler ansetzt, können unterschiedliche Maßnahmen naheliegen.

4.2.3 Wie ich die Gefühlskontrolle unterstützen kann

Bei der Unterstützung der Gefühlskontrolle geht es bei allen Ansätzen darum, die emotionale Erregung zu reduzieren. Im Zwei-Schleifen-Modell kann dies an beiden Teilprozessen relevant werden: In der Anforderungssituation, wenn Angst die Bearbeitung blockiert, und nach einem Fehler, wenn negative Gefühle nach Schwierigkeiten oder Fehlern anhalten und weitere ungünstige Bewertungen begünstigen. Das kann grundlegend über zwei Wege erreicht werden:

1. Durch kurze aktive Strategien der Lernenden

2. Durch beruhigend wirkende Umgebungsveränderungen

Als beruhigend wirkende Umgebungsveränderungen werden Maßnahmen verstanden, die von Lernenden vor allem rezipiert werden, während aktive Strategien Maßnahmen bezeichnen, die Lernende selbst ausführen. Tabelle 4 ordnet diese Beispiele als Maßnahmen ein, die an der Emotionsregulation im Modell ansetzen, und weist ihre Verfügbarkeit aus.

Tabelle 3 – Varianten der positiven Neubewertung

Aufregung und Stress	**Gemeinsames Arbeiten**	**Bewältigbarkeit von Fehlern**
Beispiel 1: Ein kurzer wissenschaftsbasierter Informationstext erklärte, dass Aufregung die Aufmerksamkeit erhöhen kann. Lernende berichteten danach weniger von Angst und erzielten bessere Leistungen in den Prüfungen (Jamieson et al., 2016). Diese Maßnahme ist unmittelbar verfügbar – lediglich der Informationstext ist nötig. **Beispiel 2:** Teilnehmende wurden angeleitet, Stress als Hinweis auf Konzentration zu interpretieren, kombiniert mit einem Perspektivwechsel („Wie würde ich diese Aufgabe einem Freund erklären?“). Diese Kombination senkte erfolgreich die Angst (Pizzie et al., 2020). Um diese Adaption umsetzen zu können, müssen Lernende vorab die Methode des Umdeutens und Perspektivwechsels lernen, daher ist diese Methode mittelbar verfügbar.	**Beispiel 1:** Durch kooperative Lernformen wurde erfolgreich die Angst gesenkt und die Teilnehmenden suchten auch häufiger selbst nach Hilfe. Die Mitglieder der Arbeitsgruppen waren dabei gleichberechtigt. Bei der Präsentation der Gruppenergebnisse stellte eine Person der Gruppe die Ergebnisse vor, durfte sich aber jederzeit von jedem Gruppenmitglied Hilfe bzw. Unterstützung hinzuholen (Lavasani & Khandan, 2011). Kooperatives Lernen muss zunächst als Methode gelernt werden, die Maßnahme ist also mittelbar verfügbar. Da kooperatives Lernen eine verbreitete Sozialform ist, sind die Voraussetzungen dafür in der Praxis häufiger bereits vorhanden, als die Einordnung „mittelbar verfügbar“ zuerst vermuten lässt. Ist dies der Fall, können Lehrkräfte direkt adaptieren („bearbeite die Aufgabe doch zu dritt“).	**Beispiel 1:** An einer Hochschule wurden Studierende eines Matheseminars ein Semester lang im Anschluss an ihre Übungsgruppen mit Feedback zu Fehlern und fehlerhaften Strategien unterstützt. Am Ende des Semesters zeigte sich, dass Mathematikangst keinen negativen Einfluss mehr auf die Noten hatte und die Leistungen signifikant besser waren als im vorherigen Jahr, als kein Feedback erfolgte (Núñez-Peña et al., 2015). Feedback zu Fehlern und fehlerhaften Strategien gehört zum Alltag von Mathematiklehrkräften. Daher ist diese Maßnahme unmittelbar verfügbar. Aus unserer Sicht ist es aber wichtig, dass Lehrkräften bewusst ist, dass sie damit nicht nur fachlich, sondern auch emotional unterstützen und damit direkt in die Bewertung eines Fehlers eingreifen. Dieses Wissen kann die Feedbackhäufigkeit oder sprachliche Struktur des Feedbacks bei angstanfälligen Lernenden zielführend beeinflussen.

Tabelle 3 – Varianten der positiven Neubewertung (Fortsetzung)

Aufregung und Stress	**Gemeinsames Arbeiten**	**Bewältigbarkeit von Fehlern**
Beispiel 3: Ebenfalls erfolgreich waren Trainings, bei denen die Teilnehmenden lernten, negative Gedanken wahrzunehmen und bewusst durch hilfreiche Gedanken zu ersetzen („Ich habe schon andere Aufgaben geschafft", „Ich bin vorbereitet"). Auch dies reduzierte die situative Angst (Asanjarani & Zarebahramabadi, 2021; Karimi & Venkatesan, 2009). Das bewusste Wahrnehmen von negativen Gedanken und Ersetzen durch hilfreiche Gedanken muss ebenfalls als Methode gelernt werden, weshalb auch dieser Ansatz mittelbar verfügbar ist.	**Beispiel 2:** In einer anderen kooperativen Arbeitsform waren die Gruppenmitglieder nicht gleichrangig. Eine Person nahm die Rolle eines Tutorierenden und die andere Person die Rolle des Tutorierten ein – diese Rollen wurden nach einer festgelegten Zeit gewechselt. Auch hier wurde die situative Angst erfolgreich reduziert (Moliner & Alegre, 2020). Auch diese Form des kooperativen Lernens, mit unterschiedlichen Rollen, muss gelernt sein, bevor sie direkt einsetzbar ist. Daher ist diese Maßnahme mittelbar verfügbar.	**Beispiel 2:** In digitalen Lernumgebungen konnte Feedback Angst ebenfalls reduzieren und Leistungen steigern. Dabei bearbeiteten Lernende ein Thema und erhielten von einem digitalen Avatar fachliche Unterstützung, wenn sie Schwierigkeiten hatten. Besonders interessant ist dabei, dass eine Gruppe von Studienteilnehmenden durch den Avatar auch noch empathische Botschaften erhielt, wie „Es ist okay nervös zu sein, jeder macht Fehler, wenn etwas Neues gelernt wird" oder „Mach dir keine Sorgen, wenn du ein paar Versuche brauchst – Fehler bedeuten, du bist am Lernen.". Die Teilnehmenden, die von hoher Angst betroffen waren, zeigten mit empathischen Botschaften die größten Leistungszuwächse (Kim et al., 2017). Die Nutzung von Feedback gebenden digitalen Lernumgebungen setzt die entsprechenden technischen Ressourcen voraus. Daher ist diese Maßnahme mittelbar verfügbar.

Tabelle 4 – Varianten der Emotionsregulation

Aktive Strategien zur Beruhigung
Beispiel 1: Bewusstes, tiefes Atmen für eine kurze Dauer (ca. 2 Minuten) zeigte eine Verbesserung der Leistung von stark ängstlichen. In einer der Untersuchungen wurde die Atemtechnik im Rahmen eines Methodentrainings mit entspannenden inneren Bildern kombiniert. Anschließend bearbeiteten die Teilnehmenden schrittweise schwierigere Aufgaben und nutzten dabei die Atemtechnik weiter. Bei dieser Variante wurde nicht nur die Leistung verbessert, sondern auch die Angst gesenkt (Brunyé et al., 2013; Sheffield & Hunt, 2006). Diese Atemtechniken müssen, bevor sie als Maßnahme eingesetzt werden können, aber zuerst gelernt werden. Daher sind sie mittelbar verfügbar. **Beispiel 2:** Eine andere aktive Strategie besteht in expressivem Schreiben. Die Teilnehmenden schrieben dreimal die Woche völlig frei, ohne Vorgaben auf, was sie über Mathematik denken, wie sie sich dabei fühlen und welche Sorgen sie haben. Bereits nach dem ersten Schreiben konnte eine Reduktion der Angst festgestellt werden (Hines et al., 2016). Beim expressiven Schreiben genügt eine kurze Erklärung, wie es funktioniert, daher ist es als Maßnahme unmittelbar verfügbar. **Beispiel 3:** Durch das etwa zehnminütige Ausmalen strukturierter Mandalas konnte ein vorher aktiv herbeigeführtes Angstgefühl vor einer prüfungsähnlichen Aufgabe wieder reduziert werden. Dies trat dabei nicht deshalb auf, weil die Prüfung an sich vermieden wurde. Das zeigte sich daran, dass in einer parallelen Gruppe, in der ein deutlich freierer Malauftrag erledigt wurde, keine Reduktion der Angst erfolgte. Die Reduktion ist also nicht darauf zurückzuführen, dass die Aufgabe vermieden wurde (Ramos Salazar, 2019). Verfügt eine Lehrkraft über strukturierte Mandalas, kann sie diese unmittelbar als Adaptionsmaßnahme nutzen.

Tabelle 4 – Varianten der Emotionsregulation (Fortsetzung)

Beruhigende Umgebungsveränderungen
Beispiel 1: Während des Bearbeitens von Aufgaben konnte die Angst durch das Spielen von Musik reduziert werden, dabei war beruhigende Musik besonders effektiv (Gan et al., 2016). Diese Maßnahme ist unmittelbar verfügbar, sofern der Lehrkraft eine Musikpräsentation möglich ist, was in den meisten Klassenzimmern der Fall sein wird. **Beispiel 2:** In einer anderen Untersuchung nutzten Ängstliche VR-Headsets, die eine virtuelle, beruhigende Naturumgebung zeigten und authentische Geräusche dazu abspielten. Bereits eine fünfminütige Anwendung konnte die Angst senken und die Leistung verbessern (Davis & Khan, 2018). Die technische Ausstattung, die hier genutzt wird, ist jedoch (noch) keine Standard-Klassenzimmerausstattung, darüber hinaus ist auch nicht nur das VR-Headset, sondern auch die passende Software nötig. Daher ist diese Maßnahme nur mittelbar verfügbar.

4.3 Wie ich Entscheidungen über Maßnahmen treffe

In diesem Kapitel wurden zahlreiche Beispiele vorgestellt, wie in empirischen Studien Angst in mathematischen Situationen reduziert, die Leistung von Ängstlichen wieder gesteigert oder sogar beides erreicht wurde. Die vorgestellten Maßnahmen knüpfen dabei an die in 2.2 genannten Stationen des Zwei-Schleifen-Modells der Mathematikangst an und sind daher besonders gut an diagnostische Einschätzungen durch Lehrkräfte anknüpfbar. Zum Abschluss werden in Tabelle 5 nochmals die unterschiedlichen Stationen des Zwei-Schleifen-Modells der Mathematikangst und dazu passende unmittelbar und mittelbar verfügbare Maßnahmen übersichtlich dargestellt, die in beiden Schleifen wirken. Diese Entscheidung ist zum Teil einer übersichtlichen Darstellung geschuldet, hauptsächlich soll aber die parallele Struktur beider Schleifen im emotionalen Verarbeitungsprozess betont werden. Bei mittelbar verfügbaren Maßnahmen können die erforderlichen Voraussetzungen unterschiedlich gelagert sein: Manche setzen vor allem eingeübte methodische Routinen voraus, andere – wie VR-Umgebungen – zusätzlich vorhandene technische Ausstattung.

Tabelle 5 Übersicht Maßnahmen für den Unterricht

	Unmittelbar verfügbar	Mittelbar verfügbar
Situationsbewertung	Umdeuten von Aufregung, Feedback zu Fehlern	1. Umdeuten von Stress/Perspektivwechsel 2. Kooperatives Arbeiten, 3. Bemerken und aktives Umdeuten negativer Gedanken mit bestärkenden Selbstgesprächen, digitale Lernumgebungen (mit empathischem Feedback)
Gefühlskontrolle	Expressives Schreiben, strukturierte Mandalas, Einsatz beruhigender Musik	1. Techniken zur Tiefenatmung (mit dem Vorstellen beruhigender Situationen), 2. Nutzung beruhigender VR-Umgebungen

Einzig die Adaption der Anforderungssituation stellt eine Besonderheit der ersten Schleife dar, die keine Entsprechung in der zweiten Schleife hat. Die Adaptionsmöglichkeiten, die weiter oben als Anpassung der Komplexität oder Schwierigkeit beschrieben wurden, kennen Lehrkräfte in der Regel aus ihrem Unterricht (Austausch der Aufgabe, Vereinfachung, Hilfsmaterial, Musterbeispiel einer Lösung, …) (s. auch Leuders & Prediger, 2012). Eine umfängliche Darstellung dieser Inhalte würde den Rahmen des Beitrags übersteigen, weshalb die Fokussierung auf die emotionalen Adaptionsmöglichkeiten gewählt wurde.

Die hier vorgestellten Maßnahmen sind verdichtete Darstellungen zahlreicher empirischer Forschungsarbeiten. Sie wurden hier im Wesentlichen auf ihren Ansatz, die unterrichtliche Handlung und ihre zu erwartenden Wirkungen reduziert, da das aus unserer Sicht für Lehrkräfte das Entscheidende ist.

Mit dieser Übersicht liegt eine strukturierte Liste von Handlungsoptionen vor, allerdings kein „Rezept“, wann man welche der Optionen auswählen und umsetzen sollte. Eine solche Entscheidung hängt von vielen Kriterien zugleich ab: Zunächst natürlich davon, wie sicher man sich in der Einordnung des beobachteten Verhaltens ist, also in der „Diagnose“. Diese ist immer unsicher und mehrdeutig, hier kann man als Lehrkraft nur die evidenzorientierten Hinweise und die Vorerfahrungen mit dem Lernenden miteinander verknüpfen und abwägen.

Ein Beispiel, das diese Verbindung aus wissenschaftlich-empirischen Erkenntnissen mit individuellen Vorerfahrungen verbindet, könnte so aussehen:

> *Während einer Stillarbeitsphase im Mathematikunterricht sitzt ein Schüler über einer Aufgabe zum Bruchrechnen. Er schreibt einen Rechenansatz, hält inne, radiert, seufzt hörbar und starrt einige Sekunden auf sein Heft. Seine Körperhaltung wirkt angespannt, er vermeidet Blickkontakt zur Lehrkraft und beginnt schließlich, unruhig mit dem Stift zu spielen.*
>
> *Das Zögern und der Abbruch des Lösungsansatzes, die Anspannung, die Vermeidung des Blickkontakts sind alles Hinweise, die auf eine situative Mathematikangst hindeuten können. Eine Lehrkraft, die dies erkennt, könnte nun je nach Vorerfahrungen mit diesem Schüler zu folgenden Schlüssen kommen:*

Variante A: Unterstützen beim Neubewerten ist sinnvoll

In vergleichbaren Situationen hat der Schüler schon oft Äußerungen wie „Ich schaffe das sowieso nicht" oder „das ist mir zu viel" geäußert. Emotional ist er dabei nicht übermäßig erregt, zeigt jedoch wiederholt, dass er nicht glaubt, dass er Aufgaben bewältigen kann. Hier könnte zum Beispiel gemeinsames Arbeiten eine sinnvolle Adaption der Situation sein.

Variante B: Unterstützung bei der Emotionsregulation ist sinnvoll

Der Schüler ist in Einzelarbeitsphasen und Tests oft sehr nervös, es gab schon Situationen mit zitternden Händen, Tränen und kompletten Blockaden. Wenn er sich wieder beruhigt hatte, konnte er aber oft weiterarbeiten. Hier könnte es hilfreich sein, wenn der Schüler durch die Lehrkraft angeregt wird, zum Beispiel eine Tiefenatmungstechnik anzuwenden, um diesen Zustand bewusst und deutlich weniger belastend zu erreichen.

Variante C: Keine Mathematikangstadaption nötig

Der Schüler arbeitet sonst meist konzentriert und ausdauernd, auch zeigte er bisher keine Anzeichen von Angst in Anforderungssituationen. Ähnliches Verhalten trat jedoch bereits bei Müdigkeit oder Langeweile auf. Hier wäre eine Adaption als Reaktion auf eine situative Mathematikangst nicht hilfreich.

Diese drei Beispiele zeigen, dass durch die Nutzung von wissenschaftlichen Theorien und empirischen Befunden Lehrkräfte in ihrem professionellen Handeln unterstützt werden können: Hinweise wahrzunehmen und zielführend mit ihren Lerngruppenerfahrungen zu verbinden. Die Konsequenz kann eine Adaption sein, die sich idealerweise nicht nur oberflächlich auf ‚Mathematikangst' bezieht, sondern gezielt Teilprozesse wie die Bewertung oder Emotionsregulation adressiert, sie kann jedoch auch eine bestinformierte Entscheidung gegen eine Mathematikangstadaption sein, da es in dem individuellen Fall nicht sinnvoll erscheint. Am Ende steht eine Entscheidung, die durch Evidenzorientierung bereichert wurde.

5. Fazit

In diesem Artikel wurde gezeigt, was unter Mathematikangst verstanden wird, wie sie verbreitet ist und vor allem durch welche Prozesse der Situationsbewertung, emotionalen Reaktion und Emotionsregulation Mathematikangst entsteht und auf Leistung wirkt. Im nächsten Schritt wurde aufgezeigt, anhand welcher Hinweise Lehrkräfte begründet auf eine mögliche situative Angst schließen können. Diese Hinweise können zum Teil mit den beschriebenen Zusammenhängen aus Bewertungen, Gefühlen und Gefühlskontrolle in Verbindung gebracht werden (lähmende Frustration könnte ein Hinweis auf eine nicht gelungene Gefühlskontrolle sein). Anschließend wurden Ergebnisse ausgewählter Studien vorgestellt, deren Adaption im Unterricht direkt möglich ist, in Teilen jedoch eine gewisse Vorbereitung hinsichtlich methodischen Könnens (bestärkende Selbstgespräche, kooperatives Lernen) oder vorhandener technischer Ressourcen (VR-Equipment mit Software, digitale Lernumgebung mit Feedback) bedürfen. Diese ausgewählten Studien wurden ebenfalls an den Stationen des Zwei-Schleifen-Modells der Mathematikangst zugeordnet.

Im Idealfall gelingt einer Lehrkraft so sehr schnell der Dreiklang aus:

1. Symptome erkennen (Lernende sind durch Frustration/Verzweiflung blockiert),

2. Einordnung (Gefühlskontrolle ist gescheitert) und

3. Auswahl der adaptiven Maßnahme (Einsatz der trainierten Atemtechnik, um emotionale Blockade zu lösen).

In anderen Fällen ist davon auszugehen, dass Lehrkräfte mehr Aufwand bzw. Unsicherheit bei der genauen Einordnung der „problematischen Station“ haben. In diesen Fällen können Lehrkräfte dennoch heuristisch vorgehen. Das bedeutet, sie orientieren sich an zunächst vorliegenden Hinweisen, treffen eine Förderentscheidung und reflektieren deren Erfolg. Falls sie sich im Zweifel für eine Maßnahme entscheiden, die vielleicht nicht ideal ist, wird diese voraussichtlich dennoch hilfreich sein (aufgrund der Verzahnung der Stationen im Zwei-Schleifen-Modell der Mathematikangst). Das Vorgehen der Lehrkräfte bleibt dabei heuristisch und kontextsensibel, orientiert sich jedoch gezielt an wissenschaftlichen Theorien, empirischen Befunden und der Reflexion ihrer Wirksamkeit. Evidenzorientierung zeigt sich hier nicht nur in einzelnen Maßnahmen,

sondern auch in der Art, wie Wahrnehmungen, Erfahrungen und Forschungserkenntnisse miteinander verbunden werden. Grossman, Hammerness und McDonald (2009) betonen für professionelles Handeln die Verbindung konzeptueller und praktischer Wissensbestände. Bauer und Kollar (2023) fassen eine solche situationsangemessene und wohlbedachte Integration unterschiedlicher Wissensquellen als *mindful integration***.** Es geht dabei nicht um Routine oder Automatismus, sondern um aufmerksames, kontextsensibles Entscheiden unter Einbezug von empirisch gestützten Theorien, Prinzipien und ggf. konkreten Maßnahmen – soweit sie verfügbar sind.

6. Kritische Diskussion und Limitationen

6.1 Professionelle Aufgaben und Grenzen von Lehrkräften

Eine wichtige Grundfrage im Umgang mit (negativen) Emotionen im Unterricht ist: Was sollten Lehrkräfte leisten, was können Lehrkräfte (nicht) leisten?

Die dargestellten Hinweise, Prozesse und Maßnahmen zeigen, dass Lehrkräfte in akuten mathematischen Lernsituationen viel bewirken können. Sie können situative Angst erkennen, deren Entstehungsprozesse einordnen und durch gezielte Mikroadaptionen die Handlungsfähigkeit der Lernenden stabilisieren. Im Zusammenspiel der Orientierungspunkte aus der Forschung, den Unterrichtserfahrungen der Lehrkräfte und vor allem der Kenntnis ihrer jeweiligen Lernenden, gehen wir vorsichtig optimistisch von positiven Ergebnissen bereits nach wenigen Anpassungsschritten aus.

Gleichzeitig ist es wichtig, die Grenzen dieses Handelns klar zu benennen. Stabile Trait-Mathematikangst kann im Unterricht oder durch Lehrkräfte allein nicht bearbeitet werden. Der vorliegende Beitrag konzentriert sich deshalb nicht auf eine Ursachenbehebung, sondern auf den Erhalt von Lern- und Leistungsfähigkeit im Moment des Unterrichts.

Diese Perspektive lässt sich gut in den Rahmen des Response-to-Intervention-Ansatzes (RTI) einordnen (Ennemoser & Besca, 2021). RTI beschreibt drei Ebenen der Unterstützung im schulischen Kontext:

1. Ebene 1: Regulärer Unterricht mit diagnostischer Aufmerksamkeit und adaptiven Anpassungen.

2. Ebene 2: Gezielte Förderung in kleineren Gruppen, wenn Lernende im regulären Unterricht Schwierigkeiten zeigen.
3. Ebene 3: Individuelle Unterstützung durch externe Fachpersonen, etwa psychologische oder sozialpädagogische Expertise, falls die gezielte Förderung auf Ebene 2 nicht ausreicht. Auf dieser Ebene sind Lehrkräfte Teil eines Teams, aber nicht mehr allein verantwortlich.

Auch wenn RTI ursprünglich für Lernschwierigkeiten entwickelt wurde, ist die zugrunde liegende Logik auf andere das Lernen beeinflussende Faktoren übertragbar – einschließlich situativer Mathematikangst. Lehrkräfte bewegen sich dabei vor allem auf Ebene 1 und teilweise auf Ebene 2: Sie können Situationen entschärfen, Bewertungen beeinflussen und Emotionsregulation unterstützen.

Auch wenn in dieser Arbeit der Funktionserhalt im Fokus steht, ist hinzuzufügen, dass aus inhaltlich verwandten Forschungsbereichen (allgemeine Angst- und Emotionsregulationsforschung) inzwischen Nachweise vorliegen, dass wiederholte positive Erfahrungen langfristig zu Veränderungen stabilerer emotionaler oder motivationaler Tendenzen (Traits) beitragen können (Berking & Whitley, 2014; Dweck & Yeager, 2019). Sollten sich diese Erkenntnisse empirisch erhärten, würde der situative Funktionserhalt im Unterricht einen zusätzlichen langfristigen Nutzen entfalten.

Unabhängig davon, ob langfristige Veränderungen durch kontinuierliche situative Erfolge möglich sind, ist das akut-unterrichtliche Handeln in jedem Fall Kernaufgabe der Lehrkräfte, in der diese bestmöglich zu unterstützen sind.

6.2 Limitationen

Trotz der breiten empirischen Grundlage dieser Arbeit sind einige Einschränkungen dieses Beitrags zu berücksichtigen.

Erstens ist die Diagnose situativer Mathematikangst im Unterricht auf die professionelle Einschätzung der Situation durch Lehrkräfte angewiesen. Die in dieser Arbeit vorgestellten Hinweise erleichtern die Orientierung, ermöglichen aber keine eindeutige Diagnose. Das von uns beschriebene heuristische Vorgehen entspricht einem an wissenschaftlichen Theorien orientierten Entscheiden, das die bisherige möglicherweise intuitive Praxis professionalisieren kann. Lehrkräfte handeln dann immer noch unter Unsicherheit, aber mit klaren Orientierungspunkten.

Zweitens unterscheiden sich wissenschaftliche Interventionsstudien teils erheblich von schulischer Realität. Die vorgestellten Maßnahmen sind deshalb nicht als direkte Handlungsrezepte zu verstehen, sondern als evidenzorientierte Anknüpfungspunkte, die im Unterrichtskontext professionell angepasst werden müssen. Dies gilt besonders für Verfahren, die methodische Trainings oder technische Voraussetzungen erfordern.

Drittens wurde das hier entwickelte Prozessmodell in seiner Gesamtheit bislang nicht empirisch getestet. Es integriert etablierte Befunde zu situativer Angst, Fehlerverarbeitung und Emotionsregulation, benötigt jedoch in zukünftigen Arbeiten eine systematische Überprüfung. Es ist allerdings fraglich, ob ein solches komplexes Handlungsmodell überhaupt einer kontrollierten empirischen Überprüfung zugänglich ist. Denkbar ist allerdings, dass man im Rahmen von Fortbildungen hier genannte Handlungsoptionen vermittelt, deren Umsetzung im Unterricht erfasst und ermittelt, inwieweit sich Auswirkungen auf die Mathematikangst einer Lerngruppe ergeben. Es ist allerdings davon auszugehen, dass eine solche Wirkung weit schwieriger zu erfassen sein wird, als die kontrollierte Umsetzung jeder einzelnen Maßnahme, wie sie in den aufgeführten Studien beschrieben sind. Evidenzorientierung bedeutet also nicht, das komplexe Lehrkräftehandeln in seiner Wirkung zu erfassen, sondern die vorhandenen wissenschaftlichen Theorien und empirischen Befunde in den Unterrichtsalltag so weit wie möglich und angemessen zu integrieren.

Zusammenfassend zeigt der Artikel, wie Lehrkräfte Lernende mit Mathematikangst differenziert erkennen, die relevanten Prozesse einordnen und mit passenden Maßnahmen adaptiv handeln können. So können zitternde Hände, Rückzug oder Blockaden künftig nicht nur als Quelle von Unsicherheit, sondern auch als Ausgangspunkt professioneller Wahrnehmung, Einschätzung und Unterstützung durch verständnisvolles Handeln verstanden werden.

Förderhinweis

Diese Arbeit entstand im Rahmen des interdisziplinären Kollegs „Wissenschafts- und Evidenzorientierung im Lehrer:innenberuf“ (WisE) der School of Education Freiburg (FACE), einer gemeinsamen Einrichtung der Pädagogischen Hochschule Freiburg, der Universität Freiburg und der Musikhochschule Freiburg.

7. Literaturverzeichnis

Artemenko, C., Cipora, K., & Nuerk, H.-C. (2025). *Math anxiety increases with the difficulty of a math task – The state-trait differentiation for math anxiety* [Preprint]. OSF Preprints. https://doi.org/10.31219/osf.io/f269d_v2

Asanjarani, F., & Zarebahramabadi, M. (2021). Evaluating the effectiveness of cognitive-behavioral therapy on math self-concept and math anxiety of elementary school students. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, *65*(3), 223–229. https://doi.org/10.1080/1045988X.2021.1888685

Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, *11*(5), 181–185. https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196

Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, *130*(2), 224–237. https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.224

Ashcraft, M. H., & Ridley, K. S. (2005). Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review. In J. I. D. Campbell (Hrsg.), *The handbook of mathematical cognition* (S. 315–327). Psychology Press.

Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. Psychological Bulletin, 147(2), 134–168. https://doi.org/10.1037/bul0000307

Bauer, J., & Kollar, I. (2023). (Wie) kann die Nutzung bildungswissenschaftlicher Evidenz Lehren und Lernen verbessern? Thesen und Fragen zur Diskussion um evidenzorientiertes Denken und Handeln von Lehrkräften. Unterrichtswissenschaft, 51(1), 123–147. https://doi.org/10.1007/s42010-023-00166-1

Berking, M., & Whitley, B. (2014). *Affect regulation training: A practitioners' manual.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1022-9

Brunner, M., Preckel, F., Goetz, T., Lüdtke, O., & Keller, L. (2026). High math anxiety is associated with lower math achievement across 90

countries: An individual participant data meta-analysis of representative student and adult samples. *Psychological Bulletin, 152*(2), 207–253. https://doi.org/10.1037/bul0000514

Brunyé, T. T., Mahoney, C. R., Giles, G. E., Rapp, D. N., Taylor, H. A., & Kanarek, R. B. (2013). Learning to relax: Evaluating four brief interventions for overcoming the negative emotions accompanying math anxiety. *Learning and Individual Differences*, *27*, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.06.008

Caviola, S., Toffalini, E., Giofrè, D., Ruiz, J. M., Szűcs, D., & Mammarella, I. C. (2022). Math performance and academic anxiety forms, from sociodemographic to cognitive aspects: A meta-analysis on 906,311 participants. Educational Psychology Review, 34(1), 363–399. https://doi.org/10.1007/s10648-021-09618-5

Davis, T., & Khan, S. (2018). Management of mathematics anxiety: Virtual relaxation interventions. *International Journal of Education and Social Science*, *5*(7), 38–44. https://ijessnet.com/wp-content/uploads/2022/10/6-37.pdf

Dweck, C. S., & Yeager, D. S. (2019). Mindsets: A view from two eras. *Perspectives on Psychological Science*, *14*(3), 481–496. https://doi.org/10.1177/1745691618804166

Ennemoser, M., & Besca, M. (2021). Präventive Mehrebenenförderung. *Pädagogik*(4), 44–47. https://doi.org/10.3262/PAED2104044

Fernández-Sogorb, A., Vicent, M., Gonzálvez, C., Sanmartín, R., Pérez-Sánchez, A. M., & García-Fernández, J. M. (2020). Attributional style in mathematics across anxiety profiles in Spanish children. Sustainability, 12(3), 1173. https://doi.org/10.3390/su12031173

Foley, A. E., Herts, J. B., Borgonovi, F., Guerriero, S., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2017). The math anxiety-performance link: A global phenomenon. *Current Directions in Psychological Science, 26*(1), 52–58. https://doi.org/10.1177/0963721416672463

Fritz, A., Haase, V. G., & Räsänen, P. (Hrsg.). (2019). *International handbook of mathematical learning difficulties*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3

Gan, S. K.-E., Lim, K. M.-J., & Haw, Y.-X. (2016). The relaxation effects of stimulative and sedative music on mathematics anxiety: A perception

to physiology model. *Psychology of Music*, *44*(4), 730–741. https://doi.org/10.1177/0305735615590430

Grossman, P., Hammerness, K., & McDonald, M. (2009). Redefining teaching, re-imagining teacher education. *Teachers and Teaching*, *15*(2), 273–289. https://doi.org/10.1080/13540600902875340

Haase, V. G., Guimarães, A. P. L., & Wood, G. (2019). Mathematics and emotions: The case of math anxiety. In A. Fritz, V. G. Haase, & P. Räsänen (Hrsg.), *International handbook of mathematical learning difficulties* (S. 469–503). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3_29

Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, *21*(1), 33–46. https://doi.org/10.2307/749455

Hines, C. L., Brown, N. W., & Myran, S. (2016). The effects of expressive writing on general and mathematics anxiety for a sample of high school students. *Education*, *137*(1), 39–45.

Jamieson, J. P., Peters, B. J., Greenwood, E. J., & Altose, A. J. (2016). Reappraising stress arousal improves performance and reduces evaluation anxiety in classroom exam situations. *Social Psychological and Personality Science*, *7*(6), 579–587. https://doi.org/10.1177/1948550616644656

Karimi, A., & Venkatesan, S. (2009). Cognitive behavior group therapy in mathematics anxiety. *Journal of the Indian Academy of Applied Psychology*, *35*(2), 299–303.

Kim, Y., Thayne, J., & Wei, Q. (2017). An embodied agent helps anxious students in mathematics learning. *Educational Technology Research and Development*, *65*(1), 219–235. https://doi.org/10.1007/s11423-016-9476-z

Lavasani, M. G., & Khandan, F. (2011). The effect of cooperative learning on mathematics anxiety and help seeking behavior. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *15*, 271–276. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.085

Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer.

Leuders, T., Loibl, K., Schwichow, M., Hoppe, T., Koch, F., & Leukel, C. (2025). Evidenzorientierung beim mikroadaptiven Unterrichten. *BzL - Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, *42*(3), 303–325. https://doi.org/10.36950/bzl.42.3.2024.10379

Leuders, T., & Prediger, S. (2012). Differenziert differenzieren. Mit Heterogenität in verschiedenen Phasen des Mathematikunterrichts umgehen. In R. Lazarides & A. Ittel (Hrsg.), *Differenzierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Implikationen für Theorie und Praxis* (S. 35–65). Klinkhardt.

Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2012). Mathematics anxiety: Separating the math from the anxiety. *Cerebral Cortex*, *22*(9), 2102–2110. https://doi.org/10.1093/cercor/bhr289

Marsh, H. W., Cairns, L., Relich, J., Barnes, J., & Debus, R. L. (1984). The relationship between dimensions of self-attribution and dimensions of self-concept. *Journal of Educational Psychology*, *76*(1), 3–32. https://doi.org/10.1037/0022-0663.76.1.3

Moliner, L., & Alegre, F. (2020). Peer tutoring effects on students' mathematics anxiety: A middle school experience. *Frontiers in Psychology*, *11*, 1610. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01610

Núñez-Peña, M. I., Bono, R., & Suárez-Pellicioni, M. (2015). Feedback on students' performance: A possible way of reducing the negative effect of math anxiety in higher education. *International Journal of Educational Research*, *70*, 80–87. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2015.02.005

OECD. (2013). PISA 2012 results: Ready to learn (Volume III): Students' engagement, drive and self-beliefs. OECD. https://doi.org/10.1787/9789264201170-en

OECD. (2015). Does math make you anxious? (PISA in Focus No. 48). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/5js6b2579tnx-en

OECD. (2023). PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Orbach, L., Herzog, M., & Fritz, A. (2019). State- und Trait-Mathematikängste. Hemmende Prädiktoren mathematischer Leistungsfähigkeit? *Empirische Sonderpädagogik, 11*(1), 3–30. https://doi.org/10.25656/01:17768

Orbach, L., Herzog, M., & Fritz, A. (2020). State- and trait-math anxiety and their relation to math performance in children: The role of core executive functions. *Cognition*, *200*, 104271. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104271

Pizzie, R. G., McDermott, C. L., Salem, T. G., & Kraemer, D. J. M. (2020). Neural evidence for cognitive reappraisal as a strategy to alleviate the effects of math anxiety. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *15*(12), 1271–1287. https://doi.org/10.1093/scan/nsaa161

Prediger, S., Erath, K., & Opitz, E. M. (2019). The language dimension of mathematical difficulties. In A. Fritz, V. G. Haase, & P. Räsänen (Hrsg.), *International handbook of mathematical learning difficulties* (S. 437–455). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3_27

Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, *53*(3), 145–164. https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384

Ramos Salazar, L. (2019). Exploring the effect of coloring mandalas on students' math anxiety in business statistics courses. *Business, Management and Education*, *17*(2), 134–151. https://doi.org/10.3846/bme.2019.11024

Reindl, M., Tulis, M., & Dresel, M. (2020). Profiles of emotional and motivational self-regulation following errors: Associations with learning. *Learning and Individual Differences*, *77*, 101806. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.101806

Sheffield, D., & Hunt, T. (2006). How does anxiety influence maths performance and what can we do about it? *MSOR Connections*, *6*(4), 19–23. https://doi.org/10.11120/msor.2006.06040019

Stanat, P., Schipolowski, S., Schneider, R., Sachse, K. A., Weirich, S., & Henschel, S. (Hrsg.). (2022). *IQB-Bildungstrend 2021. Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im dritten Ländervergleich*. Waxmann Verlag GmbH. https://doi.org/10.31244/9783830996064

Suárez-Pellicioni, M., Núñez-Peña, M. I., & Colomé, A. (2013). Abnormal error monitoring in math-anxious individuals: Evidence from error-

related brain potentials. *PLOS ONE*, *8*(11), e81143. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081143

Tulis, M., Steuer, G., & Dresel, M. (2016). Learning from errors: A model of individual processes. *Frontline Learning Research*, *4*(2), 12–26. https://doi.org/10.14786/flr.v4i2.168

Notation:

Koch, F.; Loibl, K. & Leuders, T. (2026). Mathematikangst erkennen und situativ handeln: Ein Prozessmodell für evidenzorientierte mikro-adaptive Praxis. *Zeitschrift für Mathematikdidaktik in Forschung und Praxis, 7.* https://doi.org/10.48648/ncpf-ez45

8. Anhang

8.1 Einführung

Der Hauptartikel richtet sich an Lehrkräfte sowie Multiplikatorinnen und Multiplikatoren und verfolgt das Ziel, zentrale Forschungsbefunde zur Mathematikangst praxisnah und handlungsorientiert aufzubereiten. Empirische Arbeiten werden hierfür verdichtet, kontextualisiert und mit konkreten mikroadaptiven Handlungsmöglichkeiten verknüpft.

Der vorliegende Anhang dokumentiert die wissenschaftliche Grundlage des Hauptartikels. Er erläutert, welche theoretischen und empirischen Forschungsstränge berücksichtigt wurden, wie das Zwei-Schleifen-Modell aus diesen Forschungsarbeiten heuristisch abgeleitet wurde und nach welchen Kriterien Interventionen für den Praxisartikel ausgewählt und strukturiert wurden.

Der im Hauptteil präsentierte Artikel verfolgt das Ziel, Multiplikatorinnen und Multiplikatoren sowie Lehrkräfte kompakt, verständlich und handlungsorientiert über zentrale wissenschaftliche Befunde zur Mathematikangst zu informieren. Er unterstützt Lesende dabei, Hinweise auf situative Mathematikangst professionell zu erkennen, theoretisch fundiert einzuordnen und darauf aufbauend geeignete mikroadaptive Maßnahmen auszuwählen, umzusetzen und bei Bedarf reflexiv weiterzuentwickeln.

Der vorliegende Anhang stellt dar, wie die zugrunde liegenden wissenschaftlichen Modelle und empirischen Befunde ermittelt und für die Darstellung des Artikels genutzt wurden.

Das Vorgehen orientiert sich an der Methode einer fokussierten narrativen Synthese, die darauf abzielt, empirische Befunde konzeptuell zu integrieren, zentrales Auswahlkriterium ist die Relevanz für mikroadaptives Unterrichtshandeln im Zusammenhang mit Mathematikangst.

Narrative Reviews eignen sich insbesondere dann, wenn es weniger um eine vollständige Erfassung eines Forschungsfeldes geht, sondern Befunde aus unterschiedlichen theoretischen Traditionen, methodischen Zugängen und Analyseebenen zusammengeführt werden sollen, um erklärende Modelle oder heuristische Orientierungsrahmen zu entwickeln (Baumeister & Leary, 1997; Grant & Booth, 2009). Dies trifft auf die vorliegende Fragestellung zu, da Mathematikangst in der Literatur sowohl

affektiv, kognitiv, motivationsbezogen, leistungsbezogen und neurobiologisch untersucht wird und bisher kein integriertes Modell zur Wechselwirkung von Reaktionen in Anforderungssituationen und nach Fehlern und im Besonderen kein Modell mit klarer Verknüpfung zu empirischen Interventionen existiert. Der Auswahlprozess der Literatur hat sich daher daran orientiert, einen wissenschaftlichen Hintergrund für die Praxisfragestellung im Hauptartikel zu generieren. Eine algorithmisch-systematische Suche anhand von Keywords wäre für diese Fragestellung nicht zielführend.

Der Reviewprozess orientiert sich an vier Kriterien:

1. Relevanz für ein zeitgemäßes Verständnis von Mathematikangst
2. Anschlussfähigkeit für professionelles Unterrichtshandeln
3. Empirische Tragfähigkeit der Befunde sowie
4. Theoretische Passung zum Zwei-Schleifen-Modell.

Berücksichtigt wurden Arbeiten zu State- und Trait-Mathematikangst, Modellen der Entstehung von Mathematikangst, Fehlerreaktionsforschung, Emotionsregulation, Attribution und Selbstkonzept sowie Interventionsforschung mit potenziell kurzfristig nutzbaren Mechanismen.

Die Darstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit; sie ist auf jene Befunde beschränkt, die für das Zwei-Schleifen-Modell und mikroadaptives Unterrichtshandeln zentral sind. Dadurch werden bestimmte Forschungsansätze nur am Rande berücksichtigt.

8.2 Forschungsstand

Die Analyse der einbezogenen Quellen ergab als wichtigste Bezugspunkte für die Definition relevanter Begriffe:

Definition von Mathematikangst:

Arbeiten von Richardson und Suinn (1972), Ashcraft (2002) sowie Haase et al. (2019) dienten als Grundlage für die Beschreibung von Mathematikangst als emotionales, kognitives und leistungsrelevantes Phänomen. Diese Arbeiten gingen insbesondere in Kapitel 2.1 des Hauptartikels ein.

Unterscheidung von State- und Trait-Mathematikangst:

Die Differenzierung zwischen situativer (State-) und stabilerer (Trait-) Mathematikangst orientiert sich insbesondere an Orbach et al. (2019,

2020). Die Wechselwirkungen beider Formen sowie ihre Bedeutung für Leistungsfähigkeit und Unterrichtshandeln wurden zusätzlich unter Rückgriff auf Demedts et al. (2022) berücksichtigt. Diese Unterscheidung ist zentral für die Fokussierung des Hauptartikels auf mikroadaptive, situative Unterstützung.

Modelle zur Entstehung und Wirkung von Mathematikangst:

Für die Darstellung leistungshemmender Prozesse wurden insbesondere Ramirez et al. (2018) sowie Ashcraft und Kirk (2001) herangezogen. Diese Arbeiten beschreiben unter anderem antizipatorische Angstreaktionen, Belastungen des Arbeitsgedächtnisses und leistungsbezogene Einschränkungen während mathematischer Anforderungen.

Verbreitung und Leistungsrelevanz:

Die Darstellung der Prävalenz und der Zusammenhänge zwischen Mathematikangst und Leistung stützt sich insbesondere auf Ergebnisse aus PISA (OECD, 2013; OECD, 2023), dem IQB-Bildungstrend (Stanat et al., 2022) sowie auf Brunner et al. (2026).

Hinweise auf situative Mathematikangst:

Die Systematisierung beobachtbarer Hinweise im Unterricht orientiert sich vor allem an Haase et al. (2019), Ashcraft und Ridley (2005) sowie Fritz et al. (2019). Diese Arbeiten bildeten die Grundlage für Tabelle 2 des Hauptartikels.

Bewertung von Situationen (Appraisal):

Für die Prozessschritte der Situationsbewertung wurden insbesondere Lazarus und Folkman (1984) herangezogen. Die dort beschriebenen Bewertungsprozesse bilden die theoretische Grundlage für die Unterscheidung zwischen bedrohlich und bewältigbar erlebten mathematischen Situationen.

Emotionsregulation:

Die Darstellung emotionaler Regulation orientiert sich insbesondere an Lyons und Beilock (2012) sowie Reindl et al. (2020). Diese Arbeiten wurden genutzt, um die Bedeutung gelingender bzw. misslingender Regulation für Lern- und Leistungssituationen zu beschreiben.

Fehlerreaktionen und negative Emotionen nach Fehlern:

Die zweite Schleife des Modells orientiert sich vor allem an Tulis et al. (2016). Ergänzend wurden Arbeiten von Suárez-Pellicioni et al. (2013) berücksichtigt, die zeigen, dass Fehler bei numerischen Aufgaben bei von Mathematikangst betroffenen Lernenden mit besonders starken negativen emotionalen Reaktionen verbunden sein können.

Attribution und Selbstkonzept:

Für die Beschreibung negativer Zuschreibungsprozesse und ihrer Rückwirkung auf zukünftige mathematische Anforderungen wurden insbesondere Marsh et al. (1984) sowie Fernández-Sogorb et al. (2020) herangezogen.

8.2.1 Das Zwei-Schleifen-Modell als Integration verschiedener Forschungsstränge

Das Zwei-Schleifen-Modell integriert Forschungsarbeiten zu Mathematikangst, Appraisal-Prozessen, Arbeitsgedächtnisbelastung, Fehlerreaktionen, Attribution und mathematikbezogenem Selbstkonzept in einer gemeinsamen heuristischen Struktur.

Die erste Schleife beschreibt Prozesse in der mathematischen Anforderungssituation. Sie stützt sich auf Arbeiten zur Unterscheidung von State- und Trait-Mathematikangst sowie zur situativen Aktivierung von Mathematikangst (Orbach et al., 2019, 2020). Ergänzend wurden Arbeiten zur leistungshemmenden Wirkung von Mathematikangst herangezogen, insbesondere zur Beeinträchtigung von Arbeitsgedächtnis und Aufgabenbearbeitung (Ashcraft, 2002; Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft & Ridley, 2005). Ramirez et al. (2018) wurden berücksichtigt, weil sie verschiedene Erklärungsansätze zur Entstehung und Wirkung von Mathematikangst bündeln und Bewertungsprozessen eine zentrale Rolle zuschreiben. Lyons und Beilock (2012) ergänzen diese Perspektive, in-dem sie zeigen, dass bereits die Antizipation mathematischer Anforderungen bedeutsam sein kann und kognitive Kontrolle im Umgang mit negativen emotionalen Reaktionen eine Rolle spielt.

Die zweite Schleife beschreibt Prozesse nach einem Fehler. Sie orientiert sich vor allem an Arbeiten zu Fehlerreaktionen und zur emotionalen Verarbeitung von Fehlern. Suárez-Pellicioni et al. (2013) zeigen, dass mathematische Fehler für Mathematikängstliche eine besondere emotionale Bedeutung haben können. Ergänzend wurden Arbeiten zu Attribution

und Selbstkonzept herangezogen. Marsh et al. (1984) bilden einen grundlegenden Bezugspunkt für Zusammenhänge zwischen Selbstattributionen und Selbstkonzept. Fernández-Sogorb et al. (2020) zeigen spezifisch für Mathematik, dass ängstliche Kinder ungünstigere attributionale Muster aufweisen können.

Die Verbindung beider Schleifen ergibt sich aus der konzeptuellen Synthese dieser Forschungsstränge. Angst während der Bearbeitung mathematischer Anforderungen kann Fehler wahrscheinlicher machen. Negative Bewertungen nach Fehlern können wiederum Selbstkonzept, Selbstwirksamkeitserwartungen und zukünftige emotionale Reaktionen auf mathematische Anforderungen beeinflussen. Arbeiten zu reziproken Beziehungen zwischen Mathematikangst und mathematikbezogenem Selbstkonzept (Ahmed et al., 2012) sowie zu den Zusammenhängen von Mathematikangst, Selbstkonzept und Selbstwirksamkeit (Lee, 2009) stützen die Annahme, dass frühere mathematische Erfahrungen zukünftige Anforderungssituationen emotional mitprägen können. Das Modell dient im Hauptartikel daher als heuristische Strukturierungshilfe für mikroadaptives Unterrichtshandeln.

8.3 Mikroadaption zum Funktionserhalt

Die im Hauptartikel dargestellten Interventionen wurden mit Blick auf den Funktionserhalt in mathematischen Lern- und Leistungssituationen ausgewählt. Berücksichtigt wurden Ansätze, die situative Mathematikangst reduzieren, leistungshemmende Auswirkungen mildern oder Lern- und Bearbeitungsfähigkeit trotz emotionaler Belastung stabilisieren können.

Die Strukturierung der Interventionen orientiert sich an den Teilprozessen des Zwei-Schleifen-Modells. Daraus ergeben sich Ansatzpunkte für mikroadaptive Maßnahmen sowohl in der Anforderungssituation als auch nach Fehlern. Da beide Schleifen parallele Prozessschritte aufweisen, lassen sich Interventionen entlang der Bereiche Situation, Bewertung und Emotionsregulation ordnen.

Die Auswahl der berücksichtigten Arbeiten folgt dem Fokus des Hauptartikels auf mikroadaptive Maßnahmen, also auf Interventionen, die unmittelbar (mit oder ohne Vorbedingungen) situativ einsetzbar sind.

8.3.1 Erkennbarkeit situativer Angst im Mathematikunterricht

Die im Hauptartikel dargestellten Hinweise auf situative Mathematikangst orientieren sich an empirischen Arbeiten zu emotionalen, physiologischen und kognitiven Begleiterscheinungen mathematischer Belastungssituationen (u. a. Ashcraft, 2002; Ashcraft & Ridley, 2005; Haase et al., 2019; Brunner et al., 2026). Berücksichtigt wurden insbesondere beobachtbare Hinweise wie Nervosität, Anspannung, Blackouts, Konzentrationsverlust, Rückzug oder Vermeidung.

Die Hinweise dienen nicht der klinischen Diagnose von Mathematikangst, sondern der heuristischen professionellen Einschätzung situativer leistungshemmender Belastung im Unterricht. Sie können Lehrkräfte darauf aufmerksam machen, dass Mathematikangst in der konkreten Situation ein Lernhemmnis darstellen könnte und etwa Anlass für ein Gespräch mit dem potenziell betroffenen Kind geben. Mathematische Anforderungssituationen und Reaktionen nach Fehlern unterscheiden sich dabei hinsichtlich der jeweils relevanten Beobachtungs- und Interpretationsprozesse.

Ergänzend wurden Forschungsarbeiten berücksichtigt, die leistungsbezogene Überlastungsreaktionen indirekt erfassen. Das im Hauptartikel beschriebene vereinfachte Dual-Task-Prinzip orientiert sich beispielsweise an Arbeiten von Ashcraft und Kirk (2001), in denen zusätzliche Gedächtnisbelastungen genutzt wurden, um leistungsrelevante Auswirkungen situativer Mathematikangst sichtbar zu machen.

8.3.2 Verfügbarkeiten der Ansätze

Neben der empirischen Befundlage wurde auch die situative Verfügbarkeit der Maßnahmen geprüft. Für mikroadaptives Handeln ist entscheidend, ob eine Maßnahme in einer laufenden Unterrichtssituation anschließbar ist. Daher wurden die Interventionen nach ihrer Verfügbarkeit unterschieden: Unmittelbar verfügbar sind Maßnahmen, die ohne zusätzliche Voraussetzungen direkt eingesetzt werden können. Mittelbar verfügbar sind Maßnahmen, die zwar kurzfristig nutzbar sein können, deren Einsatz aber voraussetzt, dass Lernende die Methode bereits kennen oder benötigte technische Ressourcen vorhanden sind. Die Unterscheidung dient damit als praxisorientierte Heuristik für evidenzorientiertes Handeln: Es ist nicht nur die empirisch beschriebene Wirksamkeit einer Maßnahme relevant, sondern auch ihre Passung und Anwendbarkeit in der konkreten Unterrichtssituation.

8.3.3 Mikroadaptive Interventionen entlang der Teilprozesse

Die im Hauptartikel dargestellten Interventionen wurden entlang der Teilprozesse des Zwei-Schleifen-Modells geordnet.

Situationsanpassung

Interventionen zur Situationsanpassung setzen direkt an mathematischen Anforderungen an. Berücksichtigt wurden insbesondere Arbeiten, die zeigen, dass Schwierigkeit und Komplexität situative Mathematikangst verstärken können (Artemenko et al., 2025).

Bewertung (Appraisal/Reappraisal)

Interventionen zur Neubewertung zielen darauf, mathematische Anforderungen, Fehler oder physiologische Stressreaktionen funktional umzudeuten. Berücksichtigt wurden unter anderem kurze Reframing-Interventionen (Jamieson et al., 2016), Ansätze zur kognitiven Neubewertung (Pizzie et al., 2020), kognitive Umstrukturierungen negativer Gedanken (Asanjarani & Zarebahramabadi, 2021; Karimi & Venkatesan, 2009) sowie sozial-motivationale Ansätze durch kooperatives Arbeiten (Lavasani & Khandan, 2011; Moliner & Alegre, 2020).

Emotionsregulation

Interventionen zur Emotionsregulation setzen an der Regulation negativer emotionaler Reaktionen an. Berücksichtigt wurden insbesondere Arbeiten zu expressivem Schreiben (Hines et al., 2016), strukturierten Mandalas (Ramos Salazar, 2019), Musik (Gan et al., 2016), Atem- und Entspannungstechniken (Brunyé et al., 2013; Sheffield & Hunt, 2006) sowie beruhigenden VR-Umgebungen (Davis & Khan, 2018).

Kombinierte Ansätze

Einzelne Arbeiten kombinieren mehrere Prozessbereiche gleichzeitig. Collingwood und Dewey (2018) verbanden beispielsweise metakognitive Reflexion, Atemtechniken, Selbstinstruktionen und kooperative Elemente in einem gemeinsamen Interventionsansatz.

Die Auswahl der Arbeiten orientierte sich nicht primär an der Vollständigkeit möglicher Interventionen, sondern an ihrer Anschlussfähigkeit an mikroadaptives Unterrichtshandeln und die Teilprozesse des Zwei-Schleifen-Modells.

9. Literaturverzeichnis (Anhang)

Ahmed, W., Minnaert, A., Kuyper, H., & van der Werf, G. (2012). Reciprocal relationships between math self-concept and math anxiety. Learning and Individual Differences, 22(3), 385–389. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.12.004

Artemenko, C., Cipora, K., & Nuerk, H.-C. (2025). Math anxiety increases with the difficulty of a math task – The state-trait differentiation for math anxiety [Preprint]. OSF Preprints. https://doi.org/10.31219/osf.io/f269d_v2

Asanjarani, F., & Zarebahramabadi, M. (2021). Evaluating the effective-ness of cognitive-behavioral therapy on math self-concept and math anx-iety of elementary school students. Preventing School Failure: Alterna-tive Education for Children and Youth, 65(3), 223–229. https://doi.org/10.1080/1045988X.2021.1888685

Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. Current Directions in Psychological Science, 11(5), 181–185. https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196

Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. Journal of Experimental Psychology: General, 130(2), 224–237. https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.224

Ashcraft, M. H., & Ridley, K. S. (2005). Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review. In J. I. D. Campbell (Hrsg.), The handbook of mathematical cognition (S. 315–327). Psychology Press.

Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1997). Writing narrative literature reviews. Review of General Psychology, 1(3), 311–320. https://doi.org/10.1037/1089-2680.1.3.311

Brunner, M., Preckel, F., Goetz, T., Lüdtke, O., & Keller, L. (2026). High math anxiety is associated with lower math achievement across 90 countries: An individual participant data meta-analysis of representative student and adult samples. Psychological Bulletin, 152(2), 207–253. https://doi.org/10.1037/bul0000514

Brunyé, T. T., Mahoney, C. R., Giles, G. E., Rapp, D. N., Taylor, H. A., & Kanarek, R. B. (2013). Learning to relax: Evaluating four brief interventions for overcoming the negative emotions accompanying math anx-

iety. Learning and Individual Differences, 27, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.06.008

Collingwood, N., & Dewey, J. (2018). 'Thinking your problems away': Can maths interventions be developed to address both the academic and affective aspects of learning in primary aged children? Educational & Child Psychology, 35(2), 76–92. https://doi.org/10.53841/bpsecp.2018.35.2.76

Davis, T., & Khan, S. (2018). Management of mathematics anxiety: Virtual relaxation interventions. International Journal of Education and Social Science, 5(7), 38–44. https://ijessnet.com/wp-content/uploads/2022/10/6-37.pdf

Demedts, F., Reynvoet, B., Sasanguie, D., & Depaepe, F. (2022). Unraveling the role of math anxiety in students' math performance. Frontiers in Psychology, 13, 979113. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.979113

Fernández-Sogorb, A., Vicent, M., Gonzálvez, C., Sanmartín, R., Pérez-Sánchez, A. M., & García-Fernández, J. M. (2020). Attributional style in mathematics across anxiety profiles in Spanish children. Sustainability, 12(3), 1173. https://doi.org/10.3390/su12031173

Fritz, A., Haase, V. G., & Räsänen, P. (Hrsg.). (2019). International handbook of mathematical learning difficulties. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3

Gan, S. K.-E., Lim, K. M.-J., & Haw, Y.-X. (2016). The relaxation effects of stimulative and sedative music on mathematics anxiety: A perception to physiology model. Psychology of Music, 44(4), 730–741. https://doi.org/10.1177/0305735615590430

Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. Health Information and Li-braries Journal, 26(2), 91–108. https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Haase, V. G., Guimarães, A. P. L., & Wood, G. (2019). Mathematics and emotions: The case of math anxiety. In A. Fritz, V. G. Haase, & P. Räsänen (Hrsg.), International handbook of mathematical learning diffi-culties (S. 469–503). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3_29

Hines, C. L., Brown, N. W., & Myran, S. (2016). The effects of expressive writ-ing on general and mathematics anxiety for a sample of high school stu-dents. Education, 137(1), 39–45.

Jamieson, J. P., Peters, B. J., Greenwood, E. J., & Altose, A. J. (2016). Reappraising stress arousal improves performance and reduces evaluation anxiety in classroom exam situations. Social Psychological and Personality Science, 7(6), 579–587. https://doi.org/10.1177/1948550616644656

Karimi, A., & Venkatesan, S. (2009). Cognitive behavior group therapy in mathematics anxiety. Journal of the Indian Academy of Applied Psychology, 35(2), 299–303.

Lavasani, M. G., & Khandan, F. (2011). The effect of cooperative learning on mathematics anxiety and help seeking behavior. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 15, 271–276. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.085

Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). Stress, appraisal, and coping. Springer.

Lee, J. (2009). Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. Learning and Individual Differences, 19(3), 355–365. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.10.009

Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2012). Mathematics anxiety: Separating the math from the anxiety. *Cerebral Cortex*, 22(9), 2102–2110. https://doi.org/10.1093/cercor/bhr289

Marsh, H. W., Cairns, L., Relich, J., Barnes, J., & Debus, R. L. (1984). The relationship between dimensions of self-attribution and dimensions of self-concept. Journal of Educational Psychology, 76(1), 3–32. https://doi.org/10.1037/0022-0663.76.1.3

Moliner, L., & Alegre, F. (2020). Peer tutoring effects on students' mathematics anxiety: A middle school experience. Frontiers in Psychol-ogy, 11, 1610. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01610

OECD. (2013). PISA 2012 results: Ready to learn (Volume III): Students' engagement, drive and self-beliefs. OECD. https://doi.org/10.1787/9789264201170-en

OECD. (2023). PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Orbach, L., Herzog, M., & Fritz, A. (2019). State- und Trait-Mathematikängste. Hemmende Prädiktoren mathematischer Leistungs-fähigkeit? Empirische Sonderpädagogik, 11(1), 3–30. https://doi.org/10.25656/01:17768

Orbach, L., Herzog, M., & Fritz, A. (2020). State- and trait-math anxiety and their relation to math performance in children: The role of core executive functions. Cognition, 200, 104271. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104271

Pizzie, R. G., McDermott, C. L., Salem, T. G., & Kraemer, D. J. M. (2020). Neural evidence for cognitive reappraisal as a strategy to alleviate the effects of math anxiety. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 15(12), 1271–1287. https://doi.org/10.1093/scan/nsaa161

Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. Educational Psychologist, 53(3), 145–164. https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384

Ramos Salazar, L. (2019). Exploring the effect of coloring mandalas on students' math anxiety in business statistics courses. Business, Management and Education, 17(2), 134–151. https://doi.org/10.3846/bme.2019.11024

Reindl, M., Tulis, M., & Dresel, M. (2020). Profiles of emotional and motivational self-regulation following errors: Associations with learning. Learning and Individual Differences, 77, 101806. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.101806

Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale: Psychometric data. Journal of Counseling Psychology, 19(6), 551–554. https://doi.org/10.1037/h0033456

Sheffield, D., & Hunt, T. (2006). How does anxiety influence maths performance and what can we do about it? MSOR Connections, 6(4), 19–23. https://doi.org/10.11120/msor.2006.06040019

Stanat, P., Schipolowski, S., Schneider, R., Sachse, K. A., Weirich, S., & Henschel, S. (Hrsg.). (2022). IQB-Bildungstrend 2021. Kompetenzen in

den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im dritten Ländervergleich. Waxmann Verlag GmbH. https://doi.org/10.31244/9783830996064

Suárez-Pellicioni, M., Núñez-Peña, M. I., & Colomé, A. (2013). Abnormal error monitoring in math-anxious individuals: Evidence from error-related brain potentials. PLOS ONE, 8(11), e81143. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081143

Tulis, M., Steuer, G., & Dresel, M. (2016). Learning from errors: A model of individual processes. Frontline Learning Research, 4(2), 12–26. https://doi.org/10.14786/flr.v4i2.168