

Zweitveröffentlichung



Diedrich, Jennifer; Patzl, Sabine; Seßler, Sophie; Reinhold, Frank

Motivational-emotionale Orientierungen Fünfzehnjähriger bezüglich Mathematik in PISA 2022 : Zwischen Anstrengung und Selbstbild

Datum der Zweitveröffentlichung: 03.02.2026

Verlagsversion (Version of Record), Beitrag in Sammelwerk

Persistenter Identifikator: urn:nbn:de:bvb:473-irb-112916x

Erstveröffentlichung

Diedrich, Jennifer; Patzl, Sabine; Seßler, Sophie; Reinhold, Frank (2023):

Motivational-emotionale Orientierungen Fünfzehnjähriger bezüglich Mathematik in PISA 2022 : Zwischen Anstrengung und Selbstbild, in: Doris Lewalter, Jennifer Diedrich, Frank Goldhammer, u. a. (Hrsg.), PISA 2022 : Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland, Münster: Waxmann, S. 87–112, doi: 10.31244/9783830998488.

Rechtehinweis

Dieses Werk ist durch das Urheberrecht und/oder die Angabe einer Lizenz geschützt. Es steht Ihnen frei, dieses Werk auf jede Art und Weise zu nutzen, die durch die für Sie geltende Gesetzgebung zum Urheberrecht und/oder durch die Lizenz erlaubt ist. Für andere Verwendungszwecke müssen Sie die Erlaubnis der Rechteinhaberinnen und Rechteinhaber einholen.

Für dieses Dokument gilt eine Creative-Commons-Lizenz.



Die Lizenzinformationen sind online verfügbar:

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>

4 Motivational-emotionale Orientierungen Fünfzehnjähriger bezüglich Mathematik in PISA 2022

Zwischen Anstrengung und Selbstbild

Jennifer Diedrich*, Sabine Patzl*, Sophie Seßler & Frank Reinhold

Im Rahmen der PISA-Studie 2022 werden neben kognitiven Tests auch mathematikbezogene motivational-emotionale Faktoren, Einstellungen und Verhaltensweisen durch Selbsteinschätzung erfasst. Diese spielen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung der mathematischen Kompetenz in der Schule. Fünfzehnjährige in Deutschland berichten weniger Ängstlichkeit, eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich klassischer Mathematikaufgaben und stimmen häufiger der Aussage zu, dass die mathematische Kompetenz sich nicht durch Lernen verändern lässt als Schüler*innen im OECD-Durchschnitt. Sie halten Mathematikkompetenz sogar für weniger veränderbar als Intelligenz. Gleichzeitig geben sie häufiger an, sich im Unterricht anzustrengen, nehmen aber seltener an außerschulischen Lerngelegenheiten teil. Im Vergleich zu den Jungen, welche im Schnitt eine höhere mathematische Kompetenz aufweisen (s. Kapitel 3), berichten Mädchen eine höhere mathematikbezogene Ängstlichkeit, häufiger negative Gefühle im Mathematikunterricht sowie eine niedrigere Selbstwirksamkeitserwartung in klassischen Mathematikaufgaben. Die Schüler*innen wurden auch gefragt, wie zuversichtlich sie sind, Herausforderungen, wie zum Beispiel dem Umgang mit Streuung in Datensätzen, bewältigen zu können. Allgemein schätzen sich die Fünfzehnjährigen in Deutschland in diesem Bereich weniger kompetent ein als ihre Peers im Durchschnitt der OECD-Staaten, wobei Mädchen niedrigere Selbstwirksamkeitserwartungen als Jungen zeigen. Dies sowie der negative Trend seit 2012 in der Selbstwirksamkeitserwartung in klassischen Aufgaben spricht für eine korrekte Selbsteinschätzung Jugendlicher in Deutschland. Die Freude, das Interesse und die instrumentelle Motivation in Mathematik zeigen zwischen 2003 und 2012 in Deutschland keine Veränderungen, nahmen jedoch in den letzten 10 Jahren signifikant ab, begleitet von einem Anstieg der Ängstlichkeit. Diese Entwicklungen spiegeln sich auch in der Einschätzung der Jugendlichen wider, dass mathematische Kompetenz sich weniger durch Lernen verändern lässt. Aufgrund dieser Erkenntnisse wird ersichtlich, dass weitere Forschung notwendig ist, wie in der Schule wachstumsorientierte Selbstbilder und Motivation vermittelt werden könnten.

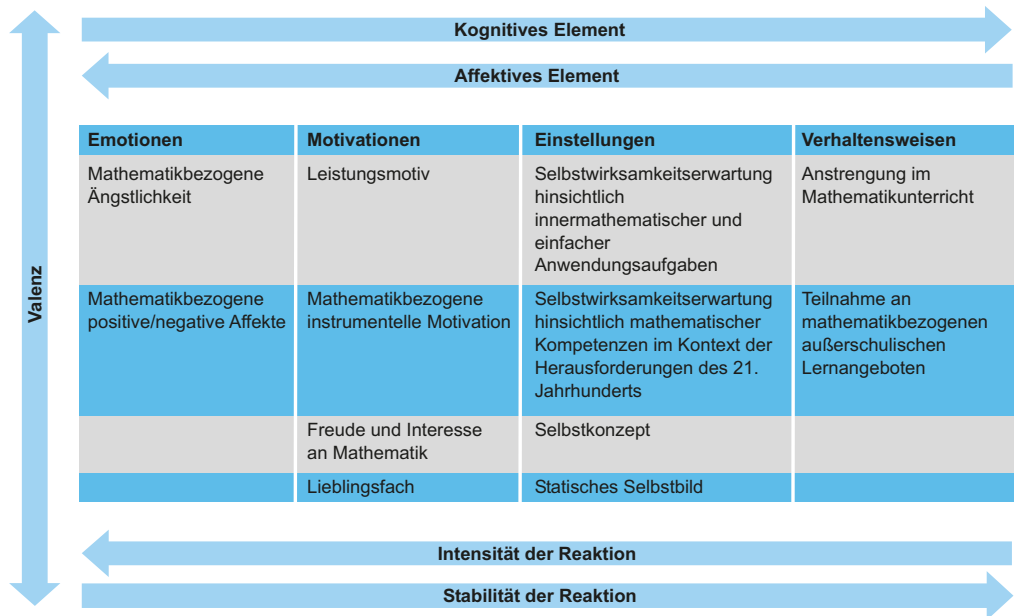
* Geteilte Erstautorinnenschaft

4.1 Einleitung

In der aktuellen Erhebungsrunde 2022 wurde als Hauptdomäne Mathematik vertieft betrachtet. Die Analysen der Leistungen der Fünfzehnjährigen in Deutschland (s. Kapitel 3) zeigen, dass der überwiegende Anteil der Schüler*innen nur durchschnittliche Kompetenzen entwickelt hat und bedeutsame Anteile der Schüler*innen selbst basale Fertigkeiten nicht erlernt haben. Um diese Ergebnisse angemessen zu interpretieren, müssen die schulischen und individuellen Rahmenbedingungen und Merkmale (also der Kontext) betrachtet werden, unter denen das Lernen stattfindet. In PISA wird der Kontext des Lernens und Lehrens über Fragebögen erhoben. Diese erfassen unter anderem domänenübergreifende Faktoren des sozialen Hintergrunds (Schüler*innen- sowie Elternfragebogen; s. Kapitel 7), den Mathematikunterricht (Schüler*innen- sowie Lehrkräftefragebogen, s. Kapitel 8) sowie schulische Rahmenbedingungen, wie Ausstattung und Nutzung digitaler Medien (Schulleitungsfragebogen, s. Kapitel 9). Neben diesen Aspekten gilt es domänenspezifische Merkmale und Einstellungen der Schüler*innen zu berücksichtigen (Schüler*innenfragebogen). Dies geschieht im vorliegenden Kapitel. In der aktuellen Erhebungsrunde wurden die Emotionen (u. a. mathematikbezogene Ängstlichkeit), Motivationen/Interesse (u. a. mathematikbezogene instrumentelle Motivation), Einstellungen (u. a. mathematikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung) sowie relevante Verhaltensweisen erhoben (u. a. mathematikbezogene Anstrengung; OECD, 2023, und nationale Ergänzungen). Sowohl in PISA 2012, als Mathematik das letzte Mal Hauptdomäne war, als auch in der ebenfalls internationalen TIMS-Studie zeigten Ängstlichkeit, Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitserwartungen hohe Zusammenhänge mit der mathematischen Kompetenz (Lee & Stankov, 2018). Mathematikbezogene Affekte lassen sich entlang der Dimensionen der zeitlichen Stabilität, Intensität und ihres affektiven sowie kognitiven Anteils klassifizieren (McLeod, 1992), unterscheiden sich allerdings auch in ihrer emotionalen Valenz (Schukajlow et al., 2017). Das Modell in Abbildung 4.1 kategorisiert die in diesem Kapitel besprochenen Konstrukte gemäß McLeod (1992) und Schukajlow et al. (2017) sowie Ergänzungen der Autor*innen dieses Kapitels.

Eine bedeutende Emotion negativer Valenz stellt die *mathematikbezogene Ängstlichkeit* dar. Generell versteht man darunter Furcht, Anspannung und negative Wahrnehmungen, die Personen im Zusammenhang mit Mathematik empfinden (Ashcraft, 2002). Meta-Analysen zeigten einen moderaten, aber stabilen negativen Zusammenhang zwischen der Leistung in Mathematik und der mathematikbezogenen Ängstlichkeit einer Person ($r = -.27$; Ma, 1999; $r = -.28$; Barroso et al., 2021). Zur kausalen Richtung dieses Zusammenhangs werden in der Literatur zwei verschiedene Mechanismen diskutiert: Einerseits können schlechte Leistungen in Mathematik mathematikbezogene Ängstlichkeit bedingen. Andererseits kann mathematikbezogene Ängstlichkeit blockierend wirken und so kognitive Ressourcen binden und die eigene mathematische Kompetenz in Leistungs- oder Lernsituationen verringern (für eine Übersicht siehe Ramirez et al., 2018). Beispielsweise fanden Quintero et al. (2022), dass Schüler*innen mit höherer mathema-

Abbildung 4.1: Modell mathematikbezogener Merkmale nach McLeod, 1992; Schukajlow et al., 2017 sowie Autor*innen dieses Kapitels



tikbezogener Ängstlichkeit sich in geringem Maße im Mathematikunterricht anstrengen, was sich wiederum negativ auf ihre Mathematikkompetenzen auswirkt.

Neben mathematikbezogener Ängstlichkeit und ihrem negativen Zusammenhang mit der Leistung in Mathematik stehen auch andere Emotionen in einem Wechselspiel mit den mathematischen Kompetenzen Jugendlicher: Pekrun et al. (2017) befragten längsschnittlich Schüler*innen zwischen der 5. und 9. Klasse hinsichtlich ihrer Gefühle in Mathematik und testeten ihre mathematische Kompetenz. Emotionen positiver Valenz, wie Freude oder Stolz, sagten zukünftige Leistungen positiv vorher, während Langeweile oder Wut negative Zusammenhänge mit der mathematischen Kompetenz aufwiesen. Auch in dieser Studie kann dabei von einem Wechselspiel gesprochen werden, indem die Leistung zu einem Messzeitpunkt die Emotion zum nächsten beeinflusst, aber auch umgekehrt die Emotion in einem Jahr Varianz an der Leistung im nächsten Jahr erklären kann.

Geht man auf dem Kontinuum der zeitlichen Stabilität (s. Abbildung 4.1) weiter nach rechts, so kommt man von den Emotionen zur Motivation. Entscheidende Grundlagen legten hier Deci und Ryan (u. a. Ryan & Deci, 2002, 2017) mit der Selbstbestimmungstheorie. Demnach lassen sich Motivationsqualitäten über Abstufungen von intrinsisch bis extrinsisch fassen. Intrinsische Motive wie das *Leistungsmotiv* zeigen dabei höhere Zusammenhänge mit Schulleistungen als extrinsische Motive wie die *mathematikbezogene instrumentelle Motivation* (z. B. bei der Befragung von Sekundarschüler*innen in Kanada; Guay & Bureau, 2018). Innerhalb der Einstellungen spielt die Kontrollüberzeugung – also Annahmen darüber, ob man selbst oder andere eine Situation verändern

können – eine Rolle (Rotter, 1966). Das *Selbstkonzept* beschreibt die zeit- und situationsübergreifenden Annahmen einer Person zu etwas (z. B. zur Mathematik). *Selbstwirksamkeitserwartungen* beziehen sich auf die Überzeugungen einer Person, konkrete Handlungen und Herausforderungen erfolgreich meistern zu können (Bandura, 1977). Im Kontext der Mathematik bezeichnet Selbstwirksamkeit daher das situations- oder problembezogene Selbstvertrauen einer Person in ihre Fähigkeit, spezifische mathematikbezogene Aufgaben zu lösen (Hackett & Betz, 1989). Eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung in Mathematik ist gleichermaßen zeitstabil, fokussiert allerdings auf bestimmte mathematische Tätigkeiten (Schöber et al., 2018).

Die Zuversicht, diese Tätigkeiten in schwierigen Situationen erfolgreich zu vollziehen, verschiebt die Kontrollierbarkeit zum Gegenstand selbst: Personen mit einem *statischen Selbstbild* (engl. Fixed Mindset¹) in Mathematik gehen davon aus, dass das Fach einfach zu schwer für sie ist, egal was sie tun. Dieses Konstrukt des Mindsets wurde erstmals von Dweck und Leggett (1988) vorgeschlagen. Es beschäftigt sich mit der subjektiv wahrgenommenen Veränderbarkeit von Persönlichkeit und Kompetenzen. Personen können dabei entweder ein wachstumsorientiertes Selbstbild – das heißt der Überzeugung sein, dass sie beispielsweise durch Lernen und harte Arbeit ihre Mathematikkompetenzen ändern können – oder ein statisches Selbstbild beziehungsweise Fixed Mindset aufweisen (Dweck, 2000). In vorangegangenen Studien zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen einem wachstumsorientierten Selbstbild von Schüler*innen und der Schulleistung in Mathematik (z. B. Claro et al., 2016). Es gibt jedoch Belege dafür, dass dieser Zusammenhang möglicherweise durch die mathematikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung von Personen mediiert wird (Su et al., 2021). Allgemein wird dieser häufig eine hohe prädiktive Validität für die schulische Leistung von Schüler*innen zugesprochen, da sie im Allgemeinen positiv mit dem Schulerfolg zusammenhängt (Stankov & Lee, 2014).

Die Emotionen, Motivationen und Einstellungen münden in Verhaltensweisen, wie *Anstrengung im Mathematikunterricht* oder lernrelevanten *Aktivitäten außerhalb des Klassenzimmers* (z. B. Teilnahme an Lerngruppen oder auch aufgewandte Zeit für Hausaufgaben). Untersuchungen haben gezeigt, dass die Zeit, die Schüler*innen außerhalb der Schule in das Fach investieren, in vielen Ländern mit ihren Mathematikleistungen korreliert (Fuligni & Stevenson, 1995). Außerdem wird die Beteiligung an außerschulischen (Lern-)Aktivitäten mit niedrigeren schulischen Abbruchquoten bei gefährdeten Schüler*innen und besseren Notendurchschnitten in Verbindung gebracht (Mahoney & Cairns, 1997). Diese außerschulischen Aktivitäten bieten Lernchancen, wobei gerade privater Nachhilfeunterricht auch aus dem Grund in Anspruch genommen wird, dass dem Schulsystem nicht mehr zugetraut wird, das eigene Kind optimal zu fördern (Bray,

1 Dweck (2000) beschreibt ursprünglich Growth Mindset (wachstumsorientiertes Selbstbild), also die Einstellung, dass Merkmale wie z. B. Intelligenz durch eigenes Zutun verändert werden können. Nachdem die zugehörigen Items in PISA allerdings in Sinne von „x kann nicht verändert werden“ formuliert sind, ist es für das Verständnis des Kapitels einfacher vom Gegenteil – dem statischen Selbstbild – zu sprechen.

2020; Klemm & Hollenbach-Biele, 2016). Im Rahmen der TIMS-Studie 2019 wurde festgestellt, dass weniger als zehn Prozent der Kinder in Deutschland am Ende der Grundschulzeit privaten Nachhilfeunterricht bekamen (Guill & Wendt, 2020).

4.1.1 Fragestellungen

Das vorliegende Kapitel widmet sich den mathematikbezogenen Emotionen, Motivationen, Einstellungen und Verhaltensweisen Fünfzehnjähriger in Deutschland. Diese werden zunächst international eingeordnet und gegebenenfalls auf Einzelitemebene (zu den Bezeichnungen der Elemente der Kontextfragebögen s. Abbildung 4.1web) betrachtet. Für drei Merkmale – positive und negative Gefühle während des Mathematikunterrichts, Freude und Interesse an Mathematik, mathematikbezogene instrumentelle Motivation – ist kein internationaler Vergleich möglich. Diese Skalen wurden nur in Deutschland national ergänzt.

Bei allen Merkmalen wird auch der Frage nachgegangen, inwiefern sich Mädchen und Jungen unterscheiden. Die Geschlechterunterschiede werden überwiegend im Effektstärkemaß d angegeben; dieses bezeichnet den Unterschied zweier Gruppenmittelwerte in Standardabweichungen (Cohen, 1988). Ein kleiner Effekt ($d \approx 0.2$) zeigt geringe, möglicherweise unbedeutende Unterschiede zwischen Gruppen. Ein mittlerer Effekt ($d \approx 0.5$) deutet auf einen moderaten Unterschied hin. Ein großer Effekt ($d \approx 0.8$) kennzeichnet einen deutlichen Unterschied zwischen Gruppen.

Die Merkmale Freude und Interesse an Mathematik, mathematikbezogene instrumentelle Motivation und Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben sowie mathematikbezogene Ängstlichkeit sind bereits in PISA 2003 und 2012 in vergleichbarer Form erhoben worden, sodass im abschließenden Abschnitt der Ergebnisse (s. Abschnitt 4.2.2) deren Entwicklung nachgezeichnet werden kann.

4.1.2 Erfassung mathematikbezogener Merkmale von Schüler*innen in PISA 2022

Die mathematikbezogenen motivationalen und emotionalen Orientierungen der Schüler*innen wurden in PISA 2022 mittels eines Fragebogens erfasst.² Beispielsweise schätzen sie sich durch Zustimmung zu Aussagen wie „Ich habe Angst in Mathematik zu

2 Die Anwendung eines Rotationsdesigns – dem sogenannte Matrix-Sampling-Design – in den Fragebögen erlaubt es, die Testzeit optimal auszunutzen und dennoch hinreichend zuverlässige Daten zu erheben: In PISA 2012 (papierbasierte Testung; vgl. Prenzel et al., 2013) wurden dazu noch ganze Konstrukte jeweils nur einem Teil der Schüler*innen vorgelegt. In PISA 2022 – am Computer – wurden alle Schüler*innen zu allen Konstrukten befragt, allerdings nicht immer mit allen Fragen zum jeweiligen Konstrukt (OECD, 2023). Aus diesem Grund gibt es fehlende Werte auf Einzelitemebene, die bei der Mittelwertbildung berücksichtigt werden.

versagen“ selbst hinsichtlich ihrer mathematikbezogenen Ängstlichkeit ein. Selbsteinschätzungen wie diese sind in höherem Maße subjektiv beeinflusst als zum Beispiel objektive kognitive Tests (deren Ergebnisse in Kapitel 3 berichtet werden), woraus sich Konsequenzen in zwei Richtungen ergeben. Einerseits können sie durch die Schüler*innen selbst verfälscht werden. Andererseits können kulturelle Antworttendenzen zum Tragen kommen. Die PISA-Studie trägt dem über verschiedene Maßnahmen im Vorfeld Rechnung: von der internationalen Besetzung der *Expert Group* der Fragebögen über nationale Begutachtungsverfahren bis hin zur statistischen Kontrolle der Vergleichbarkeit der Indizes (s. Online-Kapitel 12). Die erzielte internationale Vergleichbarkeit wird im kommenden Jahr im *Technical Report* (OECD, 2024; vgl. auch OECD, 2019) veröffentlicht. Andererseits ermöglichen die Selbsteinschätzungen der Schüler*innen auch einen direkten Einblick in ihr Erleben und Verhalten (Kuger et al., 2016).

Tabelle 4.1 gibt eine Übersicht über ausgewählte Merkmale der Schüler*innen. Neben einem Beispielitem und den Antwortoptionen findet sich dort auch die Angabe der Antwortskalen (s. Tabelle 4.1web). Folgende Merkmale sollen in diesem Kapitel näher betrachtet werden:

- Bei der *mathematikbezogenen Ängstlichkeit* bewerten die Schüler*innen Aussagen wie „Ich bin sehr angespannt, wenn ich Mathematikhausaufgaben machen muss.“ oder „Ich habe Angst in Mathematik zu versagen.“ Diese Skala umfasst sechs Items.
- Die Skala *mathematikbezogene positive/negative Affekte* wurde in PISA 2022 national vorgegeben. Von den zehn Items bezogen sich fünf auf positive (z. B. „zuversichtlich“ und „begeistert“) und fünf auf negative Gefühle (z. B. „gelangweilt“ und „bedrückt“). Für alle sollen die Jugendlichen die Häufigkeit angeben, mit der sie sich im Mathematikunterricht auf diese Weise gefühlt haben.
- Es wurde zusätzlich die Skala *Freude und Interesse an Mathematik* in Deutschland national ergänzt, um Vergleiche zu den vorangegangenen PISA-Erhebungsrunden zu ermöglichen (s. Abschnitt 4.2.2). Die Fünfzehnjährigen bewerten hierfür vier Fragen (z. B. „Ich freue mich auf meine Mathematikstunden.“).
- Eine weitere nationale Ergänzung stellt die *mathematikbezogene instrumentelle Motivation* dar. Diese wird mit vier Items, zum Beispiel „Ich gebe mir in Mathematik Mühe, weil es mir in meinem späteren Job weiterhelfen wird.“, erfragt.
- Bezogen auf die Motivation und Einstellung zu verschiedenen Unterrichtsfächern werden die Fünfzehnjährigen nach drei Merkmalen gefragt, nämlich *Lieblingsfach*, *Leistungsmotiv* sowie *Selbstkonzept*. In drei Items beantworten sie, inwieweit Mathematik zu ihren Lieblingsfächern zählt („Mathematik ist eines meiner Lieblingsfächer.“), berichten ihr Selbstkonzept („Mathematik fällt mir leicht.“) und ihr Leistungsmotiv („Ich möchte in Mathematik gut abschneiden.“). Die gleichen Fragen werden den Schüler*innen auch zu den anderen PISA-Domänen gestellt. Die Angaben zu den Naturwissenschaften (als Beispiele werden Physik, Chemie und Biologie genannt) und Deutsch (bzw. die jeweilige Testsprache in anderen Staaten) sollen hier zum Vergleich berichtet werden.

- Erhoben wird die *Selbstwirksamkeitserwartung* im Fach Mathematik, indem die Schüler*innen angeben, inwieweit sie sich zutrauen, unterschiedliche Mathematikaufgaben zu lösen. Die Fünfzehnjährigen bewerten hier 19 Items, die in zwei Bereiche aufgliedert sind: Neun Items beziehen sich auf die *Selbstwirksamkeitserwartung* hinsichtlich *innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben* (z. B. „Mit Hilfe eines Zugfahrplanes ausrechnen, wie lange man von einem Ort zum anderen brauchen würde“) und wurden größtenteils bereits 2012 erhoben. Darüber hinaus richten sich zehn Items auf ihre *Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts* (z. B. „Mathematische Informationen aus Diagrammen, Grafiken oder Simulationen entnehmen“).
- Die Einstellung des *Statischen Selbstbilds* wird mittels der Zustimmung zur Aussage „Einige sind einfach nicht gut in Mathematik, egal, wie viel sie lernen.“ erfasst. Wie bei den Fragen zum Lieblingsfach, Selbstkonzept und Leistungsmotiv wird auch das statische Selbstbild analog für weitere Bereiche erhoben. Konkret werden die Jugendlichen nach Intelligenz, Deutsch und Kreativität³ gefragt. Die Angaben hierzu sollen zur besseren Einordnung ebenfalls berichtet werden.
- Im Bereich Verhaltensweisen wird die *Anstrengung im Mathematikunterricht* (z. B. „Ich strenge mich bei der Bearbeitung meiner Aufgaben für den Mathematikunterricht an.“) mit neun Items auf einer Zustimmungsskala erfasst.
- Zuletzt wird die *Teilnahme an mathematikbezogenen außerschulischen Lernangeboten* erhoben, wie beispielsweise die Inanspruchnahme von Einzelnachhilfe von einer Person oder auch Online- oder Computernachhilfe mit einem Programm oder einer App. Für jedes der fünf Items sollen die Schüler*innen angeben, ob sie dies im aktuellen Schuljahr in Anspruch genommen haben. Sie konnten aber auch angeben, an keinem zusätzlichen Lernangebot in Mathematik teilgenommen zu haben.

Fast alle erhobenen Merkmale weisen gute bis sehr gute Reliabilitätswerte auf (Werte von $\alpha > .89$). Nur die Reliabilität der fünf Fragen zu den negativen Gefühlen während des Mathematikunterrichts fällt etwas geringer aus, wobei diese weiterhin im akzeptablen Bereich liegt ($\alpha = .73$).

3 Da alle Daten zum kreativen Denken, der innovativen Domäne in PISA 2022, mit einem Embargo bis zum Frühjahr 2024 belegt sind (s. Kapitel 1) kann dieses Item hier nicht ausgewertet werden.

Tabelle 4.1: Übersicht der mathematikbezogenen Schüler*innenmerkmale

| Übergeordnetes Konstrukt | Schüler*innen Merkmal | Beispielitem | Antwortskalen |
|--------------------------|---|--|---------------|
| Emotionen | Mathematikbezogene Ängstlichkeit ¹ | Wie sehr stimmst du folgenden Aussagen zu oder nicht zu? „Ich mache mir oft Sorgen, dass es für mich im Mathematikunterricht schwierig sein wird.“ | Zustimmung A |
| | Mathematikbezogene positive/negative Affekte ² | Wie häufig hast du dich in diesem Schuljahr wie folgt gefühlt, während des Mathematikunterrichts? „Begeistert“ | Häufigkeit |
| Motivationen | Freude und Interesse an Mathematik ^{1,2} | Wie denkst du über Mathematik? Gib bitte an, wie sehr du mit folgenden Aussagen übereinstimmst. „Ich freue mich auf meine Mathematikstunden.“ | Zustimmung A |
| | Mathematikbezogene instrumentelle Motivation ^{1,2} | Wie denkst du über Mathematik? Gib bitte an, wie sehr du mit folgenden Aussagen übereinstimmst. „Ich gebe mir in Mathematik Mühe, weil es mir in meinem späteren Job weiterhelfen wird.“ | Zustimmung A |
| | Lieblingsfach | Wie sehr stimmst du den folgenden Aussagen zu oder nicht zu? „Mathematik ist eines meiner Lieblingsfächer.“ | Zustimmung B |
| | Leistungsmotiv | „Ich möchte im Mathematikunterricht gut abschneiden.“ | Zustimmung B |
| Einstellungen | Selbstkonzept | „Mathematik fällt mir leicht.“ | Zustimmung B |
| | Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben ¹ | Wie zuversichtlich bist du, dass du die folgenden Mathematikaufgaben lösen kannst? „Auf einer Karte mit einem Maßstab von 1:10 000 die tatsächliche Entfernung zwischen zwei Orten bestimmen“ | Zuversicht |
| | Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts | Wie zuversichtlich bist du, dass du die folgenden Mathematikaufgaben lösen kannst? „Mathematische Aspekte eines Alltagsproblems identifizieren“ | Zuversicht |
| | Statisches Selbstbild | Wie sehr stimmst du folgenden Aussagen zu oder nicht zu? „Einige sind einfach nicht gut in Mathematik, egal, wie viel sie lernen.“ | Zustimmung B |
| Verhaltensweisen | Anstrengung im Mathematikunterricht | In diesem Schuljahr, wie häufig hast du Folgendes gemacht? „Ich strengte mich beim Bearbeiten meiner Aufgaben für den Mathematikunterricht an.“ | Häufigkeit |
| | Teilnahme an mathematikbezogenen außerschulischen Lernangeboten | An welchen Arten von zusätzlichen Lernangeboten in Mathematik nimmst du in diesem Schuljahr teil? „Lernen oder Übungen in kleinen Gruppen (2 bis 7 Schülerinnen und Schüler)“ | Auswahl |

Anmerkung: Aufschlüsselung der Antwortskalen können im Webanhang Tabelle 4.1web eingesehen werden.

¹ Trendentwicklung über die Jahre 2003, 2012 und 2022

² Nationale Ergänzung

4.2 Analysen der Emotionen, Motivationen, Einstellungen und Verhaltensweisen Fünfzehnjähriger

4.2.1 Emotionen, Motivationen, Einstellungen und Verhaltensweisen im internationalen Vergleich

Im Folgenden sollen zunächst die Befunde der mathematikbezogenen Merkmale der Schüler*innen in Deutschland im internationalen Vergleich eingeordnet und die Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen betrachtet werden.

Alle Merkmale sind in der Metrik des OECD-Mittelwerts angegeben.⁴ Dies erlaubt einen direkten Vergleich sowohl zwischen Staaten als auch zu vergangenen Erhebungsrounden. Der OECD-Durchschnitt sollte jedoch mit Bedacht betrachtet werden, da er Daten aus Staaten unterschiedlicher kultureller Hintergründe enthält, welche unter Umständen kulturell bedingt unterschiedliche Antworttendenzen aufweisen (z. B. Klieme, 2020; Reynolds et al., 2022). Daher liegt in diesem Text besonderes Augenmerk auf der Interpretation im Vergleich zu den Ländern, die einem ähnlichen Kulturraum wie Deutschland angehören wie die Niederlande, Schweiz und Finnland.⁵ Diese drei Staaten wurden bereits in der letzten Erhebungsrounde, als Mathematik Hauptdomäne war, zum Vergleich herangezogen (Schiepe-Tiska & Schmidtner, 2013). In PISA 2022 zeigen Schüler*innen in allen drei Staaten signifikant höhere mathematische Kompetenzen als in Deutschland (s. Kapitel 3). Auch in der Schweiz und den Niederlanden weisen Jungen höhere mathematische Kompetenzen auf als Mädchen; die Höhe dieses Unterschieds ist mit dem in Deutschland vergleichbar. In Finnland, als einzigem OECD-Staat, sind Mädchen signifikant besser als Jungen (s. Kapitel 3). Für die Einschätzung der absoluten Ausprägung der Merkmale in Deutschland wird bei Bedarf auf die Angaben der Schüler*innen auf Ebene einzelner Items zurückgegriffen.

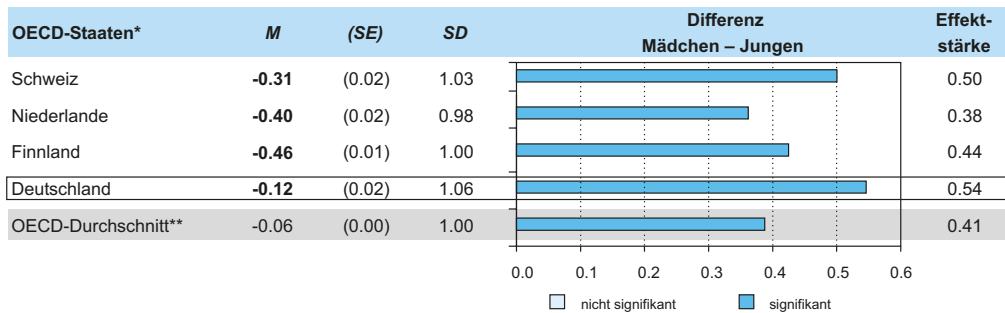
Abbildung 4.2 zeigt die Ausprägung der *mathematikbezogenen Ängstlichkeit* im internationalen Vergleich. Im Verhältnis zum Durchschnitt der OECD-Staaten berichten die Schüler*innen in Deutschland eine signifikant niedrigere mathematikbezogene Ängstlichkeit. Schüler*innen aus den Niederlanden, der Schweiz sowie Finnland liegen deutlich unter dem OECD-Durchschnitt sowie der Ängstlichkeit der Schüler*innen in Deutschland.

Betrachtet man die Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen, so zeigt sich außerdem, dass Mädchen in Deutschland, ebenso wie in allen anderen OECD-Staaten, eine signifikant höhere mathematikbezogene Ängstlichkeit berichten als Jungen ($d = .54$ bzw.

4 Die Weighted-Likelihood-Estimate-Werte (WLE-Werte; ein Schätzwert der latenten Größe) werden so transformiert, dass sie in allen OECD-Ländern einen Mittelwert von 0 und eine Standardabweichung von 1 aufweisen. Dabei wird jedes Land gleichgewichtet berücksichtigt. Aufgrund fehlender Daten innerhalb der OECD-Länder können leichte Abweichungen zur intendierten Normierung auftreten, sprich der OECD-Mittelwert sich von 0 unterscheiden.

5 Die Ergebnisse des internationalen Vergleichs mit allen OECD-Staaten finden sich in den Abbildungen 4.2web, 4.3web und 4.4web des Webanhanges.

Abbildung 4.2: Mathematikbezogene Ängstlichkeit im internationalen Vergleich



Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind fett hervorgehoben.

*Ausgewählte OECD-Staaten, sortiert nach der allgemeinen Mathematikkompetenz: Schweiz (508), Niederlande (493), Finnland (484), Deutschland (475), OECD-Durchschnitt (472)

**36 von 37 teilnehmenden OECD-Staaten (ausgenommen: Israel)

$d = .41$). Diese Diskrepanz zwischen Mädchen und Jungen ist in Deutschland besonders hoch.

Aufschlussreich ist hier die differenziertere Betrachtung der Zustimmung zu den einzelnen Items (siehe Tabelle 4.2). Sowohl in Deutschland als auch in der OECD stimmt etwa ein Drittel der Jugendlichen Aussagen, die sich mit konkreten Situationen beschäftigen, zu (z. B. „Ich fühle mich beim Lösen mathematischer Probleme hilflos.“). Wohingegen generalisierten Aussagen (z. B. „Ich mache mir Sorgen, dass ich in Mathematik schlechte Noten bekomme.“) fast die Hälfte der Fünfzehnjährigen zustimmt. Die „Angst davor, in Mathematik zu versagen“ berichten in Deutschland signifikant mehr Schüler*innen als im OECD-Schnitt. Gleichzeitig ist bei diesem Item der Unterschied zwischen den Geschlechtern besonders stark ausgeprägt; diese spezifische Sorge wie auch die allgemeine Ängstlichkeit überwiegt bei den Mädchen.

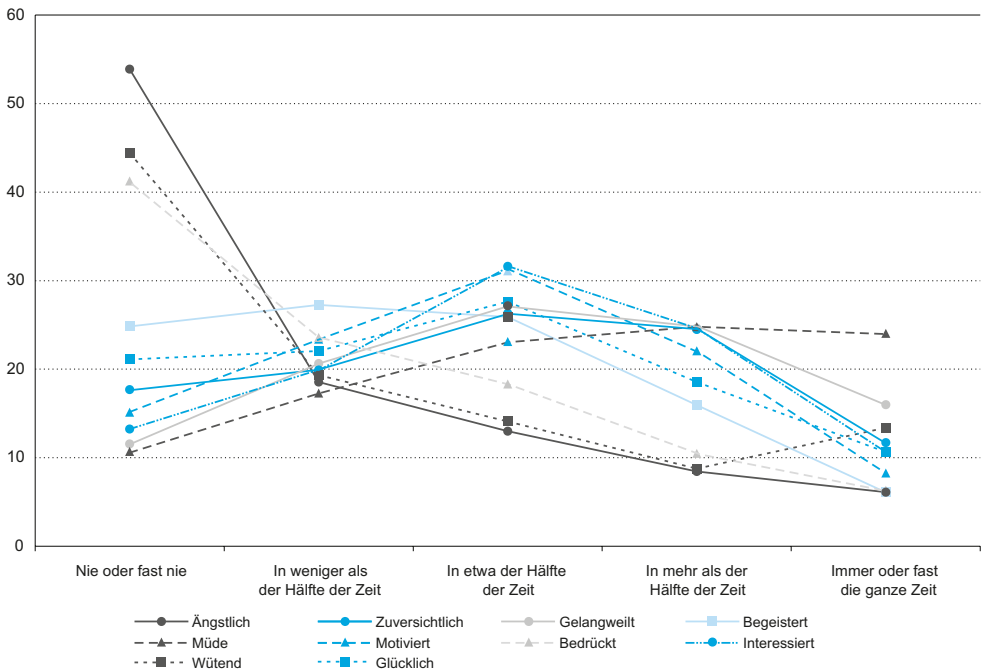
Tabelle 4.2: Prozent der Zustimmung zu Einzelitems der mathematikbezogenen Ängstlichkeit

| Ängstlichkeit in Mathematik Einzelitems | OECD- | | | |
|---|-------------|--------------|-------------|-------------|
| | Deutschland | Durchschnitt | Mädchen | Jungen |
| | % | % | % | % |
| Ich mache mir oft Sorgen, dass es für mich im Mathematikunterricht schwierig sein wird. | 44.9 | 44.5 | 52.0 | 38.2 |
| Ich bin sehr angespannt, wenn ich Mathematikhausaufgaben machen muss. | 29.4 | 29.3 | 34.6 | 24.5 |
| Beim Lösen von Aufgaben in Mathematik werde ich sehr nervös. | 24.6 | 28.7 | 30.9 | 18.5 |
| Ich fühle mich beim Lösen mathematischer Probleme hilflos. | 29.5 | 30.4 | 37.4 | 22.0 |
| Ich mache mir Sorgen, dass ich in Mathematik schlechte Noten bekomme. | 46.1 | 48.2 | 53.1 | 39.4 |
| Ich habe Angst davor, in Mathematik zu versagen. | 42.5 | 40.7 | 52.4 | 33.1 |

Anmerkung: Zustimmung entspricht der Zusammenfassung der beiden Kategorien „Stimme zu“ und „Stimme völlig zu“. Statistisch signifikante Unterschiede von Deutschland zum OECD-Durchschnitt und zwischen den Geschlechtern ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

Im zweiten Emotionsmerkmal, dem *positiven beziehungsweise negativen Affekt im Mathematikunterricht*, zeigt sich ein sehr differenziertes Bild (Abbildung 4.3). Wut und Bedrückung kommen bei über 40 Prozent der Schüler*innen nahezu nicht vor. Die Graphen dieser Antwortkategorie fallen ab. Ebenso gibt die Mehrheit der Jugendlichen bei der Frage zum konkreten Mathematikunterricht an, sich (fast) nie ängstlich zu fühlen. Dies erscheint nur auf den ersten Blick widersprüchlich zum vorherigen Abschnitt: Zum einen erfragt die mathematikbezogene Ängstlichkeit die Emotion zum Fach im Allgemeinen, zum anderen zeigt sich, dass dem Item zu Sorgen im Unterricht rund 40 Prozent zustimmen, was sich zu den 50 Prozent des entsprechenden Affekts im Mathematikunterricht addiert. Motiviert, interessiert und begeistert ist jeweils ein Viertel der Jugendlichen in etwa der Hälfte des Mathematikunterrichts. Alle drei Emotionen werden in dieser Kategorie am häufigsten berichtet. Knapp 11 Prozent geben an, nie müde zu sein, 23 Prozent in der Hälfte der Zeit und 24 Prozent (fast) immer. Zusammengefasst finden sich somit nicht lineare Verläufe über die Häufigkeit, mit welcher bestimmte Emotionen im Mathematikunterricht empfunden werden, wobei positive Gefühle wie Interesse tendenziell einer umgekehrten U-Kurve folgen, während bei negativen Gefühlen die Zustimmungsrate bei zunehmender Häufigkeit abnimmt. Darüber hinaus zeigt sich ein signifikanter Geschlechterunterschied für die positiven beziehungsweise negativen Affekte. Während Mädchen signifikant öfter als Jungen negative Gefühle während des Mathematikunterrichts berichten ($p < .05$), ist es bei den positiven Gefühlen

Abbildung 4.3: Angaben der Schüler*innen hinsichtlich ihrer mathematikbezogenen positiven/negativen Affekte



umgekehrt ($p < .05$). Auf Ebene der einzelnen Items ist besonders auffällig, dass über die Hälfte der Mädchen angibt, sich in über der Hälfte der Zeit müde zu fühlen. In mehr als der Hälfte der Zeit gelangweilt zu sein geben in beiden Geschlechtern gleichermaßen 40 Prozent der Schüler*innen an (s. Tabelle 4.3).

Tabelle 4.3: Prozent der Schüler*innen, die in mehr als der Hälfte der Zeit mathematikbezogene positive/negative Affekte berichteten

| | Deutschland | Mädchen | Jungen |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| positive/negative Affekte | % | % | % |
| Ängstlich | 14.6 | 19.7 | 9.8 |
| Zuversichtlich | 36.2 | 29.6 | 42.4 |
| Gelangweilt | 40.6 | 40.3 | 40.9 |
| Begeistert | 22.0 | 18.1 | 25.7 |
| Müde | 48.9 | 54.4 | 43.7 |
| Motiviert | 30.4 | 25.3 | 35.1 |
| Bedrückt | 16.8 | 21.3 | 12.7 |
| Interessiert | 35.2 | 30.4 | 39.7 |
| Wütend | 22.2 | 20.9 | 23.2 |
| Glücklich | 29.2 | 21.2 | 36.6 |

Anmerkung: Zustimmung entspricht der Zusammenfassung der beiden Kategorien „In mehr als der Hälfte der Zeit“ und „Immer oder fast die ganze Zeit“.

Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

Im Bereich der Motivation wurde, wie bereits beschrieben, *Freude und Interesse an Mathematik* sowie die *mathematikbezogene instrumentelle Motivation* als nationale Ergänzung in Deutschland erhoben, um den Trend seit den letzten Erhebungsrunden, in denen Mathematik Hauptdomäne war (2003 und 2012), analysieren zu können. Diese beiden motivationalen Merkmale werden im Abschnitt 4.2.2 beschrieben.

Ebenfalls dem Bereich der Motivation zuzuordnen sind die Angaben zum *Lieblingsfach* sowie zum *Leistungsmotiv* (s. Tabelle 4.4). Lediglich 38 Prozent der Schüler*innen in Deutschland geben an, dass Mathematik eines ihrer Lieblingsfächer ist; zwar sind dies etwas mehr Schüler*innen als mit Lieblingsfach Deutsch (36%), aber weniger als in den naturwissenschaftlichen Fächern (48%).

Es äußern 91 Prozent der Schüler*innen in Deutschland den Anspruch, in Mathematik gute Leistungen erbringen zu wollen. Der Wert unterscheidet sich nicht signifikant vom Anteil derjenigen, die dies in Deutsch beziehungsweise den Naturwissenschaften anstreben (beide über 90%), und steht zudem im Einklang mit den Durchschnittswerten der OECD-Staaten. Die Erfassung des Leistungsmotivs weist somit einen Deckeneffekt auf.

Das *Selbstkonzept* in Mathematik sowie den anderen Fächern bildet den Übergang hin zu den Einstellungen. Knapp die Hälfte der Fünfzehnjährigen berichten, dass ihnen Mathematik leichtfalle (s. Tabelle 4.4). Zwar sind dies signifikant weniger Schüler*innen als für die anderen beiden Domänen, dennoch ist auch hier eine Abweichung festzu-

stellen, zum einen zwischen der Selbsteinschätzung der Schüler*innen und ihrer mathematischen Kompetenz und zum anderen jeweils im Verhältnis zum Durchschnitt der OECD-Staaten.

Tabelle 4.4: Prozent der Zustimmung zu Lieblingsfach, Leistungsmotiv und Selbstkonzept

| Merkmal | Deutschland | OECD-Durchschnitt |
|--|-------------|-------------------|
| | % | % |
| Lieblingsfach | | |
| Mathematik ist eines meiner Lieblingsfächer. | 38.1 | 39.4 |
| Deutsch* ist eines meiner Lieblingsfächer. | 36.1 | 39.2 |
| Naturwissenschaften (z. B. Physik, Chemie, Biologie) gehören zu meinen Lieblingsfächern. | 47.8** | 46.9 |
| Leistungsmotiv | | |
| Ich möchte im Mathematikunterricht gut abschneiden. | 91.2 | 89.3 |
| Ich möchte im Deutschunterricht* gut abschneiden. | 90.7 | 89.1 |
| Ich möchte im naturwissenschaftlichen Unterricht (z. B. Physik, Chemie, Biologie) gut abschneiden. | 90.3 | 87.9 |
| Selbstkonzept | | |
| Mathematik fällt mir leicht. | 48.9 | 43.7 |
| Deutsch* fällt mir leicht. | 60.0** | 56.8 |
| Naturwissenschaften (z. B. Physik, Chemie, Biologie) fallen mir leicht. | 57.0** | 50.0 |

Anmerkung: Zustimmung entspricht der Zusammenfassung der beiden Kategorien „Stimme zu“ und „Stimme völlig zu“. Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben. Statistisch signifikante Unterschiede zur Angabe des Unterrichtsfachs Mathematik ($p < .05$) sind mit ** gekennzeichnet. *Im OECD-Durchschnitt ist hier die jeweilige Testsprache gemeint

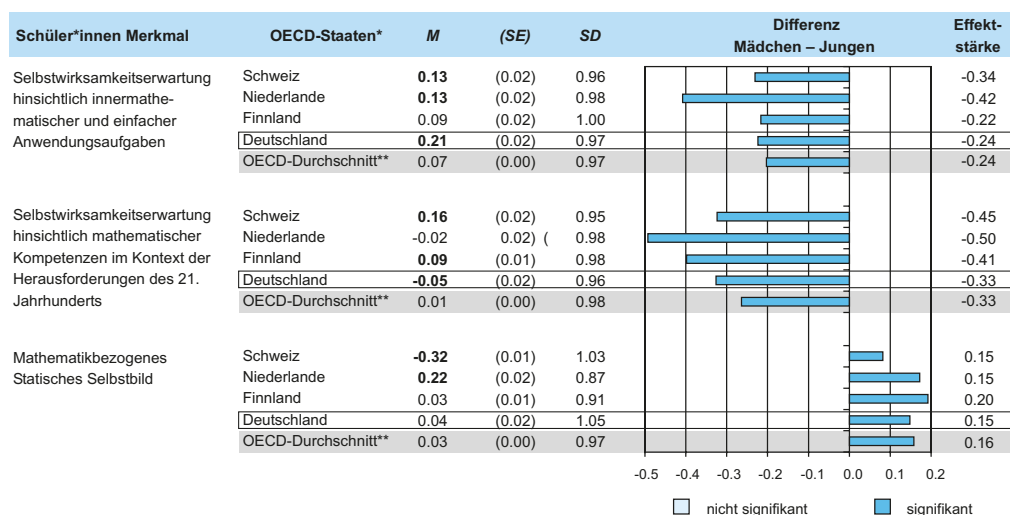
Die *mathematikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung* wird in PISA 2022 mit zwei Skalen erhoben: Zum einen werden die Schüler*innen analog zu PISA 2012 und PISA 2003 gefragt, was sie sich im Bereich innermathematische und einfache Anwendungsaufgaben zutrauen. Zum anderen wurde für 2022 eine Skala zur Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts ergänzt, um so die neuen Elemente der Rahmenkonzeption zu berücksichtigen.

Im Vergleich zu den anderen OECD-Staaten geben Schüler*innen in Deutschland eine signifikant höhere *Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben* (s. Abbildung 4.4; z. B. „Eine Gleichung wie $2(x+3)=(x+3)(x-3)$ lösen“) an. Dies ist insbesondere interessant, da sich ihre tatsächliche mathematische Kompetenz nicht signifikant vom Durchschnitt der OECD-Staaten unterscheidet. In der Schweiz und den Niederlanden berichten Fünfzehnjährige ebenfalls von einer hohen Selbstwirksamkeitserwartung. Finnland hingegen liegt im OECD-Durchschnitt. So scheint die Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf innermathematische und einfache Anwendungsaufgaben auf Staatenebene kaum positiv mit der tatsächlichen Kompetenz zusammenzuhängen. Dies ist nicht ungewöhnlich, da auch verschiedene Meta-Analysen nur moderate Zusammenhänge zwischen den selbsteinge-

schätzten und tatsächlichen kognitiven Fähigkeiten von Personen finden (z. B. Freund & Kasten, 2012; Patzl & Pietschnig, 2024). Auffällig ist außerdem, dass in allen Teilnehmerstaaten in PISA 2022 Jungen eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben berichten als Mädchen.

Während Schüler*innen überdurchschnittlich hohe Selbstwirksamkeit im bereits 2012 erfragten Bereich nennen, liegen sie bei der *Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts* unter dem Durchschnitt der OECD-Staaten (s. Abbildung 4.4). Die Schüler*innen in der Schweiz und Finnland liegen hingegen signifikant über dem OECD-Durchschnitt. Insgesamt zeigt sich hinsichtlich selbsteingeschätzter Fähigkeiten in Deutschland ein Bild, das für eine (zu) optimistische Einschätzung der eigenen Kompetenzen durch die Fünfzehnjährigen spricht. Aufgrund von Befunden aus anderen Studien kann angenommen werden, dass für die Zuversicht, bestimmte Aufgaben lösen zu können, neben dem Geschlecht auch die Kultur eine Rolle spielt (s. Reinhold et al., eingereicht).

Abbildung 4.4: Mathematikbezogene Einstellungen im internationalen Vergleich



Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

*Ausgewählte OECD-Staaten, sortiert nach der allgemeinen Mathematikkompetenz: Schweiz (508),

Niederlande (493), Finnland (484), Deutschland (475), OECD-Durchschnitt (472)

**bestehend aus allen 37 teilnehmenden OECD Staaten

Eine Betrachtung auf Einzelitemebene (s. Tabelle 4.5) zeigt auch, dass im Vergleich zu den anderen OECD-Staaten die unterdurchschnittliche Selbstwirksamkeitserwartung vorwiegend durch zwei Items bedingt ist, nämlich „Anwendung statistischer Streuung“ und „Beurteilung der Signifikanz“. Beide Fertigkeiten sind dem Inhaltsbereich *Unsicherheit und Daten* beziehungsweise dem Prozess *Interpretieren und Bewerten* (s. Kapitel 2) zuordenbar. Es handelt sich dabei um Konzepte, die in Deutschland curricular im Wesentlichen in der Oberstufe verortet sind und daher einem Großteil der Fünfzehnjährigen in Deutschland noch unbekannt sein dürften (s. Kapitel 3). Somit passen die

Daten zur Annahme, dass Fünfzehnjährige in Deutschland sich weniger kompetent in Inhalten einschätzen, die ihnen aus dem Mathematikunterricht eher unbekannt oder gar nicht vertraut sind.

Allgemein sieht man, dass sich die Fünfzehnjährigen in Deutschland tendenziell selbstwirksamer einschätzen, als es basierend auf der durchschnittlichen mathematischen Kompetenz in Deutschland zu erwarten wäre.

Tabelle 4.5: Prozent der Zustimmung zu Einzelitems der Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts

| Selbstwirksamkeit im Fach Mathematik: Logisches Denken und Mathematik des 21. Jahrhunderts Einzelitems | Deutschland | OECD-Durchschnitt |
|---|--------------------|--------------------------|
| | % | % |
| Mathematische Informationen aus Diagrammen, Grafiken oder Simulationen entnehmen | 77.6 | 64.5 |
| Mathematische Lösungen im Kontext eines Alltagsproblems interpretieren | 56.2 | 52.5 |
| Das Konzept der statistischen Streuung anwenden, um eine Entscheidung zu treffen | 27.1 | 41.5 |
| Mathematische Aspekte eines Alltagsproblems identifizieren | 52.7 | 51.2 |
| Einschränkungen und Annahmen hinter mathematischen Modellen erkennen | 41.1 | 40.3 |
| Eine Situation anhand von Variablen, Symbolen und Diagrammen mathematisch darstellen | 60.6 | 55.7 |
| Die Signifikanz beobachteter Muster in Daten beurteilen | 39.7 | 51.3 |
| Programmieren von Computern | 30.6 | 33.5 |
| Mit mathematischen Computerprogrammen arbeiten (z. B. Tabellenkalkulationen, Programmier-Software, grafikfähige Taschenrechner) | 52.0 | 51.9 |
| Die Eigenschaften eines unregelmäßig geformten Objekts berechnen | 45.8 | 44.3 |

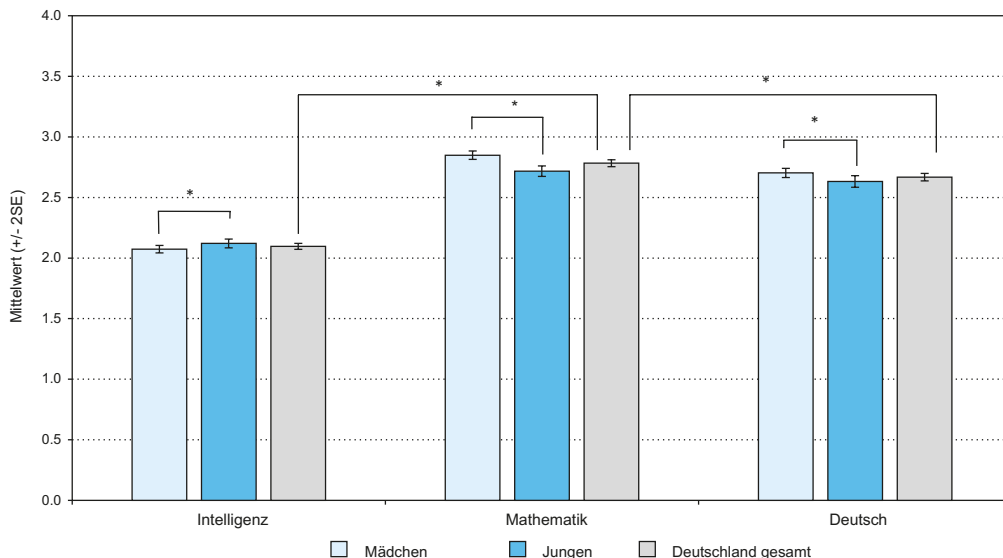
Anmerkung: Zustimmung entspricht der Zusammenfassung der beiden Kategorien „Stimme zu“ und „Stimme völlig zu“. Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

Als dritte Komponente der Einstellung wurde das *statische Selbstbild hinsichtlich Mathematik* erfragt (s. Abbildung 4.4). Hier geht es darum, ob die Schüler*innen annehmen, dass sie auch durch Lernen ihre mathematische Kompetenz nicht verbessern können. Vergleichbar mit dem Durchschnitt der OECD-Staaten gehen Jugendliche in Deutschland eher davon aus, dass sich Kompetenz in Mathematik nicht durch eigenes Zutun verbessern lässt. In den Niederlanden berichten die Fünfzehnjährigen sogar noch häufiger pessimistische Überzeugungen in Bezug auf die Veränderlichkeit der mathematischen Kompetenz. Schüler*innen in der Schweiz hingegen zeigen mehr Wachstumsorientierung als der Durchschnitt der OECD-Staaten. Im Mittel berichten Mädchen in den OECD-Staaten signifikant häufiger ein statisches Selbstbild als Jungen.

Um einen Eindruck von der absoluten Ausprägung des statischen Selbstbilds hinsichtlich Mathematik in Deutschland zu bekommen, wurde dieses mit den analogen

Items zu Deutsch und Intelligenz in Beziehung gesetzt (s. Abbildung 4.5). Auf der vierstufigen Antwortskala bedeutet ein Mittelwert von 2.78, dass die Mehrheit eher oder völlig zustimmt. Im Vergleich zu Intelligenz halten Fünfzehnjährige in Deutschland die mathematische Kompetenz für stärker fixiert. Triviale, wenn auch signifikante Unterschiede, zeigen sich hingegen zwischen Mathematik und Deutsch als auch zwischen den Geschlechtern innerhalb der Kompetenzbereiche.

Abbildung 4.5: Statisches Selbstbild der Schüler*innen bezüglich Intelligenz, Mathematik und Deutsch getrennt nach Geschlecht



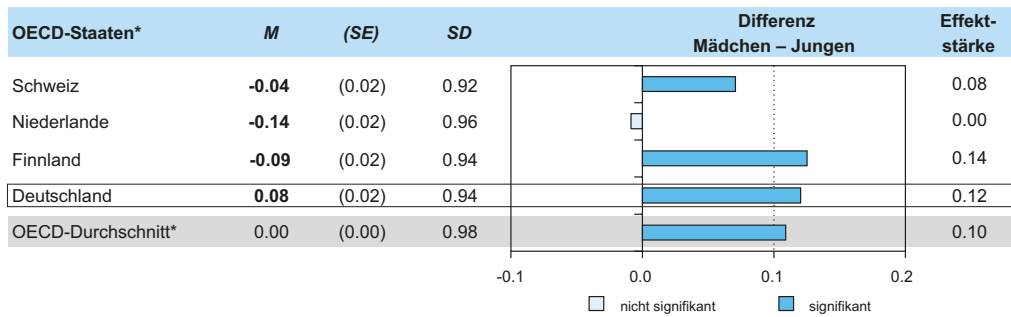
Anmerkung: Prozent der Zustimmung („Stimme eher zu“/„Stimme völlig zu“) zu verschiedenen Formen des statischen Selbstbildes differenziert nach Geschlecht.

* Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen ($p < .05$).

Schließlich werden das Engagement beziehungsweise die Verhaltensweisen der Schüler*innen in Deutschland in der Mathematik innerhalb und außerhalb des Unterrichts betrachtet. Schüler*innen in Deutschland geben im Vergleich zu ihren Pendanten im Durchschnitt der OECD-Staaten häufiger an, dass sie sich im Mathematikunterricht anstrengen (s. Abbildung 4.6). Mehr Jugendliche berichten „In mehr als der Hälfte der Zeit“ oder sogar „Immer oder fast die ganze Zeit“ für den Mathematikunterricht zu lernen. Mädchen geben dabei öfter als Jungen an, sich anzustrengen.

Die Angaben der Schüler*innen in der Schweiz, den Niederlanden und Finnland hingegen sind unter dem Durchschnitt der teilnehmenden OECD-Staaten zu verorten. Ergänzend werden die Schüler*innen auch nach der *Teilnahme an mathematikbezogenen außerschulischen Lernangeboten* befragt (siehe Abbildung 4.7). In Anbetracht der berichteten mathematikbezogenen Ängstlichkeit und negativen Emotionen ist es auffällig, dass sowohl Mädchen als auch Jungen zu über 50 Prozent angeben, keine zusätzlichen Lernangebote im Fach Mathematik außerhalb der regulären Schulzeit in Anspruch zu

Abbildung 4.6: Anstrengung im Mathematikunterricht im internationalen Vergleich

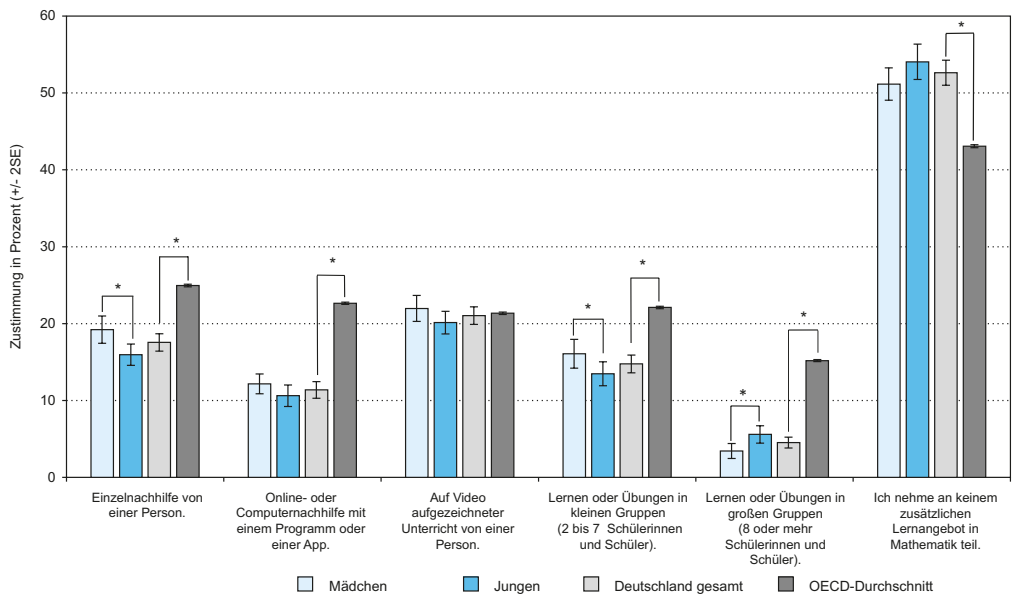


Anmerkung: Statistisch signifikante Unterschiede zum OECD-Durchschnitt ($p < .05$) sind **fett** hervorgehoben.

*Ausgewählte OECD-Staaten, sortiert nach der allgemeinen Mathematikkompetenz: Schweiz (508), Niederlande (493), Finnland (484), Deutschland (475), OECD-Durchschnitt (472)

**36 von 37 teilnehmenden OECD-Staaten (ausgenommen: Israel)

Abbildung 4.7: Teilnahme an mathematikbezogenen außerschulischen Lernangeboten differenziert nach Geschlecht, Gesamtdeutschland und OECD-Durchschnitt



Anmerkung: * Statistisch signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen/Deutschland gesamt und dem OECD-Durchschnitt ($p < .05$).

nehmen. Von den erfragten außerschulischen Lernangeboten nutzt rund ein Fünftel der Schüler*innen am häufigsten Lernvideos.

Bei den verschiedenen Lernangeboten zeigt sich auch ein Unterschied zwischen den Geschlechtern. Mädchen geben häufiger an, Einzelnachhilfe zu nehmen und sich in kleinen Lern- und Übungsgruppen zusammenzufinden. Jungen hingegen geben öfter als Mädchen an, in größeren Lern- und Übungsgruppen für das Fach Mathematik zu lernen. Etwa gleich viele Jungen wie Mädchen nutzen Angebote der Online- oder Computer-Nachhilfe mit einem Programm oder einer App.

Ein Hindernis für die Inanspruchnahme außerschulischer Lernangebote könnte die fehlende Gelegenheit sein. So müssen Lern- und Übungsgruppen organisiert werden und Einzelnachhilfe kann sehr teuer sein. Demgegenüber sind Lernvideos niederschwelligere Angebote. Darüber hinaus haben die Jugendlichen eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung im Bereich der innermathematischen und einfachen Anwendungsaufgaben und sehen daher möglicherweise gar nicht die Notwendigkeit, weitere Lernangebote zu nutzen.

4.2.2 Entwicklung der mathematikbezogenen Emotionen, Motivationen und Einstellungen seit 2003

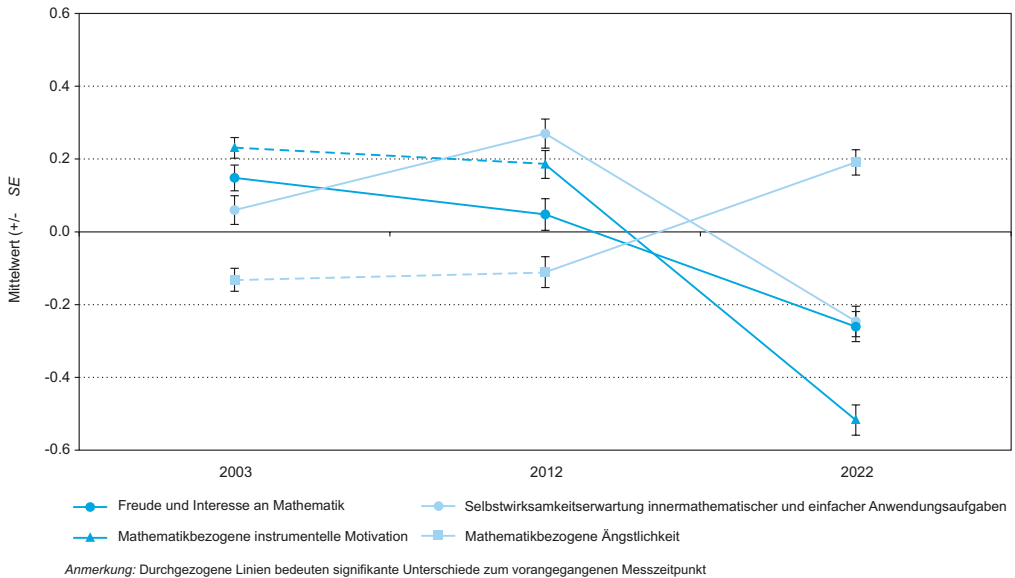
Nach 2003 und 2012 bildet Mathematik zum dritten Mal den Schwerpunkt der PISA-Studie. Entsprechend können für einige der mathematikbezogenen Schüler*innenmerkmale Entwicklungen betrachtet werden. Dies ist für die Freude und das Interesse an Mathematik, die mathematikbezogene instrumentelle Motivation, die Selbstwirksamkeitserwartung in innermathematischen und einfachen Anwendungsaufgaben und die Ängstlichkeit im Fach Mathematik der Fall. Die Fragenzusammensetzung innerhalb der Konstrukte hat sich über die Jahre hinweg allerdings teilweise verändert (eine beispielhafte Darstellung der Veränderung in den Fragebögen findet sich in Box 1.1web in Kapitel 1).⁶

Um eine Entwicklung der Merkmale der Schüler*innen in Deutschland festzustellen, müssen über die Jahre hinweg immer dieselben Fragen gestellt werden. Bei der Ermittlung der *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben* wurden bei der Erhebung im Jahr 2022 einzelne Items geändert (s. Kapitel 1 bzw. Box 1.1web für mehr Informationen). Solche Änderungen sind unumgänglich, um den Bezug zur Lebenswelt der Schüler*innen weiterhin zu gewährleisten. Die zu diesem Zweck ergänzten oder veränderten Items müssen allerdings für die Trendanalysen ausgeschlossen werden. Daher werden für die Trendanalysen nur Items berücksichtigt, die zu allen Erhebungszeitpunkten exakt gleich formuliert waren (s. Tabelle 4.2web).

Nachdem die Schüler*innen zunächst von 2003 auf 2012 eine signifikant höhere Selbstwirksamkeitserwartung in innermathematischen und einfachen Anwendungsaufgaben berichten, sinkt diese von 2012 auf 2022 signifikant auf das bisher niedrigste Level (Abbildung 4.8). Diese Veränderung in der Selbsteinschätzung spiegelt auch die Testung der tatsächlichen Kompetenz wider. Diese nimmt in Deutschland von 2003 auf 2012 zu, nach 2012 dann signifikant ab (siehe Kapitel 3). Allgemein scheinen sich die Schüler*innen in Deutschland jedoch tendenziell zu überschätzen (siehe Abschnitt 4.2.1).

6 Um eine Vergleichbarkeit zwischen den Jahren zu gewährleisten und den Trend adäquat darstellen zu können, wurden die Skalen daher reskaliert und neue WLEs gebildet (s. Online-Kapitel 12). Die hier dargestellten Mittelwerte können daher von den in Abschnitt 4.2.1 berichteten Werten abweichen.

Abbildung 4.8: Veränderung der Schüler*innenmerkmale in Deutschland zwischen den Jahren 2003, 2012 und 2022



Bei der Betrachtung der Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben auf Einzelitemebene fällt vor allem die verringerte Zuversicht bei der Benutzung eines Zugfahrplans auf (Tabelle 4.6). Dies könnte auch mit der veränderten Lebenswelt der Jugendlichen zusammenhängen (vermehrte Verwendung von Apps zur Reiseplanung). Das Lösen von Gleichungen zeigt über die drei Erhebungsrunden die geringste Veränderung, spielt sich aber je nach Komplexität der Gleichung auf sehr unterschiedlichem Niveau ab: Während „ $3x+5=17$ “ stets von über 80 Prozent der Schüler*innen für bewältigbar gehalten wird, trauen sich Termumformungen wie „ $2(x+3)=(x+3)(x-3)$ “ über alle Erhebungsjahre stets deutlich weniger Jugendliche in Deutschland zu.

Betrachtet man die Veränderung in *Freude und Interesse an Mathematik* der Fünfzehnjährigen, so zeigt sich, dass es sowohl von 2003 auf 2012 als auch von 2012 auf 2022 zu einem signifikanten Abfall kam (s. Abbildung 4.8).

Aufmerksamkeit verlangt auch die selbstberichtete *mathematikbezogene Ängstlichkeit*. Hier ist in den Jahren 2003 und 2012 keine signifikante Veränderung zu verzeichnen. Seit der letzten Erhebungsrunde, in der Mathematik Hauptdomäne war, ist die mathematikbezogene Ängstlichkeit allerdings signifikant gestiegen (s. Abbildung 4.8), liegt aber weiterhin unter dem Durchschnitt der OECD-Staaten (s. Abbildung 4.2).

Analog zur Ängstlichkeit zeigt sich für die *mathematikbezogene instrumentelle Motivation* der Schüler*innen in Deutschland keine Veränderung zwischen 2003 und 2012, jedoch in den letzten 10 Jahren. Hier ist eine signifikante Abnahme zu verzeichnen. Jugendliche in Deutschland sind somit über die Jahre hinweg immer weniger der Mei-

Tabelle 4.6: Veränderung der Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich innermathematischer und einfacher Anwendungsaufgaben in den Jahren 2003, 2012 und 2022

| | PISA 2003 Zustimmung in % ¹ (SE) | PISA 2012 Zustimmung in % ¹ (SE) | PISA 2022 Zustimmung in % ¹ (SE) | Veränderung 2003 – 2012 Zustimmung in % ¹ (SE) | Veränderung 2012 – 2022 Zustimmung in % ¹ (SE) | Veränderung 2003 – 2022 Zustimmung in % ¹ (SE) |
|---|--|--|--|---|---|---|
| Anhand des Zugfahrplans ausrechnen, wie lange die Fahrt von einem Ort zu einem anderen dauern würde. | 83.3 (0.7) | 92.1 (0.5) | 71.1 (1.1) | 8.8 (0.8) | -21.0 (1.2) | -12.2 (1.3) |
| Ausrechnen, wie viele Quadratmeter Fliesen du bräuchtest, um einen Fußboden damit auszulegen. | 75.0 (0.8) | 79.2 (0.9) | 70.5 (0.9) | 4.3 (1.2) | -8.7 (1.3) | -4.5 (1.3) |
| Eine Gleichung wie $3x + 5 = 17$ lösen. | 86.2 (0.7) | 89.4 (0.6) | 80.8 (0.9) | 3.2 (1.0) | -8.6 (1.1) | -5.4 (1.2) |
| Auf einer Karte mit einem Maßstab von 1:10.000 die tatsächliche Entfernung zwischen zwei Orten bestimmen. | 54.5 (0.8) | 59.6 (1.0) | 51.1 (1.1) | 5.1 (1.3) | -8.5 (1.5) | -3.5 (1.3) |
| Eine Gleichung wie $2(x+3)=(x+3)(x-3)$ lösen. | 73.0 (0.9) | 73.4 (1.0) | 69.6 (1.0) | 0.5 (1.3) | -3.8 (1.4) | -3.3 (1.3) |

Anmerkung: *Statistisch signifikante Unterschiede zwischen PISA Erhebungen sind **fett** hervorgehoben.

¹ Es wurden die Antwortkategorien „eher sicher“ und „sehr sicher“ zusammengefasst.

nung, dass die Mathematik für ihren späteren beruflichen Werdegang von essenzieller Bedeutung ist.

In der Zusammenschau weisen die mathematikbezogene instrumentelle Motivation, Freude und Interesse an Mathematik sowie mathematikbezogene Ängstlichkeit keine wesentlichen Veränderungen zwischen den ersten beiden Erhebungsrunden mit Mathematikschwerpunkt auf, wohl aber in den letzten 10 Jahren. Zusammen mit der Selbstwirksamkeitserwartung zeigen alle Merkmale in diesem Zeitrahmen einen ungünstigen Verlauf.

4.3 Zusammenfassung und Diskussion

Im Rahmen der PISA-Studie 2022 werden neben der kognitiven Testung auch mathematikbezogene motivational-emotionale Orientierungen, Einstellungen und Verhaltensweisen mittels Selbsteinschätzung erhoben. Hierbei wurde der Fokus auf unterschiedliche, für die Entwicklung mathematischer Kompetenzen relevante Faktoren gelegt: domänenspezifische Emotionen (z.B. mathematikbezogene Ängstlichkeit), Motivation (z.B. mathematikbezogene instrumentelle Motivation), Einstellungen (z.B. mathematikbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen) und Verhaltensweisen (z.B. Anstrengung im Mathematikunterricht).

Im Kontext der domänenspezifischen Emotionen zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede, die im Einklang mit den Differenzen in der mathematischen Kompetenz stehen. Wie in nahezu allen OECD-Staaten erreichen Jungen im Schnitt höhere Kompetenzen als Mädchen, wobei dieser Unterschied in Deutschland besonders ausgeprägt ist (s. Kapitel 3). Ein vergleichbares Bild zeigt sich nun auch bei den mathematikbezogenen Emotionen: Schülerinnen berichten tendenziell höhere Ängstlichkeit gegenüber dem Fach und geben an im Unterricht häufiger mit negativen Emotionen konfrontiert zu sein.

Mit der Erhebungsrunde 2022, in der Mathematik nebst 2003 und 2012 wieder Hauptdomäne ist, ist es möglich die Entwicklung der motivational-emotionalen Orientierung sowie Einstellung der Schüler*innen gegenüber Mathematik in Deutschland über verschiedene Kohorten hinweg zu vergleichen. In der ganzheitlichen Betrachtung zeigen sich hinsichtlich der motivationalen (instrumentelle Motivation, Freude und Interesse) sowie emotionalen (Ängstlichkeit) Merkmale keine signifikanten Veränderungen zwischen den ersten beiden Erhebungsrunden mit Mathematikschwerpunkt. In den letzten 10 Jahren sind jedoch deutliche Entwicklungen festzustellen. Zusammen mit der Einstellung (Selbstwirksamkeitserwartungen) haben sich alle Merkmale in ungünstiger Weise verändert. So zeigt sich beispielweise ein Anstieg der selbstberichteten Ängstlichkeit der Jugendlichen in Deutschland. Im Bereich der motivationalen Orientierung könnte die gleichzeitige Abnahme der instrumentellen Motivation sowie des Interesses als eine mögliche Zunahme von Gleichgültigkeit gegenüber dem Fach interpretiert wer-

den. Dies wird auch durch die Feststellung unterstützt, dass etwa 40 Prozent sowohl der Mädchen als auch der Jungen Langeweile während des Mathematikunterrichts berichten.

Des Weiteren zeigen sich auch Veränderungen in den mathematikbezogenen Einstellungen der Schüler*innen in Deutschland. Trotz tendenzieller Überschätzung der eigenen Fertigkeiten haben die Selbstwirksamkeitserwartungen der Jugendlichen in Deutschland abgenommen und sie haben – möglicherweise begründete – Zweifel an ihren mathematischen Fähigkeiten. Diese Zweifel müssen jedoch differenziert nach Geschlechtern betrachtet werden. So berichten Jungen in Deutschland höhere Selbstwirksamkeitserwartungen als Mädchen. Hierfür können zwei mögliche Punkte zur Diskussion gestellt werden: Einerseits kann in Deutschland tatsächlich eine höhere Mathematikkompetenz der Jungen verzeichnet werden. Andererseits könnten diese Ergebnisse auch Resultat des insbesondere aus Forschung zur allgemeinen kognitiven Begabung bekannten „Hubris-Humility-Effekt“ sein (zu Deutsch: Überheblichkeit-Bescheidenheit-Effekt; z. B. Furnham et al., 2002). Dieser beschreibt die Beobachtung, dass Jungen in bestimmten Kompetenzbereichen, wie zum Beispiel numerischen kognitiven Fähigkeiten, tendenziell eine Überschätzung ihrer Fähigkeiten zeigen, während Mädchen sich eher unterschätzen. Ob es sich daher hierbei um eine Unterschätzung der Fähigkeiten oder gar doch eine realistischere Einschätzung dieser handelt, bleibt jedoch offen.

Allgemein zeigt sich jedoch, dass die Schüler*innen in Deutschland ein gesteigertes Selbstkonzept und eine erhöhte Selbstwirksamkeitserwartung insbesondere im Hinblick auf innermathematische und einfache Anwendungsaufgaben berichten. Trotzdem offenbart sich eine im Vergleich zum OECD-Durchschnitt geringere Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich mathematischer Kompetenzen im Kontext der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Des Weiteren zeigt sich, dass die Schüler*innen in Deutschland seltener die Auffassung teilen, dass Mathematik erlernbar ist. Bei Jugendlichen aus der Schweiz, einem Staat mit überdurchschnittlicher Mathematikleistung, wird eine signifikant höhere Selbstwirksamkeit in beiden Skalen festgestellt. Zum Vergleich schätzen Schüler*innen in Deutschland ihre Kompetenz im ersten Bereich höher, im zweiten allerdings niedriger ein als der OECD-Durchschnitt. Die Items, die hier bei Schüler*innen in Deutschland geringe Werte zeigen, zum Beispiel „statistischen Streuung anwenden“ und „Signifikanz beurteilen“, sind in Deutschland formal zumeist erst in der gymnasialen Oberstufe ein Unterrichtsinhalt.

In Kapitel 2 dieses Berichtbands wurde bereits darauf hingewiesen, dass der Stochastik im deutschen Lehrplan noch nicht ausreichend Platz eingeräumt wird. Trotzdem gibt es keine signifikanten Kompetenzunterschiede dieser zu den anderen Teilkompetenzen (siehe Kapitel 3). Allerdings scheint dies das Selbstbild der Jugendlichen zu beeinflussen, da sie sich bei den Items mit stochastischem Inhalt weniger zuversichtlich zeigen, diese lösen zu können, als Items anderer Inhaltsbereiche.

Das Hegen eines statischen Selbstbildes (Fixed Mindset) in Mathematik, also die Einstellung, dass die mathematische Kompetenz unveränderbar ist, erweist sich besonders im Vergleich zu den anderen statischen Selbstbildern als sehr aufschlussreich. Jugendliche in Deutschland halten die mathematische Kompetenz nicht nur für weniger verän-

derlich als jene im Fach Deutsch, sondern auch als die Intelligenz. Statische oder wachstumsorientierte Selbstbilder sind aber vor allem im Abgleich mit den daraus folgenden Verhaltensweisen interessant, da sie die Mathematikleistung in der Schule verbessern können (Yeager et al., 2019). Mädchen vertrauen in Deutschland, wie in allen OECD-Staaten, weniger darauf, sich durch eigenes Zutun in Mathematik verbessern zu können. Dies ist vor allem bemerkenswert, da Mädchen häufiger als Jungen berichten, sich im Unterricht anzustrengen. Bei den mathematikbezogenen Verhaltensweisen bilden die Anstrengung im Unterricht und die Nutzung außerschulischer Lernangebote Gegenpole: Fünfzehnjährige in Deutschland berichten mehr Anstrengung im, aber weniger Engagement außerhalb des Unterrichts. Damit entsprechen sie dem deutschen Sprachraum (siehe auch Schweiz), in welchem ein größerer Fokus auf der Wissensvermittlung in der Schule liegt.

Die für Fünfzehnjährige in Deutschland repräsentativen Befunde zu den motivational-emotionalen Orientierungen, Einstellungen und Verhaltensweisen geben Hinweise auf weitere praxisrelevante Forschungsansätze. Der internationale Vergleich zeigt, dass in Deutschland wie auch anderen vergleichbaren Staaten, Mathematik primär in der Schule gelernt wird. Dies bietet die Möglichkeit in der Schule neben der Vermittlung konkreter mathematischer Kompetenzen auch die motivational-emotionale Orientierung zu fördern (umfassende Ansätze hierzu s. Schiepe-Tiska et al., 2021). Aus der Analyse der domänenspezifischen Merkmale der Schüler*innen in PISA 2022 empfehlen sich vor allem zwei Ansätze für weitere Forschung: Zum einen deutet die Selbstwirksamkeitserwartung der Jugendlichen je nach Referenzrahmen auf eine weniger (im Vergleich mit ausgewählten Staaten der OECD) oder mehr (in ihrem Verlauf seit 2003 parallel zu den Kompetenzen) zutreffende Selbsteinschätzung. Diese Fähigkeit, die eigenen Kompetenzen richtig einzuschätzen und eigene Lernbedarfe zu erkennen, ist sicherlich eine relevante Kompetenz. Zum anderen ist die verbreitete Ansicht, man sei für Mathematik gemacht oder eben nicht, besonders bei den Mädchen, besorgniserregend. Auch hier erscheint weitere Forschung dazu wichtig, wie Schule wachstumsorientierte Selbstbilder vermitteln und zu Anstrengung in Mathematik motivieren kann.

Literatur

- 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>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- 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>
- Bray, M. (2009). *Confronting the shadow education system. What government policies for what private tutoring?* UNESCO/IIEP.

- Claro, S., Paunesku, D., & Dweck, C. S. (2016). Growth mindset tempers the effects of poverty on academic achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *113*(31), 8664–8668. <https://doi.org/10.1073/pnas.1608207113>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Dweck, C. S. (2000). *Self-theories: Their role in motivation, personality and development*. Taylor and Francis.
- Dweck, C. S., & Leggett, E. L. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological review*, *95*(2), 256–273. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.2.256>
- Freund, P. A., & Kasten, N. (2012). How smart do you think you are? A meta-analysis on the validity of self-estimates of cognitive ability. *Psychological bulletin*, *138*(2), 296–321. <https://doi.org/10.1037/a0026556>
- Fuligni, A. J., & Stevenson, H. W. (1995). Time use and mathematics achievement among American, Chinese, and Japanese high school students. *Child Development*, *66*, 830–842. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1995.tb00908.x>
- Furnham, A., Hosoe, T., & Tang, T. L. (2002). Male hubris and female humility? A cross-cultural study of ratings of self, parental, and sibling multiple intelligence in America, Britain, and Japan. *Intelligence*, *30*, 101–115. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(01\)00080-0](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(01)00080-0)
- Guay, F., & Bureau, J. S. (2018). Motivation at school: Differentiation between and within school subjects matters in the prediction of academic achievement. *Contemporary Educational Psychology*, *54*, 42–54. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.05.004>
- Guill, K., & Wendt, H. (2020). Privater Nachhilfeunterricht und Lehrkräftefortbildung am Ende der Grundschulzeit. In K. Schwippert, D. Kasper, O. Köller, N. McElvany, C. Selter, M. Steffensky, H. Wendt (Hrsg.), *TIMSS 2019. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 209–222). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830993193>
- Hackett, G., & Betz, N. E. (1989). An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondence. *Journal for Research in Mathematics Education*, *20*(3), 261–273. <https://doi.org/10.2307/749515>
- Klieme, E. (2020). Policies and practices of assessment: A showcase for the use (and misuse) of international large scale assessments in educational effectiveness research. In J. Hall, A. Lindorff, & P. Sammons (Hrsg.), *International perspectives in educational effectiveness research* (S. 147–181). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44810-3_7
- Klemm, K., & Hollenbach-Biele, N. (2016). *Nachhilfeunterricht in Deutschland: Ausmaß – Wirkung – Kosten*. Bertelsmann Stiftung.
- Kuger, S., Klieme, E., Jude, N., & Kaplan, D. (Hrsg.). (2016). *Assessing contexts of learning: An international perspective*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45357-6>
- Lee, J., & Stankov, L. (2018). Non-cognitive predictors of academic achievement: Evidence from TIMSS and PISA. *Learning and Individual Differences*, *65*, 50–64. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.05.009>
- Ma, X. (1999). A Meta-analysis of the relationship between anxiety toward mathematics and achievement in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, *30*, 520–540. <https://doi.org/10.2307/749772>

- Mahoney, J. L., & Cairns, R. B. (1997). Do extracurricular activities protect against early school dropout? *Developmental Psychology*, 33, 241–253. <http://dx.doi.org/10.1037/0012-1649.33.2.241>
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. In D. A. Grouws (Hrsg.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (S. 575–596). Macmillan.
- OECD. (2019). *PISA 2018 technical report*. OECD Publishing.
- OECD. (2024). *PISA 2022 technical report*. [Manuskript in Vorbereitung]. OECD Publishing.
- OECD. (2023). *PISA 2022 context questionnaire framework: Balancing trends and innovation*. In OECD, *PISA 2022 assessment and analytical framework* (S. 169–237). OECD Publishing.
- Patzl, S., & Pietschnig, J. (2024). *Mirror, mirror on the wall: A meta-analysis on the validity of self-assessed intelligence through the lens of the multiverse*. [Manuskript in Vorbereitung]. Universität Wien, Österreich.
- Pekrun, R., Lichtenfeld, S., Marsh, H. W., Murayama, K., & Goetz, T. (2017). Achievement emotions and academic performance: Longitudinal models of reciprocal effects. *Child Development*, 88(5), 1653–1670. <https://doi.org/10.1111/cdev.12704>
- Prenzel, M., Sälzer, C., Klieme, E., & Köller, O. (Hrsg.). (2013). *Pisa 2012: Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland*. Münster: Waxmann. https://www.pisa.tum.de/fileadmin/w00bgi/www/Berichtsbaende_und_Zusammenfassungen/PISA_2012_EBook_ISBN3001.pdf
- Quintero, M., Hasty, L., Li, T., Song, S., & Wang, Z. (2022). A multidimensional examination of math anxiety and engagement on math achievement. *Educational Psychology*, 92(3), p: 955–973. <https://doi.org/10.1111/bjep.12482>
- 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>
- Reinhold, F., Diedrich, J., Schiepe-Tiska, A., Gomez Yepes, R.-L., & Hofer, S. (eingereicht). Gender effects in mathematics, science, and reading achievement: the role of motivational and emotional orientations and cultural and societal norms.
- Reynolds, K., Khorramdel, L., & Davier, M. von (2022). Can students' attitudes towards mathematics and science be compared across countries? Evidence from measurement invariance modeling in TIMSS 2019. *Studies in Educational Evaluation*, 74, 101169. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101169>
- Rotter, J. B. (1966). Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychological Monographs: General and Applied*, 80(1), 1–28. <https://doi.org/10.1037/h0092976>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2002). Overview of self-determination theory: An organismic-dialectical perspective. In E. L. Deci & A. M. Ryan (Hrsg.), *Handbook of self-determination research* (S. 3–33). University Press.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-Determination Theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. The Guilford Press.
- Schiepe-Tiska, A., Heinle, A., Dümig, P., Reinhold, F., & Reiss, K. (2021). Achieving Multidimensional Educational Goals Through Standard-Oriented Teaching. An Application to STEM Education. *Frontiers in Education*, 6, 592165. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.592165>

- Schiepe-Tiska, A., & Schmidtner, S. (2013). Mathematikbezogene emotionale und motivationale Orientierungen, Einstellungen und Verhaltensweisen von Jugendlichen in PISA 2012. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme, & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012: Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 99–121). Waxmann.
- Schöber, C., Schütte, K., Köller, O., McElvany, N., & Gebauer, M. M. (2018). Reciprocal effects between self-efficacy and achievement in mathematics and reading. *Learning and Individual Differences*, *63*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.01.008>
- Schukajlow, S., Rakoczy, K., & Pekrun, R. (2017). Emotions and motivation in mathematics education: theoretical considerations and empirical contributions. *ZDM Mathematics Education*, *49*(3), 307–322. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0864-6>
- Stankov, L., & Lee, J. (2014). Quest for the best non-cognitive predictor of academic achievement. *Educational Psychology*, *34*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.858908>
- Su, A., Wan, S., He, W., & Dong, L. (2021). Effect of Intelligence Mindsets on Math Achievement for Chinese Primary School Students: Math Self-Efficacy and Failure Beliefs as Mediators. *Frontiers in psychology*, *12*, 640349 <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.640349>
- Yeager, D. S., Hanselman, P., Walton, G. M., Murray, J. S., Crosnoe, R., Muller, C., ..., & Dweck, C. S. (2019). A national experiment reveals where a Growth Mindset improves achievement. *Nature*, *573*(7774), 364–369. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1466-y>