

Unterrepräsentation von Frauen durch Geschlechtsstereotype?

Verknüpfung von Stereotypenbedrohung, Zugehörigkeitsgefühl und
Erwartung-Wert-Modell in der Internationalen PhysikOlympiade

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel

vorgelegt von

Diplom-Psychologin Antonia Ladewig, B.Sc.

Kiel

1. Juli 2021

Erstgutachterin: Prof. Dr. Uta Klusmann

Zweitgutachter: Prof. Dr. Oliver Lüdtker

Tag der mündlichen Prüfung: 19. November 2021

Durch den 2. Prodekan für Studium und Lehre, Prof. Dr. Michael Elmentaler, zum Druck
genehmigt: 1. Dezember 2021

Danksagung

Ich möchte denjenigen danken, die das Entstehen und Gelingen meines Promotionsvorhabens unterstützt und vorangebracht haben.

Zunächst danke ich Frau Prof. Dr. Uta Klusmann und Herrn Prof. Dr. Oliver Lüdtke dafür, dass sie sich zur Begutachtung dieser Arbeit bereiterklärt haben. Ebenso gilt mein Dank den weiteren Mitgliedern meiner Prüfungskommission: Frau Prof. Dr. Birgit Brouër, Herrn Prof. Dr. Thilo Kleickmann und Herrn Prof. Dr. Olaf Köller.

Insbesondere möchte ich noch einmal Herrn Prof. Dr. Köller für den Austausch und die Unterstützung während der Erarbeitung der Artikel danken. Ihr Rat und Ihre Vorschläge waren stets sehr hilfreich und bereichernd. Vielen Dank für die sehr gute Zusammenarbeit und die wertvollen Hinweise!

Mein Dank geht auch an diejenigen, die mein Promotionsprojekt „Identiphy - Identity Development in Physics“ tatkräftig unterstützt haben. Danke an Dr. Stefan Petersen, der für Fragen rund um die Internationale PhysikOlympiade jederzeit erreichbar war. Danke auch an Felix Bartels, der bei der Durchführung und der fachinhaltlichen Ausrichtung der Seminare sehr geholfen hat. Und natürlich ein großes Dankeschön an die Studienteilnehmenden, die das Projekt erst ermöglicht haben.

Danke an Alice Hesse und Dustin Schiering. Trotz der Pandemie, die die gemeinsame Arbeitszeit in unserem Büro am IPN verkürzt hat, und obwohl mein Hund dann im Homeoffice eure Gesellschaft ersetzt hat — ihr seid ein großer Teil meiner Promotionszeit, an den ich mich immer gerne erinnern werde.

Dann geht natürlich noch ein sehr, sehr großes Danke an meinen Hund für die großartige Gesellschaft und gute Laune im Homeoffice!

Zuletzt möchte ich meiner Mutter, meinem Vater und meiner Schwester danken. Vielen Dank, dass ihr immer für mich da seid, mich immer unterstützt und zur Fertigstellung dieser Arbeit motiviert habt — euch gilt mein allergrößter Dank!

Für
Oma und Opa

„Fight for the things that you care about. But do it in a way that will lead others to join you.“

- Ruth Bader Ginsburg

Zusammenfassung

Einleitung

In Deutschland sind Frauen in MINT-Domänen, d. h. in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, noch immer unterrepräsentiert (Steeh et al., 2019). Die Erforschung der Gründe, welche Frauen dazu leiten, eine Entscheidung gegen eine berufliche Laufbahn in einer dieser Domänen zu fällen, steht nunmehr schon fast drei Jahrzehnte im Fokus der wissenschaftlichen Arbeit (z. B. Steele & Aronson, 1995; Shapiro & Neuberg, 2007; Wout et al., 2008). Obwohl in diesem Zeitraum in vielen naturwissenschaftlichen Studiengängen ein deutlicher Anstieg im Anteil der weiblichen Studierenden verzeichnet werden konnte (Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e. V., n.d.), sind insbesondere Domänen, die sich intensiv mit Mathematik beschäftigen, wie zum Beispiel die Physik, noch immer durch ein deutliches Ungleichgewicht der Geschlechter geprägt (vgl. Düchs & Mecke, 2020). Auch entgegen den Erkenntnissen aus der Forschung und auch zahlreichen bildungspolitischen Maßnahmen, welche junge Frauen nachhaltig für naturwissenschaftliche Berufe begeistern wollen (z. B. Bundesministerium für Bildung und Forschung, n.d.), verbleibt in eben jenen Domänen, die ausgeprägte mathematische Kenntnisse erfordern, das ungleiche Geschlechterverhältnis vorhanden. Ein zusätzliches Problem dieser Domänen besteht darin, dass sie der weit verbreiteten Meinung unterliegen, dass Individuen nur erfolgreich in diesen Domänen Leistung erbringen können, wenn sie in diesem Bereich über ein angeborenes Talent verfügen (z. B. Bian et al., 2018). Dieses angeborene Talent wird allerdings vorwiegend Männern zugesprochen. Die Überzeugungen und Meinungen zu den betroffenen MINT-Feldern schließen also Frauen als Teilnehmende eher aus. Der Prozess der negativen Wirkung von Stereotypen wird in der Literatur als Stereotypenbedrohung bezeichnet (vgl. Steele & Aronson, 1995). Eine Stereotypenbedrohung wird durch die Präsenz von negativen Stereotypen über eine Gruppe ausgelöst; diese Gruppe erlebt dadurch unter anderem veränderte Kognitionen und Attributionen, was in einer verringerten Leistungsfähigkeit und zahlreichen anderen einschränkenden Auswirkungen

für ihre Mitglieder endet (Hermann & Vollmeyer, 2017; Martiny & Götz, 2011). Die Stereotypenbedrohung wurde als Erklärungsansatz für die Unterrepräsentation von Frauen in zahlreichen Arbeits- und Bildungskontexten getestet, die eine Unterrepräsentation von Frauen aufweisen (Flore & Wicherts, 2015; Ngyuen & Ryan, 2008).

Das Ungleichgewicht in der Repräsentation von Frauen in naturwissenschaftlichen Umfeldern findet sich auch in freiwilligen naturwissenschaftlichen Schülerwettbewerben wieder. Ein Beispiel bietet hier der deutsche Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade, der in vier sukzessiven Wettbewerbsrunden die besten fünf Teilnehmenden bestimmt, die in der Folge des Wettbewerbs das Nationalteam für den internationalen Wettkampf stellen. Der Auswahlwettbewerb ist mit zwei aufeinander aufbauenden Problemen der Unterrepräsentation von jungen Frauen belegt: Im ersten Schritt entscheiden sich deutlich weniger Schülerinnen als Schüler zur Teilnahme. Im Jahr 2020 stellten junge Frauen beispielsweise nur 29,6% der gesamten Teilnehmerschaft dar. Im nächsten Schritt verlässt dann ein überproportional großer Anteil dieser Teilnehmerinnen gegenüber den Teilnehmern den Wettkampf durch freiwilliges oder unfreiwilliges Ausscheiden. Dies führt vermehrt, so zuletzt im Jahr 2019, zu ausschließlich männlichen Nationalteams. Dennoch wurde die Stereotypenbedrohung in der Forschung zu Schülerwettbewerben bisher weitgehend vernachlässigt.

Die vorliegende Arbeit rückt daher die Teilnehmer und Teilnehmerinnen des Auswahlwettbewerbs zur Internationalen PhysikOlympiade in den Fokus und untersucht in dem Kontext des Wettbewerbes die Stereotypenbedrohung. Das Ziel dieser Arbeit ist die Verknüpfung der Stereotypenbedrohung, des Zugehörigkeitsgefühls zur Physik und des Erwartung-Wert-Modells als Operationalisierung für die Wahl einer beruflichen Laufbahn. Zunächst wird dafür ein theoretischer Rahmen aufgespannt. In diesem werden als Grundlage die Unterrepräsentation von Frauen sowie die Begriffe Identität und Prototyp dargestellt, bevor die Wirkung von Stereotypen — insbesondere die Stereotypenbedrohung — betrachtet wird. Anschließend wird auf das Zugehörigkeitsgefühl in Naturwissenschaften und Interventionsmöglichkeiten gegen eine Stereotypenbedrohung in diesen eingegangen. Zuletzt wird das Erwartung-Wert-Modell als Möglichkeit der Erfassung leitungsmotivierter Entscheidungen vorgestellt. Der empirische Abschnitt der

Arbeit untergliedert sich in drei Studien, die unterschiedlichen Aspekten der Forschungsfrage nachgehen, ob negative Stereotype das Zugehörigkeitsgefühl der Wettbewerbsteilnehmenden verringern und dadurch Einfluss auf die Wahl für eine berufliche Laufbahn in der Physik nehmen. Die Ergebnisse der Studien werden abschließend im Hinblick auf theoretische und praktische Implikationen sowie Einschränkungen der Studien diskutiert, bevor ein Ausblick auf zukünftige Forschung gegeben wird.

Theoretischer Rahmen

Männerdominierte Naturwissenschaften

Sind die Naturwissenschaften männlich? Auch wenn die Zahlen der weiblichen Studierenden in den Naturwissenschaften in den letzten Jahrzehnten angestiegen sind und ein ausgeglichenes Geschlechtsverhältnis erreicht wurde (Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e. V., n.d.), verbleibt in Deutschland ein sehr deutlicher Männerüberschuss in einigen Domänen der MINT-Fächer, beispielsweise in der Physik, bestehen (z. B. Düchs & Mecke, 2020). Frauen stellen in diesen Bereichen eine Minderheit dar und sind zudem von Fähigkeitsstereotypen, die ihnen ein geringeres Talent für Naturwissenschaften zuschreiben als Männern (z. B. Miller, Eagly & Linn, 2015), betroffen. Insbesondere in der Physik wird das Problem der unterrepräsentierten Frauen auch in naher Zukunft noch ein Problem darstellen, dem Wissenschaft und Politik zu begegnen haben, um ein ausgeglichenes Geschlechtsverhältnis aufbauen zu können.

Naturwissenschaftliche Schülerwettbewerbe

Naturwissenschaftliche Schülerwettbewerbe sind eine Möglichkeit, um das Interesse junger Frauen für eine berufliche, naturwissenschaftliche Laufbahn bereits in der Schulzeit zu wecken (vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung, n.d.). Die ScienceOlympiaden stellen einen Verbund verschiedener Schülerwettbewerbe dar (ScienceOlympiaden, n.d.), die ein breites Spektrum von naturwissenschaftlichen Fächern abdecken und insgesamt 9698 Schüler und Schülerinnen als Teilnehmende im Jahr 2020

gewinnen konnten. Obwohl die meisten dieser Schülerwettbewerbe kaum noch Geschlechtsunterschiede in den Teilnehmendenzahlen verzeichnen, besteht in dem Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade noch immer eine prädominant männliches Geschlechtsverhältnis. Außerdem verlassen die weiblichen Teilnehmenden den Wettbewerb in einem überproportional hohen Verhältnis zu den männlichen Teilnehmenden (Petersen & Wulff, 2017).

Die Gründe für diese Unterrepräsentation von jungen Frauen in Schülerwettbewerben wurden bisher kaum erforscht. Daher bleibt es bislang fraglich, ob das Wettbewerbsumfeld entsprechend seiner Zielsetzung ein gleichermaßen förderliches Umfeld für alle Teilnehmenden unabhängig ihres Geschlechts bietet oder ob es weibliche Teilnehmende in ihrem nachhaltigen Interesse an und Verbleiben in der Physik hindert.

Identität und Prototype

Wie kann nun das langfristige Verbleiben in einer Domäne gesichert werden? Entscheidend ist hierfür unter anderem die Domänenidentität (Hazari et al., 2010). Diese setzt sich aus Interesse, Kompetenz, Leistung und Anerkennung durch andere Mitglieder eines Feldes zusammen.

Die Identität ist entsprechend der Annahmen der *Selbstkategorisierungstheorie* entscheidend für die Selbstwahrnehmung als Individuum und auch als Teil einer Gruppe (Turner & Reynolds, 2012; Haslam et al., 1999; Turner et al., 1994). Das Selbst wird dabei in kognitive Kategorien unterteilt. So ergibt sich die personale Identität als die Kategorisierung, welche die Einzigartigkeit des Individuums umfasst, wohingegen die soziale Identität die Kategorisierungen beinhaltet, die mit einer Gruppe sehr ähnlicher Charakteristiken (Eigengruppe) übereinstimmen (Turner et al., 1994; vgl. auch Turner & Reynolds, 2012). Diejenige Kategorisierung mit der höchsten Salienz tritt in einer Situation ein. Die Salienz wird durch den Fit mit der vorliegenden Situation determiniert, dennoch treten saliente soziale Identitäten gegenüber personalen Identitäten immer in den Vordergrund (Turner et al., 1994). Dies geschieht, da die individuellen Merkmale eines Individuums in Gruppenkontexten über den Prozess der Depersonalisierung zurücktreten,

um gemeinsame Gruppenmerkmale hervorzuheben, welche dann zu einer Selbst-Stereotypisierung entsprechend der Gruppe führen (z. B. Turner & Reynolds, 2012). Dieses Prinzip lässt sich am Kontext der Internationalen PhysikOlympiade veranschaulichen: Teilnehmerinnen treten in ein überwiegend männliches Physikumfeld ein. Dieses Umfeld lässt sich als Intragruppenkontext darstellen, welcher alle Teilnehmenden der Kategorisierung „Physikinteressierte“ zuordnet, oder als Intergruppenkontext, der die jungen Frauen als Minderheit hervorhebt und somit die Kategorisierung „Frau“ bewusstwerden lässt. Da das Umfeld besonders von Geschlechtsstereotypen betroffen ist und die Geschlechtsverteilung deutliche Geschlechtsunterschiede hervorhebt, erscheint die Kategorisierung „Frau“ salienter. Eine hohe Geschlechtsidentifikation kann in leistungsbezogenen Kontexten, die mit negativen Stereotypen über das eigene Geschlecht belegt sind — wie beispielsweise in einer Studie von Schmader (2002) zu Frauen in der Mathematik aufgezeigt —, geringere Leistungsfähigkeit hervorrufen.

Dieser Argumentation schließt sich auch der Prozess des *Self-to-Prototype Matching* an. Individuen wollen ihr Selbstkonzept bestmöglich aufrechterhalten, weshalb sie Situationen aufsuchen, die ein prototypisches Individuum aufsucht, das ihnen ähnlich ist, und Situationen vermeiden, die ein prototypisches Individuum aufsucht, das sich von ihnen unterscheidet (Setterlund & Niedenthal, 1993). Dieser Mechanismus zeigt sich auch in Schulkontexten. Schüler und Schülerinnen nehmen den Prototyp eines Schülers oder einer Schülerin, welche bzw. welcher eine stereotypisiert männliche Naturwissenschaft als Lieblingsfach nennt, negativer wahr als den Prototyp eines Schülers oder einer Schülerin, der bzw. die stereotypisiert weiblichen Sprachunterricht bevorzugt (Hannover & Kessels, 2004). Zudem nehmen Schüler und Schülerinnen weniger Ähnlichkeiten zu ersterem Prototypen wahr, was ein Verlassen der entsprechenden naturwissenschaftlichen Umgebung entsprechend des *Self-to-Prototype Matching* begünstigen würde. Die stereotypen Assoziationen zu naturwissenschaftlichen Fächern sind also ein Hindernis für junge Frauen, die einen Weg in den Naturwissenschaften gehen wollen.

Stereotype in den Naturwissenschaften

Stereotype über Frauen in den Naturwissenschaften nehmen mithin also eine entscheidende Rolle in deren Entscheidung ein, in einem Umfeld zu verbleiben oder dieses zu verlassen. Stereotype werden definiert als Wissen, Glauben und Erwartungen gegenüber Gruppen (Pendry, 2012). Die *Stereotypenbedrohung* erklärt den Prozess der Wirkung von Stereotypen auf die Mitglieder der stereotypisierten Gruppe (z. B. Steele & Aronson, 1995). Die Stereotypenbedrohung kann auf verschiedenste stereotypisierte Gruppen und Stereotype angewandt werden (siehe Nguyen & Ryan, 2008; Rahn, Martiny & Nikitin, 2020). Im Kontext der Physik sind Frauen und Mädchen die betroffene Gruppe, da Stereotype ihnen ein fehlendes Talent für Naturwissenschaften zuschreiben (vgl. Cheryan et al., 2017). Dabei ist es nicht entscheidend, ob die betroffene Person einem Stereotyp zustimmt. Eine Zustimmung kann aber die Effekte der Stereotypenbedrohung verstärken (z. B. Schmader, Johns & Barquissau, 2004). Zudem sind Frauen in der Physik auch durch eine Bedrohung ihrer sozialen Identität als Frau beeinträchtigt (z. B. Hall, Schmader & Croft, 2015).

Der *Prozess einer Stereotypenbedrohung* sieht wie folgt aus (vgl. Schmader, Johns & Forbes, 2008; Schmader, Hall & Croft, 2015; Martiny & Götz, 2011): Die Mitgliedschaft in einer Gruppe ist der Ausgangspunkt des Prozesses. Diese allein oder auch Hinweise in der Umgebung aktivieren die gängigen Stereotype. Nun wird eine Stereotypenbedrohung ausgelöst, die als Reaktion unter anderem kognitive Leistungsveränderungen oder auch physiologische Stressreaktionen hervorrufen kann. Dies führt in Folge zum Beispiel zu verminderter Leistungsfähigkeit oder auch zu einer erhöhten Intention das Feld zu verlassen. Die betroffenen Individuen identifizieren sich dadurch weniger mit dem Feld oder verlassen es tatsächlich.

Zugehörigkeitsgefühl

Das Zugehörigkeitsgefühl schließt nun den Ablauf der Stereotypenbedrohung. Es ist als das Gefühl definiert, zu einer Gruppe zu passen, ihr anzugehören, ihr Mitglied zu sein, sowie von anderen Mitgliedern akzeptiert und wertgeschätzt zu werden, einen positiven

Affekt zu erleben und aktiv zur Gruppe beitragen zu wollen (Good, Rattan & Dweck, 2012). Das Zugehörigkeitsgefühl kann in akademischen Kontexten eine bedeutsame Rolle einnehmen (Yeager et al., 2016), aber ist durch Stereotype bedroht. Die Verunsicherung im Zugehörigkeitsgefühl zu einem akademischen Kontext durch die Mitgliedschaft in einer stereotypisierten Gruppe kann den Prozess der Stereotypenbedrohung durch fehlerhafte Attributionen begünstigen sowie verstärken (z. B. Walton & Cohen, 2007; Mendes et al., 2008). Das Zugehörigkeitsgefühl zu einer Domäne wird zudem durch das Erleben von Stereotypen über die Eigengruppe verringert (Good et al., 2012).

Interventionsmöglichkeiten

Dem verstärkenden Zusammenspiel aus Stereotypenbedrohung und Zugehörigkeitsgefühl kann mit Interventionen begegnet werden, die an verschiedenen Stellen in den Prozess eingreifen und die Stärke der negativen Folgen für Frauen verringern. Liu et al. (2020) unterscheiden drei Gruppen psychologischer Interventionsmaßnahmen, die Stereotypenbedrohungen entgegentreten. Interventionen setzten demnach entweder beim Glauben, der Identität oder der Resilienz eines Individuums an. Insbesondere zwei Subgruppen von Interventionsmaßnahmen, die der Gruppe der auf der Resilienz basierenden Interventionen zugeordnet werden, sind in Bildungskontexten bisher gut erprobt worden. Dies ist zum einen die Growth Mindset Intervention, welche eine Intervention zur Veränderung des Mindset zur Intelligenz anstrebt, und zum anderen die Values Affirmation Intervention, die das eigene Selbstbild durch Selbstbestätigung erhalten soll.

Mit *Growth Mindset* Interventionen wird beabsichtigt Schüler und Schülerinnen zu einer Veränderung ihres Bildes der Intelligenz zu bewegen, weg von der Annahme, dass Intelligenz angeboren und unveränderlich ist, und hin zu der Annahme, dass Intelligenz veränderbar ist (vgl. Hecht et al., 2021). Die veränderte Annahme widerspricht unter anderem Stereotypen, die Frauen das notwendige angeborene Talent für Erfolg in den Naturwissenschaften absprechen (Cheryan et al., 2017) und reduzieren die Stärke der Folgen von Stereotypen (Blackwell et al., 2007).

Values Affirmation Interventionen stärken das Selbstbild in Kategorien, die nicht von der Stereotypenbedrohung betroffen sind, indem sich Schüler und Schülerinnen mit ihnen persönlich wichtigen Werten auseinandersetzen (z. B. Cohen et al., 2006). Dies reduziert unter anderem die psychologischen Stressreaktionen, welche als Folge der Stereotypenbedrohung eintreten (Dutcher et al., 2020). Dies kann die negativen Folgen der Stereotypenbedrohung verringern und auch das Zugehörigkeitsgefühl stärken (z. B. Cook et al., 2012).

Erwartung-Wert-Modell

Jedoch kann eine Stereotypenbedrohung auch unter Einsatz von Interventionsmaßnahmen nicht vollständig verhindert werden. Lediglich die Folgen der Stereotypenbedrohung werden reduziert. Daher muss die Formung von beruflichen Absichten in den leistungsrelevanten Situationen, die eine Stereotypenbedrohung hervorrufen können, näher betrachtet werden. Hierfür eignet sich insbesondere das Erwartung-Wert-Modell zur Leistungsmotivation von Eccles und Wigfield (2002). Es erklärt leistungsmotivierte Entscheidungen über ein mehrstufig-aufbauendes System an Einflussfaktoren, die die Erfolgserwartungen für eine Entscheidung und den Wert dieser Entscheidung determinieren (z. B. Wigfield & Eccles, 2000). Die Erfolgserwartungen und der Wert der Entscheidung bestimmen dann, ob die Entscheidung getroffen wird oder nicht. Das Modell ist auch besonders in Bildungskontexten und auf die Entscheidung für oder gegen eine berufliche Laufbahn anwendbar (vgl. Watt, 2016).

Weder die Stereotypenbedrohung noch das Zugehörigkeitsgefühl sind bisher in das Modell eingeordnet worden, auch wenn bereits Beziehungen zu verschiedenen Faktoren des Modells aufgezeigt worden sind (u. a. Plante et al., 2013).

Ziel der Arbeit

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es nun, die Stereotypenbedrohung, das Zugehörigkeitsgefühl und das Erwartung-Wert-Modell miteinander zu verknüpfen, um den bisherigen Forschungsstand zu ergänzen. Die Internationale PhysikOlympiade stellt ein

prototypisches, prädominant männliches Physikumfeld dar und ist von der Unterrepräsentation junger Frauen betroffen. Daher wird die Verknüpfung in diesem Kontext vorgenommen.

Studie 1

In Studie 1 wurden zwei Forschungsfragen betrachtet: Zum einen, ob Teilnehmerinnen des Auswahlwettbewerbs zur Internationalen PhysikOlympiade ein geringeres Zugehörigkeitsgefühl zur Physik aufgrund von negativen Geschlechtsstereotypen erleben, und zum anderen, ob das Zugehörigkeitsgefühl die Erfolgserwartungen und den Wert eines Physikstudiums vorhersagt. Zur Untersuchung dieser Forschungsfrage wurden 282 Erstrudenteilnehmende (29,8% weiblich) der PhysikOlympiade befragt.

Die Ergebnisse einer Dummy-Regression zeigen, dass die weiblichen Teilnehmerinnen ein geringeres Zugehörigkeitsgefühl zur Physik als die männlichen Teilnehmenden aufwiesen, wenn sie Fähigkeitsstereotypen über Frauen in der Physik zustimmten. Zudem zeigen lineare und multiple Regressionen, dass das Zugehörigkeitsgefühl der Teilnehmenden sowohl die Erfolgserwartungen für als auch den Wert eines Physikstudiums vorhersagt, was auch unter Berücksichtigung des Selbstkonzepts in und des Interesses an der Physik zutraf. Abschließend konnte über ein Strukturgleichungsmodell das Forschungsmodell bestätigt werden, das die Auswirkung einer Stereotypenbedrohung über das Zugehörigkeitsgefühl hin zu Erfolgserwartungen für und Wert eines Physikstudiums beschrieb.

Studie 2

In Studie 2 wurden eine Growth Mindset Intervention, eine Values Affirmation Intervention sowie eine Kombination dieser Interventionen in ein Wochenendseminar für Teilnehmende der PhysikOlympiade eingebaut, um die Wirkung dieser Interventionen auf das Zugehörigkeitsgefühl und die Geschlechtsidentifikation der Teilnehmenden zu untersuchen. Zudem wurden die Auswirkung der Interventionen auf das eigene Erleben

von Stereotypen und die Wahrnehmung von Stereotypen im Physikumfeld betrachtet. 216 Schüler und 82 Schülerinnen nahmen an der Studie teil.

Die Ergebnisse von Varianzanalysen zeigen, dass keine Geschlechtsunterschiede vor oder nach den Interventionen im Zugehörigkeitsgefühl oder der Geschlechtsidentifikation eintraten. Keine der Interventionsgruppen erwies sich als wirksamer als die anderen Interventionsgruppen, jedoch wurde das erwartete Zurückfallen der weiblichen gegenüber den männlichen Teilnehmenden in den betrachteten Variablen durch die Interventionen verhindert, auch wenn die Teilnehmerinnen eine höhere Bedrohung ihrer sozialen Identität wahrnahmen.

Studie 3

Studie 3 präsentierte weitere Ergebnisse aus der Studie, die auch in Studie 2 herangezogen wurde. Hier lag der Fokus nun auf der Modellierung der Auswirkungen einer gesamten Teilnahme an der PhysikOlympiade. Drei Forschungsfragen standen im Fokus: Erstens, ob sich weibliche und männliche Teilnehmende am Ende der Teilnahme in den Erfolgserwartungen und dem Wert einer beruflichen Laufbahn in der Physik unterscheiden, und zweitens, ob Teilnehmerinnen durch eine Stereotypenbedrohung und Bedrohung ihrer sozialen Identität ein geringeres Zugehörigkeitsgefühl und mehr Geschlechtsidentifikation erleben. Die dritte Frage lautete, ob das Zugehörigkeitsgefühl, die Geschlechtsidentifikation sowie die Zustimmung zu Stereotypen und die erlebte Bedrohung der sozialen Identität die Erfolgserwartungen und den Wert einer beruflichen Laufbahn in der Physik verringern.

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen wurden mehrere Strukturgleichungsmodelle berechnet. Es zeigten sich keinerlei Geschlechtsunterschiede, was den Wettbewerb als ein gleichermaßen förderndes Umfeld für alle Teilnehmenden darstellt. Das Zugehörigkeitsgefühl und die Geschlechtsidentifikation zeigten sich als Prädiktor der Erfolgserwartungen für eine berufliche Laufbahn in der Physik.

Gesamtdiskussion

Die vorliegende Arbeit untersuchte die Verknüpfung von Stereotypenbedrohung, Zugehörigkeitsgefühl und Erwartung-Wert-Modell als Wirkkette, die eine Unterrepräsentation von jungen Frauen im Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade begünstigt.

Zu diesem Zweck wurden drei Studien vorgestellt, die jeweils unterschiedliche Aspekte der Forschungsfrage betrachteten. Die erste Studie zeigte auf, dass eine Stereotypenbedrohung das Zugehörigkeitsgefühl zur Physik der Teilnehmerinnen des Wettbewerbs verringert. Das Zugehörigkeitsgefühl zeigte sich zudem als Prädiktor der Erfolgserwartungen und des Werts eines Physikstudiums. Die zweite Studie schloss hier an, indem die Wirkung von Growth Mindset und Values Affirmation Interventionen sowie eine Kombination dieser Interventionen gegen Stereotypenbedrohungen und Bedrohungen der sozialen Identität junger Frauen in der PhysikOlympiade eingesetzt wurden. Dennoch zeigte sich, dass keine signifikanten Geschlechtsunterschiede im Zugehörigkeitsgefühl, in der Zustimmung zu Stereotypen oder auch in der Geschlechtsidentifikation vor und nach dem Einsatz der Interventionsmaßnahmen eintraten. Die Teilnehmerinnen nahmen lediglich eine größere Bedrohung ihrer sozialen Identität wahr, welche aber keine weiteren Geschlechtsunterschiede bedingen konnte. Studie 3 setzte die Analyse fort, indem der Verlauf einer gesamten Teilnahme an der PhysikOlympiade hinsichtlich der Wirkung von Stereotypen auf das Zugehörigkeitsgefühl sowie die Geschlechtsidentifikation und infolgedessen auf die Erfolgserwartungen und den Wert einer beruflichen Laufbahn in der Physik analysiert wurde. Es zeigten sich keine nennenswerten Geschlechtsunterschiede der Variablen des Erwartung-Wert-Modells, was die PhysikOlympiade als gleichermaßen förderliches Umfeld für weibliche und männliche Teilnehmende positioniert. Die Wahrnehmung von Stereotypen sagte weder Erfolgserwartungen noch Wert vorher, das Zugehörigkeitsgefühl zur Physik und die Geschlechtsidentifikation sagten hingegen die Erfolgserwartungen für eine berufliche Laufbahn in der Physik vorher.

Die empirischen Befunde ergänzen den vorherigen Forschungsstand auf zwei Weisen. Zum einen zeigen sie, dass das Zugehörigkeitsgefühl durch eine Stereotypenbedrohung beeinträchtigt werden kann. Zum anderen zeigen sie, dass das Zugehörigkeitsgefühl und

zum Teil auch die Geschlechtsidentifikation einen entscheidenden Beitrag zur Entscheidung für eine berufliche Laufbahn in der Physik und somit zur Bekämpfung der Unterrepräsentation von Frauen in der Physik leisten können. Daher sollte die zukünftige Forschung insbesondere den Einsatz von Interventionsmaßnahmen in den Blick nehmen, die einer Stereotypenbedrohung entgegenwirken können und das Zugehörigkeitsgefühl stärken. Zudem ist die Zusammensetzung der Teilnehmerschaft der Internationalen PhysikOlympiade in den Blickwinkel zu rücken, da offenbar nicht alle Teilnehmerinnen der gleichen Resilienz gegenüber Stereotypen unterliegen. Um diese hochinteressierte Gruppe junger Frauen nachhaltig für die Physik zu begeistern, müssen die Interventionen und auch der Wettbewerb differenzierter auf die Subgruppen eingehen.

Literatur

- Bian, L., Leslie, S.-J., Murphy, M. C. & Cimpian, A. (2018). Messages about brilliance undermine women's interest in educational and professional opportunities. *Journal of Experimental Social Psychology*, 76, 404-420. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2017.11.006>
- Blackwell, L. S., Trzesniewski, K. H., & Dweck, C. S. (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: A longitudinal study and an intervention. *Child Development*, 78(1), 246–263. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x>
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (n.d). *Über die Schule hinaus: Jugendwettbewerbe bieten mehr*. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Retrieved 22 June, 2021, from <https://www.bmbf.de/de/ueber-die-schule-hinaus-jugendwettbewerbe-bieten-mehr-885.html>
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others?. *Psychological Bulletin*, 143(1), 1–35. <https://doi.org/10.1037/bul0000052>

- Cohen, G. L., Garcia, J., Apfel, N., & Master, A. (2006). Reducing the racial achievement gap: A social-psychological intervention. *Science*, *313*(5791), 1307-1310. <https://doi.org/10.1126/science.1128317>
- Cook, J. E., Purdie-Vaughns, V., Garcia, J., & Cohen, G. L. (2012). Chronic threat and contingent belonging: Protective benefits of values affirmation on identity development. *Journal of Personality and Social Psychology*, *102*(3), 479–496. <https://doi.org/10.1037/a0026312>
- Düchs G., & Mecke, K. (2020). Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2020. *Physik Journal*, *19*(8/9), 70-75.
- Dutcher, J. M., Eisenberger, N., Woo, H., Klein, W. M. P., Harris, P. R., Levine, J. M., & Creswell, J. D. (2020). Neural mechanisms of self-affirmation's stress buffering effects. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *15*(10), 1086-1096. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa042>
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, *53*, 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Flore, P. C., & Wicherts, J. M. (2015). Does stereotype threat influence performance of girls in stereotyped domains? A meta-analysis. *Journal of School Psychology*, *53*(1), 25–44. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2014.10.002>
- Good, C., Rattan, A., & Dweck, C. S. (2012). Why do women opt out? Sense of belonging and women's representation in mathematics. *Journal of Personality and Social Psychology*, *102*(4), 700–717. <https://doi.org/10.1037/a0026659>
- Hall, W. M., Schmader, T., & Croft, E. (2015). Engineering exchanges: Daily social identity threat predicts burnout among female engineers. *Social Psychological and Personality Science*, *6*(5), 528–534. <https://doi.org/10.1177/1948550615572637>
- Hannover, B., & Kessels, U. (2004). Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. *Learning and Instruction*, *14*(1), 51–67. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2003.10.002>

- Haslam, S. A., Oakes, P. J., Reynolds, K. J., & Turner, J. C. (1999). Social identity salience and the emergence of stereotype consensus. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25(7), 809–818. <https://doi.org/10.1177/0146167299025007004>
- Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Shanahan, M.-C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 978-1003. <https://doi.org/10.1002/tea.20363>
- Hecht, C. A., Yeager, D. S., Dweck, C. S., & Murphy, M. C. (2021). Beliefs, affordances, and adolescent development: Lessons from a decade of growth mindset interventions. In J. Lockman (Ed.), *Advances in Child Development and Behavior* (Advance online publication). Academic Press.
- Hermann, J. M., & Vollmeyer, R. (2017). Das mathematische Selbstkonzept als Moderator des Stereotype-Threat- und Stereotype-Lift-Effekts. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*, 31(3-4), 221-234. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000209>
- Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e. V. (n.d.). *Komm, mach MINT-Datentool*. Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e. V.. Retrieved 22 June, 2021, from <https://www.komm-mach-mint.de/service/mint-datentool>
- Liu, S., Liu, P., Wang, M., & Zhang, B. (2020). Effectiveness of stereotype threat interventions: A meta-analytic review. *Journal of Applied Psychology*, 106(6), 921-949. <https://doi.org/10.1037/apl000077>
- Martiny, S., & Götz, T. (2011). Stereotype Threat in Lern- und Leistungssituationen: theoretische Ansätze, empirische Befunde und praktische Implikationen. In M. Dresel & L. Lämmle (Eds.), *Motivation, Selbstregulation und Leistungsexzellenz* (pp. 153-178). LIT Verlag.
- Mendes, W. B., Major, B., McCoy, S., & Blascovich, J. (2008). How attributional ambiguity shapes physiological and emotional responses to social rejection and acceptance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 94(2), 278–291. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.94.2.278>

- Miller, D. I., Eagly, A. H., & Linn, M. C. (2015). Women's representation in science predicts national gender-science stereotypes: Evidence from 66 nations. *Journal of Educational Psychology, 107*(3), 631–644. <https://doi.org/10.1037/edu0000005>
- Nguyen, H.-H. D., & Ryan, A. M. (2008). Does stereotype threat affect test performance of minorities and women? A meta-analysis of experimental evidence. *Journal of Applied Psychology, 93*(6), 1314–1334. <https://doi.org/10.1037/a0012702>
- Pendry, L. F. (2012). Social cognition (5th Edition). In M. Hewstone, W. Stroebe, & K. Jonas (Eds.), *Introduction to Social Psychology* (5th ed., pp. 91-120). Blackwell.
- Petersen, S., & Wulff, P. (2017). The German Physics Olympiad – identifying and inspiring talents. *European Journal of Physics, 38*, 1-16. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aa538f>
- Plante, I., de la Sablonnière, R., Aronson, J. M., & Théorêt, M. (2013). Gender stereotype endorsement and achievement-related outcomes: The role of competence beliefs and task values. *Contemporary Educational Psychology, 38*(3), 225–235. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2013.03.004>
- Rahn, G., Martiny, S. E., & Nikitin, J. (2020). Feeling out of place: Internalized age stereotypes are associated with older employees' sense of belonging and social motivation. *Work Aging Retire, 7*(1), 61-77. <https://doi.org/10.1093/workar/waaa005>
- Schmader, T. (2002). Gender identification moderates stereotype threat effects on women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology, 38*(2), 194–201. <https://doi.org/10.1006/jesp.2001.1500>
- Schmader, T., Hall, W., & Croft, A. (2015). Stereotype threat in intergroup relations. In M. Mikulincer, P. R. Shaver, J. F. Dovidio, & J. A. Simpson (Eds.), *APA handbooks in psychology®. APA handbook of personality and social psychology, Vol. 2. Group processes* (pp. 447–471). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/14342-017>
- Schmader, T., Johns, M., & Barquissau, M. (2004). The costs of accepting gender differences: The role of stereotype endorsement in women's experience in the math

domain. *Sex Roles*, 50, 835–850. <https://doi.org/10.1023/B:SERS.0000029101.74557.a0>

Schmader, T., Johns, M., & Forbes, C. (2008). An integrated process model of stereotype threat effects on performance. *Psychological Review*, 115(2), 336–356. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.115.2.336>

ScienceOlympiaden (n.d.). *ScienceOlympiaden*. ScienceOlympiaden. Retrieved 22 June, 2021, from <https://www.scienceolympiaden.de>

Setterlund, M. B., & Niedenthal, P. M. (1993). "Who am I? Why am I here?" Self-esteem, self-clarity, and prototype matching. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65(4), 769–780. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.65.4.769>

Shapiro, J. R., & Neuberg, S. L. (2007). From stereotype threat to stereotype threats: Implications of a multi-threat framework for causes, moderators, mediators, consequences, and interventions. *Personality and Social Psychology Review*, 11(2), 107-130. <https://doi.org/10.1177/1088868306294790>

Steeh, A. M., Höffler, T. N., Keller, M. M., & Parchmann, I. (2019). Gender differences in mathematics and science competitions: A systematic review. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(10), 1431–1460. <https://doi.org/10.1002/tea.21580>

Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(5), 797–811. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.69.5.797>

Turner, J. C., Oakes, P. J., Haslam, A., & McGarty, C. (1994). Self and collective: Cognition and social context. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 20(5), 454-463. <https://doi.org/10.1177/0146167294205002>

Turner, J. C., & Reynolds, K. J. (2012). Self-Categorization theory. In P. A. M. Van Lange, A. W. Kruglanski & E. T. Higgins (Eds.), *Handbook of Theories of Social Psychology* (Vol.2, pp. 339-417). <http://dx.doi.org/10.4135/9781446249222.n46>

-
- Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2007). A question of belonging: Race, social fit, and achievement. *Journal of Personality and Social Psychology Research*, 92(1), 82–96. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.1.82>
- Watt, H. (2016). Gender and Motivation. In K. R. Wentzel & D. B. Miele (Eds.), *Handbook of Motivation at School* (2nd ed., pp. 320-339). Routledge.
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy–value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68–81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>
- Wout, D., Danso, H., Jackson, J., & Spencer, S. (2008). The many faces of stereotype threat: Group- and self-threat. *Journal of Experimental Social Psychology*, 44(3), 792–799. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2007.07.005>
- Yeager, D. S., Walton, G. M., Brady, S. T., Akcinar, E. N., Paunesku, D., Keane, L., et al. (2016). Teaching a lay theory before college narrows achievement gaps at scale. *PNAS*, 113(24), E3341–E3348. <https://doi.org/10.1073/pnas.1524360113>

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	5
Zusammenfassung	9
Inhaltsverzeichnis	27
Kapitel 1: Theoretischer Rahmen	31
1.1 Einleitung.....	33
1.2 Männerdominierte Naturwissenschaften	36
1.3 Naturwissenschaftliche Schülerwettbewerbe.....	37
1.4 Identität und Prototype.....	40
1.4.1 Selbstkategorisierungstheorie.....	40
1.4.2 Self-to-Prototype Matching.....	43
1.5 Stereotype in den Naturwissenschaften	44
1.5.1 Stereotype.....	45
1.5.2 Stereotypenbedrohung.....	46
1.5.3 Prozess einer Stereotypenbedrohung.....	48
1.5.4 Zustimmung zu Stereotypen.....	51
1.6 Zugehörigkeitsgefühl	52
1.7 Interventionsmöglichkeiten.....	54
1.7.1 Interventionen zur Veränderung des Mindsets	56
1.7.2 Interventionen zur Selbstbestätigung	57
1.8 Erwartung-Wert-Modell.....	59
1.9 Ziel der Arbeit	61
Literaturverzeichnis	64
Kapitel 2: Erste Studie	87
Kapitel 3: Zweite Studie	129
Kapitel 4: Dritte Studie	177
Kapitel 5: Gesamtdiskussion	213
5.1 Zentrale Befunde der Studien	215

5.2 Implikationen	217
5.2.1 Stereotypenbedrohung und Zugehörigkeitsgefühl	218
5.2.2 Zugehörigkeitsgefühl im Erwartung-Wert-Modell.....	223
5.3 Einschränkungen der Arbeit.....	225
5.4 Ausblick	227
Literaturverzeichnis	230

Kapitel 1:

THEORETISCHER RAHMEN

1.1 Einleitung

Was verbindet Führungsebenen in Wirtschaftsunternehmen mit naturwissenschaftlichen Schülerwettbewerben?

Auf den ersten Blick scheint kein Zusammenhang auffindbar zu sein und somit auch kein verbindendes Element vorzuliegen. Bei genauerer Betrachtung lässt sich allerdings erkennen, dass doch ein verbindendes Element besteht. Sowohl Führungsebenen von Wirtschaftsunternehmen als auch naturwissenschaftliche Schülerwettbewerbe sehen sich in Deutschland mit der gleichen Problematik konfrontiert. Weibliche Führungskräfte sind in ihrem Umfeld eine Minderheit, da lediglich 11,5% der Vorstände und Geschäftsführungen in den 200 größten Unternehmen Deutschlands mit Frauen besetzt sind (Kirsch & Wrohlich, 2021). Zudem sind diese Frauen mit negativen Stereotypen über ihre geringere Eignung als Führungskraft assoziiert (Braun et al., 2017). Negative Stereotype über die vermeintlich geringere Fähigkeit von Frauen sind insbesondere in naturwissenschaftlichen und Ingenieurberufen ein wiederkehrendes Problem, was sich in einer anhaltenden Unterrepräsentation von Frauen in zahlreichen naturwissenschaftlichen Domänen widerspiegelt (Anger et al., 2020). Auch in einigen naturwissenschaftlichen Schülerwettbewerben zeigt sich diese Situation, denn hier liegt ebenfalls eine Unterrepräsentation von jungen Frauen vor (vgl. Steegh et al., 2019) und negative Stereotype über den naturwissenschaftlichen Fähigkeitsmangel von Frauen persistieren (Makarova, Aeschlimann & Herzog, 2019; Smyth & Nosek, 2015; Solga & Pfahl, 2009).

Die Unterrepräsentation von Frauen ist also das verbindende Element von Führungsebene und Schülerwettbewerben.

Die Problematik der männerdominierten Führungsebenen zog großes mediales Interesse auf sich und eine gesellschaftliche Debatte um die sogenannte Frauenquote entbrannte (siehe Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, 2021; Fratzscher, 2021). Die Problematik der unterrepräsentierten Teilnehmerinnen von Schülerwettbewerben erlangte hingegen allgemein nur wenig Aufmerksamkeit — sowohl gesellschaftlich als auch wissenschaftlich —, auch wenn stereotypisierte Gruppen nunmehr bereits fast drei Jahrzehnte lang im Fokus zahlreicher Forschungsbereiche stehen (z. B. Steele & Aronson, 1995; Steele, Spencer & Aronson, 2002). Die Theorie der

Stereotypenbedrohung, welche im Jahr 1995 erstmalig von Steele und Aronson vorgestellt wurde, rückte dabei nachhaltig in den Fokus, da sie einen umfassenden Erklärungsrahmen des Prozesses der Wirkung von Stereotypen bietet.

Die Stereotypenbedrohung beschreibt einen erklärenden Mechanismus, der bei allen von Stereotypen betroffenen Individuen und Gruppen übereinstimmt (vgl. Steele & Aronson, 1995; Shapiro & Neuberg, 2007; Wout et al., 2008): Ein Mitglied einer negativ stereotypisierten Gruppe tritt in ein Umfeld ein, welches überwiegend aus nicht stereotypisierten Mehrheitsgruppenmitgliedern besteht. Hinweise im Umfeld aktivieren bewusst oder unbewusst die negativen Stereotype über die Minorität. Das Mitglied der negativ stereotypisierten Gruppe ist daraufhin verunsichert, ob es sich zur Majoritätsgruppe zugehörig fühlen soll und attribuiert ambige Hinweise in der Umgebung, welche möglicherweise auf die Stereotype hindeuten, auf seine mangelnde Passung zum Umfeld. Dies löst stereotyp-konformes Verhalten aus (z. B. Schmader, Hall & Croft, 2015).

Die Anwendbarkeit und Passung der Stereotypenbedrohung auf Frauen, die ein Physikstudium gewählt haben, ist ebenfalls gezeigt worden: Zahlreiche Studien deuten die variablen negativen Folgen einer Stereotypenbedrohung für Frauen in den Naturwissenschaften an (u. a. Deemer, Lin & Sott, 2016; Fassiotto et al., 2016), welche unter anderem verminderte Leistungsfähigkeit oder auch weniger Interesse an einer Partizipation in dem Fachbereich beinhalten (Inzlicht, Tullett & Gutsell, 2012; Nguyen & Ryan, 2008; Murphy, Steele & Gross, 2007).

Geschlechtsspezifische Fähigkeitsstereotype wirken sich nicht nur nachteilig auf die Frauen aus, die bereits eine Entscheidung für einen beruflichen Werdegang in den von Stereotypen betroffenen Domänen getroffen haben (z. B. Appel, Kronberger & Aronson, 2011). Sie beeinflussen bereits akademische Leistungen von Schülerinnen und Studentinnen (Chang et al., 2019; Good, Aronson & Inzlicht, 2003) und reduzieren auch deren Interesse sich weiterhin mit den fachspezifischen Inhalten zu befassen (Good, Rattan & Dweck, 2012; Schmader, Johns & Barquissau, 2004).

Daher ist es kaum verwunderlich, dass auch verschiedene außerschulische Wettbewerbe, die interessierten Schüler*innen die Möglichkeit bieten sollen, sich über das reguläre schulische Umfeld hinausgehend mit naturwissenschaftlichen Thematiken zu beschäftigen,

die geschlechtsdifferentiellen Teilnehmendenzahlen aufweisen (vgl. Petersen & Wulff, 2017; Steegh et al., 2019). Ein sehr auffälliges Beispiel eines solchen Schülerwettbewerbes ist der deutsche Auswahlwettbewerb zur Internationale PhysikOlympiade. In dem Wettbewerb verdeutlichen sich zwei geschlechtsbezogene Probleme: Zum einen nehmen insgesamt deutlich weniger Schülerinnen als Schüler an dem Wettbewerb teil — so waren es im Jahr 2020 nur 29,6% der 941 Teilnehmenden — und zum anderen verlassen sie den Wettstreit im Wettbewerbsverlauf in überproportional hohen Zahlen, sodass sich zuletzt 2019 ein ausschließlich männliches Nationalteam für die internationale Finalrunde ergab.

Die teilnehmenden Schülerinnen der PhysikOlympiade haben bereits einen ersten Schritt zu einem nachhaltigen Physikinteresse außerhalb der Schule getätigt, indem sie sich für die Teilnahme am Wettbewerb entschieden. Vor dem Hintergrund der Stereotypenbedrohung und weiblichen Unterrepräsentation im Wettbewerb stellt sich jedoch mithin die Frage, welche Auswirkung eine Wettbewerbsteilnahme auf die Einstellung zur Physik und ein nachhaltiges Engagement in der Physik aufweist. Inwieweit das Modell der Stereotypenbedrohung allerdings auf die hier teilnehmenden, hochinteressierten Schülerinnen zutrifft und welche Folgen eine Wettbewerbsteilnahme für sie haben, ist bisher in der Literatur nicht ausreichend aufgegriffen worden.

Die vorliegende Arbeit stellt daher die Verbindung zwischen negativen Stereotypen über die Fähigkeiten von Frauen und Mädchen in der Physik, deren Zugehörigkeitsgefühl zur Physik und den beruflichen Absichten der Teilnehmerinnen der PhysikOlympiade her. Es soll der Forschungsfrage nachgegangen werden, ob die Teilnehmerinnen des Auswahlwettbewerbs zur Internationalen PhysikOlympiade in ihrem Zugehörigkeitsgefühl durch negative Fähigkeitsstereotype und infolgedessen in ihren Karriereabsichten beeinflusst werden.

Zunächst wird dafür ein allgemeiner theoretischer Rahmen für die darauffolgende Präsentation dreier Forschungsstudien aufgebaut. Die Studien beleuchten verschiedene Aspekte der Forschungsfrage näher. Zuerst wurde mithilfe einer Querschnittstudie analysiert, ob sich Stereotype in der PhysikOlympiade negativ auf das Zugehörigkeitsgefühl der Teilnehmerinnen auswirken und ob dieses Zugehörigkeitsgefühl die Erfolgserwartungen und den Wert einer Entscheidung für eine berufliche Laufbahn in

der Physik beeinflusst. Die zweite Studie rückt dann die Wirksamkeit verschiedener Interventionsmaßnahmen gegen eine Stereotypenbedrohung und zur Steigerung des Zugehörigkeitsgefühls ins Blickfeld. Zuletzt werden weitere Ergebnisse der zweiten Studie zu den Effekten von Stereotypen und einer wahrgenommenen Bedrohung der sozialen Identität auf Erfolgserwartungen und Wert einer beruflichen Entscheidung für die Physik dargestellt, auch unter Berücksichtigung der Effekte auf das Zugehörigkeitsgefühl zur Physik und der Geschlechtsidentifikation. Zuletzt werden die Ergebnisse der drei Studien zusammengefasst und diskutiert. Theoretische Implikationen und Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen für den Wettbewerb werden ebenfalls erläutert.

1.2 Männerdominierte Naturwissenschaften

Sind die Naturwissenschaften männlich?

In den 1980er Jahren wurde in einer Studie untersucht, wie Schülerinnen und Schüler die Wissenschaften sehen (Chambers, 1983). Kinder im Alter zwischen etwa fünf und elf Jahren zeichneten dafür das Bild, welches sie mit einer Person, die in den Wissenschaften tätig ist, verbanden. In der Gesamtstichprobe wurden überwiegend Männer als Wissenschaftler gezeichnet — ausschließlich Mädchen zeichneten vereinzelt eine Wissenschaftlerin.

Was sehr deutlich in den 1980er Jahren ausweisbar war, ist auch heute noch eine stereotype Assoziation: Wissenschaft ist männlich (vgl. Miller, Eagly & Linn, 2015). Insbesondere in den Naturwissenschaften bleiben noch tiefverankerte Stereotype über die Fähigkeiten von Frauen bestehen, sodass sich Frauen und Mädchen diesen bei einer Entscheidung für einem beruflichen Weg in die Naturwissenschaften stellen müssen (Cheryan et al., 2017; Ceci, Williams & Barnett, 2009; Halpern et al., 2007). Dennoch entscheiden sich zunehmend mehr Frauen für einen beruflichen Werdegang in den Naturwissenschaften, wie die positive Entwicklung der Studierendenstatistiken der letzten fünfundvierzig Jahre aufzeigt (Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e. V., n.d.): Im Jahr 1975 waren lediglich 35,5% aller Erstsemesterstudierenden der Studiengängen Chemie, Physik, Astronomie und Mathematik an deutschen Universitäten weiblich. Bis 1983, das Jahr in

dem Chambers seine Studie veröffentlichte, unterzog sich dieses Verhältnis kaum einer Veränderung. Im ersten Semester der besagten Studiengänge bildeten sich noch immer vergleichbar niedrige Zahlen mit 32,8% weiblicher Studierendenschaft ab. Mittlerweile, rund vierzig Jahre später, hat sich eine deutliche Verschiebung dieses Gleichgewichts ereignet: Im Jahr 2019 wurde ein ausgeglichenes Geschlechtsverhältnis mit 51,7% weiblicher Erstsemesterstudierender erreicht (Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e. V., n.d.). Vergleichbare Entwicklungen finden sich auch für die Gesamtzahl der vergebenen Abschlüsse in Chemie, Physik, Astronomie und Mathematik (Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e. V., n.d.): Obwohl Frauen 1983 noch 35,2% aller Abschlüsse dieser Fächer erhielten, wurde 2019 das erste Mal die Mehrheit (50,1%) dieser Abschlüsse an Frauen vergeben.

Obwohl sich also in den letzten Jahrzehnten ein deutlicher Aufwärtstrend in den Studierendenzahlen und vergebenen Abschlüssen hin zu einem ausgeglichenen Geschlechtsverhältnis in den naturwissenschaftlichen Ausbildungen abzeichnet, bleibt doch eine deutliche männliche Prädominanz in naturwissenschaftlichen Berufen bestehen (vgl. Diekman et al., 2010). Der MINT-Herbstreport 2020 berichtet einen Frauenanteil von 15,3% in sozialversicherungspflichtigen Mathematik-, Informatik-, Naturwissenschafts- und Technikberufen (Anger et al., 2020). Dieses Geschlechtsverhältnis ist jedoch stark fachspezifisch. Während in einigen Domänen bereits nahezu ausgeglichene Zahlen erreicht werden konnten (vgl. Statistisches Bundesamt, n.d.), bleibt der Geschlechtsunterschied insbesondere in der Physik sehr deutlich erkennbar. Das Statistische Bundesamt meldet im Studienbereich Physik und Astronomie für das Wintersemester 2019/2020 lediglich 15958 Studentinnen unter den 52540 Studierenden. Die anhaltend geringe Anzahl weiblicher Studentinnen in den Physikfächern (siehe auch Düchs & Mecke, 2020) deutet zudem darauf hin, dass dieses Problem auch in naher Zukunft bestehen wird, weshalb Politik und Wissenschaft ihm zu begegnen haben.

1.3 Naturwissenschaftliche Schülerwettbewerbe

Im Hinblick auf diese Statistiken und auch im Hinblick auf zahlreiche Studien, die ein geringeres Fähigkeitsselbstkonzept von Frauen in Naturwissenschaften und Interesse an

Naturwissenschaften zeigen (Saß & Kampa, 2019; Sadler et al., 2012), stellt sich mithin die Frage, wie die Naturwissenschaften attraktiver gestaltet werden können, um mehr Schüler*innen für naturwissenschaftliche Ausbildungen, Studiengänge und Berufe zu begeistern und letztendlich ein ausgeglicheneres Geschlechterverhältnis in den betroffenen Domänen zu erzielen (siehe auch Wilson et al., 2007).

Eine Möglichkeit, die Naturwissenschaften in einem neuen Licht zu präsentieren, stellen Schülerwettbewerbe dar. Naturwissenschaftliche Schülerwettbewerbe bieten interessierten Schüler*innen die Möglichkeit, sich in einem außerschulischen Umfeld mit den Naturwissenschaften zu beschäftigen sowie andere interessierte Schüler*innen kennenzulernen und sich einen Eindruck der verschiedenen naturwissenschaftlichen Teilgebiete außerhalb des regulär verpflichtenden Schulunterrichts zu bilden (Bundesministerium für Bildung und Forschung, n.d.).

Die ScienceOlympiaden stellen einen Verbund verschiedener Schülerwettbewerbe dar, die das Ziel verfolgen, Schüler*innen für Naturwissenschaften zu begeistern (ScienceOlympiaden, n.d.). Sie erfreuen sich in Deutschland großer Beliebtheit. So nahmen 2020 an der Internationalen JuniorScienceOlympiade, der Europäischen ScienceOlympiade, der Internationalen BiologieOlympiade, am BundesUmweltWettbewerb, an der Internationalen ChemieOlympiade und der Internationalen PhysikOlympiade insgesamt 9698 Schüler*innen teil. Trotz eines ausgeglichenen, zum Teil sogar überwiegend weiblichen Teilnehmerfeldes in vielen dieser Wettbewerbe, sieht sich die Internationale PhysikOlympiade innerhalb Deutschlands noch immer mit verschiedenen geschlechtsdifferentiellen Problemen konfrontiert (vgl. Petersen & Wulff, 2017; Wulff et al., 2018). Zunächst melden sich weniger Schülerinnen als Schüler für die Teilnahme an der ersten Wettbewerbsrunde an. Im Jahr 2020 lag der Frauenanteil bei 29,6% der Teilnehmenden. Das zweite Problem ergibt sich im Wettbewerbsverlauf. Die Internationale PhysikOlympiade stellt innerhalb Deutschlands das Auswahlverfahren für den internationalen Wettbewerb dar (vgl. PhysikOlympiade, n.d.). Die Teilnehmenden des nationalen Auswahlwettbewerbs müssen ihr Können und ihre Fähigkeiten in vier sukzessiven Wettbewerbsrunden unter Beweis stellen. Nur die besten Teilnehmenden treten jeweils in die darauffolgende Wettbewerbsrunde ein. Die ersten zwei Wettbewerbsrunden

finden dabei ohne Interaktion der Teilnehmenden mit ihren Mitbewerbern statt, wobei die erste Runde als Hausarbeit und die zweite Wettbewerbsrunde als Klausur in der Schule ausgetragen wird. Erst in der dritten und vierten Runde treffen die Teilnehmenden zu Auswahlseminaren zusammen. Durch experimentelle und theoretische Klausuren werden zunächst die Teilnehmenden der vierten Runde bestimmt, bevor durch weitere Klausuren das fünfköpfige Nationalteam für die Internationale PhysikOlympiade ausgewählt wird. Die Teilnehmeranzahl verringert sich also stetig im fortschreitenden Wettbewerb.

Die teilnehmenden Schüler*innen zeigen durch ihre freiwillige Teilnahme an einem Wissenschaftswettbewerb, dass sie über das Maß der verpflichtenden schulischen Ausbildung hinausreichendes Interesse an der Physik aufweisen. Jedoch zeigt sich, dass die teilnehmenden Schülerinnen überproportional häufig früher aus dem Wettbewerb ausscheiden oder diesen freiwillig verlassen als ihre männlichen Mitbewerber. Dies führte zuletzt 2019 zu einem ausschließlich männlichen Nationalteam.

Dennoch ist die Untersuchung der Gründe für diese Unterrepräsentation und den geringeren Erfolg von jungen Frauen in der PhysikOlympiade nicht weit fortgeschritten. Eine generelle Unterrepräsentation von jungen Frauen liegt international in zahlreichen Schülerwettbewerben vor (Steeh et al., 2019), die Dokumentation der Gründe hierfür ist aber ebenfalls nicht ausreichend. Vereinzelt zeigten Studien auf, dass Schüler*innen sich nach einer Wettbewerbsteilnahme in ihrem Interesse an einer Universitätsausbildung in den Naturwissenschaften bestätigt sehen (Sahin, Gulacar & Stuessy, 2015) und auch Lehrer oder Eltern beispielsweise einen Beitrag zu dauerhaftem Interesse an Naturwissenschaften leisten (Top, Sahin & Almus, 2015; Steeh et al., 2021). Zudem wurden bereits erste Interventionsmaßnahmen zur Bekämpfung der Unterrepräsentation von jungen Frauen für die PhysikOlympiade vorgeschlagen (Petersen & Wulff, 2017; Wulff et al., 2018). Allerdings bleiben die Geschlechtsunterschiede bislang noch bestehen.

Folglich bieten die ScienceOlympiaden interessierten Schüler*innen zwar die Möglichkeit sich außerschulisch mit den Naturwissenschaften zu beschäftigen und in Kontakt mit anderen interessierten Schüler*innen zu treten. Indes ist es mit Blick auf die Geschlechtsunterschiede, welche zuvor für die Internationale PhysikOlympiade dargelegt worden sind, fraglich ob der Wettbewerb ein gleichwertig förderndes Umfeld für alle

Teilnehmende bietet oder für die Ambition junger Frauen in der Physik vielleicht sogar ein hinderliches Umfeld darstellt.

1.4 Identität und Prototype

Um der Frage nachzugehen, ob die Internationale PhysikOlympiade ein hinderliches Umfeld für physikinteressierte junge Frauen darstellt, muss zunächst geklärt werden, wie Schüler und Schülerinnen berufliche Interessen und Intentionen in den Naturwissenschaften bilden.

Die Ergebnisse einer Studie von Hazari et al. (2010) deuten darauf hin, dass die Motivation, die Einstellungen und das Interesse an einem naturwissenschaftlichen Teilgebiet die Partizipation von Schüler*innen in Naturwissenschaften vorhersagen. Insbesondere das Interesse an einer Domäne, die eigene Kompetenz und Leistung sowie Anerkennung von anderen Mitgliedern der Domäne sind dabei entscheidend, da diese Variablen Bestandteile der Domänenidentität sind, welche einen entscheidenden Faktor für Karriereentscheidungen bildet (Hazari et al., 2010).

Warum ist die Identität nun entscheidend für Karriereentscheidungen?

Im Folgenden wird dafür eine zentrale Theorie der Identitätsforschung, die Selbstkategorisierungstheorie (siehe Haslam, Reicher & Reynolds, 2012; Turner & Reynolds, 2012; Abrams & Hogg, 1990), zur Klärung herangezogen.

1.4.1 Selbstkategorisierungstheorie

Die Selbstkategorisierungstheorie basiert auf der Annahme, dass das Selbst aus einer Unterteilung in verschiedene kognitive Kategorien besteht. Diese Kategorisierungen formen das Selbstbild und bestimmen die Selbstwahrnehmung als Individuum oder Teil einer Gruppe (z. B. Turner et al., 1994; Turner & Reynolds, 2012). Das Selbst wird dazu durch die Übereinstimmung, Unterschiede und Abgrenzung zu erlebten Stimuli geformt (Haslam & Turner, 1992; Turner et al., 1994).

Der konzeptionelle Rahmen ordnet die Identität auf zwei Weisen ein. Zum einen ist die soziale Identität als eine Kategorisierung des Selbstkonzepts zu verstehen. Sie stellt die Identität als Teil einer Gruppe, der sogenannten Eigengruppe (Englisch: In-group), dar. Die Eigengruppe präsentiert dabei die eigene soziale Gruppe mit ähnlichen oder gleichen Charakteristika (vgl. Turner & Reynolds, 2012). Zum anderen ordnet sich die personale Identität als eine weitere Kategorisierung ein. Sie bestimmt die Einzigartigkeit einer Person, unter anderem durch Abgrenzung zu anderen Personen der Eigengruppe (u. a. Haslam & Turner, 1992; Turner et al., 1994; Turner & Reynolds, 2012).

Die Salienz der jeweiligen Kategorisierung determiniert die Wahl, welche Kategorisierung aktiviert wird. Die Salienz hängt indes von der Zugänglichkeit und Passung mit der aktuellen Situation ab, in der sich das Individuum befindet (Turner et al., 1994). Es wird diejenige Kategorisierung gewählt, welche am besten mit der Realität übereinstimmt. Allerdings wird eine saliente soziale Identität stets ein Zurücktreten einer ebenfalls salienten personalen Identität auslösen. Dies geschieht mittels des Prozesses der Depersonalisierung, der eine Selbst-Stereotypisierung über das Hervorheben gemeinsamer Merkmale von individuellen Merkmalen verursacht; dies veranlasst das Zurücktreten der personalen Identität gegenüber der sozialen Identität (Turner & Reynolds, 2012; Haslam et al., 1999).

Turner et al. (1994) nennen vier verschiedene Variationen von Kategorisierungen, die auf der Passung fußen. Zunächst argumentieren sie, dass die personale Identität in intragruppalen Kontexten vorwiegend salient sei, wohingegen die soziale Identität in intergruppalen Kontexten salienter sei. Zweitens würde die Salienz einer Kategorisierung in Passung mit dem Selbst gewählt, d. h. in Abstimmung mit den normativen Einstellungen und Theorien über die Kategorisierung. Drittens fände eine Analyse des Kontexts der Kategorisierungen im Hinblick auf die Situation statt, was spezifische Gruppen salienter in den Vordergrund treten ließe. Die Kategorisierung sei somit nicht starr, sondern könne ihren Inhalt und ihre Attribute in Abstimmung mit der vorliegenden Situation verändern. Viertens sei die innere Struktur der Selbstkategorisierung nicht aus feststehenden Prototypen gebaut, sondern variere mit den Gruppenmitgliedern der vorliegenden Situation. Insgesamt definieren Individuen somit Selbstkategorisierungen in sozialen

Kontexten und gleichen diese an der momentanen, individuellen Realität ab. Der soziale Referenzrahmen und die Gruppennormen wirken sich dabei auf die Kategorisierung aus und verändern diese situationsabhängig (Abrams & Hogg, 1990).

Eine Anwendung der Selbstkategorisierungstheorie auf den Kontext der Internationalen PhysikOlympiade und ihre Problematik der unterrepräsentierten jungen Frauen ergibt folgendes Bild: Die Teilnehmerinnen treten in einen Physikkontext ein. Dieser aktiviert zwei mögliche Kategorisierungen, die folglich salient in den Vordergrund treten. Dies geschieht auf Basis situativer Hinweise, die den Prototypen eines Teilnehmenden als physikinteressierten jungen Mann formen. Hierbei ist nun entscheidend, wie sich der Kontext des Wettbewerbs darstellt, um die Wahl der Kategorisierung nachzuvollziehen. Der Wettbewerb kann sich als Intragruppenkontext darstellen: Das dominante und salienteste Merkmale der Gruppe ist für junge Frauen das gemeinsame Interesse an der Physik, daher wird die aktivierte Kategorisierung die soziale Identität „Physikinteressierte“ sein. Dahingegen ließe sich das Umfeld auch als Intergruppenkontext veranschaulichen: Eine Mehrheitsgruppe aus jungen Männern und eine Minderheitsgruppe aus jungen Frauen treten in dem Wettbewerb an. Somit wäre die saliente Kategorisierung die soziale Identität „Frau“. Entsprechend dem theoretischen Rahmenmodell wird nun die salientere Kategorisierung mit der größeren Passung zum sozialen Referenzrahmen aktiviert. Beide Kategorisierungen stimmen mit einem Merkmal des Prototyps überein, aber die Unterrepräsentation von Frauen und die Präsenz von Geschlechtsstereotypen erschaffen als zusätzliche Merkmale des Kontexts eine Realität, die die Geschlechtsidentität „Frau“ hervorstechen lässt.

Schmader (2002) zeigte in einer Studie die Wichtigkeit der persönlichen Wichtigkeit der eigenen Geschlechtsidentität auf. Diese kann sich problematisch auf die Fähigkeiten von Frauen auswirken, sobald sie eine leistungsbezogene, naturwissenschaftliche Aufgabe lösen sollen. Diese Aufgabe, in Schmaders Studie eine Mathematikaufgabe, ist mit negativen Stereotypen über die Fähigkeiten von Frauen assoziiert. Frauen, die ihre Geschlechtsidentität als besonders wichtig für das eigene Selbstbild einstufen, lösten die Mathematikaufgabe schlechter als die teilnehmenden Männer. Frauen, die ihre Geschlechtsidentität hingegen als nicht wichtig für das eigene Selbstbild einstufen, lösten

die Mathematikaufgabe gleich gut wie die teilnehmenden Männer. Hier werden nun die Effekte der zuvor erklärten Selbstkategorisierungstheorie deutlich erkennbar: Individuen erreichen in sozialen Kontexten durch Depersonalisierung eine soziale Identität — hier die Geschlechtsidentität — und sehen sich nun mit der Aufgabe konfrontiert, ihr positives Selbstkonzept aufrechtzuerhalten. Sie sind insbesondere motiviert ein konsistentes Selbstkonzept in Identitäten, die ihnen persönlich wichtig sind, beizubehalten (vgl. Schmader, 2002). Im Fall von Frauen, die negativ-stereotypisierte Mathematikaufgaben lösen sollen und sich hoch mit ihrer Geschlechtsidentität identifizieren, bedeutet dies, dass sie sich entsprechend des Prototyps einer Frau verhalten — also wie eine stereotypisierte Frau, die nicht gut in Mathematik ist.

1.4.2 Self-to-Prototype Matching

Dieser Argumentationslinie folgt auch der Prozess des Self-to-Prototype Matching. Setterlund und Niedenthal (1993) zeigten, dass Individuen bemüht sind, ihr eigenes Selbstkonzept aufrechtzuerhalten und ihre Identität bestmöglich auszudrücken; Self-to-Prototype Matching erklärt nun, wie ein Individuum sein Selbstkonzept durch Auswahl einer Situation aufrechterhält. So beschreibt der Prozess das Verbleiben innerhalb eines Umfeldes als Ergebnis eines Abgleiches des eigenen Selbstkonzepts mit dem prototypischen Individuum, welches in einer Domäne erwartet wird (vgl. Setterlund & Niedenthal, 1993; Hannover & Kessels, 2004). Nimmt das Individuum eine Passung zwischen diesen wahr, so verbleibt es im Umfeld. Erlebt es hingegen keine Passung zwischen Selbstkonzept und Prototyp, verlässt das Individuum das Umfeld. Hannover und Kessels (2004) wandten den beschriebenen Prozess des Self-to-Prototype Matching auf die Perzeption von Schüler*innen zu stereotypisiert männlichen Domänen (Physik und Mathe) im Vergleich zu stereotypisiert weiblichem Sprachunterricht an. Die Ergebnisse ihrer Studie zeigen, dass Schüler*innen den Prototyp, der Sprachunterricht als Lieblingsfach nennt, positiver betrachten als den Prototyp, der Sprachunterricht als unliebstes Fach nennt. Für die stereotypisiert männlichen Domänen ergibt sich hingegen das genau gegenteilige Bild: Der Prototyp, der diese Fächer als unliebste Fächer nennt, wird positiver betrachtet als der Prototyp, der sie als Lieblingsfächer anführt. Zudem zeigte sich, dass die

Schüler*innen weniger Ähnlichkeiten zwischen ihrem Selbstkonzept und dem Prototypen, der die stereotypisiert männlichen Domänen bevorzugt, finden konnten als zu dem Prototyp, der Sprachunterricht bevorzugt, und dem Prototyp, der die stereotypisiert männlichen Domänen ablehnt. Es zeigt sich somit geschlechtsindifferent eine größere Tendenz zu einer schlechteren Passung zwischen dem eigenen Selbstkonzept und dem Prototyp, der ein Verbleiben in Physik und Mathematik begünstigt.

Ähnliche Ergebnisse wies auch eine Studie von Cheryan und Plaut (2010) auf. Sie zeigten, dass die wahrgenommene Ähnlichkeit zu den Personen, welche in dieser Domäne sind, das geringere Interesse von Frauen, in einer stereotypisch männlichen Domäne zu verbleiben sowie das geringere Interesse von Männern, in einer stereotypisch weiblichen Domäne zu verbleiben, moderiert. Cheryan et al. (2011) zeigten, dass die Auswirkungen eines Vorbilds auf die Erfolgserwartungen in Informatik nicht vom Geschlecht des Vorbilds abhingen, sondern von deren Verkörperung stereotypisch erwarteter Prototype. Frauen hatten demnach höhere Erfolgserwartungen, wenn das Vorbild weniger stereotyp-konform erschien.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Einfluss der sozialen Identität nachhaltig zu einer Entscheidung für oder gegen eine Domäne beiträgt. Dabei nehmen Prototypen über die Mitglieder in Teilgebieten der Naturwissenschaften und auch stereotype Bilder sowie Annahmen über die Domäne eine wichtige Rolle in der Identitätsbildung ein.

1.5 Stereotype in den Naturwissenschaften

Im Hinblick auf die Erkenntnisse aus der Identitätsforschung und Befunde zu Prototypen rückt also der Begriff der Stereotype zunehmend in den Fokus, da er eng mit den Erwartungen über ein Feld und über dessen Mitglieder verwoben ist und die erwarteten Prototypen mitbestimmen kann.

Stereotype wurden in der Forschung viel beachtet und verschiedenste Stereotype hinsichtlich ihrer Wirkweise auf diverse stereotypisierte Gruppen thematisiert (u. a. Schmader et al., 2015; Shapiro & Neuberg, 2007). Der bisherige Forschungsstand deutet auf zahlreiche negative Konsequenzen hin, die durch eine Stereotypisierung ausgelöst

werden können (vgl. Spencer, Logel & Davies, 2016; Inzlicht et al., 2011), und zeigt hindernde oder einschränkende Auswirkungen auf verschiedenste bedrohte Individuen auf (u. a. Appel, Weber & Kronberger, 2015; Lamont, Swift & Abrams, 2015; Nguyen & Ryan, 2008).

Für das Verständnis von Stereotypen und ihrer Wirkung soll nun zunächst das Konstrukt Stereotyp definiert werden. Dieses bildet das zentrale Element des Erklärungsmodells der Stereotypenbedrohung, welches die Wirkung von Stereotypen beschreibt. Der in der Literatur vorgeschlagene Prozess einer Stereotypenbedrohung soll anschließend näher beleuchtet werden, insbesondere im Hinblick auf die Wirkung einer Zustimmung zu negativen Stereotypen.

1.5.1 Stereotype

Die Bedeutung des Wortes Stereotyp ist im Duden beschrieben als ein „vereinfachendes, verallgemeinerndes, stereotypes Urteil, [ungerechtfertigtes] Vorurteil über sich oder andere oder eine Sache; festes, klischeehaftes Bild“ (Duden, n.d.).

In der Psychologie sind die verschiedensten Definitionen von Stereotypen bekannt, die gemeinsam haben, dass einer bestimmten Gruppe oder Kategorie von Menschen eine Eigenschaft zugeschrieben wird (Schneider, 2004). So definiert Pendry (2012) Stereotype im sozialpsychologischen Kontext als „a cognitive structure that contains our knowledge, beliefs and expectancies about some human social group“ (S.95), also lediglich als kognitive Strukturierungsmaßnahme für Wissen, Glauben und Erwartungen gegenüber einer sozialen Gruppe. Stereotype sind zudem nicht per se negativ assoziiert, sondern helfen zunächst nur entsprechend des Leitsatzes „categorization favours simplification“ (Pendry, 2012, S. 95) die Wahrnehmung durch die Kategorisierung von Stimuli zu vereinfachen und zu erleichtern, indem einzelnen Gruppen bestimmte Eigenschaften zugeteilt werden (vgl. Petersen & Six-Materna, 2006). Zudem führen Stereotype zu einer Hervorhebung von Differenzen zwischen Gruppen und zur Vernachlässigung von Variationen innerhalb von Gruppen (Ellemers, 2018), was eine Homogenisierung der Wahrnehmung der Mitglieder einer Gruppe auslöst.

Stereotype weisen dennoch nicht nur eine deskriptive, sondern auch eine präskriptive Komponente auf. Die präskriptive Komponente gibt bestimmte Verhaltensweisen basierend auf der Zugehörigkeit zu einer sozialen Gruppe vor (Koenig, 2018; Prentice & Carranza, 2002). So konnten beispielsweise Sinclair, Hardin und Lowery (2006) aufzeigen, dass Frauen, die sich der Stereotype über ihre saliente Identität in naturwissenschaftlichen Kontexten bewusst waren, — d. h., dass Frauen damit stereotypisiert werden weniger mathematisches als verbales Talent zu besitzen — Erwartungen über ihre eigenen Fähigkeiten in den Fächern in einem Prozess der Selbststereotypisierung dem Stereotyp anpassen.

Obwohl Stereotype also erwartetes Verhalten beschreiben und benennen — unabhängig von dem Zutreffen und dem tatsächlichen Wahrheitsgehalt dieser Erwartungen —, sind sie dennoch entgegen der Definition des Dudens von Vorurteilen abzugrenzen. Vorurteile besitzen eine affektive Komponente und spiegeln Einstellungen gegenüber Gruppen wider, was nicht auf Stereotype zutrifft (Petersen & Six-Materna, 2006; Schneider, 2004).

1.5.2 Stereotypenbedrohung

Dennoch beeinflussen Stereotype jedes Individuum, das Mitglied einer stereotypisierten Gruppe ist. Im Jahr 1995 veröffentlichten Steele und Aronson einen Artikel, in dem sie das Konzept der Stereotypenbedrohung (Englisch: Stereotype Threat) vorstellten. Sie erklärten es als

„social-psychological predicament that can arise from widely-known negative stereotypes about one’s group. It is this: the existence of such a stereotype means that anything one does or any of one’s features that conform to it make the stereotype more plausible as a self-characterization in the eyes of others, and perhaps even in one’s own eyes. We call this predicament *stereotype threat* and argue that it is experienced, essentially, as a self-evaluative threat. In form, it is a predicament that can beset the members of any group about whom negative stereotypes exist.“ (Steele & Aronson, 1995, S. 797)

Die Autoren gingen ihrer These — dass negative Stereotype eine Verhaltensveränderung hin zu stereotyp-konformem Verhalten auslösen, sobald im Umfeld Hinweise auf das Stereotyp auffindbar sind — mittels vierer Studien nach, die Erfolgsunterschiede in standardisierten Leistungstests zwischen ethnischen Gruppierungen analysierten. Sie konnten den angenommenen Mechanismus nachweisen. In der untersuchten Stichprobe wurde dieser durch negative fähigkeitsbezogene Stereotype ausgelöst und führte zu einer Leistungsverminderung der betroffenen Gruppenmitglieder.

Infolgedessen wurde die Stereotypenbedrohung in zahlreichen Kontexten getestet. Nachdem Steele und Aronson (1995) die Stereotypenbedrohung als Erklärungsmodell für die Wirkung rassistischer Stereotype in Bildungskontexten aufzeigten, hat sie sich in den letzten Jahrzehnten auch als Erklärungsmodell für verschiedene andere Stereotype in pädagogisch-psychologischen (Hermann & Vollmeyer, 2017; Martiny & Götz, 2011) aber auch in arbeits- und organisationspsychologischen (Rahn, Martiny & Nikitin, 2020; Casad & Bryant, 2016), klinischpsychologischen (von Hippel et al., 2017; Henry, von Hippel & Shapiro, 2010), kognitionspsychologischen (Barber, 2017; Bouazzaoui et al., 2020), neuropsychologischen (Moritz et al., 2018; Thames et al., 2013) und sozialpsychologischen Kontexten (Cheung & Hardin, 2010; Davis & Silver, 2003) bewährt. Unter anderem zeigten Studien, dass eine Stereotypenbedrohung die Gedächtnisleistung älterer Menschen reduziert (Lamont et al., 2015; Thomas & Dubois, 2011) oder auch die Kaufintentionen schmälert, wenn der/die Verkäufer*in einer Fremdgruppe angehört (Lee, Kim & Vohs, 2011).

In jüngeren Jahren wurde die Theorie der Stereotypenbedrohung wieder zunehmend auf die übergeordnete Bedrohung der sozialen Identität zurückgeführt (z. B. Major & Schmader, 2018; Hall, Schmader & Croft, 2015). Die Stereotypenbedrohung begründet negative Effekte für stereotypisierte Gruppen speziell mit dem Vorliegen von Stereotypen. Die Bedrohung der sozialen Identität verallgemeinert den Grund dieser Bedrohung in eine abstraktere Bewertung eines Individuums, die auf seiner Gruppenzugehörigkeit basiert (vgl. Steele et al., 2002). Die Stereotypenbedrohung kann somit als spezieller Fall einer Bedrohung der sozialen Identität angesehen werden, in dem die Bewertung der eigenen Gruppe über Stereotype geschieht.

Auch Frauen in den Naturwissenschaften sind von den Auswirkungen der Stereotypenbedrohung betroffen (Chang et al., 2019; Appel et al., 2011; Nguyen & Ryan, 2008). Beispielsweise ist hier erneut auf die weiblichen Studierenden in Physikstudiengängen zu verweisen. In Deutschland sind Frauen hier eine Minderheit (vgl. Düchs & Mecke, 2020). Ihre Eigengruppe ist zudem mit Stereotypen wie „Männer sind besser in Physik als Frauen“ assoziiert (vgl. Cheryan et al., 2017; Nosek et al., 2009). So wurde unter anderem in einer Metastudie von Flore und Wicherts (2015) aufgezeigt, dass Mädchen in Mathematik, Naturwissenschaften und räumlichen Wahrnehmungstests durch eine Stereotypenbedrohung negativ beeinflusst werden und infolgedessen schlechtere Leistungen als Jungen erbringen (siehe auch Nguyen & Ryan, 2008). Aber auch eine allgemeinere Bedrohung der sozialen Identität, ausgelöst durch negative Konversationen mit Kollegen oder sexistisches Verhalten von Kollegen, konnte für Frauen in den Naturwissenschaften nachgewiesen werden (Hall et al., 2015; Logel et al., 2009).

1.5.3 Prozess einer Stereotypenbedrohung

Der Prozess der Wirkung einer Stereotypenbedrohung wurde ebenfalls näher analysiert und die Entstehungsbedingungen differenziert. Eine vereinfachte Darstellung dieses Prozesses ist in Abbildung 1 zu sehen, die in Anlehnung an die von Schmader et al. (2015), Martiny und Götz (2011) sowie Schmader, Johns und Forbes (2008) aufgestellten Modelle erstellt wurde.

Zum Entstehen einer Stereotypenbedrohung ist zunächst ein Hinweis auf das Vorherrschen von Stereotypen in einem Umfeld notwendig, wie es auch schon die Studien von Steele und Aronson (1995) zeigten. Dafür ist die Mitgliedschaft in einer stereotypisierten Minderheit ausreichend, sobald eine nicht stereotypisierte Mehrheitsgruppe als Referenzgruppe vorliegt (Inzlicht & Ben-Zeev, 2003; vgl. auch Hobson & Inzlicht, 2016). Inzlicht und Ben-Zeev (2000) wiesen diesen Einfluss sehr deutlich nach. In ihrer Studie sank die Leistung von Frauen in einem Mathematiktest immer mehr, je mehr die Anzahl an anwesenden Männern in der Testsituation anstieg.

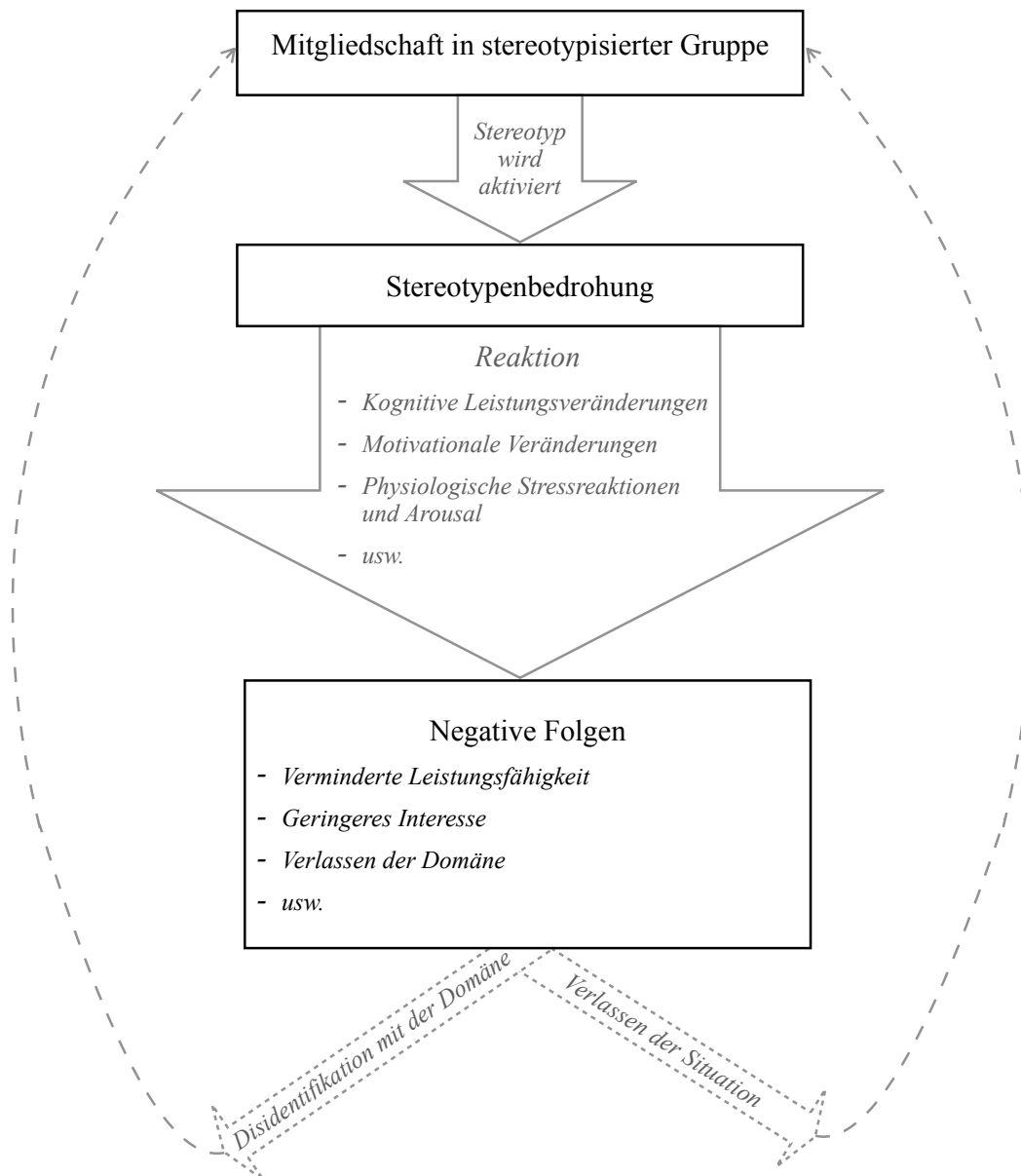


Abbildung 1. Darstellung des Prozesses einer Stereotypenbedrohung für die stereotypisierte Gruppe in Anlehnung an Schmader et al. (2008), Schmader et al. (2015) sowie Martiny und Götz (2011). Der Prozess ist vereinfacht und in beispielhafter Form dargestellt. Die Grafik erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Eine Stereotypenbedrohung ist also ein situatives Phänomen, das auf der Aktivierung und Relevanz des Stereotyps aufbaut (Steele et al., 2002). Jede Gruppe, die mit negativen Stereotypen assoziiert ist, ist demnach einer möglichen Stereotypenbedrohung ausgesetzt,

sobald sie eine etwaige Situation erlebt, die das Stereotyp relevant werden lässt. Spencer, Steele und Quinn (1999) wiesen eine Leistungsverminderung durch negative Stereotype nach, wenn eine schwierige Aufgabe oder eine Aufgabe unter Zeitdruck gelöst werden musste, die direkt durch Stereotype betroffen war. Sie untersuchten dies für Frauen, die eine schwierige Mathematikaufgabe lösten. Die Frauen stuften Mathematik als persönlich und auch beruflich wichtig ein. Da sie explizit mit negativen Stereotypen über ihre Fähigkeiten in Mathematik konfrontiert wurden, wurde eine Stereotypenbedrohung erwartet, welche eine schlechtere Leistung im Lösen der Mathematikaufgaben hervorrufen sollte. Tatsächlich war die Leistung von Frauen bei dieser Aufgaben schlechter als die der teilnehmenden Männer. Diese Leistungsunterschiede lagen nicht vor, wenn die Situation keine relevante Verbindung mit dem Stereotyp aufwies. Spencer et al. schlussfolgerten, dass die persönliche Wichtigkeit der stereotypisierten Aktivität die Stärke des Effekts bedingt. Je wichtiger die Aktivität für das Selbstkonzept ist, desto mehr beeinträchtigt die Stereotypenbedrohung das Individuum (vgl. auch Jamieson & Harkins, 2007; Jamieson & Harkins, 2011). Jedoch treten Geschlechtsunterschiede in der Leistungsfähigkeit zum Nachteil von Schülerinnen im Physikunterricht auch auf, wenn Aufgaben die Stereotype implizit nennen, d. h. ohne Verweis auf direkte Ablehnung oder Zustimmung zu dem Stereotyp, und nicht mit explizitem Bezug, d. h. mit ausdrücklichem Verweis auf das Stereotyp (Marchand & Taasoobshirazi, 2013).

Auch eine hohe Identifikation mit der stereotypisierten Gruppe oder die Erwartung als Mitglied dieser Gruppe betrachtet zu werden, können stärkere Stereotypenbedrohung auslösen (Steele et al., 2002). Wird allerdings die persönliche Komponente, das heißt die Verbindung zwischen dem Stereotyp und dem eigenen Selbst, aufgelöst oder die personale Identität statt der Gruppenzugehörigkeit betont, so tritt keine oder verminderte Stereotypenbedrohung auf (Zhang, Schmader & Hall, 2012; Ambady et al., 2004).

Sobald eine Stereotypenbedrohung eintritt, wirkt sie sich auf das Verhalten der Betroffenen aus. Stereotypisierte Individuen erleben beispielsweise höheres Arousal und physiologische Stressreaktionen (Blascovich et al., 2001; Mendes et al., 2008; Ben-Zeev, Fein & Inzlicht, 2005) oder auch veränderte Kognitionen und Gedächtnisleistungen (Forbes et al., 2015; Brown & Pinel, 2003; Cadinu et al., 2005; Beilock, Rydell &

McConnell, 2007). Beispielsweise führt eine Stereotypenbedrohung vermehrt zu Gedanken, die nicht auf die zu bearbeitende Aufgabe bezogen sind (Mrazek et al., 2011), was eine Leistungsreduzierung auslösen kann. Durch die unmittelbaren Folgen einer Stereotypenbedrohung treten dann die verschiedensten negativen Konsequenzen für Mitglieder der stereotypisierten Gruppe auf. Diese beschränken sich allerdings nicht nur auf die bereits genannten Leistungsverminderungen (z. B. Marchand & Taasobshirazi, 2013; Owens & Massey, 2011), sondern reichen über eine erhöhte Wahrscheinlichkeit eines Burnouts (Bedyńska & Żołnierczyk-Zreda, 2015; Hall et al., 2018) bis hin zu weniger Interesse und gesteigerten Absichten, das Feld zu verlassen (Cheryan et al., 2009; Good et al., 2012).

Die nicht stereotypisierte Gruppe kann jedoch durch die erlebte Stereotypenbedrohung der stereotypisierten Gruppe profitieren. Der Stereotype Lift wirkt gegenteilig zu einer Stereotypenbedrohung und steigert die Leistungsfähigkeit von Mitgliedern der nicht stereotypisierten Gruppe durch einen Abwärtsvergleich mit den stereotypisierten Gruppenmitgliedern (Walton & Cohen, 2003; Chatard et al., 2008; Johnson et al., 2012).

1.5.4 Zustimmung zu Stereotypen

Die möglichen weitreichenden Folgen einer situativen Stereotypenbedrohung sind von der sozialen Identität sowie der persönlichen Betroffenheit des Individuums abhängig. Welche Rolle nimmt nun die eigene Zustimmung zu dem Stereotyp ein, welches die auslösende Voraussetzung für eine Stereotypenbedrohung ist?

Ein moderierender Effekt zwischen der Stereotypenbedrohung und deren Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit in den Naturwissenschaften durch die Zustimmung zu Stereotypen wurde aufgezeigt (Schmader et al., 2004; Schmader et al., 2008; siehe auch Plante et al., 2013; Bieg et al., 2015). Frauen, die negativen Stereotypen zustimmten und deren Geschlechtsidentität zuvor aktiviert wurde, erbrachten in einer Studie von Schmader et al. (2004) schlechtere Leistung in Mathematik als in einer Bedingung ohne aktivierte Geschlechtsidentität, wohingegen eine Ablehnung der Stereotype die Effekte der Stereotypenbedrohung reduzierte. Das heißt, dass in einer Situation, die von einer

Stereotypenbedrohung betroffen ist, verstärkte Zustimmung zu stärkeren Effekten einer Stereotypenbedrohung führt. In einer Studie von Huguet und Régner (2009) konnte auch die Ablehnung von Stereotypen keine Stereotypenbedrohung verhindern.

Für die nicht stereotypisierte Gruppe kann die Zustimmung zu Stereotypen über die Fremdgruppe hingegen einen Stereotype Lift begünstigen (z. B. Chatard et al., 2008; Walton & Cohen, 2003).

Die individuelle Zustimmung zu dem Stereotyp bzw. ein Glaube an die Berechtigung der Stereotype ist also nicht essenziell, vielmehr kann eine Stereotypenbedrohung auch bei Individuen auftreten, die die Stereotype ablehnen. Die Zustimmung verstärkt jedoch den negativen Effekt und auch seine Folgen (siehe auch Plante et al., 2018).

1.6 Zugehörigkeitsgefühl

Das Zugehörigkeitsgefühl ist ein weiterer wichtiger Faktor im Gesamtbild der Unterrepräsentation von Frauen in den Naturwissenschaften und schließt letztendlich den Kreislauf der Stereotypenbedrohung.

Es ist eine fundamentale Motivation jedes Menschen, soziale Bindungen aufzubauen und Zugehörigkeit zu empfinden (Baumeister & Leary, 1995). Dies wird durch das Konstrukt Zugehörigkeitsgefühl dargestellt. Good et al. (2012) definieren das Zugehörigkeitsgefühl als das Gefühl in eine Gruppe zu passen, ihr anzugehören oder eines ihrer Mitglieder zu sein sowie von den anderen Gruppenmitgliedern akzeptiert und wertgeschätzt zu werden. Weitere relevante Komponenten sind ein positiver Affekt sowie der Wille aktiv in der Gruppe zu partizipieren.

Zugehörigkeit wird nicht nur in sozialen Kontexten, sondern auch in akademischen Umfeldern empfunden (vgl. Green et al., 2016). Sie ist zudem in Bildungskontexten mit vielen erfolgsrelevanten Variablen verbunden. Höheres Zugehörigkeitsgefühl steht in enger Verbindung mit einem höheren Wert, der einer schulischen Ausbildung beigemessen wird (Gillen-O'Neel & Fuligni, 2013), oder auch zu der akademischen Anpassungsfähigkeit beim Eintritt ins College (Pittman & Richmond, 2007). Des Weiteren sind Selbstwirksamkeitserwartungen, Wert der Aufgabe und intrinsische Motivation (Freeman,

Anderman & Jensen, 2007), aber auch die erlebte Unterstützung von Kommilitonen und Kollegium (Hoffman et al., 2002) eng mit dem Zugehörigkeitsgefühl assoziiert. Zudem führt mehr Zugehörigkeitsgefühl zu einer besseren Selbstwahrnehmung der sozialen Akzeptanz und akademischen Leistung (Pittman & Richmond, 2008). In Bildungskontexte ist das Zugehörigkeitsgefühl dabei auf zwei Weisen eingebunden: Auf der einen Seite beeinflusst die Situation das Zugehörigkeitsgefühl — so zum Beispiel durch Charakteristika der Bildungsinstitution, der Klasse und des Unterrichtenden (Freeman et al., 2007) — und auf der anderen Seite beeinflusst das Zugehörigkeitsgefühl selbst aber auch das Verbleiben am College (Yeager et al., 2016) und korreliert mit dem dauerhaften Verbleiben in den Naturwissenschaften (Banchefsky, Lewis & Ito, 2019). Das Zugehörigkeitsgefühl trägt also entscheidend dazu bei, dass ein Berufs- oder Forschungsfeld nicht verlassen wird (Good et al., 2012).

Es ist daher problematisch, dass es in den Prozess der Stereotypenbedrohung einbezogen ist und durch diesen bedroht wird.

Wenn ein Gruppenmitglied, das einer negativen Stereotypisierung unterliegt, in eine mehrheitliche Fremdgruppe kommt, tritt Verunsicherung in seinem Zugehörigkeitsgefühl zum Umfeld (Englisch: *belonging uncertainty*) auf. Diese Verunsicherung ist unter anderem in der Ambiguität der Attribution des Verhaltens der Mehrheitsgruppenmitglieder verankert (Walton & Cohen, 2007; siehe auch Mendes et al., 2008): So ist durch die Stereotype über die eigene Gruppe ein Gefühl von Verunsicherung im Zugehörigkeitsgefühl vorhanden. Zum Beispiel kann eine Verunsicherung auftreten, weil ein Mitglied einer als leistungsschwach stereotypisierten Gruppe in einem Bildungskontext eine schlechtere Leistung zeigt als ein Mitglied einer nicht stereotypisierten Gruppe (vgl. Aronson & Inzlicht, 2004). Stereotypisierte und nicht stereotypisierte Gruppen nehmen die Situation unterschiedlich wahr (Major & O'Brien, 2005), was dazu führt, dass Minderheitsgruppenmitglieder mehrdeutige situative Hinweise und Verhaltensweisen der Mehrheitsgruppenmitglieder eher auf ihre mangelnde Passung attribuieren (vgl. Major, Quinton & McCoy, 2002) und damit eine nicht vorhandene Zugehörigkeit zur Gruppe erleben.

In Situationen, die eine Stereotypenbedrohung oder eine Bedrohung der sozialen Identität von Individuen hervorrufen, kann belonging uncertainty die Motivation und Leistungsfähigkeit zusätzlich reduzieren (Walton & Cohen, 2007). Diese Verunsicherung und die daraus resultierende schlechterer Leistung stellen eine unbeabsichtigte Bestätigung der Stereotype dar, die ursprünglich als Auslöser der Verunsicherung fungiert haben (vgl. Steele & Aronson, 1995). Da jedoch auch das Zugehörigkeitsgefühl die akademische Leistung beeinflusst (vgl. Allen & Bowles, 2012), ergibt sich letztendlich eine Schleife, die von geringem Zugehörigkeitsgefühl ausgelöst wird, das mit dem der Stereotypenbedrohung interagiert und den Prozess der Stereotypenbedrohung letztendlich vervollständigen sollte (Abbildung 1).

Good et al. (2012) zeigten auf, dass Frauen in einem Mathematik-Umfeld, das sie als die Eigengruppe stereotypisierend wahrnahmen, ein geringes Zugehörigkeitsgefühl zu der Domäne aufwiesen. Ebenso begünstigen naturwissenschaftliche Umgebungen, die als überwiegend männlich oder vorteilhafter für Männer wahrgenommen werden, ein geringes Zugehörigkeitsgefühl von Frauen, wohingegen Umfelder, die als gleichermaßen von beiden Geschlechtern geprägt oder beide Geschlechter fördernd wahrgenommen werden, dies nicht begünstigen (Murphy et al., 2007; Jones, 2012). Frauen erleben auch eine stärkere Verunsicherung in ihrem Zugehörigkeitsgefühl in Domänen, die stereotypisiert werden viel Talent als Voraussetzung für Erfolg einzufordern (Deiglmayr, Stern & Schubert, 2019), was zum Beispiel in Mathematik und Physik der Fall ist. Aber auch Hinweise auf die Prädominanz von Männern in Form von Postern oder auch Büchern, die Stereotype abbilden, können das Zugehörigkeitsgefühl von Frauen zu naturwissenschaftlichen Domänen selbst in Abwesenheit von Männern reduzieren (Cheryan et al., 2009).

1.7 Interventionsmöglichkeiten

Demzufolge ist es relevant, dass auch psychologische Interventionsmaßnahmen entwickelt und gefördert werden, die einer Stereotypenbedrohung und Verringerung des Zugehörigkeitsgefühls entgegensteuern. Es bieten sich in dem Kreislauf aus Stereotypen, Verunsicherung im Zugehörigkeitsgefühl und weniger Interesse an einer dauerhaften

Partizipation in der stereotypisierten Domäne dafür verschiedenen Ansatzpunkte an. Entsprechende wurden in der bisherigen Forschung auch zahlreiche Interventionen gegen Stereotypenbedrohungen vorgeschlagen und diskutiert (vgl. Liu et al., 2020; Schmader et al., 2015).

Da die Stereotypenbedrohung ein situatives Phänomen ist, kann die Veränderung der Situation, die eine Stereotypenbedrohung auslöst, eine nutzvolle Intervention darstellen. Murphy et al. (2007) präsentierten Studentinnen naturwissenschaftlicher Fächer Videos, die entweder ein prädominant männliches oder ein geschlechterausgeglichenes Umfeld auf einer wissenschaftlichen Konferenz darstellten. Das Video, welches ein prädominant männliches Umfeld zeigte, löste höhere körperliche Wachsamkeit (z. B. erhöhter Puls) und eine höhere Wachsamkeit für die Umgebung aus. Die Studentinnen gaben an, dass sie weniger Interesse hätten, an der prädominant männlichen Konferenz teilzunehmen und erwarten würden, dass sie sich dort weniger zugehörig fühlen. Doch auch schon weniger umfangreiche Interventionen als die Veränderung der Geschlechtszusammensetzung können wirksam sein. So zeigten Kessels, Rau und Hannover (2006) beispielsweise, dass negative Einstellungen zur Physik verändert werden können, indem soziale und kreative Aspekte der Domäne statt der stereotypischen Männlichkeit und Komplexität der Inhalte hervorgehoben werden.

Die Vielfalt von psychologischen Interventionsmaßnahmen, die einer Stereotypenbedrohung entgegenwirken sollen, erstreckt sich jedoch auch über die situativen Aspekte hinaus. Liu et al. (2020) unterteilten diese Interventionsmaßnahmen in drei Gruppen. Sie unterschieden sie in

1. auf dem Glauben basierende Interventionen, welche Interventionen zur Veränderung des eigenen Glaubens an negative Stereotype, Stärkung des Zugehörigkeitsgefühls oder Darstellung von Vorbildern beinhalten,
2. auf der Identität basierende Interventionen, welche Interventionen, die gezielt einzelne oder verschiedene Identitäten aktivieren und hervorheben, sowie Interventionen beinhalten, die die numerischen Darstellung der stereotypisierten Gruppe verändern,

3. und auf der Resilienz basierende Interventionen, welche Interventionen zur Reattribution und Neubewertung der negativen Emotionen und Gedanken beinhalten, die durch die Stereotypenbedrohung ausgelöst werden, sowie Interventionen zur Stärkung des Selbstbewusstseins, Verschiebung des Aufmerksamkeitsfokus in stereotypenbedrohten Situationen, Veränderung des Mindsets bezüglich Intelligenztheorien und zur Selbstbestätigung.

Besondere Effektivität zeigte die Gruppe der auf dem Glauben basierenden Interventionen, hingegen riefen die auf der Identität basierenden Interventionen eher kleinere Effekte hervor. Trotz großer Schwankungen in der Effektivität der auf der Resilienz basierenden Interventionen, zeigten sich gute Effekte für deren Interventionen zur Selbstbestätigung und Veränderung von Intelligenztheorien (Liu et al., 2020).

Im Folgenden wird daher kurz auf die Growth Mindset Interventionen als Beispiel für Interventionen, die Mindsetveränderung zur Intelligenz hervorrufen, sowie auf die Values Affirmation Interventionen als Exempel für Interventionen zur Selbstbestätigung eingegangen.

1.7.1 Interventionen zur Veränderung des Mindsets

Growth Mindset Interventionen sollen den Mindset zur Intelligenz verändern. Sie basieren auf impliziten Intelligenztheorien, die Annahmen über das Wesen von Intelligenz und Fähigkeiten darstellen (Hecht et al., 2021; Paunesku et al., 2015; Aronson, Fried & Good, 2002). Implizite Intelligenztheorien unterscheiden sich in zwei Gruppen, die entweder eine Unveränderlichkeit von Intelligenz annehmen (Englisch: entity theory of intelligence) oder eine Veränderlichkeit der Intelligenz (Englisch: incremental theory of intelligence) unterstellen (Dweck & Leggett, 1988; Blackwell, Trzesniewski & Dweck, 2007; vgl. Rattan, Good & Dweck, 2012; Rattan & Dweck, 2010).

Die Veränderung der Annahme einer unveränderlichen Intelligenz hin zu einer Veränderlichkeit ist dabei das Ziel der Interventionen, welche in diversen Formen gestaltet werden können: So können Interventionen als Übung des Attributionsverhaltens, etwa indem der Wert von Durchhaltevermögen und Widerstand gegen Rückschläge als

Wachstumsmöglichkeit statt als mangelndes Talent oder Passung zum Umfeld attribuiert werden (Lin-Siegler, Ahn, Chen, Fang & Luna-Lucero, 2016; Good et al., 2003), oder auch als Informationsquelle über das Wesen der Intelligenz, etwa durch Erklärungen der neurowissenschaftlichen Erkenntnisse zur Wirkung von Lernen und Üben auf das Gehirn (Goyer et al., 2019; Paunesku et al., 2015), gestaltet und eingesetzt werden. Zahlreiche Studien untersuchten die positive Wirkung von Growth Mindset Interventionen und zeigten ihre positiven Einflüsse auf Selbstkontrolle und -regulation (Haimovitz, Dweck & Walton, 2018; Job, Dweck & Walton, 2010) oder auch akademische Leistung und Herausforderungen von Schüler*innen (Rege et al., 2020; Bettinger et al., 2018; Paunesku et al., 2015; Blackwell et al., 2007) auf.

Growth Mindset Interventionen werden auch in Bildungskontexten eingesetzt. Die Überzeugung, dass Talent eine wichtige Voraussetzung für Erfolg in einer Domäne sei, ist insbesondere in der Mathematik und Physik noch immer vorhanden und verwoben mit dem Stereotyp, dass Frauen eben jenes Talent nicht besäßen (Leslie et al., 2015; Bian et al., 2018). Good et al. (2003) untersuchten die Wirkung dieser Intervention im Zusammenhang mit Stereotypenbedrohungen. Schülerinnen, die mittels der Intervention eine Veränderlichkeit der Intelligenz erlernten, erbrachten keine schlechtere Leistung in der stereotypisch männlichen Mathematik als ihre Mitschüler. In der Kontrollgruppe, die diese Theorie nicht erlernte, war die Leistung der Schülerinnen hingegen schlechter als die ihrer Mitschüler. Growth Mindset Interventionen, die Veränderlichkeit von Intelligenz und nicht Talent als Voraussetzung für Erfolg betonen oder das Wachsen an Herausforderungen hervorheben, wirken negativen Stereotypen über Fähigkeiten also entgegen und reduzieren somit das Ausmaß ihrer Folgen (Broda et al. 2018; Alter et al., 2010; Blackwell et al., 2007; Aronson et al., 2002).

1.7.2 Interventionen zur Selbstbestätigung

Wie auch die Growth Mindset Interventionen werden Values Affirmation Interventionen in die Kategorie der auf der Resilienz basierenden Interventionen von Liu et al. (2020) eingeordnet. Diese sozialpsychologischen Interventionen zur Selbstbestätigung bauen auf der Self-Affirmation Theory auf, die die Erhaltung eines zuverlässigen und intakten

Selbstbildes als Motivation des Handelns zu Grunde legt (Cohen & Sherman, 2014; Steele, 1988). Mit Values Affirmation Interventionen wird beabsichtigt, die Selbstressourcen eines Individuums zu aktivieren, um in einer Situation, die eine psychologische Bedrohung für einen Teil der Identität darstellt, den Selbstwert in einem anderen, nicht betroffenen Teil der Identität zu bestärken und so die Aufrechterhaltung eines integren Selbstbildes zu ermöglichen (Sherman, 2013; Cohen & Sherman, 2014).

Eine Möglichkeit dies zu tun, ist die Bestärkung des Selbstbildes über persönlich wichtige Werte (Harackiewicz et al., 2014; Sherman et al., 2013; Cohen et al., 2006). Die Interventionen sind dabei meist als Schreibaufgabe gestaltet, die Teilnehmende dazu auffordern, die persönlichen und individuellen Gründe für die erlebte Wichtigkeit eines selbstgewählten Wertes zu erklären (Miyake et al., 2010; Taylor & Walton, 2011; Layous et al., 2017). Es konnten in Folge der Intervention reduzierte psychologische Stressreaktionen (Dutcher et al., 2020; Creswell et al., 2005), aber auch bessere Strukturierungs- und Problemlösefähigkeiten aufgezeigt werden (Wakslak & Trope, 2009; Creswell et al., 2013).

Auch ihre Effektivität gegen die Folgen einer Stereotypenbedrohung oder Bedrohung der sozialen Identität konnte gezeigt werden (Wu, Spreckelsen & Cohen, 2021; siehe auch Cohen et al., 2006; Sherman et al., 2013; Hadden et al., 2019). Values Affirmation Interventionen wurden insbesondere in Bildungskontexten als effektive Methode gegen Leistungsverminderungen eingesetzt (z. B. Cohen et al., 2009; Bowen, Wegmann & Webber, 2012; Borman, Grigg & Hanselman, 2016), auch wenn in einigen Studien keine oder nur geringe Effekte auftraten (z. B. de Jong et al., 2016; Baker, Skinner & Redding, 2016). Dennoch sind insbesondere die positiven Effekte auf das Zugehörigkeitsgefühl stereotypisierter Gruppen und auf Personen mit geringem Zugehörigkeitsgefühl vielversprechend (Cook et al., 2012; Layous et al., 2017). Die Intervention zeigte zudem positive Effekte auf die Leistungsfähigkeit von Frauen in Naturwissenschaften auf, die einer Stereotypenbedrohung unterlagen (z. B. Martens et al., 2006; Miyake et al., 2010).

1.8 Erwartung-Wert-Modell

Wie zuvor ausgeführt wurde, deutet die bisherige Literatur darauf hin, dass die erhöhte Absicht, das stereotypisierende Umfeld zu verlassen, eine der problematischsten Folgen der Stereotypenbedrohung ist (z. B. Makarova et al., 2019). Die vorgestellten Interventionsmöglichkeiten verringern oder reduzieren zwar die negativen Folgen einer Stereotypenbedrohung (z. B. Broda et al., 2018; Wu et al., 2021), können dabei aber das Auftreten der ursächlichen Stereotypenbedrohung nicht verhindern. Diese bleibt bestehen und beeinflusst die stereotypisierten Individuen weiterhin.

Infolgedessen rückt die Bildung berufsbezogener Absichten in den Vordergrund. Die noch immer geringen Zahlen von Frauen in naturwissenschaftlichen Berufen zeigen die Notwendigkeit einer Verortung der Stereotypenbedrohung im Prozess der Bildung beruflicher Absichten auf. Auf dieser Grundlage können dann nicht nur effizientere Interventionsmöglichkeiten entwickelt werden, sondern auch gezieltere Analysen der moderierenden Faktoren und der Kovariaten vorgenommen werden.

Zu diesem Zweck wird im Folgenden das Erwartung-Wert-Modell zur Leistungsmotivation von Eccles und Wigfield (2002) dargestellt. Dieses Modell, das bereits in den 1980er Jahren aufgestellt und über die letzten Jahrzehnte stetig weiterentwickelt wurde, erklärt leistungsmotivierte Entscheidungen, Leistung und fortdauerndes Verbleiben in einer Domäne insbesondere auch unter Berücksichtigung von Geschlechtsunterschieden (Wigfield, Tonks & Klauda, 2016; Eccles, 2009; Fredricks & Eccles, 2002; Eccles et al., 1983). Verschiedene Studien wiesen die Anwendbarkeit des Modells in Bildungskontexten nach (vgl. Watt, 2016; Wang & Degol, 2013; z. B. Watt, Bucich & Dacosta, 2019; Vinni-Laakso et al., 2019).

Eine verkürzte Darstellung des Modells nach Eccles und Wigfield (2002) ist in Abbildung 2 zu sehen. Das zentrale Element dieses Modells ist die Annahme, dass die Erfolgserwartungen und der subjektive Wert einer leistungsmotivierten Entscheidung diese Entscheidung direkt vorhersagen. Höherer Wert und größere Erfolgserwartungen begünstigen die Entscheidung. Das Modell ergänzt Faktoren, die als Prädiktoren für die Erfolgserwartungen und den Wert fungieren. Unter anderem sind affektive Reaktionen, Erinnerungen und Interessen als Prädiktoren für den Wert einer Entscheidung aufgeführt,

aber auch Ziele und Selbstschemata, welche ebenfalls Erfolgserwartungen determinieren (vgl. Wigfield & Eccles, 2000; Wigfield, 1994). Unter Zielen und Selbstschemata werden kurz- und langfristige Ziele, das ideale Selbstbild und auch das Fähigkeitsselbstkonzept verstanden (siehe auch Wigfield & Eccles, 2000). An verschiedenen Punkten des Modells ist ein Bezug zu Geschlechtsstereotypen vorhanden. Soziokulturell erlernte Geschlechterrollen und Stereotype beeinflussen die Wahrnehmungen über Geschlechterrollen, die wiederum die Ziele und Selbstschemata beeinflussen (Eccles, Adler & Meece, 1984; Eccles & Wigfield, 2002). Das Geschlecht hat zudem einen Einfluss auf leistungsmotivierte Erlebnisse, die Erziehung sowie affektive Reaktionen und Erinnerungen.

Die Verbindung zwischen den zentralen Variablen des Modells — Erfolgserwartungen und Wert der Entscheidung — und Stereotypen wurde ebenfalls nachgewiesen. So konnte eine indirekte Beziehung der Zustimmung zu Stereotypen über den Wert einer Aufgabe und die Fähigkeitsüberzeugungen auf Schulnoten und Karriereziele aufgezeigt werden (Plante et al., 2013). Höhere Stereotypenzustimmung wirkt zudem als Prädiktor für geringere Erfolgserwartungen in naturwissenschaftlichen Berufen für Frauen (Selimbegović et al., 2019). Außerdem ließen sich Geschlechtsunterschiede in Profilen des Wertes, der der Mathematik zugeschrieben wird, aufzeigen, die sich tendenziell nachteilig auf die Karriereentscheidungen von Mädchen für die Mathematik auswirkten (Dietrich & Lazarides, 2019). Dennoch zeigte sich ein positiver Einfluss von Begegnungen mit Vorbildern aus den Naturwissenschaften auf die Erfolgserwartungen in Mathematik und die Absichten, eine Karriere in den Naturwissenschaften anzustreben (González-Pérez, Mateos de Cabo & Sáinz, 2020) — was eine Intervention darstellt, die den Folgen einer Stereotypenbedrohung entgegenwirkt.

Das Zugehörigkeitsgefühl wurde bisher noch nicht in das bestehende Erwartung-Wert-Modell integriert oder in diesem Zusammenhang systematisch untersucht, auch wenn es eine entscheidende Rolle für berufliche Entscheidungen einnehmen kann (siehe Abschnitt 1.6). Ein positiver Zusammenhang zwischen den Erfolgserwartungen sowie dem Wert und dem Zugehörigkeitsgefühl wurde empirisch aufgewiesen, dies allerdings nur für das

Zugehörigkeitsgefühl zu Schule und Universität (Gillen-O’Neel & Fuligni, 2013; Freeman et al., 2007; Goodenow, 1993).

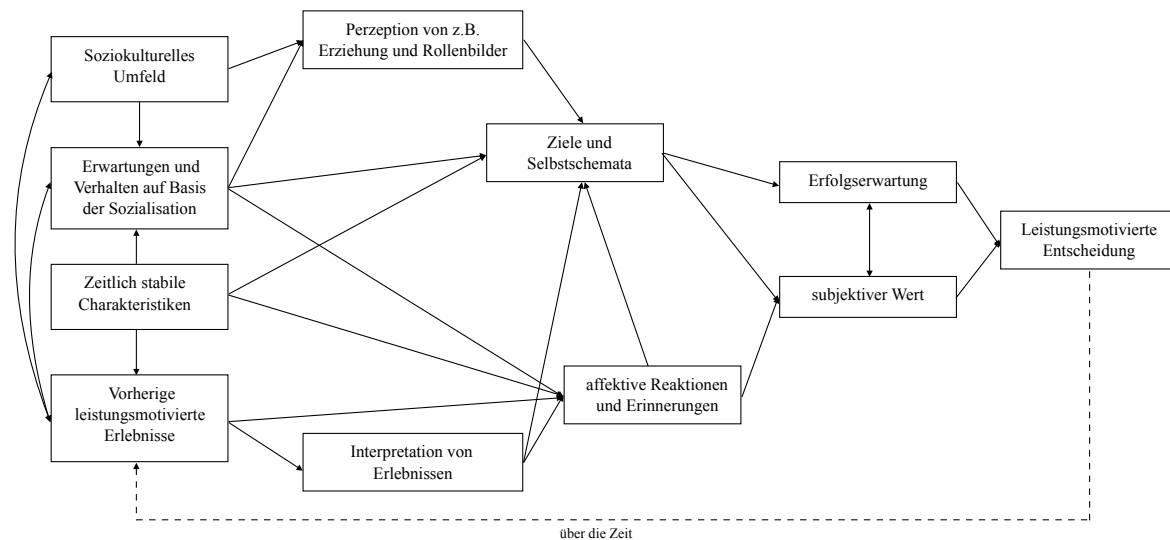


Abbildung 2. Vereinfachte Darstellung des Erwartung-Wert-Modells nach der Darstellung des Modells von Eccles und Wigfield (2002).

1.9 Ziel der Arbeit

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist, nun zum bisherigen Forschungsstand beizutragen, indem die Rolle des Zugehörigkeitsgefühls im Rahmen der Stereotypenbedrohung und der weiblichen Unterrepräsentation in den Naturwissenschaften eingeordnet wird.

Dies erfolgt im Rahmen des Auswahlwettbewerbs zur Internationalen PhysikOlympiade, da dieser Schülerwettbewerb ein typisches Physikumfeld mit weiblicher Unterrepräsentation darstellt. Folglich wird angenommen, dass eine Stereotypenbedrohung die Teilnehmerinnen betrifft.

Das Zugehörigkeitsgefühl zur Physik der Teilnehmer*innen von Schülerwettbewerben wurde bisher wissenschaftlich nicht ausreichend aufgearbeitet. Die enge Verknüpfung von Zugehörigkeitsgefühl und Stereotypenbedrohung begünstigt jedoch die Unterrepräsentation von Frauen. Dennoch wurde dem möglicherweise schädlichen Einfluss einer Stereotypenbedrohung in Schülerwettbewerben ebenfalls nur vereinzelt

nachgegangen. Es ist aufgrund des in den vorherigen Abschnitten gezeigten Forschungsstandes dennoch anzunehmen, dass diese sich beispielsweise negativ auf junge Frauen im Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade auswirken kann. Das stereotypisch männlich dominierte Wettbewerbsumfeld sollte als Auslöser einer Stereotypenbedrohung genügen, was eine Verringerung des Zugehörigkeitsgefühls zum Wettbewerb — und infolgedessen auch zur Domäne — sowie eine gesteigerte Intention, das Feld zu verlassen, begründen kann.

Zudem wurden vielversprechende Interventionsmaßnahmen, wie zum Beispiel Growth Mindset und Values Affirmation Interventionen, bisher nicht im Kontext der PhysikOlympiade eingesetzt, um der vorliegenden Unterrepräsentation von jungen Frauen im Wettbewerb entgegenzusteuern. Insbesondere im Hinblick auf die positiven Effekte der Interventionen auf akademische Leistungen erscheinen Growth Mindset Interventionen vielversprechende und auch langfristige Wirkungen in Schülerwettbewerben aufweisen zu können. Sowohl leistungssteigernde Effekte als auch ein gesteigertes Zugehörigkeitsgefühl wären für Teilnehmende in Schülerwettbewerben wünschenswert, insbesondere für die weiblichen Teilnehmerinnen. Gleiches trifft auf den Einsatz von Values Affirmation Interventionen zu, die in Schul- und Universitätskontexten gut erprobt worden sind und auch gegen die Folgen einer Stereotypenbedrohung wirken können, bisher aber noch nicht im Kontext von Schülerwettbewerben eingesetzt werden. Auch hier kann ein vorteilhafter Effekt der Interventionen auf die von Stereotypen bedrohten Teilnehmerinnen erwartet werden. Eine Verschiebung der Selbstbestätigung auf physikfremde Bereiche des Selbstkonzepts kann für Teilnehmerinnen des Auswahlwettbewerbs zur Internationalen PhysikOlympiade größere Erfolge im Wettbewerb begünstigen und nachhaltiges Interesse am Fachbereich generieren.

Daher werden im Folgenden die Ergebnisse einer Quer- und einer Längsschnittstudie vorgestellt, die erste Erkenntnisse über eine Verbindung von Stereotypenbedrohung, Zugehörigkeitsgefühl und nachhaltigem Physikinteresse entsprechend des Erwartung-Wert-Modells darstellen.

Die Daten der Studie 1 wurden im Rahmen des Projekts „WinnerS - Wirkungen naturwissenschaftlicher Schülerwettbewerbe“ gewonnen. Das Projekt rückt die

Auswirkungen von Schülerwettbewerben auf ihre Teilnehmenden sowie Miss- und Erfolgsfaktoren in den ScienceOlympiaden in den Fokus. Die vorgestellte Studie stellt einen Ausschnitt des Projekts dar, welcher ausschließlich Teilnehmer*innen der ersten Wettbewerbsrunde des Auswahlwettbewerbs zur Internationalen PhysikOlympiade miteinbezieht. Die Teilnehmenden wurden in einem querschnittlichen Studiendesign hinsichtlich ihres Zugehörigkeitsgefühls, ihrer Zustimmung zu Stereotypen über Frauen in der Physik, Selbstkonzept und Interesse in der Physik sowie Erfolgserwartungen und Wert einer beruflichen Laufbahn in der Physik befragt. In dieser ersten Studie steht die Rolle des Zugehörigkeitsgefühls zur Physik als mögliches verbindendes Element zwischen einer Stereotypenbedrohung im Schülerwettbewerb und dem Erwartung-Wert-Modell im Fokus. Dabei wird zwei Forschungsfragen nachgegangen: Zum einen, ob sich die Zustimmung zu negativen Stereotypen über die Fähigkeiten von Frauen in der Physik negativ auf das Zugehörigkeitsgefühl der Teilnehmerinnen auswirkt, und zum anderen, ob das Zugehörigkeitsgefühl als Prädiktor für die Erfolgserwartungen und den Wert eines Physikstudiums der Teilnehmenden fungiert.

Studie 2 und Studie 3 stellen die Ergebnisse des Projekts „Identiphy - Identity Development in Physics!“ vor. Erneut wurden Teilnehmende der ersten Wettbewerbsrunde des Auswahlwettbewerbs zur Internationalen PhysikOlympiade als Teilnehmende gewonnen. Sie wurden zu ihrer Wahrnehmung von Stereotypen, ihrem Zugehörigkeitsgefühl in verschiedenen Bereichen der Physik, ihrer Geschlechtsidentifikation sowie Erfolgserwartungen und Wert einer beruflichen Laufbahn in der Physik befragt. Das längsschnittliche Studiendesign beinhaltete vier Messzeitpunkte und unterschiedliche Interventionen gegen eine mögliche Stereotypenbedrohung.

Das Augenmerk der Studie 2 liegt auf dem Einsatz von Interventionsmaßnahmen gegen eine Stereotypenbedrohung und zur Stärkung des Zugehörigkeitsgefühls zur Physik. Daher stehen zwei Forschungsfragen im Fokus: Erstens, ob eine Growth Mindset Intervention, eine Values Affirmation Intervention oder eine Kombination beider Methoden das Zugehörigkeitsgefühl und die Geschlechtsidentifikation der Teilnehmerinnen positiv beeinflussen können, und zweitens, ob die eingesetzten Interventionsmaßnahmen die

Wahrnehmung von Stereotypen, zum Beispiel persönliche Zustimmung zu diesen oder wahrgenommene Zustimmung anderer, verändern.

In Studie 3 wird dann ein umfassendes Modell analysiert, dass die zentralen Variablen dieser Arbeit noch einmal in Verbindung bringt. Dafür wird dem Einfluss einer Zustimmung zu negativen Stereotypen und der wahrgenommenen Bedrohung der sozialen Identität auf das Zugehörigkeitsgefühl in der Physik und die Geschlechtsidentifikation sowie deren Auswirkungen auf Erfolgserwartungen und Wert einer beruflichen Laufbahn in der Physik nachgegangen.

Literaturverzeichnis

- Abrams, D., & Hogg, M. A. (1990). *Social identity theory: Constructive and critical advances*. Springer-Verlag Publishing.
- Allen, K. A., & Bowles, T. (2012). Belonging as a guiding principle in the education of adolescents. *Australian Journal of Educational and Developmental*, 12, 108–119.
- Alter, A. L., Aronson, J., Darley, J. M., Rodriguez, C., & Ruble, D. N. (2010). Rising to the threat: Reducing stereotype threat by reframing the threat as a challenge. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46(1), 166-171. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.09.014>
- Ambady, N., Paik, S. K., Steele, J., Owen-Smith, A., & Mitchell, J. P. (2004). Deflecting negative self-relevant stereotype activation: The effects of individuation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 40(3), 401–408. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2003.08.003>
- Anger, C., Kohlisch, E., Koppel, O., & Plünnecke, A. (2020). MINT-Herbstreport 2020 - MINT-Engpässe und Corona-Pandemie: kurzfristige Effekte und langfristige Herausforderungen. Gutachten für BDA, BDI, MINT Zukunft schaffen und Gesamtmetall.
- Appel, M., Kronberger, N., & Aronson, J. (2011). Stereotype threat impairs ability building: Effects on test preparation among women in science and technology.

-
- European Journal of Social Psychology*, 41(7), 904-913. <https://doi.org/10.1002/ejsp.835>
- Appel, M., Weber, S., & Kronberger, N. (2015). The influence of stereotype threat on immigrants: Review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 900. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00900>
- Aronson, J., Fried, C. B., & Good, C. (2002). Reducing the effects of stereotype threat on African American college students by shaping theories of intelligence. *Journal of Experimental Social Psychology*, 38(2), 113–125. <https://doi.org/10.1006/jesp.2001.1491>
- Aronson, J., & Inzlicht, M. (2004). The ups and downs of attributional ambiguity: Stereotype vulnerability and the academic self-knowledge of African American college students. *Psychological Science*, 15(12), 829–836. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00763.x>
- Baker, D. J., Skinner, B. T., & Redding, C. H. (2020). Affirmative Intervention to Reduce Stereotype Threat Bias: Experimental Evidence from a Community College. *The Journal of Higher Education*, 91(5), 722-754. <https://doi.org/10.1080/00221546.2019.1650582>
- Banchefsky, S., Lewis, K. L., & Ito, T. A. (2019). The role of social and ability belonging in men's and women's pSTEM persistence. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 2386. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02386>
- Barber, S. J. (2017). An examination of age-based stereotype threat about cognitive decline: Implications for stereotype-threat research and theory development. *Perspectives on Psychological Science*, 12(1), 62–90. <https://doi.org/10.1177/1745691616656345>
- Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497–529. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497>
- Bedyńska, S., & Żołnierczyk-Zreda, D. (2015). Stereotype threat as a determinant of burnout or work engagement. Mediating role of positive and negative emotions.

-
- International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 21(1), 1-8. <https://doi.org/10.1080/10803548.2015.1017939>
- Beilock, S. L., Rydell, R. J., & McConnell, A. R. (2007). Stereotype threat and working memory: Mechanisms, alleviation, and spillover. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(2), 256–276. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.2.256>
- Ben-Zeev, T., Fein, S., & Inzlicht, M. (2005). Arousal and stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology*, 41(2), 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2003.11.007>
- Bettinger, E., Ludvigsen, S., Rege, M., Solli, I. F., & Yeager, D. (2018). Increasing perseverance in math: Evidence from a field experiment in Norway. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 146, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2017.11.032>
- Bian, L., Leslie, S.-J., Murphy, M. C. & Cimpian, A. (2018). Messages about brilliance undermine women's interest in educational and professional opportunities. *Journal of Experimental Social Psychology*, 76, 404-420. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2017.11.006>
- Bieg, M., Goetz, T., Wolter, I., & Hall, N. C. (2015). Gender stereotype endorsement differentially predicts girls' and boys' trait-state discrepancy in math anxiety. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 1404. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01404>
- Blackwell, L. S., Trzesniewski, K. H., & Dweck, C. S. (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: A longitudinal study and an intervention. *Child Development*, 78(1), 246–263. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x>
- Blascovich, J., Spencer, S. J., Quinn, D., & Steele, C. (2001). African Americans and High Blood Pressure: The Role of Stereotype Threat. *Psychological Science*, 12(3), 225-229. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00340>
- Borman, G. D., Grigg, J., & Hanselman, P. (2016). An Effort to Close Achievement Gaps at Scale Through Self-Affirmation. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 38(1), 21-42. <https://doi.org/10.3102/0162373715581709>

- Bouazzaoui, B., Fay, S., Guerrero-Sastoque, L., Semaine, M., Isingrini, M., & Tacconat, L. (2019). Memory Age-based Stereotype Threat: Role of Locus of Control and Anxiety. *Experimental Aging Research*, 46(1), 39-51. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2019.1693009>
- Bowen, N. K., Wegmann, K. M., & Webber, K. C. (2013). Enhancing a brief writing intervention to combat stereotype threat among middle-school students. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 427–435. <https://doi.org/10.1037/a0031177>
- Braun, S., Stegmann, S., Hernandez Bark, A. S., Junker, N. M., & van Dick (2017). Think manager – think male, think follower – think female: Gender bias in implicit followership theories. *Journal of Applied Social Psychology*, 47(7), 377-388. <https://doi.org/10.1111/jasp.12445>
- Broda, M., Yun, J., Schneider, B., Yeager, D. S., Walton, G. M., & Diener, M. (2018). Reducing Inequality in Academic Success for Incoming College Students: A Randomized Trial of Growth Mindset and Belonging Interventions. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 11(3), 317-338. <https://doi.org/10.1080/19345747.2018.1429037>
- Brown, R. P., & Pinel, E. C. (2003). Stigma on my mind: Individual differences in the experience of stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology*, 39(6), 626–633. [https://doi.org/10.1016/S0022-1031\(03\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0022-1031(03)00039-8)
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (n.d.). *Über die Schule hinaus: Jugendwettbewerbe bieten mehr*. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Retrieved 22 June, 2021, from <https://www.bmbf.de/de/ueber-die-schule-hinaus-jugendwettbewerbe-bieten-mehr-885.html>
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (2021, June 22). *Quote für mehr Frauen in Führungspositionen: Privatwirtschaft*. <https://www.bmfsfj.de/bmfsfj/themen/gleichstellung/frauen-und-arbeitswelt/quote-privatwirtschaft/quote-fuer-mehr-frauen-in-fuehrungspositionen-privatwirtschaft-78562>
- Cadinu, M., Maass, A., Rosabianca, A., & Kiesner, J. (2005). Why Do Women Underperform Under Stereotype Threat?: Evidence for the Role of Negative

- Thinking. *Psychological Science*, 16(7), 572-578. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.01577.x>
- Casad, B. J., & Bryant, W. J. (2016). Addressing stereotype threat is critical to diversity and inclusion in organizational psychology. *Frontiers in Psychology*, 7, Article 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00008>
- Ceci, S. J., Williams, W. M., & Barnett, S. M. (2009). Women's underrepresentation in science: Sociocultural and biological considerations. *Psychological Bulletin*, 135(2), 218–261. <https://doi.org/10.1037/a0014412>
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255-265. <https://doi.org/10.1002/sce.3730670213>
- Chang, F., Luo, M., Walton, G. M., Aguilar, L., & Bailenson, J. N. (2019). Stereotype threat in virtual learning environments: Effects of avatar gender and sexist behavior on women's math learning outcomes. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(10). <https://doi.org/10.1089/cyber.2019.0106>
- Chatard, A., Selimbegović, L., Konan, P., & Mugny, G. (2008). Performance boosts in the classroom: Stereotype endorsement and prejudice moderate stereotype lift. *Journal of Experimental Social Psychology*, 44(5), 1421–1424. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2008.05.004>
- Cheryan, S., & Plaut, V. C. (2010). Explaining Underrepresentation: A theory of precluded interest. *Sex Roles*, 63, 475–488. <https://doi.org/10.1007/s11199-010-9835-x>
- Cheryan, S., Plaut, V. C., Davies, P. G., & Steele, C. M. (2009). Ambient belonging: How stereotypical cues impact gender participation in computer science. *Journal of Personality and Social Psychology*, 97(6), 1045–1060. <https://doi.org/10.1037/a0016239>
- Cheryan, S., Siy, J. O., Vichayapai, M., Drury, B. J., & Kim, S. (2011). Do female and male role models who embody STEM stereotyped hinder women's anticipated success in STEM?. *Social Psychological and Personality Science*, 2(6), 656–664. <https://doi.org/10.1177/1948550611405218>

- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others?. *Psychological Bulletin*, *143*(1), 1–35. <https://doi.org/10.1037/bul0000052>
- Cheung, R. M., & Hardin, C. D. (2010). Costs and benefits of political ideology: The case of economic self-stereotyping and stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology*, *46*(5), 761–766. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2010.03.012>
- Cohen, G. L., & Sherman, D. K. (2014). The Psychology of Change: Self-Affirmation and Social Psychological Intervention. *Annual Review of Psychology*, *65*, 333–371. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115137>
- Cohen, G. L., Garcia, J., Apfel, N., & Master, A. (2006). Reducing the racial achievement gap: A social-psychological intervention. *Science*, *313*(5791), 1307–1310. <https://doi.org/10.1126/science.1128317>
- Cohen, G. L., Garcia, J., Purdie-Vaughns, V., Apfel, N., & Brzustoski, P. (2009). Recursive processes in self-affirmation: Intervening to close the minority achievement gap. *Science*, *324*(5925), 400–403. <https://doi.org/10.1126/science.1170769>
- Cook, J. E., Purdie-Vaughns, V., Garcia, J., & Cohen, G. L. (2012). Chronic threat and contingent belonging: Protective benefits of values affirmation on identity development. *Journal of Personality and Social Psychology*, *102*(3), 479–496. <https://doi.org/10.1037/a0026312>
- Creswell, J. D., Dutcher, J. M., Klein, W. M. P., Harris, P. R., & Levine, J. M. (2013). Self-affirmation improves problem-solving under stress. *PLoS One*, *8*(5), Article e62593. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062593>
- Creswell, J. D., Welch, W. T., Taylor, S. E., Sherman, D. K., Gruenewald, T. L., & Mann, T. (2005). Affirmation of personal values buffers neuroendocrine and psychological stress responses. *Psychological Science*, *16*(11), 846–851. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2005.01624.x>
- Davis, D. W., & Silver, B. D. (2003). Stereotype Threat and Race of Interviewer Effects in a Survey on Political Knowledge. *American Journal of Political Science*, *47*(1), 33–45. <https://doi.org/10.1111/1540-5907.00003>

- Deemer, E. D., Lin, C., & Sott, C. (2016). Stereotype Threat and Women's Science Motivation: Examining the Disidentification Effect. *Journal of Career Assessment*, 24(4), 637-650. <https://doi.org/10.1177/1069072715616064>
- Deiglmayr, A., Stern, E., and Schubert, R. (2019). Beliefs in "brilliance" and belonging uncertainty in male and female STEM students. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 1114. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01114>
- de Jong, E. M., Jellesma, F. C., Koomen, H. M. Y., & de Jong, P. F. (2016). A values-affirmation intervention does not benefit negatively stereotyped immigrant students in the Netherlands. *Frontiers in Psychology*, 7, Article 691. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00691>
- Diekmann, A. B., Brown, E. R., Johnston, A. M., & Clark, E. K. (2010). Seeking Congruity Between Goals and Roles: A New Look at Why Women Opt Out of Science, Technology, Engineering, and Mathematics Careers. *Psychological Science*, 21(8), 1051-1057. <https://doi.org/10.1177/0956797610377342>
- Dietrich, J., & Lazarides, R. (2019). Gendered Development of Motivational Belief Patterns in Mathematics Across a School Year and Career Plans in Math-Related Fields. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 1472. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01472>
- Düchs G., & Mecke, K. (2020). Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2020. *Physik Journal*, 19(8/9), 70-75.
- Duden (n.d.). *Stereotype, das*. Bibliographisches Institut GmbH. Retrieved 22 June, 2021, from <https://www.duden.de/rechtschreibung/Stereotyp>
- Dutcher, J. M., Eisenberger, N., Woo, H., Klein, W. M. P., Harris, P. R., Levine, J. M., & Creswell, J. D. (2020). Neural mechanisms of self-affirmation's stress buffering effects. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 15(10), 1086-1096. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa042>
- 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>

- Eccles, J. (2009). Who am I and what am I going to do with my life? Personal and collective identities as motivators of action. *Educational Psychologist*, *44*(2), 78–89. <https://doi.org/10.1080/00461520902832368>
- Eccles, J., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J., et al. (1983). Expectancies, values and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motives*. (pp. 75-146). W. H. Freeman.
- Eccles, J., Adler, T., & Meece, J. L. (1984). Sex differences in achievement: A test of alternate theories. *Journal of Personality and Social Psychology*, *46*(1), 26–43. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.46.1.26>
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, *53*, 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Ellemers, N. (2018). Gender stereotypes. *Annual Review of Psychology*, *69*, 275–298. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011719>
- Fassiotto, M., Otto Hamel, E., Ku, M., Correll, S., Grewal, D., Lavori, P., Periyakoil, V. J., Reiss, A., Sandborg, C., Walton, G., Winkleby, M., & Valantine, H. (2016). Women in Academic Medicine: Measuring Stereotype Threat Among Junior Faculty. *Journal of Women's Health*, *25*(3), 292-298. <https://doi.org/10.1089/jwh.2015.5380>
- Flore, P. C., & Wicherts, J. M. (2015). Does stereotype threat influence performance of girls in stereotyped domains? A meta-analysis. *Journal of School Psychology*, *53*(1), 25–44. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2014.10.002>
- Forbes, C. E., Leitner, J. B., Duran-Jordan, K., Magerman, A. B., Schmader, T., & Allen, J. J. B. (2015). Spontaneous default mode network phase-locking moderates performance perceptions under stereotype threat. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *10*(7), 994-1002. <https://doi.org/10.1093/scan/nsu145>
- Fratzcher, M. (2021, January 21). *Mehr Frauen bedeuten mehr Freiheit*. ZEIT ONLINE. <https://www.zeit.de/wirtschaft/2021-01/gleichstellung-frauen-chancengleichheit-mindestbeteiligung-vorstaende-benachteiligung-karriere-beschluss>

- Fredricks, J. A., & Eccles, J. S. (2002). Children's competence and value beliefs from childhood through adolescence: Growth trajectories in two male-sex-typed domains. *Developmental Psychology, 38*(4), 519–533. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.38.4.519>
- Freeman, T. M., Anderman, L. H., & Jensen, J. M. (2007). Sense of belonging in college freshmen at the classroom and campus levels. *Journal of Experimental Education, 75*(3), 203–220. <https://doi.org/10.3200/JEXE.75.3.203-220>
- Gillen-O'Neel, C., & Fuligni, A. (2013). A longitudinal study of school belonging and academic motivation across high school. *Child Development, 84*(2), 678–692. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01862.x>
- González-Pérez, S., Mateos de Cabo, R., & Sáinz, M. (2020). Girls in STEM: Is It a Female Role-Model Thing?. *Frontiers in Psychology, 11*, Article 2204. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02204>
- Good, C., Aronson, J., & Inzlicht, M. (2003). Improving adolescents' standardized test performance: An intervention to reduce the effects of stereotype threat. *Journal of Applied Developmental Psychology, 24*(6), 645–662. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2003.09.002>
- Good, C., Rattan, A., & Dweck, C. S. (2012). Why do women opt out? Sense of belonging and women's representation in mathematics. *Journal of Personality and Social Psychology, 102*(4), 700–717. <https://doi.org/10.1037/a0026659>
- Goodenow, C. (1993). Classroom belonging among early adolescent students: relationships to motivation and achievement. *The Journal of Early Adolescence, 13*(1), 21–43. <https://doi.org/10.1177/0272431693013001002>
- Goyer, J. P., Cohen, G. L., Cook, J. E., Master, A., Apfel, N., Lee, W., Henderson, A. G., Reeves, S. L., Okonofua, J. A., & Walton, G. M. (2019). Targeted identity-safety interventions cause lasting reductions in discipline citations among negatively stereotyped boys. *Journal of Personality and Social Psychology, 117*(2), 229–259. <https://doi.org/10.1037/pspa0000152>

- Green, M., Emery, A., Sanders, M., and Anderman, L. H. (2016). Another path to belonging: a case study of middle school students' perspectives. *The Educational and Developmental Psychologist, 33*(1), 85–96. <https://doi.org/10.1017/edp.2016.4>
- Hadden, I. R., Easterbrook, M. J., Nieuwenhuis, M., Fox, K. J., & Dolan, P. (2019). Self-affirmation reduces the socioeconomic attainment gap in schools in England. *British Journal of Educational Psychology, 90*(2), 517-536. <https://doi.org/10.1111/bjep.12291>
- Haimovitz, K., Dweck, C. S., & Walton, G. M. (2018). Preschoolers find ways to resist temptation after learning that willpower can be energizing. *Developmental Science, 23*(3), Article e12905. <https://doi.org/10.1111/desc.12905>
- Hall, W. M., Schmader, T., Aday, A., & Croft, E. (2018). Decoding the dynamics of social identity threat in the workplace: A within-person analysis of women's and men's interactions in STEM. *Social Psychological and Personality Science, 10*(4), 542–552. <https://doi.org/10.1177/1948550618772582>
- Hall, W. M., Schmader, T., & Croft, E. (2015). Engineering exchanges: Daily social identity threat predicts burnout among female engineers. *Social Psychological and Personality Science, 6*(5), 528–534. <https://doi.org/10.1177/1948550615572637>
- Halpern, D. F., Benbow, C. P., Geary, D. C., Gur, R. C., Hyde, J. S., & Gernsbacher, M. A. (2007). The Science of Sex Differences in Science and Mathematics. *Psychological Science in the Public Interest, 8*(1), 1-51. <https://doi.org/10.1111/j.1529-1006.2007.00032.x>
- Hannover, B., & Kessels, U. (2004). Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. *Learning and Instruction, 14*(1), 51–67. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2003.10.002>
- Harackiewicz, J. M., Canning, E. A., Tibbetts, Y., Giffen, C. J., Blair, S. S., Rouse, D. I., & Hyde, J. S. (2014). Closing the social class achievement gap for first-generation students in undergraduate biology. *Journal of Educational Psychology, 106*(2), 375–389. <https://doi.org/10.1037/a0034679>

- Haslam, S. A., Oakes, P. J., Reynolds, K. J., & Turner, J. C. (1999). Social identity salience and the emergence of stereotype consensus. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25(7), 809–818. <https://doi.org/10.1177/0146167299025007004>
- Haslam, S. A., Reicher, S. D., & Reynolds, K. J. (2012). Identity, influence, and change: Rediscovering John Turner’s vision for social psychology. *British Journal of Social Psychology*, 51(2), 201-218. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8309.2011.02091.x>
- Haslam, S. A., & Turner, J. C. (1992). Context-dependent variation in social stereotyping 2: The relationship between frame of reference, self-categorization and accentuation. *European Journal of Social Psychology*, 22(3), 251-277. <https://doi.org/10.1002/ejsp.2420220305>
- Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Shanahan, M.-C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 978-1003. <https://doi.org/10.1002/tea.20363>
- Hecht, C. A., Yeager, D. S., Dweck, C. S., & Murphy, M. C. (2021). Beliefs, affordances, and adolescent development: Lessons from a decade of growth mindset interventions. In J. Lockman (Ed.), *Advances in Child Development and Behavior* (Advance online publication). Academic Press.
- Henry, J. D., von Hippel, C., & Shapiro, L. (2010). Stereotype threat contributes to social difficulties in people with schizophrenia. *British Journal of Clinical Psychology*, 49(1), 31–41.
- Hermann, J. M., & Vollmeyer, R. (2017). Das mathematische Selbstkonzept als Moderator des Stereotype-Threat- und Stereotype-Lift-Effekts. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*, 31(3-4), 221-234. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000209>
- Hobson, N. M., & Inzlicht, M. (2016). The mere presence of an outgroup member disrupts the brain's feedback-monitoring system. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 11(11), 1698-1706. <https://doi.org/10.1093/scan/nsw082>
- Hoffman, M., Richmond, J., Morrow, J., & Salomone, K. (2002). Investigating “sense of belonging” in first-year college students. *Journal of College Student Retention:*

- Research, Theory & Practice*, 4(3), 227–256. <https://doi.org/10.2190/DRYC-CXQ9-JQ8V-HT4V>
- Huguet, P., & Régner, I. (2009). Counter-stereotypic beliefs in math do not protect school girls from stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45(4), 1024–1027. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.04.029>
- Inzlicht, M., & Ben-Zeev, T. (2000). A threatening intellectual environment: Why females are susceptible to experiencing problem-solving deficits in the presence of males. *Psychological Science*, 11(5), 365–371. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00272>
- Inzlicht, M., & Ben-Zeev, T. (2003). Do high-achieving female students underperform in private? The implications of threatening environments on intellectual processing. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 796–805. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.796>
- Inzlicht, M., Tullett, A., & Gutsell, J. N. (2012). Stereotype threat spillover: The short- and long-term effects of coping with threats to social identity. In M. Inzlicht & T. Schmader (Eds.), *Stereotype Threat: Theory, Process, and Application* (pp. 107-123). Oxford University Press.
- Inzlicht, M., Tullett, A. M., Legault, L., & Kang, S. K. (2011). Lingering effects: Stereotype threat hurts more than you think. *Social Issues and Policy Review*, 5(1), 227-256. <https://doi.org/10.1111/j.1751-2409.2011.01031.x>
- Jamieson, J. P., & Harkins, S. G. (2007). Mere effort and stereotype threat performance effects. *Journal of Personality and Social Psychology*, 93(4), 544–564. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.93.4.544>
- Jamieson, J. P., & Harkins, S. G. (2011). The intervening task method: Implications for measuring mediation. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 37(5), 652–661. <https://doi.org/10.1177/0146167211399776>
- Job, V., Dweck, C. S., & Walton, G. M. (2010). Ego depletion — is it all in your head?: Implicit theories about willpower affect self-regulation. *Psychological Science*, 21(11), 1686-1693. <https://doi.org/10.1177/0956797610384745>

- Johnson, H. J., Barnard-Brak, L., Saxon, T. F., & Johnson, M. K. (2012). An experimental study of the effects of stereotype threat and stereotype lift on men and women's performance in mathematics. *Journal of Experimental Education, 80*(2), 137–149. <https://doi.org/10.1080/00220973.2011.567312>
- Jones, P. R. (2012). Reducing the impact of stereotype threat on women's math performance: Are two strategies better than one?. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 9*(2), 587-616.
- Kessels, U., Rau, M., & Hannover, B. (2006). What goes well with physics? Measuring and altering the image of science. *British Journal of Education Psychology, 76*(4), 761–780. <https://doi.org/10.1348/000709905X59961>
- Kirsch, A., & Wrohlich, K. (2021). Mehr Frauen in Spitzengremien großer Unternehmen, Dynamik aber verhalten — Gesetzliche Vorgabe könnte Schwung bringen. *DIW Wochenbericht, 3*, 21-34. https://doi.org/10.18723/diw_wb:2021-3-2
- Koenig, A. M. (2018). Comparing prescriptive and descriptive gender stereotypes about children, adults, and the elderly. *Frontiers in Psychology, 9*, Article 1086. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01086>
- Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e. V. (n.d.). *Komm, mach MINT-Datentool*. Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e. V.. Retrieved 22 June, 2021, from <https://www.komm-mach-mint.de/service/mint-datentool>
- Lamont, R. A., Swift, H. J., & Abrams, D. (2015). A review and meta-analysis of age-based stereotype threat: Negative stereotypes, not facts, do the damage. *Psychology and Aging, 30*(1), 180-193. <http://dx.doi.org/10.1037/a0038586>
- Layous, K., Davis, E. M., Garcia, J., Purdie-Vaughns, V., Cook, J. E., & Cohen, G. L. (2017). Feeling left out, but affirmed: Protecting against the negative effects of low belonging in college. *Journal of Experimental Social Psychology, 69*, 227–231. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2016.09.008>
- Lee, K., Kim, H., & Vohs, K. D. (2011). Stereotype Threat in the Marketplace: Consumer Anxiety and Purchase Intentions. *Journal of Consumer Research, 38*(2), 343-357. <https://doi.org/10.1086/659315>

- Leslie, S.-J., Cimpian, A., Meyer, M., & Freeland, E. (2015). Expectations of brilliance underlie gender distributions across academic disciplines. *Science*, *347*(6219), <https://doi.org/10.1126/science.1261375>
- Lin-Siegler, X., Ahn, J. N., Chen, J., Fang, F. -F. A., & Luna-Lucero, M. (2016). Even Einstein struggled: Effects of learning about great scientists' struggles on high school students' motivation to learn science. *Journal of Educational Psychology*, *108*(3), 314–328. <https://doi.org/10.1037/edu0000092>
- Liu, S., Liu, P., Wang, M., & Zhang, B. (2020). Effectiveness of stereotype threat interventions: A meta-analytic review. *Journal of Applied Psychology*, *106*(6), 921-949. <https://doi.org/10.1037/apl0000770>
- Logel, C., Walton, G. M., Spencer, S. J., Iserman, E. C., von Hippel, W., & Bell, A. E. (2009). Interacting with sexist men triggers social identity threat among female engineers. *Journal of Personality and Social Psychology*, *96*(6), 1089–1103. <https://doi.org/10.1037/a0015703>
- Major, B., & O'Brien, L. T. (2005). The Social Psychology of Stigma. *Annual Review of Psychology*, *56*, 393-421. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.56.091103.070137>
- Major, B., & Schmader, T. (2018). Stigma, social identity threat, and health. In B. Major, J. F. Dovidio, & B. G. Link (Eds.), *Oxford library of psychology. The Oxford handbook of stigma, discrimination, and health* (pp. 85–103). Oxford University Press.
- Major, B., Quinton, W. J., & McCoy, S. K. (2002). Antecedents and consequences of attributions to discrimination: Theoretical and empirical advances. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (Vol. 34, pp. 251–330). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(02\)80007-7](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(02)80007-7)
- Makarova, E., Aeschlimann, B., & Herzog, W. (2019). The gender gap in stem fields: The impact of the gender stereotype of math and science on secondary students' career aspirations. *Frontiers in Education*, *4*, Article 60. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00060>

- Marchand, G. C., & Taasobshirazi, G. (2013). Stereotype threat and women's performance in physics. *International Journal of Science Education*, 35(18), 3050–3061. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.683461>
- Martens, A., Johns, M., Greenberg, J., & Schimel, J. (2006). Combating stereotype threat: The effect of self-affirmation on women's intellectual performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 42(2), 236–243. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2005.04.010>
- Martiny, S., & Götz, T. (2011). Stereotype Threat in Lern- und Leistungssituationen: theoretische Ansätze, empirische Befunde und praktische Implikationen. In M. Dresel & L. Lämmle (Eds.), *Motivation, Selbstregulation und Leistungsexzellenz* (pp. 153-178). LIT Verlag.
- Mendes, W. B., Major, B., McCoy, S., & Blascovich, J. (2008). How attributional ambiguity shapes physiological and emotional responses to social rejection and acceptance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 94(2), 278–291. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.94.2.278>
- Miller, D. I., Eagly, A. H., & Linn, M. C. (2015). Women's representation in science predicts national gender-science stereotypes: Evidence from 66 nations. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 631–644. <https://doi.org/10.1037/edu0000005>
- Miyake, A., Kost-Smith, L. E., Finkelstein, N. D., Pollock, S. J., Cohen, G. L., & Ito, T. A. (2010). Reducing the gender achievement gap in college science: A classroom study of values affirmation. *Science*, 330(6008), 1234-1237. <https://doi.org/10.1126/science.1195996>
- Moritz, S., Happach, I., Spirandelli, K., Lincoln, T. M., & Berna, F. (2018). The stereotype threat effect: An alternative explanation for neurocognitive deficits in schizophrenia?. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 29(4), 249-258. <https://doi.org/10.1024/1016-264X/a000234>
- Mrazek, M. D., Chin, J. M., Schmader, T., Hartson, K. A., Smallwood, J., & Schooler, J. W. (2011). Threatened to distraction: Mind-wandering as a consequence of

- stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology*, 47(6), 1243–1248. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2011.05.011>
- Murphy, M. C., Steele, C. M., & Gross, J. J. (2007). Signaling threat: How situational cues affect women in math science, and engineering settings. *Psychological Science*, 18(10), 879–885. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01995.x>
- Nguyen, H.-H. D., & Ryan, A. M. (2008). Does stereotype threat affect test performance of minorities and women? A meta-analysis of experimental evidence. *Journal of Applied Psychology*, 93(6), 1314–1334. <https://doi.org/10.1037/a0012702>
- Nosek, B. A., Smyth, F. L., Sriram, N., Lindner, N. M., Devos, T., Ayala, A., Bar-Anan, Y., Bergh, R., Cai, H., Gonsalkorale, K., Kesebir, S., Maliszewski, N., Neto, F., Olli, E., Park, J., Schnabel, K., Shiomura, K., Tulbure, B. D., Wiers, R., W., Somogyi, M., Akrami, N., Ekehammar, B., Vianello, M., Banaji, M. R., & Greenwald, A. G. (2009). National differences in gender–science stereotypes predict national sex differences in science and math achievement. *PNAS*, 106(26), 10593-10597. <https://doi.org/10.1073/pnas.0809921106>
- Owens, J., & Massey, D. S. (2011). Stereotype Threat and College Academic Performance: A Latent Variables Approach. *Social Science Research*, 40(1), 150-166. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2010.09.010>
- Paunesku, D., Walton, G. M., Romero, C., Smith, E. N., Yeager, D. S., & Dweck, C. S. (2015). Mind-Set Interventions Are a Scalable Treatment for Academic Underachievement. *Psychological Science*, 26(6), 784-793. <https://doi.org/10.1177/0956797615571017>
- Pendry, L. F. (2012). Social cognition (5th Edition). In M. Hewstone, W. Stroebe, & K. Jonas (Eds.), *Introduction to Social Psychology* (5th ed., pp. 91-120). Blackwell.
- Petersen, L.-E. & Six-Materna, I. (2006). Stereotype. In D. Frey & W. Bierhoff (Eds.), *Handbuch der Sozialpsychologie und Kommunikationspsychologie* (pp. 430-436). Hogrefe.

- Petersen, S., & Wulff, P. (2017). The German Physics Olympiad – identifying and inspiring talents. *European Journal of Physics*, 38, 1-16. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aa538f>
- PhysikOlympiade (n.d.). *Ablauf der PhysikOlympiade*. ScienceOlympiaden. Retrieved 22 June, 2021, from <https://www.scienceolympiaden.de/ipho/internationale-physik-olympiade-wettbewerb/uebersicht-ablauf-wettbewerb>
- Pittman, L. D., & Richmond, A. (2007). Academic and psychological functioning in late adolescence: the importance of school belonging. *Journal of Experimental Education*, 75(4), 270–290. <https://doi.org/10.3200/JEXE.75.4.270-292>
- Pittman, L. D., & Richmond, A. (2008). University belonging, friendship quality, and psychological adjustment during the transition to college. *Journal of Experimental Education*, 76(4), 343–361. <https://doi.org/10.3200/JEXE.76.4.343-362>
- Plante, I., de la Sablonnière, R., Aronson, J. M., & Théorêt, M. (2013). Gender stereotype endorsement and achievement-related outcomes: The role of competence beliefs and task values. *Contemporary Educational Psychology*, 38(3), 225–235. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2013.03.004>
- Plante, I., O’Keefe, P. A., Aronson, J., Fréchette-Simard, C., & Goulet, M. (2018). The interest gap: how gender stereotype endorsement about abilities predicts differences in academic interests. *Social Psychology of Education*, 22, 227-245. <https://doi.org/10.1007/s11218-018-9472-8>
- Prentice, D. A., & Carranza, E. (2002). What women should be, shouldn't be, are allowed to be, and don't have to be: The contents of prescriptive gender stereotypes. *Psychology of Women Quarterly*, 26(4), 269–281. <https://doi.org/10.1111/1471-6402.t01-1-00066>
- Rahn, G., Martiny, S. E., & Nikitin, J. (2020). Feeling out of place: Internalized age stereotypes are associated with older employees’ sense of belonging and social motivation. *Work Aging Retire*, 7(1), 61-77. <https://doi.org/10.1093/workar/waaa005>

-
- Rattan, A., & Dweck, C. S. (2010). Who confronts prejudice? The role of implicit theories in the motivation to confront prejudice. *Psychological Science, 21*(7), 952–959. <https://doi.org/10.1177/0956797610374740>
- Rattan, A., Good, C., & Dweck, C. S. (2012). “It’s ok — Not everyone can be good at math”: Instructors with an entity theory comfort (and demotivate) students. *Journal of Experimental Social Psychology, 48*(3), 731–737. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2011.12.012>
- Rege, M., Hanselman, P., Solli, I. F., Dweck, C. S., Ludvigsen, S., Bettinger, E., Crosnoe, R., Muller, C., Walton, G., Duckworth, A., & Yeager, D. S. (2020). How can we inspire nations of learners? An investigation of growth mindset and challenge-seeking in two countries. *American Psychologist*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1037/amp0000647>
- Sadler, P., Sonnert, G., Hazari, Z., & Tai, R. (2012). Stability and volatility of STEM career interest in high school: A gender study. *Science Education, 96*(3), 411–427. <https://doi.org/10.1002/sce.21007>
- Sahin, A., Gulacar, O., & Stuessy, C. (2015). High school students’ perceptions of the effects of international Science Olympiad on their STEM career aspirations and twenty-first century skill development. *Research in Science Education, 45*, 785–805. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9439-5>
- Saß, S., & Kampa, N. (2019). Self-concept profiles in lower secondary level – an explanation for gender differences in science course selection? *Frontiers in Psychology, 10*, Article 836. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00836>
- Schmader, T. (2002). Gender identification moderates stereotype threat effects on women’s math performance. *Journal of Experimental Social Psychology, 38*(2), 194–201. <https://doi.org/10.1006/jesp.2001.1500>
- Schmader, T., Hall, W., & Croft, A. (2015). Stereotype threat in intergroup relations. In M. Mikulincer, P. R. Shaver, J. F. Dovidio, & J. A. Simpson (Eds.), *APA handbooks in psychology®. APA handbook of personality and social psychology, Vol. 2. Group*

- processes* (pp. 447–471). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/14342-017>
- Schmader, T., Johns, M., & Barquissau, M. (2004). The costs of accepting gender differences: The role of stereotype endorsement in women's experience in the math domain. *Sex Roles, 50*, 835–850. <https://doi.org/10.1023/B:SERS.0000029101.74557.a0>
- Schmader, T., Johns, M., & Forbes, C. (2008). An integrated process model of stereotype threat effects on performance. *Psychological Review, 115*(2), 336–356. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.115.2.336>
- Schneider, D. J. (2004). *The psychology of stereotyping*. Guilford Press.
- ScienceOlympiaden (n.d.). *Willkommen zu den ScienceOlympiaden*. ScienceOlympiaden. Retrieved 22 June, 2021, from <https://www.scienceolympiaden.de>
- Selimbegović, L., Karabegović, M., Blažev, M., & Burušić, J. (2019). The independent contributions of gender stereotypes and gender identification in predicting primary school pupils' expectancies of success in STEM fields. *Psychology in the Schools, 56*(10), 1614-1632. <https://doi.org/10.1002/pits.22296>
- Setterlund, M. B., & Niedenthal, P. M. (1993). "Who am I? Why am I here?" Self-esteem, self-clarity, and prototype matching. *Journal of Personality and Social Psychology, 65*(4), 769–780. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.65.4.769>
- Shapiro, J. R., & Neuberg, S. L. (2007). From stereotype threat to stereotype threats: Implications of a multi-threat framework for causes, moderators, mediators, consequences, and interventions. *Personality and Social Psychology Review, 11*(2), 107-130. <https://doi.org/10.1177/1088868306294790>
- Sherman, D. K., Hartson, K. A., Binning, K. R., Purdie-Vaughns, V., Garcia, J., Taborsky-Barba, S., Tomassetti, S., Nussbaum, A. D., & Cohen, G. L. (2013). Deflecting the trajectory and changing the narrative: How self-affirmation affects academic performance and motivation under identity threat. *Journal of Personality and Social Psychology, 104*(4), 591–618. <https://doi.org/10.1037/a0031495>

- Sherman, D. K. (2013). Self-affirmation: Understanding the effects. *Social and Personality Psychology Compass*, 7(11), 834-845. <https://doi.org/10.1111/spc3.12072>
- Sinclair, S., Hardin, C. D., & Lowery, B. S. (2006). Self-stereotyping in the context of multiple social identities. *Journal of Personality and Social Psychology*, 90(4), 529–542. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.90.4.529>
- Smyth, F. L., & Nosek, B. A. (2015). On the gender-science stereotypes held by scientists: Explicit accord with gender-ratios, implicit accord with scientific identity. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 415. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00415>
- Solga, H., & Pfahl, L. (2009). Doing Gender im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich. In J. Milberg (Ed.), *Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft* (pp. 155-218)., No. SP I 2009-502. https://doi.org/10.1007/978-3-642-01123-8_4
- Spencer, S. J., Logel, C., & Davies, P. G. (2016). Stereotype threat. *Annual Review of Psychology*, 67, 415–437. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-073115-103235>
- Spencer, S. J., Steele, C. M., & Quinn, D. M. (1999). Stereotype threat and women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 35(1), 4–28. <https://doi.org/10.1006/jesp.1998.1373>
- Statistisches Bundesamt (n.d.). *Studierende in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft (MINT) und Technik-Fächern*. Statistisches Bundesamt. Retrieved 22 June, 2021, from <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Tabellen/studierende-mint-faechern.html>
- Stegh, A. M., Höffler, T. N., Höft, L., & Parchmann, I. (2021). Exploring science competition participants' expectancy-value perceptions and identification: A latent profile analysis. *Learning and Instruction*, 74. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101455>
- Stegh, A. M., Höffler, T. N., Keller, M. M., & Parchmann, I. (2019). Gender differences in mathematics and science competitions: A systematic review. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(10), 1431–1460. <https://doi.org/10.1002/tea.21580>

- Steele, C. M. (1988). The psychology of self-affirmation: Sustaining the integrity of the self. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology, Vol. 21. Social psychological studies of the self: Perspectives and programs* (pp. 261–302). Academic Press.
- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(5), 797–811. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.69.5.797>
- Steele, C. M., Spencer, S. J., & Aronson, J. (2002). Contending with group image: the psychology of stereotype and social identity threat. *Advances in Experimental Social Psychology*, 34, 379–440. [https://doi.org/10.1016/s0065-2601\(02\)80009-0](https://doi.org/10.1016/s0065-2601(02)80009-0)
- Taylor, V. J., & Walton, G. M. (2011). Stereotype Threat Undermines Academic Learning. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 37(8), 1055-1067. <https://doi.org/10.1177/0146167211406506>
- Thames, A. D., Hinkin, C. H., Byrd, D. A., Bilder, R. M., Duff, K. J., Rivera Mindt, M., Arentoft, A., & Streiff, V. (2013). Effects of stereotype threat, perceived discrimination, and examiner race on neuropsychological performance: simple as black and white?. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 19(5), 583-593. <https://doi.org/10.1017/S1355617713000076>
- Thomas, A. K., & Dubois, S. J. (2011). Reducing the burden of stereotype threat eliminates age differences in memory distortion. *Psychological Science*, 22(12), 1515-1517. <https://doi.org/10.1177/0956797611425932>
- Top, N., Sahin, A., & Almus, K. (2015). A stimulating experience: I-SWEEEP participants' perceptions on the benefits of Science Olympiad and gender differences in Competition Category. *SAGE Open*, 5(3), 1-13. <https://doi.org/10.1177/2158244015605355>
- Turner, J. C., Oakes, P. J., Haslam, A., & McGarty, C. (1994). Self and collective: Cognition and social context. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 20(5), 454-463. <https://doi.org/10.1177/0146167294205002>

- Turner, J. C., & Reynolds, K. J. (2012). Self-Categorization theory. In P. A. M. Van Lange, A. W. Kruglanski & E. T. Higgins (Eds.), *Handbook of Theories of Social Psychology* (Vol.2, pp. 339-417). <http://dx.doi.org/10.4135/9781446249222.n46>
- Vinni-Laakso, J., Guo, J., Juuti, K., Loukomies, A., Lavonen, J., & Salmela-Aro, K. (2019). The relations of science task values, self-concept of ability, and stem aspirations among Finnish students from first to second grade. *Frontiers in Psychology, 10*, Article 1449. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01449>
- von Hippel, C., Henry, J. D., Terrett, G., Mercuri, K., McAlear, K., & Rendell, P. G. (2017). Stereotype threat and social function in opioid substitution therapy patients. *British Journal of Clinical Psychology, 56*(2), 160–171. <https://doi.org/10.1111/bjc.12128>
- Wakslak, C. J., & Trope, Y. (2009). Cognitive consequences of affirming the self: The relationship between self-affirmation and object construal. *Journal of Experimental Social Psychology, 45*(4), 927–932. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.05.002>
- Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2003). Stereotype lift. *Journal of Experimental Social Psychology, 39*(5), 456–467. [https://doi.org/10.1016/S0022-1031\(03\)00019-2](https://doi.org/10.1016/S0022-1031(03)00019-2)
- Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2007). A question of belonging: Race, social fit, and achievement. *Journal of Personality and Social Psychology Research, 92*(1), 82–96. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.1.82>
- Wang, M.-T., & Degol, J. (2013). Motivational Pathways to STEM Career Choices: Using Expectancy-Value Perspective to Understand Individual and Gender Differences in STEM Field. *Developmental Review, 33*(4), 304-330. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2013.08.001>
- Watt, H. (2016). Gender and Motivation. In K. R. Wentzel & D. B. Miele (Eds.), *Handbook of Motivation at School* (2nd ed., pp. 320-339). Routledge.
- Watt, H. M. G., Bucich, M., & Dacosta, L. (2019). Adolescents' motivational profiles in mathematics and science: associations with achievement striving, career aspirations and psychological wellbeing. *Frontiers in Psychology, 10*, Article 990. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00990>

Kapitel 2:

ERSTE STUDIE

Sense of Belonging as an Important Factor in the Pursuit of Physics: Does It Also Matter for Female Participants of the German Physics Olympiad?

Official Citation:

Ladewig A, Keller M and Klusmann U (2020) Sense of Belonging as an Important Factor in the Pursuit of Physics: Does It Also Matter for Female Participants of the German Physics Olympiad? *Front. Psychol.* 11:548781. doi: 10.3389/fpsyg.2020.548781

Copyright © 2020 Ladewig, Keller and Klusmann. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Abstract

This paper focuses on stereotype threat and its effects on sense of belonging in the German Physics Olympiad science competition. Participants completed questionnaires about sense of belonging, stereotype endorsement, interest, and self-concept in physics, as well as about value and success expectations of studying physics in college. Female participants who endorsed negative stereotypes about female talent for physics felt less sense of belonging to physics. This effect did not manifest for male participants. Sense of belonging to physics significantly predicted value and success expectations for studying physics in college beyond what is predicted by interest and self-concept in physics. These findings suggest that sense of belonging is influenced by stereotype threat, which was shown to cause gender differences in science. Nevertheless, sense of belonging could be included into the expectancy-value theory based on its predictive impact on value and success expectations of studying physics.

Keywords:

sense of belonging, stereotype threat theory, gender, expectancy-value theory, science competitions

Introduction

Lower interest in science, technology, engineering, or mathematics (STEM) careers and often lower numbers of girls in science precipitated much research on gender differences in science, applying different rationales and theoretical approaches (e.g., Aronson et al., 1999; Schmader et al., 2004; Flore and Wicherts, 2015; Kang et al., 2019). Declining interest in science over the course of secondary school seems widely acknowledged (see, for instance, Potvin and Hasni, 2014a; Potvin et al., 2018) with only few contradicting findings (see, for instance, Kang et al., 2019). However, a study by Sadler et al. (2012) paints a more nuanced image by taking gender into account: in contrast to boys' stable interest in STEM careers, girls' interest declines during high school. Aside from a lower interest, women and girls also face various stereotypes regarding the environment, demands to succeed, and female talent in science (see Cheryan et al., 2015). Consequently, women less often choose most science domains in school, college, and careers (Kahn and Ginther, 2015; Miller and Wai, 2015; Su and Rounds, 2015; Wang et al., 2015; Cheryan et al., 2017). This predominance of men is especially apparent in physics. As an example, in recent years, only about 30% of the participants in the extracurricular science competition German Physics Olympiad have been female and consistently continue to drop out of the competition earlier than their male opponents. This underrepresentation of females has led to speculations whether the science Olympiads in fact offer equitable participation for males and females or simply perpetuate the gender gap (see Steegh et al., 2019). In any case, as the Physics Olympiad shows the typical male dominance in its participation numbers, it is an environment that somewhat represents the normal physics world — talented and interested girls want to pursue physics but then are deterred from that path, unable or unwilling to perform at their full potential.

Of the various approaches that try to explain the reasons for the gender gap, two figures very prominently. First is stereotype threat theory. Stereotype threat theory explains the behavior of stereotyped minorities including females in sciences based on negative stereotypes that affect behavior and performance of the minority group due to their social identification with the stereotyped group (e.g., Spencer et al., 1999; Steele et al., 2002). The impact of stereotype threat has not yet been analyzed regarding voluntary participation

in extracurricular activities. Female participants of the German Physics Olympiad are a very selective sample. They have taken a first step toward a physics career by freely choosing to participate in a physics setting. Researching if they are nevertheless suffering from stereotype threat and, consequently, its negative effects is thus of interest. Second, an approach from motivational theories could help in explaining the gender gap. Among others, the expectancy-value theory (e.g., Eccles et al., 1983; Eccles, 2009) explains career decisions through achievement-related choices. By connecting stereotype threat and the expectancy-value theory, an explanation is sought of how stereotype threat might interfere in the process of forming a career choice — even when females are interested in physics and engaging in physics activities.

This study focuses on a sense of belonging as a central factor in girls' physics motivation by connecting the theories of expectancy-value and stereotype threat in one model. The addressed research questions are:

1. Are girls in a physics environment adversely affected by stereotype threat's consequences, in this case analyzed as having lower sense of belonging due to prevalent science gender stereotypes?
2. Does sense of belonging influence success expectations and value of studying physics?

We chose to research these questions using the German Physics Olympiad as a prototypical physics environment.

Theoretical Background

Sense of Belonging in Educational Settings

Humans are motivated by the need to form social attachments and feel belonging to others (Baumeister and Leary, 1995). This need is described by sense of belonging, which in educational settings typically includes feelings about school, experiences and relationships with fellow students and teachers (Allen et al., 2018). Good et al. (2012) defined it as the feeling of membership in a group and acceptance and valuation by its members. In school,

sense of belonging at school is the relevant belonging. Sense of belonging at school describes the feeling of belonging specifically within the school environment and was found to be influenced by a wide range of factors, such as academic achievements (see Allen and Bowles, 2012), self-efficacy, and self-concept (Chiu et al., 2016). Additionally, it also positively influences motivation and achievement (Goodenow, 1993). Similar results were shown for belonging in college as well as belonging's close association with task value (Freeman et al., 2007). Students with higher belonging to their college achieved higher results, felt more academically competent, and also experienced more positive self-worth (Pittman and Richmond, 2007). Results of Freeman et al. (2007) indicate that the main contributor to college belonging is the perception of how accepted one is socially by other students and college staff.

This importance of social connections can also be seen when analyzing the structure of sense of belonging. Belonging in school can be divided into academic belonging and social belonging (Green et al., 2016), whereby academic belonging is feeling belonging or acceptance within a field. Social belonging, on the other hand, is feeling membership to the group one is participating in in a certain environment. For belonging in college, five central factors were found: perceived support by peers, perceived support or comfort by faculty, perceived comfort in the classroom, perceived isolation, and empathetic faculty understanding (Hoffman et al., 2002). Taking this into account, academic belonging should be a relevant factor for school, college, and extracurricular science activities.

Intentions to continue in a field, choosing it in college or as a career and belonging are also closely connected. When belonging is felt not just within school in general, but to a certain domain, it influences students' intention to remain in a domain through college (e.g., Good et al., 2012). It is problematic that belonging was found to decrease during middle school (Anderman, 2003), seeing as identity in a domain is relevant for career choices (Hazari et al., 2010) and mainly formed in school. Thereby, the formation of an identity interacts with belonging in the school context. Low belonging at school thus might negatively impact the formation of a strong identity as well as career choices in science. This is also the case in college, where feeling that one belongs there based on one's own ability in the field predicts women's intention of remaining in the field (Banchefsky et al., 2019). As the

associated ability beliefs in a field are correlated with belonging (Deiglmayr et al., 2019), researching belonging in different social environments is especially important to understand the formation of career choices. Deiglmayr et al. (2019) showed that females in mathematics and physics had higher beliefs that promote brilliance or talent as the determinant of success – domains in which women also report more uncertainty of belonging. Students' ability beliefs are also associated with the actual gender ratio in a field, meaning that fewer women in a field and higher beliefs about need of brilliance to succeed are connected (Bailey et al., 2019). Females in science thus appear to be at a disadvantage for forming belonging that could positively influence their career decisions.

A possible explanation of the connection of belonging and career choices can be found in school, where belonging also predicts value and success expectations for middle school subjects (Goodenow, 1993) and higher belonging goes along with higher perceived utility and intrinsic values of school when experienced in high school (Gillen-O'Neel and Fuligni, 2013). The expectancy-value model of Eccles et al. (1983) (e.g., Eccles, 2009) includes value and success expectations as two central elements. Based on the assumption that success expectations and the value assigned to a task inform the choices one is making in achievement-related situations, the model includes several variables influencing these two beliefs, including gender and stereotypes (Eccles et al., 1984). Thereby, a recursive and interdependent process of environmental factors (e.g., family demographics or stereotypes) and individual-level factors of the subject (e.g., self-concept, identities, and personality) is built, which should eventually help explain an individual's career decisions. Sense of belonging has not yet been systematically researched regarding the model, although its association to its main factors has been shown (Goodenow, 1993: value and success expectations in school subjects; Gillen-O'Neel and Fuligni, 2013: academic value).

In sum, belonging is an essential part of educational settings. As college belonging alone was found to be one of the main determinants for completing college (Yeager et al., 2016), belonging has an impact on students' academic outcomes and can influence future career paths. Nevertheless, not every form of belonging is beneficial, such as feeling belonging to the group of females in a predominantly male environment such as physics. The consequences of belonging to a minority group, especially in environments in which

achievements are relevant, have been researched and discussed in the literature on stereotype threat.

Negative Consequences of Stereotype Threat for Women and Girls in Science

Women and girls in science are faced with negative stereotypes about them, and these negative stereotypes threaten both their belonging to the group and confirmation of the stereotype that goes along with their gender identity (see Schmader et al., 2015). Within the broader concept of social identity threat, stereotype threat theory stipulates that when a person identifies with a minority group that is negatively stereotyped by another group, the negative stereotypes can inhibit the person from performing at his or her best (e.g., Steele and Aronson, 1995; Spencer et al., 1999; Steele et al., 2002; Hall et al., 2015; Bedyńska et al., 2018). A variety of minority groups have been shown to be negatively affected by stereotypes pertaining to them (e.g., Aronson et al., 2002; Good et al., 2003; Hartley and Sutton, 2013; Froehlich et al., 2016); even men, when working in typically female environments, showed negative attitudes toward work and stronger intentions to opt out of their work field due to stereotypes (Kalokerinos et al., 2017). Females in STEM generally and in physics especially are among those negatively affected (e.g., Miller et al., 2015; Smyth and Nosek, 2015) due to the prevalence of harmful science gender stereotypes. Members of the stereotyped out-group, in this case girls and women in STEM, are often doubting their belonging to the in-groups. This is because of the characteristics attributed to the out-group (Cohen and Garcia, 2008). Typical stereotypes state that girls (out-group) have less talent for science subjects than males, which is why they might not belong to the science group (in-group). Consequently, girls not only show worse performance than their fellow male students (Shih et al., 1999; Flore and Wicherts, 2015) but also report feeling a lack of acceptance, more incompetence, and mental exhaustion (Hall et al., 2015), or even burnout (Hall et al., 2018). Whereas stereotyped groups were shown to exert more effort to prove the stereotypes about their social group wrong (e.g., Jamieson and Harkins, 2007), the effects were shown to be based not only on the social identity of and membership in the stereotyped group but also on the individual's self. Therefore, using fictitious names and thereby separating performance from the identity of

the participant enabled a reduction in stereotype threat effects on women (Zhang et al., 2012).

Intervening into the potentially vicious cycle of stereotype threat is important (Yeager et al., 2016), as forming a strong identity in an academics' social system and confirming its values predict the persistence in a field (Estrada et al., 2011). Within this cycle, the connection of belonging and stereotypes becomes apparent again; by doubting their skills and abilities, students are sensitive to judging other's behavior for cues that might be indicative of their doubt about one's membership to the in-group (Aronson and Inzlicht, 2004), which leads to distancing oneself from the tasks and environment. This distancing can lead to feeling belonging uncertainty. Belonging uncertainty is the feeling of uncertainty of ones' membership to the in-group (Walton and Cohen, 2007). Eventually, this uncertainty leads to negative consequences of stereotype threat, which range from lower performance (Steele and Aronson, 1995), impacting cognitive variables — such as more negative perception of one's competence (Schmader and Johns, 2003) or even hindering girls and women from forming abilities in the stereotyped domain (Appel and Kronberger, 2012) — to affective variables — such as arousal or anxiety (Ben-Zeev et al., 2005). Interventions to interact in this cycle of negative consequences have been suggested and tested (see Schmader and Hall, 2014; Schmader et al., 2015).

Beyond this, stereotype threat was also shown to reduce girls' interest in pursuing STEM in school or college, long-term interest, and career aspirations. Schmader et al. (2004) showed that women were more affected by stereotype threat when they personally endorsed stereotypes about women having less talent for and as a consequence had less intention of pursuing mathematics and less performance self-esteem and were not as confident in their abilities as women who did not endorse the stereotypes. Also, the threat affects girls and women regardless of whether the cues to stereotypes are implicit or explicit (e.g., Spencer et al., 1999; Marchand and Taasobshirazi, 2013). Stereotypes and belonging apparently interact throughout the entire education and work life; beginning in school, stereotype endorsement impacts task value and competence beliefs, thereby affecting career intentions (Plante et al., 2013), and negative stereotypes continuously influence careers in work life by negatively impacting organizational commitment in science careers (Block et al., 2018)

and reducing older employees' belonging (Rahn et al., 2020). Additionally, belonging uncertainty also interacts with the sense of belonging in a field. Uncertainty of belonging was found to depend on how participants assessed their own abilities in comparison to that of other students. Additionally, female students' perceived exclusion, both on affective and academic levels, and self-efficacy in the field were further predictors of uncertainty of belonging in the field (Höhne and Zander, 2019). At the college level, it was shown that stereotype threat can hinder women in science from forming social connections to other students, even more so when having lower belonging (Martiny and Nikitin, 2019). Seeing that female STEM college students' intentions to continue studying mathematics were predicted by sense of belonging and that stereotypical beliefs of the students' environment about women's abilities in mathematics led to less belonging for women but not for men (Good et al., 2012), belonging and stereotype threat appear to interact toward a disadvantage for women.

In sum, among other things, negative stereotypes about the abilities of women and girls in STEM cause a reduced sense of belonging (e.g., Good et al., 2012) and lower intentions to continue in the field (see Meyer et al., 2015). Thereby, the negative stereotypes about women but not men in physics affect women regardless of whether stereotypes are endorsed or not (Schmader et al., 2004; Good et al., 2012).

Extracurricular Science Competitions as a Stereotypical Science Environment

In analyzing career aspirations in science and researching reasons for the gender gap, making a division between school and general interest seems reasonable, as it was found by Potvin and Hasni (2014b) that interest in science in school decreases throughout schooling, whereas interest in science in general increases. Students who have a strong interest in science and want to pursue that interest beyond what is offered as part of the school curriculum can participate in extracurricular activities, such as science fairs or science Olympiads. In Germany, the science Olympiads are popular and cover a wide range of science fields, such as biology, chemistry, or physics; in the International and European Junior Science Olympiad, Biology, Chemistry, and Physics Olympiads, and a national contest for environmental projects (BundesUmweltWettbewerb), 9,065 German

students participated in 2019. Even though students voluntarily participate in these competitions, the underrepresentation of females in some of these disciplines — which is widely known from college and careers — is also on display in the Olympiads, especially so in the Physics Olympiad. Over four consecutive rounds, an ever decreasing number of participants compete for membership in the national team representing the country in the annual international competition. Although there is already a pronounced gender gap in the first round in the Physics Olympiad (28% of the first round participants in 2018 in Germany were female), the number of girls decreases disproportionately higher than the number of male participants in successive rounds. In 2019, similar to most of the previous years, all five members of the German national team were male. Little research exists on stereotype or social identity threat for high-performing or highly interested students in science. Ganley et al. (2013) researched stereotype threat effects for high-performing middle school students and, although they found no evidence of a stereotype threat effect in mathematics, they nevertheless showed lower performance by girls. Conversely, Bedyńska et al. (2018) showed that highly gender-identified girls were suffering more from stereotype threat, along with showing lower achievements and higher learned helplessness. Nevertheless, it was also shown that high-performing minorities that identify strongly with the domain are more likely to drop out of the domain (Osborne and Walker, 2006). Apparently, higher interest and identification may make students more susceptible to negative stereotypes (see Stone et al., 2012; Spencer et al., 2016) and might cause distancing from characteristics of the stereotyped identity (Pronin et al., 2004). Schmader et al. (2015) explain that whereas a consequence of stereotype threat might be more investment into the situation to prove the stereotypes wrong, feeling threat to belonging might lead to less investment or opting out of the domain.

The Physics Olympiad shows the typical male dominance and thereby one of the assumed stereotype threat consequences. Although they are interested in physics, girls do not continue along that path in physics, do not perform up to their full potential, and end up dropping out of the contest. Nevertheless, the phenomenon of stereotype threat has not yet been researched in this context. Also, the predominantly male environment might signal to women that they do not belong. This lack in sense of belonging, in return, could adversely

influence their success and value beliefs according to the expectancy-value theory. Sense of belonging itself as a link between stereotype threat and the expectancy-value theory has not been investigated in the context of science competitions.

The Current Study

Even though out-of-school programs seem less affected by the prevalent problem of declining science interests of students (Potvin and Hasni, 2014b), the Physics Olympiad nonetheless seems to represent a prototypical physics environment in which fewer women choose to engage and then leave the competition earlier and in larger numbers than their male counterparts. The present study addresses this problem by investigating sense of belonging as an important factor contributing to adolescents' career choices in physics (e.g., Eccles et al., 1983; Eccles, 2009) and in the context of prevalent science stereotypes and stereotype threat for women (see Figure 1 for a research model). Based on previous literature, the following hypotheses were formed to investigate the research question, if girls participating in extracurricular science competitions are negatively impacted by stereotypes not just in the competition but also in their career aspirations:

Hypothesis 1: We hypothesize that endorsing stereotypes about girls and women in physics negatively affects sense of belonging of the female Physics Olympiad participants, whereas the male participants' sense of belonging should not be affected.

The lens of stereotype threat theory (e.g., Spencer et al., 2016) was applied regarding this first hypothesis. We investigated the extent to which females experience less belonging than their male counterparts (e.g., Good et al., 2012) and whether they are adversely affected in their belonging by endorsing the stereotype, whereas there should be no similar adverse effect for the male participants (e.g., Schmader et al., 2004). The choice of participating in an extracurricular science environment suggests that participating students are interested in the field and want to engage beyond taking the subject in school. This leads to a highly selective group of participants, which is especially interesting regarding the female participants. The female students did not just decide to remain in the field but

actively chose to continue in physics, thereby at least resisting previous cues that might have suggested girls should not be in science. Whether these females are nevertheless affected by stereotypes or suffer from stereotype threat has, to our knowledge, not yet been investigated. Previously, this has only been researched for school and college students and without connection to sense of belonging.

Hypothesis 2: We hypothesize that sense of belonging is impacting success expectations in and the value of choosing a career in physics for participants of the Physics Olympiad.

Based on previous evidence on success expectations and career aspirations in STEM fields (e.g., Kang et al., 2019; Selimbegović et al., 2019), regarding Hypothesis 2, we apply the

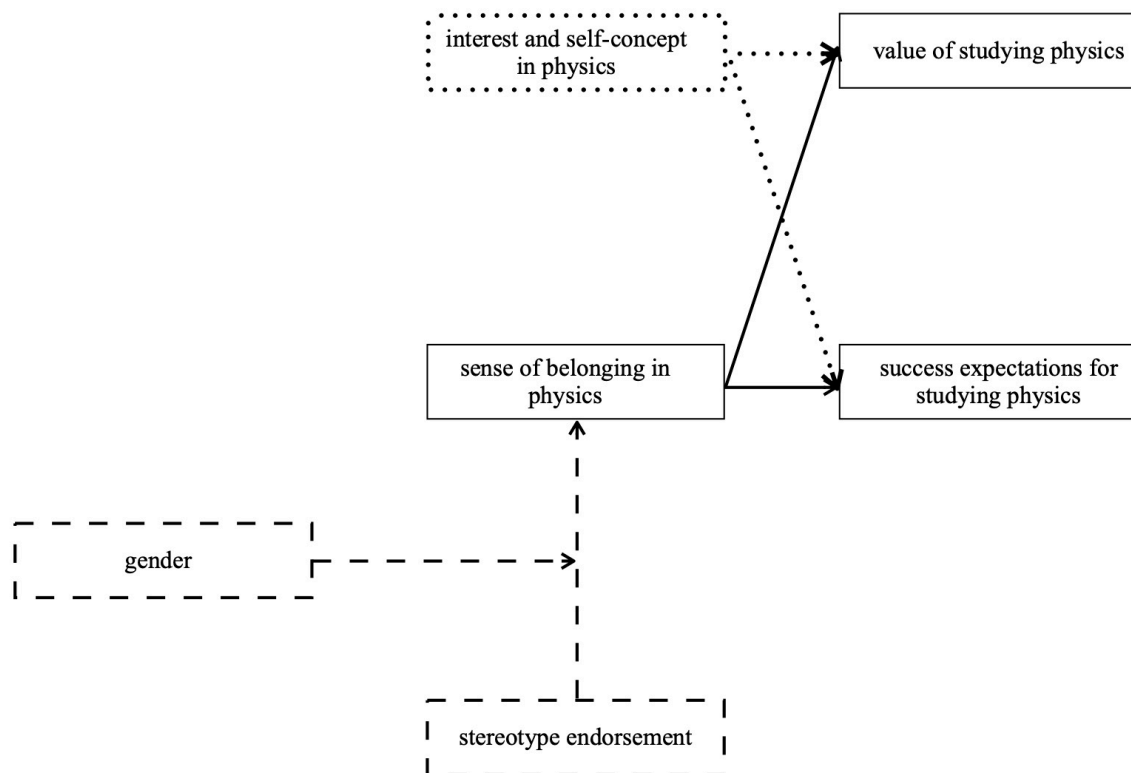


Figure 1. Researched model. Dashed lines show the possible predictors, that are hypothesized to change sense of belonging, and continuous lines show the hypothesized connection to the expectancy-value-model, whereas dotted lines show the expected covariates.

lens of the expectancy-value theory (e.g., Wigfield and Eccles, 2000). The expectancy-value theory includes belonging as a predictor of career choices but has so far not systematically addressed the extent to which sense of belonging, above and beyond domain-specific self-concept and interest in physics, predicts expectancy- and value-related outcomes. We investigate the extent to which sense of belonging in the group of talented students within the Physics Olympiad predicts participants' success expectations and value of choosing physics as a university subject or pursuing a career in physics.

Materials and Methods

The present study addressed first-round participants of the German Physics Olympiad, which is a national contest for non-university students under 20 years old. By means of achievement-based selection on written and experimental tests, the number of participants is reduced over four rounds, until only five participants are selected for the national International Physics Olympiad team. Participants in the contest have to solve tasks on their own (either at home or in school) in rounds 1 and 2. In these rounds, they do not interact directly with other competitors. In rounds 3 and 4, students meet and compete in interaction with other candidates.

Stereotypes were not explicitly triggered to elicit stereotype threat effects. Instead, it was assessed whether students endorsed common stereotypes about women's and girls' talent for physics and science. The regular physics setting, which interested students encounter when pursuing physics, was thus not changed or adapted. It was thereby assessed if students were subject to stereotype threat in a regular physics setting.

Participants

The current study was part of a larger project (Effects of science competitions for students, WinnerS) which evaluates factors influencing participants' success in the science Olympiads in Germany. For the current study, only the data of the first-round are included, which means that participants were participating alone and not interacting with other participants. All 931 first-round contestants of the German Physics Olympiad were

informed and invited to participate in the study *via* e-mail, letters, and posters. Participation was voluntary and anonymous; it did not have any positive or negative effect on the participation or success in the Physics Olympiad. As an incentive, participation in the project was connected to a lottery that gave out several prizes (e.g., iPads and gift certificates).

A total of 282 first-round contestants responded to the invitation (30.29% response rate) and constituted the sample for the current study. Of these, 84 participants indicated female gender (age: $M = 16.25$, $SD = 1.04$) and 174 indicated male gender (age: $M = 16.22$, $SD = 1.15$); 24 individuals did not indicate their gender. Participants did not differ from the overall sample regarding gender [$t(1,189) = -1.60$, $p = 0.109$] or class level [$t(474.09) = 0.80$, $p = 0.427$], but participants were significantly younger than the overall sample [$t(423.71) = 4.58$, $p < 0.001$; $M_{\text{Physics Olympiad}} = 16.59$, $M_{\text{Study}} = 16.23$] and performed significantly better [$t(481.08) = -3.45$, $p < 0.001$; $M_{\text{Physics Olympiad}} = 24.83$, $M_{\text{Study}} = 27.07$]. The significant difference in age was not regarded as problematic, as students still not significantly differed in the other characteristics. Especially the nonsignificant results in class level, suggesting the same amount of physics education, and gender, suggesting that the gender ratio was maintained, lead to this conclusion. Therefore, it can be assumed that participants in the study are reasonably similar to the overall sample of participants in the Physics Olympiad.

Informed consent was obtained from the parents after which students filled in the questionnaire online.

Measures

Sense of Belonging

Sense of belonging was measured with a shortened 15-item version of Math Sense of Belonging Scale of Good et al. (2012) that was adapted to physics belonging. The scale (each item rated from 1 “strongly disagree” to 4 “strongly agree”) measures the extent to which an individual feels belonging to the physics field. The scale consists of five subscales measuring different aspects of belonging with three items each. The subscale

membership focuses on the extent to which an individual feels part of the wider physics community or physics group (e.g., “When I am in a physics setting, I consider myself a member of the physics world.”); *negative affect* focuses on the feelings one has when participating in the environment (e.g., “When I am in a physics setting, I feel tense.”; reversely coded); *trust* focuses on trusting the setting not to be biased (e.g., “When I am in a physics setting, I trust the testing materials to be unbiased.”); *desire to fade* focuses on the wish of being active in the environment (e.g., “When I am in a physics setting, I wish I was invisible.”; reversely coded); and finally *acceptance* focuses on the feeling of being seen as a member by other participants of the environment (e.g., “When I am in a physics setting, I feel accepted.”). The scale was used without further division into subscales for the analysis, similar to Good et al.’s (2012); internal consistency for the overall scale was high (Cronbach’s alpha = 0.84).

In order to gauge the structural validity of our adapted sense of belonging scale, a confirmatory factor analysis for sense of belonging was calculated with Mplus (version 8.2, Muthén and Muthén, 2018). The assumed model of sense of belonging was a second-order factor, loading on its five latent subscales trust, negative affect (recoded), acceptance, desire to fade (recoded), and membership, each indicated by its three manifest items (see Good et al., 2012). The results showed a fit of $\chi^2(df = 85, N = 261) = 188.24, p < 0.001$, CFI = 0.94, TLI = 0.92, RMSEA = 0.07 (90% CI = 0.06, 0.08), and SRMR = 0.08. According to Hu and Bentler (1999) these values represented at least an acceptable or optimal model fit. Taken together with the high internal consistency of the overall scale, combining all items into one value for sense of belonging for each individual was permissible.

Career Aspirations: Expectancy-Value-Related Outcomes

Value and success expectations for a career in physics (i.e., taking up physics as a university subject or choosing a job in physics) were measured with four items each from an adapted and shortened scale from Lykkegaard and Ulriksen (2016) and Eccles and Wigfield (1995). All items could be rated from 1 “strongly disagree” to 4 “strongly agree.”

The value measures the personal importance one attributes to studying physics at university or choosing a job in physics (e.g., “When I study physics or choose a job in physics, it will mean a lot to me to be successful.”). Success expectations are the beliefs about succeeding in physics at university when choosing to study it or choosing a job in physics and being successful at it (e.g., “When I study physics or choose a job in physics, I expect that I will show good performance.”). Cronbach’s alpha for value was 0.67 and for success expectations 0.75.

Stereotype Endorsement

At the end of the questionnaire, stereotype endorsement was measured by four items adapted from Fennema and Sherman (1976) to science (e.g., “Men are naturally better in science.”). Items were rated from 1 “strongly disagree” to 4 “strongly agree.” Cronbach’s alpha was 0.74.

Covariates

Self-concept in physics as the competence one perceives as having in physics was measured by six items (rated from 1 “strongly disagree” to 4 “strongly agree”) from the German Program for International Student Assessment (PISA) questionnaire (OECD, 2009; e.g., “When I am having physics lessons, I easily understand new concepts.”). Cronbach’s alpha was 0.88.

Interest in physics was measured on a four-item subscale from Daniels (2008) (e.g., “I would not like to give up physics because I enjoy physics.”). Items were rated from 1 “strongly disagree” to 4 “strongly agree.” Cronbach’s alpha was 0.84.

Analyses

Investigation of the two hypotheses — first, the extent to which females had a lower sense of belonging and are also adversely influenced by gender science stereotypes and, second, the extent to which sense of belonging predicted expectancy- and value-related outcomes

— was done via linear regression analyses performed with SPSS (version 23.0, IBM Corp, 2015).

Regarding the first hypothesis, dummy coding for gender was applied (0 = male, i.e., the reference group, and 1 = female). Specifically, we first regressed sense of belonging on the dummy of gender:

$$\textit{Belonging}_j = \beta_0 + \beta_1 \cdot \textit{Gender}_j + \epsilon_j$$

Here, the intercept β_0 denotes sense of belonging in the reference group (i.e., for males), whereas the slope of gender β_1 indicates the extent to which females differ in their sense of belonging from the reference group. The second step included stereotype endorsement as a further predictor:

$$\textit{Belonging}_j = \beta_0 + \beta_1 \cdot \textit{Gender}_j + \beta_2 \cdot \textit{Stereotype Endorsement}_j + \epsilon_j$$

Whereby, the slope β_2 indicates the overall impact of stereotype endorsement on belonging for both males and females combined. Finally, whether females are adversely influenced by gender science stereotypes was investigated by additionally including an interaction term of gender and stereotype endorsement (stereotype endorsement was z-standardized before multiplication):

$$\begin{aligned} \textit{Belonging}_j = & \beta_0 + \beta_1 \cdot \textit{Gender}_j + \beta_2 \cdot \textit{Stereotype Endorsement}_j \\ & + \beta_3 \cdot (\textit{Gender}_j \times \textit{Stereotype Endorsement}_j) + \epsilon_j \end{aligned}$$

Hereby, the slope of stereotype endorsement, β_2 , indicates the relation to belonging for the whole group, whereas the slope of the interaction term, β_3 , indicates the extent to which females differ in their relation between stereotype endorsement and sense of belonging compared to the males.

Results

Descriptive Statistics

Mean values (Table 1) in sense of belonging, domain-specific self-concept, and interest were greater than the scale mean (i.e., 2.5 on a scale from 1 to 4). Stereotype endorsement was rather low, although not significantly different for male and female participants [$t(182.73) = 0.46, p = 0.650, \text{Cohen's } d = 0.07$]. Female participants reported significantly lower sense of belonging [$t(258) = 3.14, p = 0.002, \text{Cohen's } d = 0.41$], success expectations [$t(170.54) = 4.58, p < 0.001, \text{Cohen's } d = 0.57$], and self-concept [$t(258) = 2.30, p = 0.022, \text{Cohen's } d = 0.31$] than male participants. Male and female participants did not differ in value [$t(141.36) = 1.18, p = 0.242, \text{Cohen's } d = 0.16$] or interest [$t(156.42) = 1.82, p = 0.071, \text{Cohen's } d = 0.24$].

Table 1

Descriptive statistics of the analyzed scales, which were included in the study.

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M_{male}</i>	<i>SD_{male}</i>	<i>M_{female}</i>	<i>SD_{female}</i>	<i>t-</i> statistic	<i>p</i>	Cohen's <i>d</i>
Sense of belonging	3.30	0.39	3.36	0.35	3.20	0.45	3.14	0.002	0.41
Success expectations	3.00	0.54	3.10	0.52	2.79	0.50	4.58	<0.001	0.57
Value	3.27	0.51	3.30	0.47	3.22	0.57	1.18	0.242	0.16
Self-concept	3.50	0.51	3.55	0.47	3.39	0.59	2.30	0.022	0.31
Interest	3.41	0.59	3.44	0.57	3.30	0.61	1.82	0.071	0.24
Stereotype endorsement	1.49	0.56	1.51	0.58	1.47	0.52	0.46	0.650	0.07

The means and SDs are presented for the overall sample, as well as separated by gender. The results of t-tests, which compared male and female participants' data, are presented as well as Cohen's d.

Correlations of the scales can be found in Table 2 and, additionally, separated for male and female participants in Table 3. In the overall sample, sense of belonging and stereotype endorsement were negatively correlated with a small correlation ($r = -0.13$, $p = 0.031$). Splitting the group by gender shows that females' sense of belonging was significantly correlated with stereotype endorsement ($r = -0.39$, $p < 0.001$), whereas males' was not ($r = -0.01$, $p = 0.907$).

Table 2

Correlations of the analyzed scales for the overall sample.

	1	2	3	4	5	6
1 Sense of belonging	1					
2 Success expectations	0.50*	1				
3 Value	0.42*	0.45*	1			
4 Self-concept	0.50*	0.59*	0.34*	1		
5 Interest	0.42*	0.40*	0.56*	0.45*	1	
6 Stereotype endorsement	-0.13	0.05	-0.02	-0.09	-0.12	1

* $p < 0.001$.

Table 3

Correlations of the analyzed scales separated by gender.

	1	2	3	4	5	6
1 Sense of belonging	1	0.49*	0.38*	0.51*	0.33*	-0.39*
2 Success expectations	0.48*	1	0.52*	0.58	0.37*	-0.16
3 Value	0.44*	0.41*	1	0.52*	0.52*	-0.14
4 Self-concept	0.47*	0.60*	0.22*	1	0.59*	-0.33
5 Interest	0.47*	0.39*	0.61*	0.35*	1	-0.19
6 Stereotype endorsement	-0.01	0.14	0.05	0.04	-0.08	1

* $p < 0.001$. Correlations of male participants' assessments are presented under diagonal and correlations of female participants' assessments are above the diagonal.

Gender Differences in Sense of Belonging and Gender-Specific Effects of Stereotype Endorsement

A regression with dummy-coded gender (0 as male, 1 as female) was calculated (Table 4) to analyze data regarding Hypothesis 1, whether there were differences in females' as compared to males' sense of belonging. In the first step (Model 1), the slope for the gender dummy was statistically significant, indicating that female participants showed significantly lower belonging than male participants ($\beta = -0.19, p = 0.002$). In the second step of the dummy regression (Model 2), stereotype endorsement was added as a predictor of sense of belonging. The results evidenced an overall negative effect of stereotype endorsement on sense of belonging in physics ($\beta = -0.14, p = 0.023$). The interaction term of gender and stereotype endorsement was introduced to the model in the third and last step of the dummy regression (Model 3). The model showed that this overall relation between stereotype endorsement and sense of belonging was due to the females in the sample, who had a significantly stronger relation ($\beta = -0.25, p < 0.001$) compared to no relation for the males (Figure 2). The results thus go along with the hypothesis that female Physics Olympiad participants as opposed to male participants are negatively affected due to endorsing stereotypes about women and girls in science. The effect indicates that gender moderates the connection of stereotype endorsement and sense of belonging.

Sense of Belonging Predicting Success Expectations and Value for a Career in Physics

Linear regressions separately for success expectations and value for choosing physics at university or a job in physics were calculated to assess Hypothesis 2, whether sense of belonging predicted students' career expectations. Sense of belonging was significantly predicting both variables ($\beta = 0.50, p < 0.001$ for expectancy; $\beta = 0.42, p < 0.001$ for value; Table 5). Even when controlling for possible confounding effects of interest and self-concept, which are known predictors for expectancy and value according to theory, sense of belonging was still a significant predictor for both success expectations ($\beta = 0.25, p < 0.001$) and value ($\beta = 0.21, p < 0.001$). Specifically, and in addition to sense of belonging

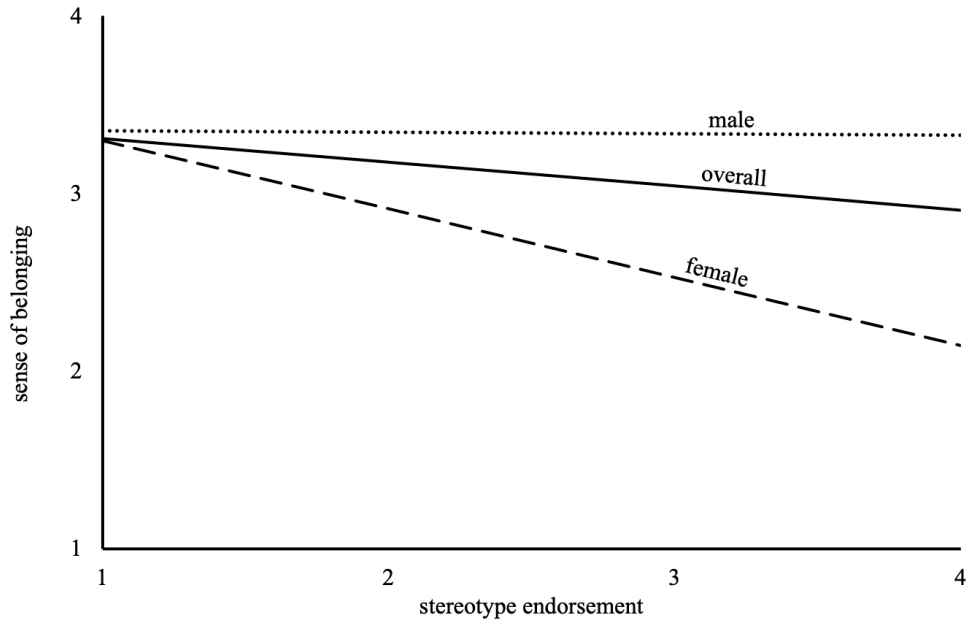


Figure 2. Graphic of the connection of sense of belonging and stereotype endorsement for female participants, male participants, and the overall sample.

Table 4

Dummy regression analysis for stereotype endorsement on sense of belonging.

Predictor	Sense of Belonging					
	Model 1		Model 2		Model 3	
	β	<i>SE</i>	β	<i>SE</i>	β	<i>SE</i>
Gender	-0.19	0.05	-0.20	0.05	-0.20*	0.05
Stereotype endorsement			-0.14	0.04	-0.01	0.05
Stereotype endorsement x gender					-0.25*	0.05
R^2	0.04		0.06		0.10	

* $p < 0.001$. Gender is coded male = 0 and female = 1.

Table 5

Linear and multiple regression analyses for the expectancy-value model including models including covariates.

Predictor	Success expectations				Value			
	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
	β	<i>SE</i>	β	<i>SE</i>	β	<i>SE</i>	β	<i>SE</i>
Sense of belonging	0.50*	0.07	0.25*	0.08	0.42*	0.07	0.21*	0.08
Self-concept			0.43*	0.06			0.03	0.06
Interest			0.10	0.05			0.48*	0.05
R^2	0.24		0.42		0.18		0.38	

* $p < 0.001$.

(Model 1: $R^2 = 0.25$), in Model 2, self-concept in physics ($\beta = 0.43$, $p < 0.001$) but not interest ($\beta = 0.10$, $p = 0.068$) significantly predicted success expectations ($R^2 = 0.42$). The reverse was shown for value: additionally to belonging (Model 3: $R^2 = 0.18$), in Model 4, interest ($\beta = 0.48$, $p < 0.001$) but not self-concept ($\beta = 0.03$, $p = 0.587$) significantly predicted value of choosing to study physics or take a job in physics ($R^2 = 0.38$). These results are according to the hypothesis that sense of belonging predicts two important factors of the expectancy-value theory.

We added two further dummy regressions to analyze if gender also moderated between stereotype endorsement and interest or self-concept (Table 6), thus possibly having a further negative impact on career expectations for females in addition to its impact on sense of belonging. Following the three steps that were used to analyze the moderator previously, the dummy regressions were calculated. In the first step, gender significantly predicted self-concept (Model 1: $\beta = -0.14$, $p = 0.022$), showing that females had a lower self-concept in physics than their male counterparts. In the second step (Model 2),

Table 6

Dummy-regression analyses for stereotype endorsement on self-concept and interest.

Pre-dictor	Self-concept						Interest					
	Model 1		Model 2		Model 3		Model 1		Model 2		Model3	
	β	<i>SE</i>	β	<i>SE</i>	β	<i>SE</i>	β	<i>SE</i>	β	<i>SE</i>	β	<i>SE</i>
Gender	-0.14	0.07	-0.14	0.07	-0.15	0.07	-0.12	0.08	-0.12	0.08	-0.12	0.08
Stereo- type- en- dorse- ment			-0.09	0.06	0.04	0.07			-0.12	0.06	-0.08	0.08
Stereo- type- en- dorse- ment x gender					-0.23	0.07					-0.07	0.08
R^2	.02		.03		.07		.01		.03		.03	

Gender is coded male = 0 and female = 1.

stereotype endorsement was included as a further predictor. Stereotype endorsement did not significantly predict self-concept ($\beta = -0.09$, $p = 0.154$), thus indicating that stereotype endorsement did not have an overall negative effect on self-concept. The interaction term of gender and stereotype endorsement was introduced to the dummy regression in the last step (model 3). It was significantly predicting self-concept ($\beta = -0.23$, $p = 0.001$). This shows that gender moderates between stereotype endorsement and self-concept. On the

other hand, the moderation between stereotype endorsement and interest did not turn out to be moderated by gender (Model 3: $\beta = -0.07$, $p = 0.344$).

Structural Equation Model

Lastly, the previous results were used to adapt the hypothesized research model in Figure 1 before testing the fit of the overall model with a structural equation model. The connection of success expectations for a career in physics with interest in physics and the connection of value of a career in physics with self-concept in physics were excluded from the model. The adapted structural equation model can be found in Figure 3. The model was tested using Mplus (version 8.2; Muthén and Muthén, 2018). The results show a model fit of χ^2 ($df = 169$, $N = 260$) = 320.14, $p < 0.001$, CFI = 0.93, TLI = 0.91, RMSEA = 0.06 (90% CI = 0.05, 0.07), and SRMR = 0.07. According to Hu and Bentler (1999) this is a good fit. The model for the whole sample shows that sense of belonging is significantly predicted by gender ($\beta = -0.17$). Also, sense of belonging significantly predicts the value of choosing a career in physics ($\beta = 0.26$) additionally to interest ($\beta = 0.44$), as well as success expectations for choosing a career in physics ($\beta = 0.58$) additionally to success expectations ($\beta = 0.20$). The suggested model, which combines the impact of negative stereotypes and the expectancy-value theory, thus appears to fit within the Physics Olympiad context.

Discussion

Research and research-based interventions need to explore how to retain the numbers of young women once they have decided on a physics career path. In the present study, the Physics Olympiad competition served as a prototypical physics environment; females not only are participating in lower numbers but also drop out of the competition in disproportionately higher numbers than the male participants. This paper addressed this problem by introducing sense of belonging as a previously rarely considered variable and situating it within an expectancy-value framework: female participants were found to have lower sense of belonging than male participants, indicating that the differences in

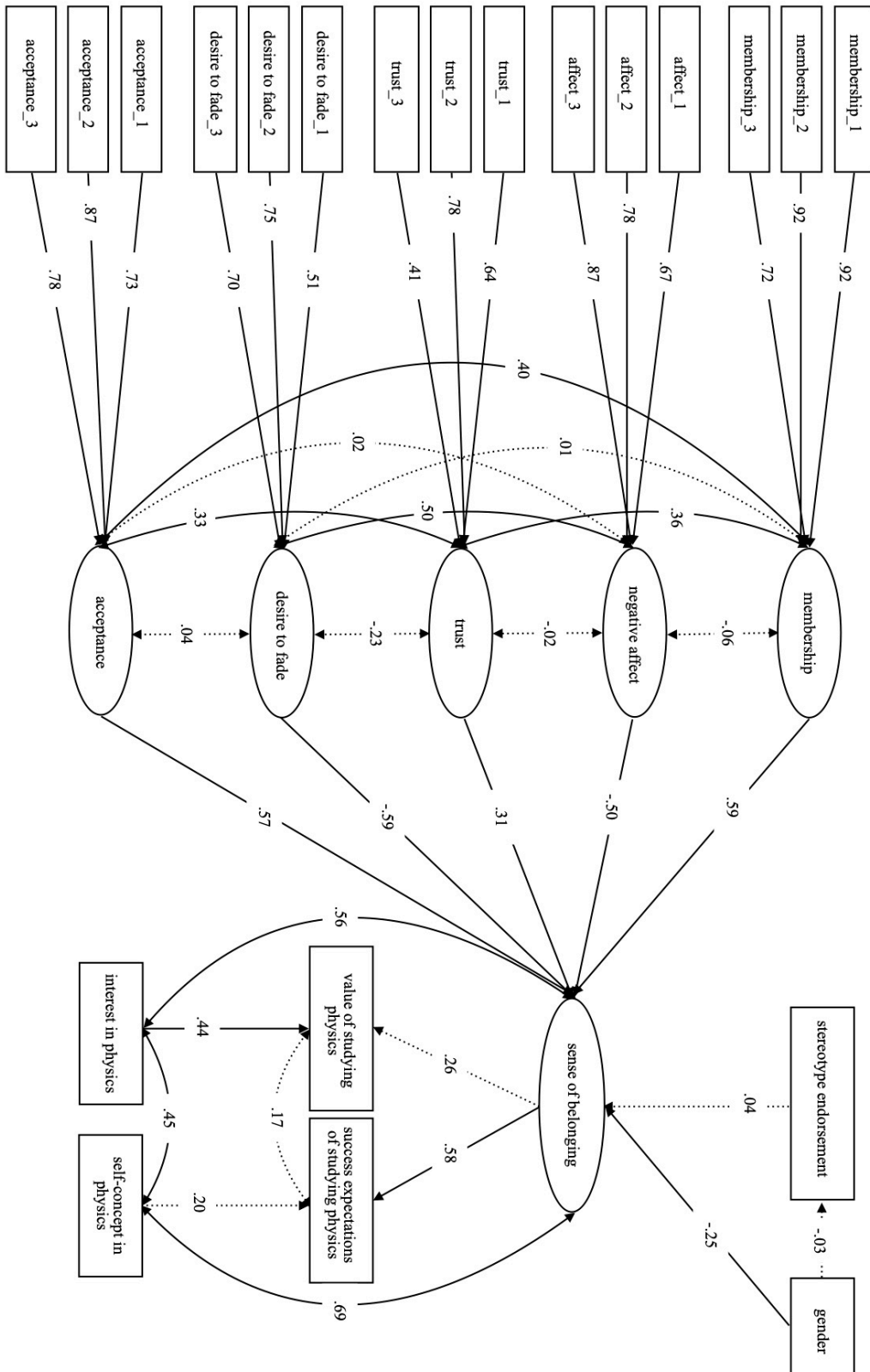


Figure 3. Structural equation model of the research model adapted to fit the previous results. Continuous lines show $p < .001$.

belonging are due to the male-dominated environment signaling lower belonging by activating negative gender science stereotypes. However, above and beyond domain-specific self-concept and interest, sense of belonging predicted expectations and value of studying physics at university, two factors that, according to the expectancy-value theory, are predicting career choices. The adapted research model was shown to fit well, suggesting that belonging should be considered as an important factor within science career choices with regard to gender and the consequences of stereotype threat.

Sense of Belonging and Stereotype Threat

The benefits of sense of belonging might be stifled by the problematic stereotype threat effects. Although participating female students were a group of highly interested and talented students, they nevertheless had a lower sense of belonging to the physics community than their male counterparts. Further, although there was no significant gender difference in endorsing the gender science stereotypes, girls' belonging was significantly reduced the more they endorsed the stereotypes, whereas male participants were unaffected by endorsing stereotypes. We interpret this gender differential effect of stereotype endorsement on sense of belonging as stereotype threat in the physics competition, of which only female participants are susceptible. Adding to previous research on the field already showing lower sense of belonging for women in physics (e.g., Good et al., 2012) and women experiencing stereotype threat in science environments (e.g., Nosek et al., 2002; Schmader, 2002), the present study added insight regarding highly interested students. Even voluntarily choosing to be in a physics environment and joining with high levels of interest do not "immunize" girls to the detrimental effects of pervasive science gender stereotypes.

Sense of Belonging and Career Aspirations

According to the expectancy-value model, success expectations and value are decisive for achievement-related choices, in this case choosing to study physics at the university level or choosing a job in physics. A rarely investigated variable in this process, beyond domain-

specific self-concept and interest, is sense of belonging that connects the social environment to the individual's need to belong to a group. The present study's findings underscore the importance of sense of belonging in the school-to-university transition phase; sense of belonging to physics significantly predicted success expectations for studying physics at university and value of doing so. Sense of belonging had a predictive value above and beyond the expected influence of self-concept and interest (e.g., Nagengast and Marsh, 2012; Kang et al., 2019). Thereby, it is interesting to note that the three variables — belonging, self-concept, and interest — seem to serve different functions in forming future expectations and value beliefs: while self-concept but not interest predicted success expectations, and conversely interest but not self-concept predicted value beliefs, sense of belonging predicted both outcomes to a similar extent (Table 5). One conclusion is therefore that beyond an individual's domain-specific beliefs, his or her belonging to a social environment also plays a crucial role in the formation of career decisions. In showing this incremental predictive validity of sense of belonging among a sample of highly interested students participating in an out-of-school physics competition, the present study adds to previous findings connecting sense of belonging to career aspirations (Good et al., 2012). It thus situates sense of belonging as an important additional predictor of achievement-related choices within an expectancy-value framework.

Seeing these results with regard to stereotype threat, they appear to emphasize the problems for females in science even more. Although the girls participating in the Physics Olympiad are interested and see themselves as capable of competing in physics, they are negatively affected by stereotypes. The stereotypes affect them negatively not just in their belonging but also in their self-concept, thereby possibly lowering their career aspirations even more.

Limitations

Participation in this study was voluntary. Although there are only few differences regarding demographics between the German Physics Olympiad participants who partook in this study and those who did not, we cannot extend this conclusion to other motivational

variables. However, even if only highly interested and engaged students participated in the assessment, this would not bias the interpretation of the present study's findings that higher interest does not immunize against stereotype threat. We regard our findings as evidence that even among the highly interested students, females face adversity in physics, complementing previous research on stereotype threat. Further research should nevertheless look more closely into sense of belonging and note differences between school and extracurricular competitions as well as the differences in characteristics of students and participants in science competitions.

Further, all variables were measured at one time as the present study employed a cross-sectional design. Although we were guided by theoretical assumptions of underlying mechanisms, we strictly speaking cannot draw causal inferences. In the future, more research should focus on longitudinal or experimental designs to corroborate present findings pertaining to causal relations.

Finally, individuals suffering from stereotype threat due to negative stereotypes are usually inferred indirectly in previous studies, but not assessed by self-report measures. In our study, we inferred the existence of the stereotype threat effect by explicitly measuring stereotype endorsement, as previous research has shown that higher stereotype endorsement led to higher stereotype threat susceptibility (see Schmader et al., 2004; Pennington et al., 2016). However, explicit measurement of stereotype endorsement may lead to a social desirability bias; in fact, the overall endorsement of the gender science stereotypes was rather low in the current sample. Nevertheless, with regard to previous research, research on differing results between explicit and implicit measures delivers varying results, and implicit measures might not lead to other results in stereotype endorsement (e.g., Kessels et al., 2006). Thus, we have no indication that our gender differential effects could be biased by the explicit stereotype measure. Nevertheless, we believe that the present findings could be strengthened by adding an implicit measure of stereotypes in future research.

Implications and Conclusion

The present study findings provide further insight into the pernicious hold that gender science stereotypes have over women and girls in STEM; stereotype threat not only reduces interest in pursuing physics overall but also specifically reduces belonging of those girls with an interest beyond normal curricular physics education and who engage in physics activities in their extracurricular leisure time.

From our findings, we draw two related implications:

1. Based on the finding that even highly interested young women participating in an out-of-school physics competition were susceptible to stereotype threat, which consequently lowered their sense of belonging, implies that competitions such as the Physics Olympiad need to address this in two possible ways: first, by adapting their environment in such a way that the gender science stereotypes or gender itself is made less salient in the achievement situation. Previously, three possible ways for this have been shown: using role models with regard to stereotypes in the domain (e.g., Cheryan et al., 2011), reducing the predominance of males (e.g., Inzlicht and Ben-Zeev, 2000), or changing cues in the environment that promote stereotypes (e.g., Murphy et al., 2007). Second, by strengthening females to make them less susceptible to stereotype threat, for instance, by teaching them about the necessity and ubiquity of struggles even of famous scientists (e.g., Lin-Siegler et al., 2016) or by strengthening their mastery mindsets through teaching them about the malleability of the brain (e.g., Blackwell et al., 2007). Interventions adapting the environment or strengthening individuals have previously shown good effects on students' performance (e.g., Good et al., 2003) and intention to continue in science (e.g., Good et al., 2012).
2. Based on the finding that sense of belonging predicted career-related success expectations and value beliefs above and beyond domain-specific self-concept and interest implies that the feeling of belonging to an environment, being a member of it, valued and accepted, is an overlooked

social component to motivation and career-related choices. Future research should dedicate itself in further situating sense of belonging within the expectancy-value framework and determine which features of the environment or personal characteristics further an individual's sense of belonging.

In conclusion, this paper supports the idea that the expectancy-value theory and sense of belonging should be connected into one framework to systematically study and understand students' physics career decisions. Belonging is a significant predictor of success expectations and value of studying physics at university both for females and males. Still, no matter how much they engage in physics in their extracurricular time, girls seem susceptible to stereotype threat and report lower sense of belonging to physics when they endorse negative stereotypes about females' physics talent and ability. Therefore, promoting students' interest by offering the opportunity to participate in out-of-school competitions such as the Physics Olympiad does nothing for a more equitable gender participation pattern in physics fields without further inclusion of gender-sensitive measures. To tap into the full potential of talented and interested young women in physics, the competition design and environment must counteract the pernicious effects of gender science stereotypes.

References

- Allen, K. A., and Bowles, T. (2012). Belonging as a guiding principle in the education of adolescents. *Aust. J. Educ. Dev. Psychol.* 12, 108–119.
- Allen, K., Kern, M. L., Vella-Brodrick, D., Hattie, J., and Waters, L. (2018). What school need to know about fostering school belonging: a meta-analysis. *Educ. Psychol. Rev.* 30, 1–34. doi: 10.1007/s10648-016-9389-8
- Anderman, L. H. (2003). Academic and social perceptions as predictors of change in middle school students' sense of school belonging. *J. Exp. Educ.* 72, 5–22. doi: 10.1080/00220970309600877

-
- Appel, M., and Kronberger, N. (2012). Stereotypes and the achievement gap: stereotype threat prior to test taking. *Educ. Psychol. Rev.* 24, 609–635. doi: 10.1007/s10648-012-9200-4
- Aronson, J., Fried, C. B., and Good, C. (2002). Reducing the effects of stereotype threat on African American college students by shaping theories of intelligence. *J. Exp. Soc. Psychol.* 38, 113–125. doi: 10.1006/jesp.2001.1491
- Aronson, J., and Inzlicht, M. (2004). The ups and downs of attributional ambiguity: stereotype vulnerability and the academic self-knowledge of African American college students. *Psychol. Sci.* 15, 829–836. doi: 10.1111/j. 0956-7976.2004.00763.x
- Aronson, J., Lustina, M. J., Good, C., Keough, K., Steele, C. M., and Brown, J. (1999). When white men can't do math: necessary and sufficient factors in stereotype threat. *J. Exp. Soc. Psychol.* 35, 29–46. doi: 10.1006/jesp.1998.1371
- Bailey, K. A., Horacek, D., Worthington, S., Nanthakumar, A., Preston, S., and Ilie, C. C. (2019). STEM/non-STEM divide structures undergraduate beliefs about gender and talent in academia. *Front. Soc.* 4:26. doi: 10.3389/ fsoc.2019.00026
- Banchevsky, S., Lewis, K. L., and Ito, T. A. (2019). The role of social and ability belonging in men's and women's pSTEM persistence. *Front. Psychol.* 10:2386. doi: 10.3389/ fpsyg.2019.02386
- Baumeister, R. F., and Leary, M. R. (1995). The need to belong: desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychol. Bull.* 117, 497–529. doi: 10.1037/0033-2909.117.3.497
- Bedyńska, S., Krejtz, I., and Sedek, G. (2018). Chronic stereotype threat is associated with mathematical achievement on representative sample of secondary schoolgirls: the role of gender identification, working memory, and intellectual helplessness. *Front. Psychol.* 9:428. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00428
- Ben-Zeev, T., Fein, S., and Inzlicht, M. (2005). Arousal and stereotype threat. *J. Exp. Soc. Psychol.* 41, 174–181. doi: 10.1016/j.jesp.2003.11.007

- Blackwell, L. S., Trzesniewski, K. H., and Dweck, C. S. (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: a longitudinal study and an intervention. *Child Dev.* 78, 246–263. doi: 10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x
- Block, K., Hall, W. M., Schmader, T., Inness, M., and Croft, E. (2018). Should I stay or should I go? Women’s implicit stereotypic associations predict their commitment and fit in STEM. *Soc. Psychol.* 49, 243–251. doi: 10.1027/1864-9335/a000343
- Cheryan, S., Master, A., and Meltzoff, A. N. (2015). Cultural stereotypes as gatekeepers: increasing girls’ interest in computer science and engineering by diversifying stereotypes. *Front. Psychol.* 6:49. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00049
- Cheryan, S., Siy, J. O., Vichayapai, M., Drury, B. J., and Kim, S. (2011). Do female and male role models who embody STEM stereotyped hinder women’s anticipated success in STEM? *Soc. Psychol. Personal. Sci.* 2, 656–664. doi: 10.1177/1948550611405218
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., and Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others? *Psychol. Bull.* 143, 1–35. doi: 10.1037/bul0000052
- Chiu, M. M., Chow, B. W. -Y., McBride, C., and Mol, S. T. (2016). Students’ sense of belonging at school in 41 countries: cross-cultural variability. *J. Cross-Cult. Psychol.* 47, 175–196. doi: 10.1177/0022022115617031
- Cohen, G. L., and Garcia, J. (2008). Identity, belonging, and achievement: a model, interventions, implications. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 17, 365–369. doi: 10.1111/j.1467-8721.2008.00607.x
- Daniels, Z. (2008). *Entwicklung schulischer Interessen im Jugendalter*. Münster, Germany: Waxmann.
- Deiglmayr, A., Stern, E., and Schubert, R. (2019). Beliefs in “brilliance” and belonging uncertainty in male and female STEM students. *Front. Psychol.* 10:1114. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01114

-
- Eccles, J. (2009). Who am I and what am I going to do with my life? Personal and collective identities as motivators of action. *Educ. Psychol.* 44, 78–89. doi: 10.1080/00461520902832368
- Eccles, J., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J., et al. (1983). “Expectancies, values and academic behaviors” in *Achievement and achievement motives*. ed. J. T. Spence (San Francisco: W. H. Freeman), 75–146.
- Eccles, J., Adler, T., and Meece, J. L. (1984). Sex differences in achievement: a test of alternate theories. *J. Pers. Soc. Psychol.* 46, 26–43. doi: 10.1037/0022-3514.46.1.26
- Eccles, J. S., and Wigfield, A. (1995). In the mind of the actor: the structure of adolescents’ achievement task values and expectancy-related beliefs. *Personal. Soc. Psychol. Bull.* 21, 215–225. doi: 10.1177/0146167295213003
- Estrada, M., Woodcock, A., Hernandez, P. R., and Schultz, P. W. (2011). Toward a model of social influence that explains minority student integration into the scientific community. *J. Educ. Psychol.* 103, 206–222. doi: 10.1037/a0020743
- Fennema, E., and Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman Mathematics Attitude Scales: instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *J. Res. Math. Educ.* 7, 324–326. doi: 10.2307/748467
- Flore, P. C., and Wicherts, J. M. (2015). Does stereotype threat influence performance of girls in stereotyped domains? A meta-analysis. *J. Sch. Psychol.* 53, 25–44. doi: 10.1016/j.jsp.2014.10.002
- Freeman, T. M., Anderman, L. H., and Jensen, J. M. (2007). Sense of belonging in college freshmen at the classroom and campus levels. *J. Exp. Educ.* 75, 203–220. doi: 10.3200/JEXE.75.3.203-220
- Froehlich, L., Martiny, S. E., Deaux, K., Goetz, T., and Mok, S. Y. (2016). Being smart or getting smarter: implicit theory of intelligence moderates stereotype threat and stereotype lift effects. *Br. J. Soc. Psychol.* 55, 564–587. doi: 10.1111/bjso.12144

-
- Ganley, C. M., Mingle, L. A., Ryan, A. M., Ryan, K., Vasilyeva, M., and Perry, M. (2013). An examination of stereotype threat effects on girls' mathematics performance. *Dev. Psychol.* 49, 1886–1897. doi: 10.1037/a0031412
- Gillen-O'Neel, C., and Fuligni, A. (2013). A longitudinal study of school belonging and academic motivation across high school. *Child Dev.* 84, 678–692. doi: 10.1111/j.1467-8624.2012.01862.x
- Good, C., Aronson, J., and Inzlicht, M. (2003). Improving adolescents' standardized test performance: an intervention to reduce the effects of stereotype threat. *Appl. Dev. Psychol.* 24, 645–662. doi: 10.1016/j.appdev.2003.09.002
- Good, C., Rattan, A., and Dweck, C. S. (2012). Why do women opt out? Sense of belonging and women's representation in mathematics. *J. Pers. Soc. Psychol.* 102, 700–717. doi: 10.1037/a0026659
- Goodenow, C. (1993). Classroom belonging among early adolescent students: relationships to motivation and achievement. *J. Early Adolesc.* 13, 21–43. doi: 10.1177/0272431693013001002
- Green, M., Emery, A., Sanders, M., and Anderman, L. H. (2016). Another path to belonging: a case study of middle school students' perspectives. *Educ. Dev. Psychol.* 33, 85–96. doi: 10.1017/edp.2016.4
- Hall, W. M., Schmader, T., Aday, A., and Croft, E. (2018). Decoding the dynamics of social identity threat in the workplace: a within-person analysis of women's and men's interactions in STEM. *Soc. Psychol. Personal. Sci.* 10, 542–552. doi: 10.1177/1948550618772582
- Hall, W. M., Schmader, T., and Croft, E. (2015). Engineering exchanges: daily social identity threat predicts burnout among female engineers. *Soc. Psychol. Personal. Sci.* 6, 528–534. doi: 10.1177/1948550615572637
- Hartley, B. L., and Sutton, R. M. (2013). A stereotype threat account of boys' academic underachievement. *Child Dev.* 84, 1716–1733. doi: 10.1111/cdev.12079
- Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M., and Shanahan, M. -C. (2010). Connecting high school

- physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: a gender study. *J. Res. Sci. Teach.* 47, 978–1003. doi: 10.1002/tea.20363
- Hoffman, M., Richmond, J., Morrow, J., and Salomone, K. (2002). Investigating “sense of belonging” in first-year college students. *J. Coll. Stud. Retent.* 4, 227–256. doi: 10.2190/DRYC-CXQ9-JQ8V-HT4V
- Höhne, E., and Zander, L. (2019). Sources of male and female students’ belonging uncertainty in the computer sciences. *Front. Psychol.* 10:1740. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01740
- Hu, L. -T., and Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: conventional criteria versus new alternatives. *Struct. Equ. Modeling* 6, 1–55. doi: 10.1080/10705519909540118
- IBM Corp. (2015). IBM SPSS statistics for Windows, version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Inzlicht, M., and Ben-Zeev, T. (2000). A threatening intellectual environment: Why females are susceptible to experiencing problem-solving deficits in the presence of males. *Psychol. Sci.* 11, 365–371. doi: 10.1111/1467-9280.00272
- Jamieson, J. P., and Harkins, S. G. (2007). Mere effort and stereotype threat performance effects. *J. Pers. Soc. Psychol.* 93, 544–564. doi: 10.1037/0022-3514.93.4.544
- Kahn, S., and Ginther, D. K. (2015). Are recent cohorts of women with engineering bachelors less likely to stay in engineering? *Front. Psychol.* 6:1144. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01144
- Kalokerinos, E. K., Kjelsaas, K., Bennetts, S., and von Hippel, C. (2017). Men in pink collars: stereotype threat and disengagement among male teachers and child protection workers. *Eur. J. Soc. Psychol.* 47, 553–565. doi: 10.1002/ejsp.2246
- Kang, J., Keinonen, T., and Salonen, A. (2019). Role of interest and self-concept in predicting science aspirations: gender study. *Res. Sci. Educ.* doi: 10.1007/s11165-019-09905-w

-
- Kessels, U., Rau, M., and Hannover, B. (2006). What goes well with physics? Measuring and altering the image of science. *Br. J. Educ. Psychol.* 76, 761–780. doi: 10.1348/000709905X59961
- Lin-Siegler, X., Ahn, J. N., Chen, J., Fang, F. -F. A., and Luna-Lucero, M. (2016). Even Einstein struggled: effects of learning about great scientists' struggles on high school students' motivation to learn science. *J. Educ. Psychol.* 108, 314–328. doi: 10.1037/edu0000092
- Lykkegaard, E., and Ulriksen, L. (2016). Choices and changes: Eccles' expectancy- value model and upper-secondary school students' longitudinal reflections about their choice of a STEM education. *Int. J. Sci. Educ.* 38, 701–724. doi: 10.1080/09500693.2016.1156782
- Marchand, G. C., and Taasobshirazi, G. (2013). Stereotype threat and women's performance in physics. *Int. J. Sci. Educ.* 35, 3050–3061. doi: 10.1080/09500693.2012.683461
- Martiny, S. E., and Nikitin, J. (2019). Social identity threat in interpersonal relationships: activating negative stereotypes decreases social approach motivation. *J. Exp. Psychol. Appl.* 25, 117–128. doi: 10.1037/xap0000198
- Meyer, M., Cimpian, A., and Leslie, S. -J. (2015). Women are underrepresented in fields where success is believed to require brilliance. *Front. Psychol.* 6:235. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00235
- Miller, D. I., Eagly, A. H., and Linn, M. C. (2015). Women's representation in science predicts national gender-science stereotypes: evidence from 66 nations. *J. Educ. Psychol.* 107, 631–644. doi: 10.1037/edu0000005
- Miller, D. I., and Wai, J. (2015). The bachelor's to Ph.D. STEM pipeline no longer leaks more women than men: a 30-year analysis. *Front. Psychol.* 6:37. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00037
- Murphy, M. C., Steele, C. M., and Gross, J. J. (2007). Signaling threat: how situational cues affect women in math science, and engineering settings. *Psychol. Sci.* 18, 879–885. doi: 10.1037/a0013834

-
- Muthén, L. K., and Muthén, B. O. (2018). *Mplus user's guide. 6th Edn.* Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- Nagengast, B., and Marsh, H. W. (2012). Big fish in little ponds aspire more: mediation and cross-cultural generalizability of school-average ability effects on self-concept and career aspirations in science. *J. Educ. Psychol.* 104, 1033–1053. doi: 10.1037/a0027697
- Nosek, B. A., Banaji, M. R., and Greenwald, A. G. (2002). Math = male, me = female, therefore math \neq me. *J. Pers. Soc. Psychol.* 83, 44–59. doi: 10.1037//0022-3514.83.1.44
- OECD (2009). PISA 2006 technical report. (Paris, France: OECD).
- Osborne, J. W., and Walker, C. (2006). Stereotype threat, identification with academics, and withdrawal from school: why the most successful students of colour might be most likely to withdraw. *Educ. Psychol.* 26, 563–577. doi: 10.1080/01443410500342518
- Pennington, C. R., Heim, D., Levy, A. R., and Larkin, D. T. (2016). Twenty years of stereotype threat research: a review of psychological mediators. *PLoS One* 11:e0146487. doi: 10.1371/journal.pone.0146487
- Pittman, L. D., and Richmond, A. (2007). Academic and psychological functioning in late adolescence: the importance of school belonging. *J. Exp. Educ.* 75, 270–290. doi: 10.3200/JEXE.75.4.270-292
- Plante, I., de la Sablonnière, R., Aronson, J. M., and Théorêt, M. (2013). Gender stereotype endorsement and achievement-related outcomes: the role of competence beliefs and task values. *Contemp. Educ. Psychol.* 38, 225–235. doi: 10.1016/j.cedpsych.2013.03.004
- Potvin, P., and Hasni, A. (2014a). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12years of educational research. *Stud. Sci. Educ.* 50, 85–129. doi: 10.1080/03057267.2014.881626

-
- Potvin, P., and Hasni, A. (2014b). Analysis of the decline in interest towards school science and technology from grades 5 through 11. *J. Sci. Educ. Technol.* 23, 784–802. doi: 10.1007/s10956-014-9512-x
- Potvin, P., Hasni, A., Sy, O., and Riopel, M. (2018). Two crucial years of science and technology schooling: a longitudinal study of the major influences on and interactions between self-concept, interest, and the intention to pursue S&T. *Res. Sci. Educ.* doi: 10.1007/s11165-018-9751-6
- Pronin, E., Steele, C. M., and Ross, L. (2004). Identity bifurcation in response to stereotype threat: women and mathematics. *J. Exp. Soc. Psychol.* 40, 152–168. doi: 10.1016/S0022-1031(03)00088-X
- Rahn, G., Martiny, S. E., and Nikitin, J. (2020). Feeling out of place: internalized age stereotypes are associated with older employees' sense of belonging and social motivation. *Work Aging Retire.* waaa005. doi: 10.1093/workar/waaa005
- Sadler, P., Sonnert, G., Hazari, Z., and Tai, R. (2012). Stability and volatility of STEM career interest in high school: a gender study. *Sci. Educ.* 96, 411–427. doi: 10.1002/sce.21007
- Schmader, T. (2002). Gender identification moderates stereotype threat effects on women's math performance. *J. Exp. Soc. Psychol.* 38, 194–201. doi: 10.1006/jesp.2001.1500
- Schmader, T., and Hall, W. M. (2014). Stereotype threat in school and at work: putting science into practice. *Policy Insights Behav. Brain Sci.* 1, 30–37. doi: 10.1177/2372732214548861
- Schmader, T., Hall, W., and Croft, A. (2015). "Stereotype threat in intergroup relations" in *APA handbooks in psychology*®. *APA handbook of personality and social psychology: Group processes. Vol. 2.* eds. M. Mikulincer, P. R. Shaver, J. F. Dovidio and J. A. Simpson (Washington, DC: American Psychological Association), 447–471.
- Schmader, T., and Johns, M. (2003). Converging evidence that stereotype threat reduces working memory capacity. *J. Pers. Soc. Psychol.* 85, 440–452. doi: 10.1037/0022-3514.85.3.440

- Schmader, T., Johns, M., and Barquissau, M. (2004). The costs of accepting gender differences: the role of stereotype endorsement in women's experience in the math domain. *Sex Roles* 50, 835–850. doi: 10.1023/B:SERS.0000029101.74557.a0
- Selimbegović, L., Karabegović, M., Blažev, M., and Burušić, J. (2019). The independent contributions of gender stereotypes and gender identification in predicting primary school pupils' expectancies of success in STEM fields. *Psychol. Sch.* 56, 1614–1632. doi: 10.1002/pits.22296
- Shih, M., Pittinsky, T. L., and Ambady, N. (1999). Stereotype susceptibility: identity salience and shifts in quantitative performance. *Psychol. Sci.* 10, 80–83. doi: 10.1111/1467-9280.00111
- Smyth, F. L., and Nosek, B. A. (2015). On the gender-science stereotypes held by scientists: explicit accord with gender-ratios, implicit accord with scientific identity. *Front. Psychol.* 6:415. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00415
- Spencer, S. J., Logel, C., and Davies, P. G. (2016). Stereotype threat. *Annu. Rev. Psychol.* 67, 415–437. doi: 10.1146/annurev-psych-073115-103235
- Spencer, S. J., Steele, C. M., and Quinn, D. M. (1999). Stereotype threat and women's math performance. *J. Exp. Soc. Psychol.* 35, 4–28. doi: 10.1006/jesp.1998.1373
- Steeh, A. M., Höffler, T. N., Keller, M. M., and Parchmann, I. (2019). Gender differences in mathematics and science competitions: a systematic review. *J. Res. Sci. Teach.* 56, 1431–1460. doi: 10.1002/tea.21580
- Steele, C. M., and Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *J. Pers. Soc. Psychol.* 69, 797–811. doi: 10.1037//0022-3514.69.5.797
- Steele, C. M., Spencer, S. J., and Aronson, J. (2002). Contending with group image: the psychology of stereotype and social identity threat. *Adv. Exp. Soc. Psychol.* 34, 379–440. doi: 10.1016/s0065-2601(02)80009-0
- Stone, J., Harrison, C. K., and Mottley, J. (2012). “Don't call me a student-athlete”: the effect of identity priming on stereotype threat for academically engaged African

-
- American college athletes. *Basic Appl. Soc. Psychol.* 34, 99–106. doi: 10.1080/01973533.2012.655624
- Su, R., and Rounds, J. (2015). All STEM fields are not created equal: people and things interests explain gender disparities across STEM fields. *Front. Psychol.* 6:189. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00189
- Walton, G. M., and Cohen, G. L. (2007). A question of belonging: race, social fit, and achievement. *J. Pers. Soc. Psychol.* 92, 82–96. doi: 10.1037/0022-3514.92.1.82
- Wang, M. -T., Degol, J., and Ye, F. (2015). Math achievement is important, but task values are critical, too: examining the intellectual and motivational factors leading to gender disparities in STEM careers. *Front. Psychol.* 6:36. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00036
- Wigfield, A., and Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemp. Educ. Psychol.* 25, 68–81. doi: 10.1006/ceps.1999.1015
- Yeager, D. S., Walton, G. M., Brady, S. T., Akcinar, E. N., Paunesku, D., Keane, L., et al. (2016). Teaching a lay theory before college narrows achievement gaps at scale. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 113, E3341–E3348. doi: 10.1073/pnas.1524360113
- Zhang, S., Schmader, T., and Hall, W. M. (2012). L'eggo my ego: reducing the gender gap in math by unlinking the self from performance. *Self Identity* 12, 400–412. doi: 10.1080/15298868.2012.687012

Kapitel 3:

ZWEITE STUDIE

Stereotypes in the German Physics Olympiad – Hurdle or no Harm at all?

Ladewig, A., Köller, O., & Neumann, K. (2021). Stereotypes in the German Physics Olympiad — Hurdle or no Harm at all? [Manuscript submitted for publication].

Abstract

The German Physics Olympiad is a science competition interested students can enter to compete and measure their physics knowledge and skills in comparison to other students. Female participants are underrepresented and typically drop out of the competition earlier than the male contestants. Social identity threat theory identifies threat to women's gender identity in the predominantly male environment as the cause for this underrepresentation. Stereotype threat theory adds negative stereotypes about women's abilities in physics as a further factor.

In this study, growth mindset and values affirmation interventions as well as a combination of both methods were integrated in a weekend seminar of physics content to protect female participants from harmful stereotype and social identity threat influences.

As female and male students remained at equal levels of sense of belonging and gender identification after the interventions, the results show no stereotype threat or social identity threat effect after the female students participated in the interventions.

The results suggest that highly interested and talented women in physics, who have taken first steps to pursue physics and engage into the community in addition to mandatory school education, are not as susceptible to stereotypes and harmful cues in the environment as might previously have been assumed. Implications for future research and science competitions are discussed.

Keywords:

stereotypes, social identity threat, stereotype threat, science competitions

Introduction

Why are women and girls still a minority in many sciences, especially physics? One reason for the underrepresentation of women discussed in the literature is stereotype threat, the phenomenon that minorities start to unconsciously live up to negatively stereotyped behavior in fields consisting of a predominant majority (e.g., Steele & Aronson, 1995; Steele, Spencer, & Aronson, 2002; Hall, Schmader, & Croft, 2015; Bedyńska, Krejtz, & Sedek, 2018). Women are a negatively stereotyped minority in predominantly male science environments, and consequently tend to perform as the negative stereotypes about women — that they lack science talent — suggest. Additionally, women and girls in science suffer from various negative consequences of stereotype threat, ranging from negative perceptions of their own competence (Schmader & Johns, 2003) or inhibited development of abilities in the stereotyped domain (Appel & Kronberger, 2012) to feeling less accepted (Hall et al., 2015) or even burnout (Hall et al., 2018). Social identity threat, which further impacts women in science based on their gender identity which does not fit the predominantly male perceptions in the field, adds to stereotype threat (e.g., Hall et al., 2018; Steele et al., 2002).

Previous research introduced many ways to fight stereotype threat (e.g., Cheryan et al., 2011; Lin-Siegler et al., 2016). As the mere presence of negative stereotypes might lead to stereotype threat effects (e.g., Marchand & Taasobshirazi, 2013; Huguet & Régner, 2009), the interventions aspire to shield minority groups against stereotype threats' negative consequences instead of eliminating stereotypes from the environment. Several intervention methods were introduced and analyzed in various educational contexts. Especially two intervention methods showed noticeable success regarding stereotype threat: First, interventions which aim to reduce the impact of stereotypes by teaching students about the malleability of the brain as well as the need of effort and struggle to gain success (e.g., Yeager et al., 2016; Blackwell, Trzesniewski, & Dweck, 2007), and, second, interventions that affirm participants in their values (e.g., Cohen et al., 2009; Cohen et al., 2006).

However, these interventions have not been tested with the important sample of students, who — regardless of the threatening environment — chose to voluntarily engage in

extracurricular science activities. These students took the first step towards a science career by pursuing science outside of the mandatory school curriculum, thereby showing interest and intention to engage in the domain. Still, female students who participate in such competitions suffer from stereotype threat (see Ladewig, Keller, & Klusmann, 2020). Thus it would be interesting to research whether the negative consequences of stereotype threat in the competition can be reduced or even avoided by those two promising interventions.

In this study participants of the German Physics Olympiad, a national physics contest to select the participants for the international contest, were invited to participate in additional physics seminars. In these seminars students participated in either an intervention teaching about mindsets, an intervention of values affirmation, or a combination of both. It was investigated how the different interventions impacted gender identification, sense of belonging, perceptions of environmental stereotyping as well as stereotype endorsement and social identity threat.

Theoretical Background

Underrepresentation of Women in Science

Women and girls in science are facing a range of stereotypes concerning their supposedly lower talent, lacking fit within the male in-group, or characteristics of prototypical participants. In line with these gender stereotypes, which align sciences with male gender (see Makarova, Aeschlimann, & Herzog, 2019), only about every fifth academic in science, technology, engineering, or mathematics (STEM) fields in Germany is female (Anger et al., 2019). Although this gender gap is less pronounced in some science domains, in physics the gender gap is very distinct with the majority of students choosing to study physics in Germany being male (Düchs & Mecke, 2019). Underrepresentation of women in STEM is an unchanged existing phenomenon beginning with decreasing interest in school science for girls but not for boys (Sadler et al., 2012), ranging over fewer female students participating in various extracurricular science competition to fewer STEM careers (e.g., Miller & Wai, 2015; Kahn & Ginther, 2015; Su & Rounds, 2015). Lower self-esteem of females regarding own performance (e.g., Schmader, Johns, & Barquissau, 2004) and

lower self-concept in science (e.g., Saß & Kampa, 2019; Watson, Rubie-Davies, & Meissel, 2019) further add to the gender differences, to name but a few. Overall, numerous disadvantages hinder girls and women from succeeding or continuing in science. But why is science such a hindering environment for females?

Science provides cues that drive many women from the field. The process of prototype matching aims to explain this choice of leaving the field: A person chooses to remain in an environment if own perceptions of one's self fit to those of a person stereotypically expected in an environment (e.g., Setterlund & Niedenthal, 1993; Hannover & Kessels, 2004). Hannover and Kessels (2004) showed that the prototypical student preferring stereotypically female subjects like humanities over stereotypically male subjects such as physics, is perceived in a more positive manner by fellow students than a student who prefers science. Women in science therefore face a higher hurdle than boys, when intending to stay in this male environment, as science is rather male and disliked. The stereotypes thus contradict their fit, thereby encouraging girls to leave the situation. Additionally, Cheryan and Plaut (2010) found that the perceived similarity to participants in a field moderated women's lower interest in continuing in a stereotypical male domain as well as men's interest for a stereotypical female domain. Whereas environments which display cues of negative stereotypes (e.g., posters that depict stereotypical content) reduce women's sense of belonging in the environment, changing the environment to eliminate such cues can erase the gender gap in interest (Cheryan et al., 2009). The impact of stereotypes must be reduced to encourage more women to strive for a career in science.

Nevertheless, several women and girls master these hurdles on their own to a certain extent. They pursue science and actively engage in its domains. One opportunity for interested students to engage in STEM domains outside of the regular school curriculum are the Science Olympiads. In Germany, these are very popular. In 2019 9065 students participated in Physics, Chemistry, or Biology Olympiads, International or European Junior Science Olympiads, or the national contest for environmental projects (BundesUmweltWettbewerb). Yet, gender differences in participation numbers are also visible here. The differences are especially pronounced in the German Physics Olympiad. The German Physics Olympiad is a contest organized in four consecutive rounds. Each

round requires students to solve physics tasks or do experiments. The number of participants decreases constantly as only the best participants continue to the next round, in the end leading to the five best participants then representing the national team. Eventually, the national team represents Germany in the international competition.

The Physics Olympiad faces two connected problems concerning gender representation. For one, fewer girls than boys choose to participate — for example, in 2018 only 28% of all candidates were female. Second, these candidates drop out of the contest in disproportionately higher numbers than the male candidates do, which, for example, led to an all-male national team in 2019. That was also the case in many of the previous years. Steegh et al. (2019) suggest that gender stereotypes are one important factor in the context of science competitions as they influence interest and self-concept of female participants. Interventions, which aim to encourage women to continue in science (e.g., Wulff et al., 2018), should thus be based on theories about the impact of stereotypes.

Stereotype Threat and Social Identity Threat

The focus of research has been on stereotypes and their negative impact on minorities for more than two decades and elicited much literature. Stereotype threat theory describes the mechanism, which is especially central for explaining the effects of stereotypes.

Stereotype threat is a specific theory within the theoretical framework of social identity threat (Schmader, Hall, & Croft, 2015). Whereas social identity threat theory argues that any form of detrimental assumptions or cues about a social identity cause threat to the group, which identifies with this social identity, stereotype threat theory emphasizes these detrimental assumptions to be stereotypes about minorities (Steele et al., 2002). Stereotype threat occurs to minority groups that enter a field in which they are underrepresented and faced with negative stereotypes about their groups' characteristics or abilities (e.g., Bedyńska et al., 2018; Hall et al., 2015; Spencer, Steele, & Quinn, 1999). It is hypothesized that the negative stereotypes — respectively functioning as cues to stereotype threat — inhibit the members of the stereotyped minority group from performing at their maximum potential (e.g., Steele & Aronson, 1995; Steele et al., 2002). Implicit and explicit

cues in the environment towards the stereotypes' eligibility are able to induce this inhibiting mechanism (e.g., Marchand & Taasobshirazi, 2013; Spencer et al., 1999).

Stereotype threat effects were demonstrated for many different minority groups, among others for women in sciences (e.g., Smyth & Nosek, 2015; Miller, Eagly, & Linn, 2015), males in typically female jobs, or older employees in work life (e.g., Rahn, Martiny, & Nikitin, 2020; Froehlich et al., 2016; Hartley & Sutton, 2013; Kalokerinos et al., 2017). All of these groups face stereotypes either regarding their abilities (e.g., women in sciences) or their lacking fit within their chosen environment (e.g., male social workers). In sciences such as physics, the negatively stereotyped minority group is women and women consequently suffer under the negative consequences of stereotype threat.

Negative stereotypes do not just lead to lower performance levels but also to various other negative changes such as the minority members' stronger wishes to leave the stereotyping environment (Kalokerinos et al., 2017). Although it was shown that women try to counteract the negative stereotypes about women in science to prove their falsehood (Jamieson & Harkins, 2007), they still feel less accepted in sciences, more mentally exhausted and more incompetent (Hall et al., 2015; Schmader & Johns, 2003), next to showing heightened anxiety (Ben-Zeev, Fein, & Inzlicht, 2005). Stereotype threat is also closely connected with burnout (Hall et al., 2018). Other negative consequences of stereotype threat are lower performance than male counterparts (Steele & Aronson, 1995; Flore & Wicherts, 2015; Shih, Pittinsky, & Ambady, 1999) or even abilities not being gained in the stereotyped domain (Appel and Kronberger, 2012).

An adding factor is social identity threat. Social identity threat, more broadly than stereotype threat, would be caused by the general feeling of being different from the majority group because of one's social identity (e.g., Hall et al., 2018; Steele et al., 2002). Schmader (2002) showed that gender identification alone can explain performance differences between males and females in science. Women, who strongly identified with their gender, performed tasks, which were linked to gender identity, worse, whereas women, who had lower gender identification, performed equal to men.

This is problematic, as Marx, Stapel, and Muller (2005) showed that women identified more easily with the negatively stereotyped gender identity when in science environments.

This identification can then again lead to stereotype threat and consequently worse performance (e.g., Flore & Wicherts, 2015; Shih et al., 1999). The setting that science environments present is especially problematic as endorsing negative stereotypes and believing in their eligibility causes higher stereotype threat effects on women (Schmader et al., 2004). Girls identify more easily with the minority group and therefore stereotypes affect them more, which is emphasized more when they believe in the stereotypes' eligibility. Therefore, stereotypes threaten them twice: First, stereotypes threaten their social identity as a member of the group of women in science, and second, stereotypes threaten their abilities and fit in the environment.

Applying stereotype threat and social identity threat theory to the German Physics Olympiad, the disadvantageous combination of the two factors underrepresentation and negative stereotypes, which especially harm engagement and confidence and cause social identity threat on gender identity of women (van Veelen, Derks, & Endedijk, 2019), appear to affect female participants.

Sense of Belonging

Another problematic aspect of science environments for women is belonging uncertainty. Minority group members enter a situation in which stereotypes are present, doubt their abilities and are more likely to interpret their lower performance as the result of missing fit within the environment (Aronson & Inzlicht, 2004). When doubting their abilities, individuals look for features in the environment that could justify the doubt. For example, female students who perceive their environment as negatively stereotyping women in math sense less belonging in the math environment (Good, Rattan, & Dweck, 2012). This belonging uncertainty — the feeling of not being sure if one fits within the group (Walton & Cohen, 2007) — can lead to distancing from the group, environment, and task. It can eventually conclude in negative performance and thereby unintentional confirmation of the negative stereotypes (Steele & Aronson, 1995). Studying the role of belonging in the context of stereotypes is thus very important.

The close connection of sense of belonging, which is the feeling of connection, membership, trust, participation, positive affect, and acceptance in a group (Good et al., 2012), was shown to a wide range of relevant variables for academic success. Value of school (Gillen-O'Neel & Fuligni, 2013), academic motivation, self-efficacy, intrinsic motivation (Freeman, Anderman, & Jensen, 2007), academic adjustment in college (Pittman & Richmond, 2007), and support by peers and faculty (Hoffman, Richmond, Morrow, & Salomone, 2002) are among others variables linked to belonging. Belonging uncertainty is consequently especially disadvantageous in these situations when high performance and achievements are needed as is the case in science competitions. On the other hand, many characteristics of these contexts impact sense of belonging themselves, such as class and instructor characteristic (Freeman et al., 2007) and even the shown academic achievements (Allen & Bowles, 2012).

Nevertheless, women in science benefit from feeling greater belonging to the environment: Osborne and Jones (2011) suggest that strengthening students' sense of belonging might lead to increased identification for minority groups such as women in science. However, Murphy, Steele and Gross (2007) showed that women felt less sense of belonging and less intention to participate in science settings, which appeared predominantly male as opposed to having equal numbers of male and female participants. Men, on the other hand, were not affected by this. Men therefore choose science environments, like the German Physics Olympiad, more often — they consequently create a predominantly male environment — and cause strong associations of science environments and male characteristics. This association is more likely to reduce women's aspirations of continuing in science (e.g., Makarova et al., 2019). Similar to stereotype threat, sense of belonging can impact future career choices. For example, it influences whether a female decides to leave science (e.g., Good et al., 2012) or finishes college (Yeager et al., 2016). During middle school students continuously feel less belonging (Anderman, 2003) and for women, later on, feeling an intellectual fit and belonging in college predicts if they continue in science (Banchefsky, Lewis, & Ito, 2019).

Linking belonging and stereotype threat is especially relevant in science competitions, as the belonging that women feel is connected to their beliefs about their abilities (Deiglmayr,

Stern, & Schubert, 2019). This possibly interacts towards a negative impact on belonging: Lower abilities and performances, which stereotypes about women's abilities in science can cause, might indicate less belonging (e.g., Flore & Wicherts, 2015; Shih et al., 1999). When analyzing interventions against stereotype threat, it is essential to regard their impact on sense of belonging because heightening sense of belonging might be the key to consistent engagement and persistence of females in science instead of their quitting it.

Interventions against Stereotype Threat

To avoid the ongoing cycle of stereotypes, stereotype threat and self-selection out of science, it is necessary to find useful intervention methods (Yeager et al., 2016). The reduction of stereotype threats' negative consequences on women's identity in science gives the possibility of forming a supporting identity and system of values, which are predictors of persistence in a domain (Estrada et al., 2011). Several interventions have proven useful (see Schmader et al., 2015; Schmader and Hall, 2014). Especially two interventions which focus on intervening at different points in the stereotype threat and social identity threat cycle were especially beneficial in this context: Growth mindset and value affirmation interventions.

Growth Mindset

One common stereotype about science is that women and girls cannot for example, succeed in physics because they lack the talent required for success in the domain. This is highly problematic as a study by Deiglmayr et al. (2019) showed people endorse brilliance beliefs, which reflect the opinion that one requires talent to succeed in a domain, especially in sciences that require a lot of mathematics. This includes physics. As women and girls often choose to opt out of physics, those beliefs support the negative stereotypes and, according to stereotype threat theory, should promote the gender ratio of male predominance. This again, results in a vicious cycle: The gender ratio in a field is highly associated with the beliefs about a field — such that fewer women in a field are connected

to more required brilliance to succeed in this domain (Bailey et al., 2019) — and fewer women in physics cause the stereotypes to persist.

How can an intervention break this cycle? Aiming to change implicit theories of intelligence, which are the basis of the assumption that brilliance and talent are essential for success in science, appears an option.

Implicit theories of intelligence can be split in two groups: First, entity theories, which assume that characteristics such as cognitive abilities cannot be changed but are fixed, and second, incremental theories, which assume those characteristics to change through effort and work (e.g., Burnette et al., 2013; Blackwell et al., 2007). Entity theories of intelligence thus rather promote beliefs in stereotypes about talent as a cause for success in science.

Yeager et al. (2016) tested so called growth mindset interventions which promoted an incremental theory of intelligence. These interventions consisted of three successive steps: First, participants read scientific information on how intelligence can be enhanced. Second, they were asked to find examples of their personal experience where the learned information applies, before lastly, writing a letter which encourages other students to handle struggles based on the recently learned information. Yeager et al. used the technique of “saying-is-believing“ to underline the relevance of the information, give a practicing phase to memorize the information and make the information the participants’ own, thereby reducing the controlling aspect of the intervention. Students who previously had an entity theory of intelligence changed towards an incremental theory of intelligence by participating in the intervention.

Growth mindset interventions were also shown to reduce stereotype threat effects: Stereotypes affected the performance of college students, which was previously affected based on racial stereotypes about intelligence, less after the intervention (e.g., Alter et al., 2010). Students who achieved an incremental theory of intelligence were enjoying and more engaged in the academic work (Aronson, Fried, & Good, 2002).

It seems advisable to implement a growth mindset intervention to shield female participants of the German Physics Olympiad against the negative stereotypes about their lacking talent for physics. Stereotypes, which suggest brilliance and talent as the key

factors for success in physics, especially threaten women in physics. It thus might be recommendable to reduce the impact of these stereotypes by teaching about struggle and changeability of intelligence.

Values Affirmation

Entering a physics environment puts female students into a situation, in which they are perceived as a minority and their fit and belonging in the environment are threatened and questioned (e.g., Aronson & Inzlicht, 2004). This uncertainty can be reduced with values affirmation interventions that heighten the fit of self and situation (e.g., Cohen et al., 2006). Cohen and colleagues (2006) let a stereotypically threatened minority participate in a values affirmation exercise to reduce the threat on self-integrity based on the assumption that every person strives for self-integrity and an environment which does not negatively stereotype one's group and does not threaten self-integrity. Students received a list of values and were asked to choose the personally most important one and write about why specifically it is important to them. Their results showed that the achievement gap, created by racial stereotypes, went down by 40% after the intervention and lowered the activation of stereotypes in performance situations. Similar effects were shown by Cohen et al. (2009) along with the intervention's long-term positive impact on performance. Nevertheless, several studies doubt the benefit of the intervention, showing no effects (Bayly & Bumpus, 2019; de Jong et al., 2016) or goal disengagement (Vohs, Park, & Schmeichel, 2013). However, in physics contexts, Miyake et al. (2010) showed beneficial effects of the intervention for women, especially if these endorsed negative stereotypes about women in science, which indicates the effectiveness against stereotype threat.

Also, self-affirmation exercises are known to reduce stress (Creswell et al., 2005) and heighten utility values (Harackiewicz et al., 2016).

The values affirmation intervention might help female participants of the German Physics Olympiad as its good effects in physics were shown previously.

The Present Study

How are girls in physics affected by stereotypes and how can we help them pursue their interest in physics regardless? To address this question, the current study aims to analyze two different interventions against stereotype threat — growth mindset and values affirmation — in the context of the German Physics Olympiad. Previous research suggests that the interventions of growth mindset and values affirmation are useful against stereotype threat for school (e.g., Yeager et al., 2016; Cohen et al., 2009) and college students (e.g., Miyake et al., 2010; Aronson et al., 2002). As participants of extracurricular science competitions face the same gender differences and stereotypes as students in school and college, it would be useful to test the interventions in science competitions. It would be especially advantageous to protect these students from negative stereotype threat and social identity threat because this sample is highly interested in science and likely to continue in science beyond school education. Research regarding these two intervention methods has, to our knowledge, not yet focused on this special sample of participants of extracurricular science competitions.

The Physics Olympiad contest presents a typical predominantly male science environment, while at the same time presenting a selective sample of participants who verified an ongoing interest in science by entering the competition. Participants voluntarily chose to engage in the contest, which suggests both interest in physics and intention to deepen their physics knowledge beyond mandatory school education. However, previous research indicates stereotypes' negative effect on female participants of science competitions (e.g., Steegh et al., 2019; Ladewig et al., 2020). Using the German Physics Olympiad as an environment for the study presents the chance of analyzing how stereotype threat affects female students most likely to pursue a career in science. Implementing the interventions during the participants' first encounter with other Physics Olympiad participants enables the assessment, if these interventions block stereotype threat: This marks female students' first exposure to the visibly predominantly male environment. This should heighten stereotype threat effects as well as the social identity threat.

Hypotheses were formed based on previous research on stereotype threat, social identity threat, and sense of belonging. The first hypothesis focuses on the benefits of the

interventions on the variables, which the theory suggests to be impacted by stereotype threat and social identity threat. We assume that there will be no difference between participants of the groups, as previously growth mindset interventions and values affirmation interventions often showed good results. Combining both interventions should, nevertheless, show the best results. Those effects should remain past the seminar.

Hypothesis 1a: We hypothesize that female students rate sense of belonging higher after the interventions as well as several weeks later than before the interventions. The interventions should lower gender identification significantly at assessment points after the interventions compared to before the interventions. For male students no changes are expected.

Hypothesis 1b: We expect that the combination of both interventions has even stronger effects, i.e., leads to a stronger increase of sense of belonging and stronger decrease of gender identification after the interventions.

Further, we aim to compare the female and male participant assessments of different variables crucial for stereotype threat (stereotype endorsement, perceptions of environmental stereotyping) and perceived social identity threat during various points of the study. Therefore, the second hypothesis can be split in three parts based on the supposed environment the participants currently face: At the first assessment point, students have not yet met other participants of the contest and create their assessments based on what they know about physics environments from previous experiences. These perceptions should be stereotype-based on school and media. It needs to be reflected that the assessments, especially of female participants, might differ from implicit measures as an explicit measure of stereotype endorsement was used in the study (cf. Kessels, Rau, & Hannover, 2006). Women might feel less inclined to explicitly agree to negative stereotypes about women in science than male participants do. They would rather indicate lower beliefs in negative stereotypes about women. The measure seems, nevertheless, appropriate as higher assessed stereotype endorsement was previously shown to be predicting higher sensitivity to negative stereotype threat consequences (e.g., Schmader et al., 2004; Pennington et al., 2016).

Hypothesis 2a: We hypothesize that before the interventions girls endorse negative stereotypes about women in physics less than boys.

When the participants arrive at the seminar they encounter a predominantly male group. This again should present a rather stereotyping environment. Literature suggests that when entering a predominantly male science group, women identify more with their gender (e.g., Schmader, 2002) while also feeling less belonging and perceiving the environment to be stereotyping (e.g., Good et al., 2012).

Hypothesis 2b: We hypothesize that after meeting other participants of the German Olympiad for the first time, girls perceive stronger environmental stereotyping than boys in the physics environment. We expect girls to endorse negative stereotypes about women in physics less than boys.

The interventions take place in the seminars. The interventions should reduce stereotype threat for female participants whereas boys' assessments should remain the same. We thus expect that women do not perceive stereotypical cues in the environment differently than the male participants.

Hypothesis 2c: We hypothesize that directly after the interventions, girls have equal perceptions of environmental stereotyping as well as equal perceptions of social identity threat to boys in the physics environment. We expect girls to endorse negative stereotypes about women in physics less than boys.

Method

Project “Identiphy - Identity development in physics!”

The study presented in this paper was part of the larger project “Identiphy - Identity development in physics!”. The project included a longitudinal intervention with two cohorts of participants of the German Physics Olympiad. Participation was voluntary and not mandatory for those participating in the contest. The study included four assessment points placed around a weekend-long seminar which was advertised to teach additional physics knowledge and give participants the chance to meet and spend time with other

participants of the German Physics Olympiad. Students encountered other participants of the Olympiad for the first time when arriving at the weekend seminar as the study took place after the first round — a round in which students have to solve physics tasks alone at home — and before they knew whether their results let them continue to the next round of the contest. Stereotypes were not explicitly triggered within the project to study if the environment in which they arrive promotes stereotypes differently than their regular home and school environment. Thereby, we hoped to study the normal contest conditions more reliably and not in an adapted form.

Participants

All participants of the German Physics Olympiad received an invitation to participate in a voluntary weekend seminar where they could acquire further physics knowledge while at the same time participating in the interventions and study. Invitations went out via e-mail or letter. They were informed that declining participation in the seminars would not lead to any disadvantages in their participation in the contest and that questionnaires remain anonymous. All students, or if they were underage their legal guardians, provided informed consent before participation in the seminar.

Overall, 298 students participated. Of these, 82 were females (age: $M = 15.87$, $SD = 1.22$) and 216 males (age: $M = 15.93$, $SD = 1.36$). In the first cohort, 167 students participated (age: $M = 15.87$, $SD = 1.26$), with 42 females (age: $M = 16.07$, $SD = 1.00$) and 125 males (age: $M = 15.81$, $SD = 1.34$). The second cohort consisted of 131 participants (age: $M = 15.95$, $SD = 1.40$) with 40 female (age: $M = 15.65$, $SD = 1.41$) and 91 male participants (age: $M = 16.09$, $SD = 1.38$). Students could choose one out of six weekend seminars in the first year and four weekend seminars in the second year. The participants were split in groups at the seminar, thereby forming 11 groups in year one and 10 groups in year two. Each group was randomly assigned to an intervention approach. The group was assigned to an intervention and not the individual student as the interventions demanded different amounts of time and could only be included smoothly into the program when all students in a group participated in the same intervention. In Table 1 the numbers of participants in each intervention method are shown for both years and the overall sample.

Comparing the two cohorts of participants, no significant differences in gender ($\chi^2(1) = 1.13, p = .287$) or age were found ($t(264) = -.51, p = 0.609$). We thus deferred from separating the cohorts in the analyses as they can be assumed to be similar in relevant demographics and they also participated in the same intervention, with the same questionnaires and materials presented within the seminars.

Table 1

Demographic data of the participants split by intervention groups.

			Cohort 1	Cohort 2	Overall Sample
Growth	age	<i>M (SD)</i>	15.96 (1.29)	16.35 (1.23)	16.13 (1.22)
Mindset	gender	<i>N (female / male)</i>	50 (37 / 13)	37 (25 / 12)	88 (63 / 25)
Values	age	<i>M (SD)</i>	15.92 (1.32)	15.73 (1.53)	15.84 (1.41)
Affirmation	gender	<i>N (female / male)</i>	38 (31 / 7)	30 (22 / 8)	68 (53 / 15)
Combination	age	<i>M (SD)</i>	15.76 (1.28)	15.85 (1.38)	15.80 (1.33)
	gender	<i>N (female / male)</i>	70 (51 / 19)	53 (35 / 17)	122 (86 / 36)

Procedure and Intervention Methods

Students registered for the seminar and received further information on the study as well as informed consent forms. Following submission of those forms, students were asked to fill in a questionnaire online. Among others, this questionnaire included scales on sense of belonging, gender identification, stereotype endorsement, and perceived social identity threat. Students assessed this questionnaire in reference to their knowledge of the science environment they had previously encountered in their school context. After filling in the questionnaire, students received preparatory materials covering the physics content of the seminar.

Students arrived at the seminars not knowing the planned intervention methods. They were first split into the groups in which they were taught physics throughout the weekend then filled in the second questionnaire while in these groups. Similar variables as in the first questionnaire were asked but now in reference to their first impression when arriving in the seminar group. Afterwards students participated in the intervention which they were assigned to. The growth mindset intervention was adapted from Yeager et al. (2016) and consisted of a text explaining how learning changes the brain, how to handle struggles, how to become better in a domain and how to use that information in physics. Participants answered two short questions about the text before describing a personal experience where this information was already applied or could have been useful. The values affirmation intervention was adapted by Cohen et al. (2006) and consisted of a list of 13 values of which participants were asked to choose one and explain why this value is important for their life and possibly their interest in physics. All students participated in interventions and no untreated group was implemented as previous research has so far shown that female participants of science competitions suffer under negative stereotypes (e.g., Steegh et al., 2020). It was thus assumed that stereotype threat was persisting in the sample.

At the end of the second seminar day students again filled in a questionnaire with similar scales and, again, in reference to their seminar group.

Approximately six and twelve weeks after the seminar date, students were given the chance to do further voluntary physics tasks, which were recapturing the seminar contents, and receive feedback on the tasks. At the end of this phase, students were asked to fill out the last questionnaire online, which also included a recollection of the seminar with photos and descriptions of the weekend.

Measures

Sense of Belonging

Sense of belonging was measured with an adapted scale of Good et al.'s (2012) Math Sense of Belonging scale. All 30 items were ranked from 1 "strongly disagree" to 5 "strongly agree". In the first and last questionnaire all items referenced the group of their

school physics class (e.g., “When I am in my physics lessons, I feel that I belong to the group.”; first questionnaire: Cronbach’s alpha = .63; last questionnaire: Cronbach’s alpha = .94) whereas upon arrival at the weekend seminar the seminar group was the reference group for the first impression (e.g., “At the moment, I feel that I belong to the seminar group.”; Cronbach’s alpha = .91) and at the end of the seminar the group (e.g., “During the weekend seminar, I feel that I belong to the group.”; Cronbach’s alpha = .91).

The questionnaire consists of five sub-scales measuring trust, acceptance, negative affect (reverse coded), desire to fade (reverse coded) and membership. As suggested by the authors of the scale (Good et al., 2012) we used the scale without splitting it further into its sub-scales.

Social Identity Threat

Social identity threat was measured on an adapted scale by Rattan et al. (2018), which is itself an adapted version of a scale from Steele and Aronson (1995). The scale consists of four items (e.g., “My gender influences the perception that others have of my physics abilities.”) and were judged from 1 “Not at all.” to 5 “Extremely.”. High values on this scale indicate high social identity threat. Cronbach’s alpha was .82 in the first questionnaire, .80 at the beginning and .76 at the end of the seminar.

Stereotype Endorsement

Stereotype endorsement was measured with a scale by Schmader et al. (2004) consisting of three items which were adapted to physics (e.g., “It is possible that men have greater physics ability than women do.”). Items were ranked from 1 “strongly disagree” to 5 “strongly agree”. High values indicate high stereotype endorsement. Cronbach’s alpha was .71 in the first questionnaire, .69 at the beginning and .69 at the end of the seminar.

Perceptions of Environmental Stereotyping

Perceptions of environmental stereotyping were measured with a shortened 4-item version of a scale by Good et al. (2012), which is an adapted version of a scale by Fennema and Sherman (1976). Items (e.g., “My classmates in physics lessons believe, that men are naturally better in physics than women.”) were ranked from 1 “I do not agree.” to 5 “I agree.”. Cronbach’s alpha was .81 at the beginning and .82 at the end of the seminar.

Gender Identification

Gender identification was measured on four items of a scale by Schmader (2002), which is an adapted version of a scale by Luhtanen and Crocker (1992). Items (e.g., “Being a boy/girl is important for the perception I have of myself.”) were ranked from 1 “strongly disagree” to 5 “strongly agree”. Cronbach’s alpha ranged between .80 (first questionnaire), .83 (beginning of seminar), .83 (end of seminar) and .87 (last questionnaire).

Results

Effects of the Interventions

With regard to the first hypotheses 1a and 1b, a mixed analysis of variance was calculated for sense of belonging and gender identity across all four measurement points in SPSS (version 26, IBM Corp., 2019). Means and standard deviations of the sample can be found in Table 2 for sense of belonging and in Table 3 for gender identity. In Figure 1 to Figure 4 the mean values are depicted graphically. Additional results on correlations of the scales are available as supplementary material.

Table 2

Means and standard deviations of sense of belonging for all assessment points split by gender and intervention method.

	Growth Mindset		Values Affirmation				Combination					
	Boys		Girls		Boys		Girls		Boys		Girls	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
First assessment point	3.14	.19	3.07	.18	3.07	.14	3.08	.21	3.08	.19	3.07	.21
Second assessment point	4.33	.42	4.16	.54	4.13	.44	4.13	.42	4.36	.40	4.43	.29
Third assessment point	4.52	.38	4.41	.41	4.26	.59	4.36	.39	4.41	.39	4.45	.45
Fourth assessment point	4.30	.40	4.14	.54	4.18	.60	4.02	.42	4.13	.53	3.92	.47

Table 3

Means and standard deviations of gender identification for all assessment points split by gender and intervention method.

	Growth Mindset				Values Affirmation				Combination			
	Boys		Girls		Boys		Girls		Boys		Girls	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
First assessment point	2.88	1.23	2.79	1.03	2.56	.77	2.85	1.11	2.64	.91	2.40	.85
Second assessment point	2.80	1.14	2.92	1.00	2.54	1.07	2.58	.90	2.50	1.16	2.83	1.19
Third assessment point	2.59	1.28	2.67	1.02	2.55	1.02	2.60	1.30	2.47	1.07	2.76	1.31
Fourth assessment point	2.76	1.19	2.78	1.17	2.47	1.34	2.63	1.35	2.69	1.08	2.59	1.07

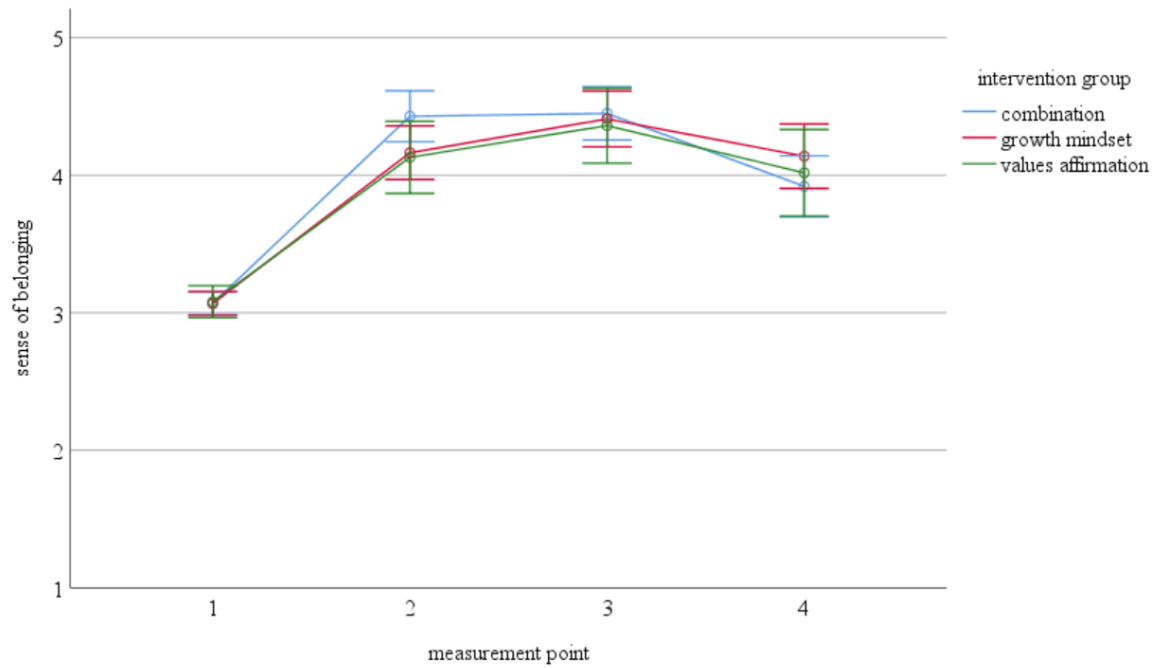


Figure 1. Means of sense of belonging at all assessment points for female participants split by intervention groups. The bars show 95% confidence intervals.

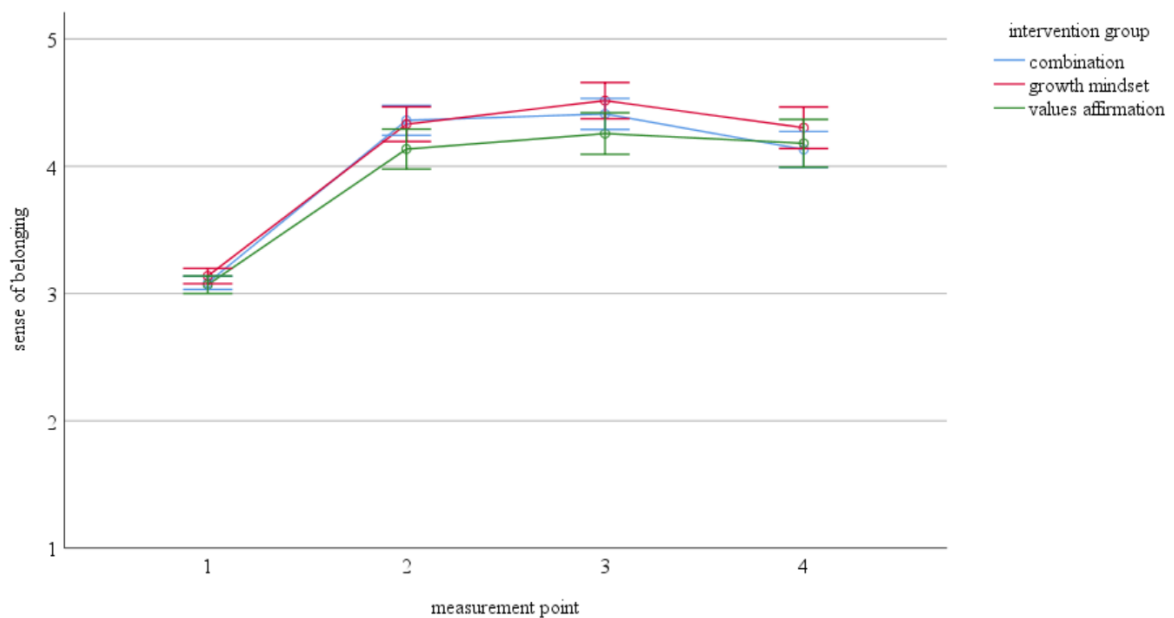


Figure 2. Means of sense of belonging at all assessment points for male participants split by intervention groups. The bars show 95% confidence intervals.

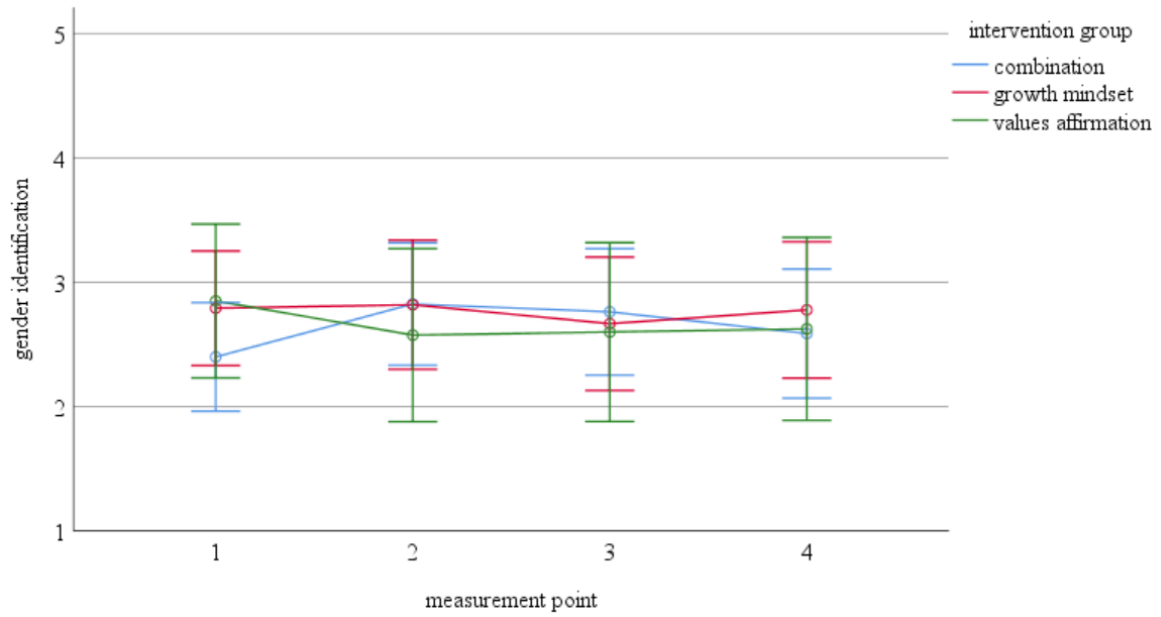


Figure 3. Means of gender identification at all assessment points for female participants split by intervention groups. The bars show 95% confidence intervals.

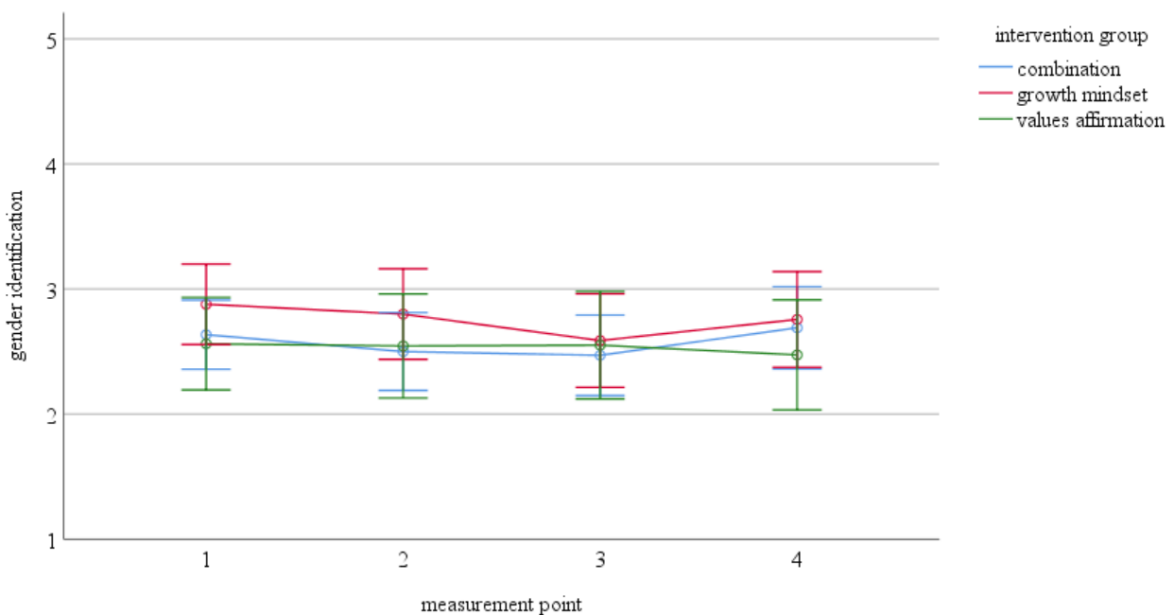


Figure 4. Means of gender identification at all assessment points for male participants split by intervention groups. The bars show 95% confidence intervals.

First, a significant main effect of measurement point was found on belonging, $F(3, 471) = 379.34, p < 0.001$, but not gender identification, $F(3, 471) = .46, p = 0.713$. No significant main effect showed of gender on either belonging, $F(1, 157) = 1.34, p = 0.249$, or gender identification, $F(1, 157) = .16, p = 0.695$, nor a significant main effect of the intervention group on belonging, $F(2, 157) = 1.36, p = 0.259$, or gender identification, $F(2, 157) = .39, p = 0.681$. These results only partly support Hypothesis 1a by showing changes in sense of belonging but no gender differential effect on either variables or changes over time for gender identification.

Hypothesis 1b was also not supported by these results as the intervention groups did not differ. Looking more closely, the interaction term gender x intervention group neither had a significant effect on belonging, $F(2, 157) = .55, p = 0.578$, nor on gender identification, $F(2, 157) = .036, p = 0.965$. The further interaction term measurement point x gender showed neither a significant effect on belonging, $F(3, 471) = 1.89, p = 0.131$, nor on gender identification, $F(3, 471) = .50, p = 0.685$, indicating no significant differences between the changes of the groups along the assessment points. The third interaction term measurement point x intervention group showed a significant effect on belonging, $F(6, 471) = 2.97, p = 0.008$, but not on gender identification, $F(6, 471) = .91, p = 0.486$. The interaction term measurement point x gender x intervention group showed no significant effect on sense of belonging, $F(6, 471) = .467, p = 0.828$, or gender identification, $F(6, 471) = 1.21, p = 0.301$, indicating all groups to have similar experiences in the study.

Gender Differences in Stereotype Threat and Social Identity Threat

In analyzing the second hypothesis, analyses of variance were calculated for each assessment point in SPSS (version 26, IBM Corp., 2019) to compare the assessments on the scales between male and female participants as well as between the intervention groups. Means and standard deviations of the scales for the assessment points split by gender and intervention group can be found in Table 4.

Table 4

Means and standard deviations of perceived social identity threat, stereotype endorsement, and perceptions of environmental stereotyping for the first three assessment points split by gender and intervention group.

	Growth Mindset				Values Affirmation				Combination			
	Boys		Girls		Boys		Girls		Boys		Girls	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Social identity threat	1.70	.82	2.23	.85	1.50	.71	1.92	1.02	1.59	.74	2.03	1.01
First assessment point												
Second assessment point	1.75	.84	2.00	.69	1.58	.67	1.98	1.01	1.77	.76	2.11	.87
Third assessment point	1.77	.87	2.02	.61	1.80	.86	2.14	1.03	1.84	.81	2.18	.92
Stereotype endorsement	2.19	1.08	1.79	.81	2.07	.94	2.11	.83	2.26	1.02	1.84	.80
First assessment point												
Second assessment point	2.12	1.05	1.85	.98	2.15	.99	2.09	.86	2.22	1.00	2.03	.94
Third assessment point	2.18	1.07	1.88	.96	2.31	1.12	2.12	1.05	2.40	1.05	2.04	.98
Perceptions of environmental stereotyping	1.67	.72	2.00	.91	1.75	.74	1.88	1.00	1.77	.78	1.88	.89
Second assessment point												
Third assessment point	1.68	.80	2.13	.88	1.95	.95	1.70	.87	1.74	.81	1.74	.89

Hypothesis 2a focuses on the first assessment point. Results show a significant main effect of gender on social identity threat, $F(1, 259) = 15.53, p < 0.001$, but not on stereotype endorsement, $F(1, 259) = 3.56, p = 0.060$. No significant main effects of the intervention group on either social identity threat, $F(2, 259) = 1.49, p = 0.227$, or stereotype endorsement, $F(2, 259) = .17, p = 0.842$, showed, nor did the interaction term gender x intervention group prove significant for social identity threat, $F(2, 259) = .09, p = 0.916$, or stereotype endorsement, $F(2, 259) = 1.01, p = 0.367$. The results indicate a confirmation of the hypothesis regarding social identity threat, which was rated significantly higher by girls than boys.

Next, Hypothesis 2b targeted the second assessment point taking place at the beginning of the first seminar day. Results show a significant main effect of gender on social identity threat, $F(1, 268) = 9.39, p = 0.002$, but not on stereotype endorsement, $F(1, 268) = 1.56, p = 0.213$, or perceptions of environmental stereotyping, $F(1, 268) = 2.74, p = 0.099$. No significant main effect of the intervention group showed for social identity threat, $F(2, 268) = .76, p = 0.467$, stereotype endorsement, $F(2, 268) = .46, p = 0.629$, or perceptions of environmental stereotyping, $F(2, 268) = .12, p = 0.988$. Lastly, the interaction term gender x intervention group also did not prove to be significant on social identity threat, $F(2, 268) = .18, p = 0.836$, stereotype endorsement, $F(2, 268) = .16, p = 0.852$, or perceptions of environmental stereotyping, $F(2, 268) = .43, p = 0.653$. Again, these results mostly contradict the hypothesis, while only the results for social identity threat with a higher mean for girls confirm it.

Next, Hypothesis 2c assumed changes in the assessment of the variables due to the interventions. We thus looked at the third assessment point at the end of the weekend seminar. Again, a significant main effect of gender on social identity threat showed, $F(1, 267) = 6.63, p = 0.011$, but not on stereotype endorsement, $F(1, 267) = 3.28, p = 0.071$, or perceptions of environmental stereotyping, $F(1, 267) = .15, p = 0.703$. No significant main effect of the intervention group showed on social identity threat, $F(2, 267) = .53, p = 0.589$, and neither on stereotype endorsement, $F(2, 267) = .67, p = 0.514$, or perceptions of environmental stereotyping, $F(2, 267) = .55, p = 0.580$. The same showed for the interaction term gender x intervention group, with no significant effect on either social

identity threat, $F(2, 267) = .14, p = 0.873$, stereotype endorsement, $F(2, 267) = .09, p = 0.917$, or perceptions of environmental stereotyping, $F(2, 267) = 1.91, p = 0.150$. Whereas the results regarding environmental stereotyping and stereotype endorsement confirm the hypothesis, the results regarding perceived social identity threat contradict it.

Discussion

What can be done to reduce the gap between females' and males' participation in the German Physics Olympiad? This question was addressed in the present study. We tested two different interventions, a growth mindset and a values affirmation intervention, as well as a combination of both interventions to their impact on the assumed stereotype threat and social identity threat effect on females in the physics competition. We assumed that female participants suffered from social identity threat, which should be expressed in higher perceived social identity threat and stereotype endorsement, as well as stereotype threat, which should be seen in higher stereotype endorsement. We, nevertheless, expected girls and boys to rate sense of belonging and gender identification similarly high due to the interventions.

This did partially show because females were not negatively impacted due to stereotype endorsement or perceived social identity threat after the interventions. Although, female contestants rated perceived social identity threat higher at the beginning of the study, this still showed after the interventions, which was expected to reduce the social identity threat. We did not find any changes in assessments due to the interventions. Likewise, none of the groups showed higher impact. Nevertheless, girls' assessment of sense of belonging, gender identification, stereotype endorsement and perceptions of environmental stereotyping did not vary before or directly after the interventions and several weeks later female contestants rated their belonging lower than boys. This contradicts both a social identity threat and stereotype threat, thereby suggesting that the interventions hindered these — all in similar effective ways and none more advantageous than the others.

Nevertheless this indicates, that apparently the highly selective sample of female participants did also not experience a variation from the male participants prior to the

intervention on the assumed decisive variables gender identification, sense of belonging, stereotype endorsement, or perceptions of environmental stereotyping. Females and males, who participated in the study, are apparently quite similar in their assessments. Noticeably, the female participants do not appear to suffer under either stereotype threat or social identity threat effects.

No Stereotype Threat or Social Identity Threat?

The results of the presented study show that this highly selective sample apparently is not subject to hindering and harming stereotype threat or social identity threat effects — before or after the interventions — which is contradicting previous literature.

First, as we expected females to suffer under stereotype threat and social identity threat when being in the predominantly male science environment at the seminars (see, e.g., Schmader et al., 2015; Good et al., 2012; Marx et al., 2005), the results suggest that the interventions hindered these effects from appearing. Although we did not find any lowering effects on stereotype threat due to the interventions, the interventions helped the girls to not fall behind boys in sense of belonging after the seminars — as would have been expected when no interventions took place based on social identity threat and stereotype threat theory (see, e.g., Murphy et al., 2007; Aronson & Inzlicht, 2004). Participating in the intervention methods apparently hindered a split between genders in the science environment. Even though we cannot draw the conclusion that the interventions lowered any of the negative effects, we can assume that the interventions hindered the effects from appearing in the first place.

Second, the results prior to the interventions might have several different causes. The female participants of the German Physics Olympiad themselves are already a special sample. They mastered several hurdles to compete in the contest: They resisted cues in the science environment and have not shied away from entering a contest rarely won by females and in a stereotypically male domain. Entering in the competition itself can thus already be seen as an indicator of high resistance to negative stereotypes in the environment, to male predominance in science and associations of physics with male

gender, which indicate less fit, reduce sense of belonging and cause women to leave physics (see, e.g., Makarova et al., 2019; Cheryan & Plaut, 2010). Nevertheless, several studies have shown girls in science competitions to suffer from the stereotypes (see e.g., Ladewig et al., 2020; Steegh et al., 2019).

Why is the sample of this study even more resistant?

This study was tied to participation in a weekend seminar. This means that participants had to be willing to spend a whole weekend in a group of especially interested and talented students (see Höffler, Köhler, & Parchmann, 2019), solve physics tasks and perform experiments. The group thus most likely consisted of students that showed even more interest than other contestants and who wanted to deepen their knowledge in physics more than other participants of the Physics Olympiad. As all 539 female participant of the two cohorts of the German Physics Olympiad would have been allowed to participate in this study but only 82 from the two cohorts did so, the sample possibly has more interest, is more engaged in the field, and, respectively, is more resistant to cues that hinder other girls from coming to this stage of pursuing science.

Further, the participating sample of this study might have varying motivational profiles and success expectations of proceeding to the next round in the contest to the overall group of Physics Olympiad participants (see Steegh et al., 2021). The weekend seminars took place after the end of the contest's first round but before announcement of which candidates continued to the next contest level. Most likely, participants of the study chose to be in the seminars either in expected preparation for the next round or just due to stronger interest in physics and to engage further in the community (see Höffler et al., 2019). This would imply higher interest, higher learning goal orientation and higher self-concept (see Höffler, Bonin, & Parchmann, 2017) than the average participant had. These factors could interact in the susceptibility to stereotype threat or social identity threat.

Previous studies suggest several other starting points to face female underrepresentation and underachievement in science. We separate these approaches into two main groups with regard to their implications for science competitions.

First, other factors need to be considered which might account for this gender ratio and achievement differences as the most commonly to science competitions applied theory is stereotype threat theory is apparently not working for this group of participants. Looking more closely at the contest proceedings (e.g., Petersen & Wulff, 2017), possible causes might be found when studying the best contestants' characteristics and their difference in comparison to females, who are highly interested but not as successful.

Two questions are interesting here: For one, in which characteristics or abilities are these contestants especially advanced compared to other contestants? Relevant difference between male and female participants, which may cause the shown gender differences and are relevant for success in the contest, might be found regarding self-concept (see, e.g., Saß & Kampa, 2019; Vinni-Laakso et al., 2019), competence (see, e.g., Schorr, 2019), or parental support (see, e.g., Hoferichter & Raufelder, 2019; Schorr, 2019). All these variables have previously been demonstrated to closely align with gender differences and the achievement gap.

The second question is if personal characteristics vary between the best contestants and female participants, who drop out of the competition earlier. It appears useful to look more closely at empathy (see Ghazy, Ratner, & Rosenberg-Lee, 2019), motivation (see, e.g., Watt, Bucich, & Dacosta, 2019; Luttenberger, Paechter, & Ertl, 2019a; Dietrich & Lazardies, 2019) or interest (see, e.g., Song, Kim, & Bong, 2019; Ertl & Hartmann, 2019) — variables which were found to be closely related to persistence in science and gender differences. Analyzing those difference might give insights into the personal characteristics which hinder these especially talented young women who participated in this study from succeeding to the finale.

Further, researchers should analyze the competition in more detail to success factors independent of the contestants' personal characteristics: Are the included tasks and experiments in the competition especially favoring male participants (see, e.g., Sanchis-Segura et al., 2018)? Is the content of tasks (see, e.g., Wheeler & Blanchard, 2019; Wille et al., 2018) or the context of the examination process more disadvantageous for female participants (e.g., Sobieraj & Krämer, 2019)? Studying those factors could help make the contest more equitable for both genders.

Limitations

All participants of the German Physics Olympiad received information of the study and participation. Nevertheless, participation was voluntary and not connected to any advantages or disadvantages in the contest. We therefore cannot assume that this sample is representative of the overall sample of German Physics Olympiad contestants. Rather, we assume that this is an even more interested and engaged sample of students which is even more likely to continue in science than the whole group of participants. Still, this does not present a problem for the results: For this highly selective sample — which is the group of students most likely to pursue a career in physics or science — stereotype threat or social identity threat apparently do not suffice as an explanation for the gender or achievement gap. Future research should apply further theories to find a more useful and explanatory approach for these discriminatory phenomena.

Second, stereotype threat was measured explicitly via stereotype endorsement in this study. This means that participants were asked how much they agree to common derogatory stereotypes about females' abilities and talent in physics. Previous research showed higher stereotype endorsement as a predictor of higher susceptibility to stereotype threat (e.g., Pennington et al., 2016; Schmader et al., 2004). Using this method was seen as an advantage to both activating stereotypes or implicitly measuring agreement to these, as thereby the weekend seminar depicted the regular science environment of the competition as the measurement was combined with the normal questionnaire without placing any special attention on its purpose. Nevertheless, explicitly measuring stereotype endorsement might have led to divergent results, although previous research is not congruous on this (see, e.g., Kessels et al., 2006). As the assessments of stereotype endorsement was equally high throughout the study we do not expect this to bias the results. Regardless, future research should add an implicit measure to control for social desirability.

Lastly, a control group without participation in an intervention was not included to compare for stereotype threat and social identity threat at the seminars and afterwards. We can thus only assume on the basis of previous literature that not finding differences between male and female participants' assessments indicates a beneficial effect of said interventions. As previous literature rather consistently showed stereotype threat in science

competitions for females, this seems the appropriate conclusion. Nevertheless, future research should include a control group to measure the extent of the interventions' effects.

Implications and Conclusion

This study addressed factors that are potentially responsible for male predominance in the German Physics Olympiad. Previous research showed that in science environments stereotype threat and social identity threat are useful models to explain the underachievement and consequent underrepresentation of women and girls in science. The results of this study rather put a focus on the possibly inappropriate applicability of stereotype threat and social identity threat theories on highly interested and engaged female participants of the German Physics Olympiad. From the beginning, girls who chose to participate in the contest and also in the weekend seminars of this study were not more negatively affected by stereotypes or social identity threat than their male counterparts. Apparently the commonly expected harm of stereotypes is not as hindering as expected, while the interventions were only able to underline the persistence of these effects.

Why then are these girls still not as successful in the continuing contest as their male counterparts? The results of this study suggest that other theories or models need to be tested to their applicability to this sample. We thus suggest looking more closely at new approaches and concepts which differ from stereotypes and social identity as causes against science career decisions and focus on combining internal and external factors for this decision (see, e.g., Luttenberger et al., 2019b).

Overall, the results of this study are nevertheless a ray of hope for physics: If the females, who are most likely to continue in science were immune or at least not as affected by stereotypes in the environment as the average student, stereotypes might not be such a big problem for the domain anymore. Although continuing to fight stereotypes might encourage more females to proceed to this level of pursuing physics, how to support those who have already reached this stage should also receive more attention. Promoting resilience, supporting development of abilities and useful characteristics, nevertheless, are promising starting points for interested and talented females in science.

References

- Allen, K. A., & Bowles, T. (2012). Belonging as a guiding principle in the education of adolescents. *Australian Journal of Educational and Developmental*, 12, 108–119.
- Alter, A. L., Aronson, J., Darley, J. M., Rodriguez, C., & Ruble, D. N. (2010). Rising to the threat: Reducing stereotype threat by reframing the threat as a challenge. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46(1), 166-171. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.09.014>
- Anderman, L. H. (2003). Academic and social perceptions as predictors of change in middle school students' sense of school belonging. *Journal of Experimental Education*, 72(1), 5–22. <https://doi.org/10.1080/00220970309600877>
- Anger, C., Koppel, O., Plünnecke, A., Röben, E., & Schüler, R. M. (2019). MINT - Grundlage für Forschung und Digitalisierung. Gutachten für BDA, BDI, MINT Zukunft schaffen und Gesamtmetall [STEM – Basis for research and digitalization.].
- Appel, M., & Kronberger, N. (2012). Stereotypes and the achievement gap: Stereotype threat prior to test taking. *Educational Psychology Review*, 24, 609–635. <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9200-4>
- Aronson, J., Fried, C. B., & Good, C. (2002). Reducing the effects of stereotype threat on African American college students by shaping theories of intelligence. *Journal of Experimental Social Psychology*, 38(2), 113–125. <https://doi.org/10.1006/jesp.2001.1491>
- Aronson, J., & Inzlicht, M. (2004). The ups and downs of attributional ambiguity: Stereotype vulnerability and the academic self-knowledge of African American college students. *Psychological Science*, 15(12), 829–836. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00763.x>
- Bailey, K. A., Horacek, D., Worthington, S., Nanthakumar, A., Preston, S., & Ilie, C. C. (2019). STEM/non-STEM divide structures undergraduate beliefs about gender and talent in academia. *Frontiers in Sociology*, 4(26). <https://doi.org/10.3389/fsoc.2019.00026>

- Banchefsky, S., Lewis, K. L., & Ito, T. A. (2019). The role of social and ability belonging in men's and women's pSTEM persistence. *Frontiers in Psychology, 10*, Article 2386. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02386>
- Bayly, B. L., & Bumpus, M. F. (2019). An exploration of engagement and effectiveness of an online values affirmation. *Educational Research and Evaluation, 25*(5-6), 248-269. <https://doi.org/10.1080/13803611.2020.1717542>
- Bedyńska, S., Krejtz, I., & Sedek, G. (2018). Chronic stereotype threat is associated with mathematical achievement on representative sample of secondary schoolgirls: The role of gender identification, working memory, and intellectual helplessness. *Frontiers in Psychology, 9*(428). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00428>
- Ben-Zeev, T., Fein, S., & Inzlicht, M. (2005). Arousal and stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology, 41*(2), 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2003.11.007>
- Blackwell, L. S., Trzesniewski, K. H., & Dweck, C. S. (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: A longitudinal study and an intervention. *Child Development, 78*(1), 246–263. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x>
- Burnette, J. L., O'Boyle, E. H., VanEpps, E. M., Pollack, J. M., & Finkel, E. J. (2013). Mind-sets matter: A meta-analytic review of implicit theories and self-regulation. *Psychological Bulletin, 139*(3), 655–701. <https://doi.org/10.1037/a0029531>
- Cheryan, S., & Plaut, V. C. (2010). Explaining Underrepresentation: A theory of precluded interest. *Sex Roles, 63*, 475–488. <https://doi.org/10.1007/s11199-010-9835-x>
- Cheryan, S., Plaut, V. C., Davies, P. G., & Steele, C. M. (2009). Ambient belonging: How stereotypical cues impact gender participation in computer science. *Journal of Personality and Social Psychology, 97*(6), 1045–1060. <https://doi.org/10.1037/a0016239>
- Cheryan, S., Siy, J. O., Vichayapai, M., Drury, B. J., & Kim, S. (2011). Do female and male role models who embody STEM stereotyped hinder women's anticipated

- success in STEM?. *Social Psychological and Personality Science*, 2(6), 656–664. <https://doi.org/10.1177/1948550611405218>
- Cohen, G. L., Garcia, J., Apfel, N., & Master, A. (2006). Reducing the racial achievement gap: A social-psychological intervention. *Science*, 313(5791), 1307-1310. <https://doi.org/10.1126/science.1128317>
- Cohen, G. L., Garcia, J., Purdie-Vaughns, V., Apfel, N., & Brzustoski, P. (2009). Recursive processes in self-affirmation: Intervening to close the minority achievement gap. *Science*, 324(5925), 400-403. <https://doi.org/10.1126/science.1170769>
- Creswell, J. D., Welch, W. T., Taylor, S. E., Sherman, D. K., Gruenewald, T. L., & Mann, T. (2005). Affirmation of personal values buffers neuroendocrine and psychological stress responses. *Psychological Science*, 16(11), 846–851. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2005.01624.x>
- Deiglmayr, A., Stern, E., and Schubert, R. (2019). Beliefs in “brilliance” and belonging uncertainty in male and female STEM students. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 1114. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01114>
- de Jong, E. M., Jellesma, F. C., Koomen, H. M. Y., & de Jong, P. F. (2016). A values-affirmation intervention does not benefit negatively stereotyped immigrant students in the Netherlands. *Frontiers in Psychology*, 7, Article 691. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00691>
- Dietrich, J., & Lazarides, R. (2019). Gendered Development of Motivational Belief Patterns in Mathematics Across a School Year and Career Plans in Math-Related Fields. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 1472. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01472>
- Düchs G., & Mecke, K. (2019). Vielfalt statt Einfalt. Statistiken zum Physikstudium an den Universitäten in Deutschland 2019 [Statistics to physics courses at German Universities in 2019]. *Physik Journal*, 18(8/9), 26-31.
- Ertl, B., & Hartmann, F. G. (2019). The interest profiles and interest congruence of male and female students in STEM and non-STEM fields. *Frontiers in Psychology*, 10(897). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00897>

- Estrada, M., Woodcock, A., Hernandez, P. R., & Schultz, P. W. (2011). Toward a model of social influence that explains minority student integration into the scientific community. *Journal of Educational Psychology, 103*(1), 206–222. <https://doi.org/10.1037/a0020743>
- Fennema, E., & Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman Mathematics Attitude Scales: instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *Journal of Research in Mathematics Education, 7*(5), 324–326. <https://doi.org/10.2307/748467>
- Flore, P. C., & Wicherts, J. M. (2015). Does stereotype threat influence performance of girls in stereotyped domains? A meta-analysis. *Journal of School Psychology, 53*(1), 25–44. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2014.10.002>
- Freeman, T. M., Anderman, L. H., & Jensen, J. M. (2007). Sense of belonging in college freshmen at the classroom and campus levels. *Journal of Experimental Education, 75*(3), 203–220. <https://doi.org/10.3200/JEXE.75.3.203-220>
- Froehlich, L., Martiny, S. E., Deaux, K., Goetz, T., & Mok, S. Y. (2016). Being smart or getting smarter: implicit theory of intelligence moderates stereotype threat and stereotype lift effects. *British Journal of Educational Psychology, 55*(3), 564–587. <https://doi.org/10.1111/bjso.12144>
- Ghazy, N., Ratner, E., & Rosenberg-Lee, M. (2019). Differential contributions of empathy to math achievement in women and men. *Frontiers in Psychology, 10*(1941). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01941>
- Gillen-O’Neel, C., & Fuligni, A. (2013). A longitudinal study of school belonging and academic motivation across high school. *Child Development, 84*(2), 678–692. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01862.x>
- Good, C., Rattan, A., & Dweck, C. S. (2012). Why do women opt out? Sense of belonging and women’s representation in mathematics. *Journal of Personality and Social Psychology, 102*(4), 700–717. <https://doi.org/10.1037/a0026659>
- Hall, W. M., Schmader, T., Aday, A., & Croft, E. (2018). Decoding the dynamics of social identity threat in the workplace: A within-person analysis of women’s and men’s

- interactions in STEM. *Social Psychological and Personality Science*, 10(4), 542–552. <https://doi.org/10.1177/1948550618772582>
- Hall, W. M., Schmader, T., & Croft, E. (2015). Engineering exchanges: Daily social identity threat predicts burnout among female engineers. *Social Psychological and Personality Science*, 6(5), 528–534. <https://doi.org/10.1177/1948550615572637>
- Hannover, B., & Kessels, U. (2004). Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. *Learning and Instruction*, 14(1), 51–67. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2003.10.002>
- Harackiewicz, J. M., Canning, E. A., Tibbetts, Y., Prinski, S. J., & Hyde, J. S. (2016). Closing achievement gaps with a utility-value intervention: Disentangling race and social class. *Journal of Personality and Social Psychology*, 111(5), 745–765. <https://doi.org/10.1037/pspp0000075>.
- Hartley, B. L., & Sutton, R. M. (2013). A stereotype threat account of boys' academic underachievement. *Child Development*, 84(5), 1716–1733. <https://doi.org/10.1111/cdev.12079>
- Hoferichter, F., & Raufelder, D. (2019). Mothers and fathers—who matters for STEM performance? Gender-specific associations between stem performance, parental pressure, and support during adolescence. *Frontiers in Education*, 4(14). <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00014>
- Höfler, T., Köhler, C., & Parchmann, I. (2019). Scientists of the future: an analysis of talented students' interests. *International Journal of STEM Education*, 6(29), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0184-1>
- Höfler, T., Bonin, V., & Parchmann, I. (2017). Science vs. sports: Motivation and self-concepts of participants in different school competitions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 817–836. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9717-y>
- Hoffman, M., Richmond, J., Morrow, J., & Salomone, K. (2002). Investigating “sense of belonging” in first-year college students. *Journal of College Student Retention:*

Research, Theory & Practice, 4(3), 227–256. <https://doi.org/10.2190/DRYC-CXQ9-JQ8V-HT4V>

Huguet, P., & Régner, I. (2009). Counter-stereotypic beliefs in math do not protect school girls from stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45(4), 1024–1027. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.04.029>

IBM Corp. (2015). *IBM SPSS statistics for Windows*, version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Jamieson, J. P., & Harkins, S. G. (2011). The intervening task method: Implications for measuring mediation. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 37(5), 652–661. <https://doi.org/10.1177/0146167211399776>

Kahn, S., & Ginther, D. K. (2015). Are recent cohorts of women with engineering bachelors less likely to stay in engineering?. *Frontiers in Psychology*, 6(1144). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01144>

Kalokerinos, E. K., Kjelsaas, K., Bennetts, S., & von Hippel, C. (2017). Men in pink collars: Stereotype threat and disengagement among male teachers and child protection workers. *European Journal of Social Psychology*, 47(5), 553–565. <https://doi.org/10.1002/ejsp.2246>

Kessels, U., Rau, M., & Hannover, B. (2006). What goes well with physics? Measuring and altering the image of science. *British Journal of Education Psychology*, 76(4), 761–780. <https://doi.org/10.1348/000709905X59961>

Ladewig, A., Keller, M., & Klusmann, U. (2020). Sense of belonging as an important factor in the pursuit of physics: Does it also matter for female participants of the German Physics Olympiad? *Frontiers in Psychology*, 11(548781). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.548781>

Lin-Siegler, X., Ahn, J. N., Chen, J., Fang, F. -F. A., & Luna-Lucero, M. (2016). Even Einstein struggled: Effects of learning about great scientists' struggles on high school students' motivation to learn science. *Journal of Educational Psychology*, 108(3), 314–328. <https://doi.org/10.1037/edu0000092>

-
- Luhtanen, R., & Crocker, J. (1992). A collective self-esteem scale: Self-evaluation of one's social identity. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *18*(3), 302–318. <https://doi.org/10.1177/0146167292183006>
- Luttenberger, S., Paechter, M., & Ertl, B. (2019a). Self-concept and support experienced in school as key variables for the motivation of women enrolled in STEM subjects with a low and moderate proportion of females. *Frontiers in Psychology*, *10*(1242). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01242>
- Luttenberger, S., Steinlechner, P., Ertl, B., & Paechter, M. (2019b). It takes more than one swallow to make a summer: Measures to foster girls' and women's pathways into STEM. *Frontiers in Psychology*, *10*(1844). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01844>
- Makarova, E., Aeschlimann, B., & Herzog, W. (2019). The gender gap in stem fields: The impact of the gender stereotype of math and science on secondary students' career aspirations. *Frontiers in Education*, *4*, Article 60. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00060>
- Marchand, G. C., & Taasobshirazi, G. (2013). Stereotype threat and women's performance in physics. *International Journal of Science Education*, *35*(18), 3050–3061. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.683461>
- Marx, D. M., Stapel, D. A., & Muller, D. (2005). We can do it: The interplay of construal orientation and social comparisons under threat. *Journal of Personality and Social Psychology*, *88*(3), 432–446. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.88.3.432>
- Miller, D. I., Eagly, A. H., & Linn, M. C. (2015). Women's representation in science predicts national gender-science stereotypes: Evidence from 66 nations. *Journal of Educational Psychology*, *107*(3), 631–644. <https://doi.org/10.1037/edu0000005>
- Miller, D. I., & Wai, J. (2015). The bachelor's to Ph.D. STEM pipeline no longer leaks more women than men: A 30-year analysis. *Frontiers in Psychology*, *6*(37). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00037>
- Miyake, A., Kost-Smith, L. E., Finkelstein, N. D., Pollock, S. J., Cohen, G. L., & Ito, T. A. (2010). Reducing the gender achievement gap in college science: A classroom study

- of values affirmation. *Science*, 330(6008), 1234-1237. <https://doi.org/10.1126/science.1195996>
- Murphy, M. C., Steele, C. M., & Gross, J. J. (2007). Signaling threat: How situational cues affect women in math science, and engineering settings. *Psychological Science*, 18(10), 879–885. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01995.x>
- Osborne, J. W., & Jones, B. D. (2011). Identification with academics and motivation to achieve in school: How the structure of the self influences academic outcomes. *Educational Psychology Review*, 23(1), 131-158. <https://doi.org/10.1007/s10648-011-9151-1>
- Pennington, C. R., Heim, D., Levy, A. R., & Larkin, D. T. (2016). Twenty years of stereotype threat research: A review of psychological mediators. *PLoS One*, 11:e0146487. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146487>
- Petersen, S., & Wulff, P. (2017). The German Physics Olympiad – identifying and inspiring talents. *European Journal of Physics*, 38, 1-16. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aa538f>
- Pittman, L. D., & Richmond, A. (2007). Academic and psychological functioning in late adolescence: the importance of school belonging. *Journal of Experimental Education*, 75(4), 270–290. <https://doi.org/10.3200/JEXE.75.4.270-292>
- Rahn, G., Martiny, S. E., & Nikitin, J. (2020). Feeling out of place: Internalized age stereotypes are associated with older employees' sense of belonging and social motivation. *Work Aging Retire*, 7(1), 61-77. <https://doi.org/10.1093/workar/waaa005>
- Rattan, A., Savani, K., Komarraju, M., Morrison, M. M., Boggs, C., & Ambady, N. (2018). Meta-lay theories of scientific potential drive underrepresented students' sense of belonging to science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Journal of Personality and Social Psychology*, 115(1), 54–75. <https://doi.org/10.1037/pspi0000130>
- Sadler, P., Sonnert, G., Hazari, Z., & Tai, R. (2012). Stability and volatility of STEM career interest in high school: A gender study. *Science Education*, 96(3), 411–427. <https://doi.org/10.1002/sce.21007>

-
- Sanchis-Segura, C., Aguirre, N., Cruz-Gómez, Á. J., Solozano, N., & Forn, C. (2018). Do gender-related stereotypes affect spatial performance? Exploring when, how and to whom using a chronometric two-choice mental rotation task. *Frontiers in Psychology, 9*(1261). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01261>
- Saß, S., & Kampa, N. (2019). Self-concept profiles in lower secondary level – an explanation for gender differences in science course selection? *Frontiers in Psychology, 10*, Article 836. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00836>
- Schmader, T. (2002). Gender identification moderates stereotype threat effects on women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology, 38*(2), 194–201. <https://doi.org/10.1006/jesp.2001.1500>
- Schmader, T., & Hall, W. M. (2014). Stereotype threat in school and at work: Putting science into practice. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Science, 1*(1), 30–37. <https://doi.org/10.1177/2372732214548861>
- Schmader, T., Hall, W., & Croft, A. (2015). Stereotype threat in intergroup relations. In M. Mikulincer, P. R. Shaver, J. F. Dovidio, & J. A. Simpson (Eds.), *APA handbooks in psychology®. APA handbook of personality and social psychology, Vol. 2. Group processes* (pp. 447–471). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/14342-017>
- Schmader, T., & Johns, M. (2003). Converging evidence that stereotype threat reduces working memory capacity. *Journal of Personality and Social Psychology, 85*(3), 440–452. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.3.440>
- Schmader, T., Johns, M., & Barquissau, M. (2004). The costs of accepting gender differences: The role of stereotype endorsement in women's experience in the math domain. *Sex Roles, 50*, 835–850. <https://doi.org/10.1023/B:SERS.0000029101.74557.a0>
- Schorr, A. (2019). Pipped at the post: Knowledge gaps and expected low parental it competence ratings affect young women's awakening interest in professional careers in information science. *Frontiers in Psychology, 10*(968). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00968>

- Setterlund, M. B., & Niedenthal, P. M. (1993). "Who am I? Why am I here?" Self-esteem, self-clarity, and prototype matching. *Journal of Personality and Social Psychology*, *65*(4), 769–780. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.65.4.769>
- Shih, M., Pittinsky, T. L., & Ambady, N. (1999). Stereotype susceptibility: Identity salience and shifts in quantitative performance. *Psychological Science*, *10*(1), 80–83. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00111>
- Smyth, F. L., & Nosek, B. A. (2015). On the gender-science stereotypes held by scientists: Explicit accord with gender-ratios, implicit accord with scientific identity. *Frontiers in Psychology*, *6*, Article 415. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00415>
- Sobieraj, S., & Krämer, N.C. (2019). The impacts of gender and subject on experience of competence and autonomy in STEM. *Frontiers in Psychology*, *10*(1432). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01432>
- Song, J., Kim, S., & Bong, M. (2019). The more interest, the less effort cost perception and effort avoidance. *Frontiers in Psychology*, *10*(2146). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02146>
- Spencer, S. J., Steele, C. M., & Quinn, D. M. (1999). Stereotype threat and women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, *35*(1), 4–28. <https://doi.org/10.1006/jesp.1998.1373>
- Stegh, A. M., Höffler, T. N., Höft, L., & Parchmann, I. (2020). First steps toward gender equity in the chemistry Olympiad: Understanding the role of implicit gender-science stereotypes. *Journal of Research in Science Teaching*, *58*(1), 40-68. <https://doi.org/10.1002/tea.21645>
- Stegh, A. M., Höffler, T. N., Höft, L., & Parchmann, I. (2021). Exploring science competition participants' expectancy-value perceptions and identification: A latent profile analysis. *Learning and Instruction*, *74*. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101455>
- Stegh, A. M., Höffler, T. N., Keller, M. M., & Parchmann, I. (2019). Gender differences in mathematics and science competitions: A systematic review. *Journal of Research in Science Teaching*, *56*(10), 1431–1460. <https://doi.org/10.1002/tea.21580>

- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(5), 797–811. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.69.5.797>
- Steele, C. M., Spencer, S. J., & Aronson, J. (2002). Contending with group image: the psychology of stereotype and social identity threat. *Advances in Experimental Social Psychology*, 34, 379–440. [https://doi.org/10.1016/s0065-2601\(02\)80009-0](https://doi.org/10.1016/s0065-2601(02)80009-0)
- Su, R., & Rounds, J. (2015). All STEM fields are not created equal: People and things interests explain gender disparities across STEM fields. *Frontiers in Psychology*, 6(189). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00189>
- van Veelen, R., Derks, B., & Endedijk, M. D. (2019). Double trouble: How being outnumbered and negatively stereotyped threatens career outcomes of women in STEM. *Frontiers in Psychology*, 10(150). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00150>
- Vinni-Laakso, J., Guo, J., Juuti, K., Loukomies, A., Lavonen, J., & Salmela-Aro, K. (2019). The relations of science task values, self-concept of ability, and stem aspirations among Finnish students from first to second grade. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 1449. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01449>
- Vohs, K. D., Park, J. K., & Schmeichel, B. J. (2013). Self-affirmation can enable goal disengagement. *Journal of Personality and Social Psychology*, 104(1), 14–27. <https://doi.org/10.1037/a0030478>
- Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2007). A question of belonging: Race, social fit, and achievement. *Journal of Personality and Social Psychology Research*, 92(1), 82–96. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.1.82>
- Watson, P. W. St J., Rubie-Davies, C. M., & Meissel, K. (2019). Mathematics self-concept in new zealand elementary school students: Evaluating age-related decline. *Frontiers in Psychology*, 10(2307). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02307>
- Watt, H. M. G., Bucich, M., & Dacosta, L. (2019). Adolescents' motivational profiles in mathematics and science: associations with achievement striving, career aspirations and psychological wellbeing. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 990. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00990>

-
- Wheeler, S. R., & Blanchard, M. R. (2019). Contextual choices in online physics problems: Promising insights into closing the gender gap. *Frontiers in Psychology, 10*(594). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00594.00594>
- Wille, E., Gaspard, H., Trautwein, U., Oschatz, K., Scheiter, K., & Nagengast, B. (2018). Gender stereotypes in a children's television program: Effects on girls' and boys' stereotype endorsement, math performance, motivational dispositions, and attitudes. *Frontiers in Psychology, 9*(2435). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02435>
- Wulff, P., Hazari, Z., Petersen, S., & Neumann, K. (2018). Engaging young women in physics: An intervention to support young women's physics identity development. *Physical Review Physics Education Research, 14*, 020113. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020113>
- Yeager, D. S., Walton, G. M., Brady, S. T., Akcinar, E. N., Paunesku, D., Keane, L., et al. (2016). Teaching a lay theory before college narrows achievement gaps at scale. *PNAS, 113*(24), E3341–E3348. <https://doi.org/10.1073/pnas.1524360113>

Supplementary Material

Table S1.

Correlations of all scales, which were used in the analyses.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 belonging_1	1															
2 social identity threat_1		1														
3 stereotype endorsement_1			1													
4 gender identification_1				1												
5 belonging_2					1											
6 social identity threat_2						1										
7 stereotype endorsement_2							1									
8 gender identification_2								1								
9 perception environmental stereotyping_2									1							
10 belonging_3										1						
11 social identity threat_3											1					
12 stereotype endorsement_3												1				
13 gender identification_3													1			
14 perception environmental stereotyping_3														1		
15 belonging_4															1	
16 gender identification_4																1

* $p < 0.001$

Kapitel 4:

DRITTE STUDIE

Persisting in Physics and the Physics Olympiad – Impact of Gender Identification and Sense of Belonging on Expectancy-Value Outcomes

Ladewig, A., Köller, O., & Neumann, K. (2021). Persisting in Physics and the Physics Olympiad — Impact of Gender Identification and Sense of Belonging on Expectancy-Value Outcomes [Manuscript submitted for publication].

Abstract

The German Physics Olympiad is an extracurricular science contest for students. Here, they have the opportunity to compete against other talented students, can do physics outside of school and take a first step to more engagement in the domain. Yet, female students participate in the competition in fewer numbers and are disproportionately more likely to drop out of the contest earlier than their male counterparts.

The present study hence explored the question to which extent the German Physics Olympiad provides a threatening environment for female contestants' intentions of persisting in physics. A total of 298 participants (28% female) were surveyed with respect to stereotype and social identity threat, as well as gender identification and sense of belonging as predictors of success expectations for and value of choosing to study physics. Success expectations and value if choosing to study physics were used as a measure for career intentions within the expectancy-value model.

The results support the conclusion that the contest presents an equally supporting environment for female and male participants. We found no gender differences in success expectations for and value of studying physics. Sense of belonging and gender identification significantly predicted success expectations but not value of choosing to study physics. Female participants of the German Physics Olympiad were also neither affected by stereotype threat nor by social identity threat in their sense of belonging or gender identification.

Keywords:

stereotype threat, belonging, expectancy-value model, science competitions

Introduction

The natural sciences are generally perceived as predominantly male. School textbooks and media often picture scientist as stereotypically male (e.g., Good, Woodzicka, & Wingfield, 2010; Cheryan et al., 2009). Similarly, gender stereotypes present a clear association of mathematics and physics as male domains (e.g., Makarova, Aeschlimann, & Herzog, 2019; Nosek, Banaji, & Greenwald, 2002).

For many years, research focused on the causes for this female underrepresentation and underachievement in multiple science domains. Stereotype threat theory presents an approach to explain this phenomenon, linking female underrepresentation and underachievement in science to females' minority status in the predominantly male environment and connecting it to negative stereotypes about females in science (e.g., Hall, Schmader, & Croft, 2015; Steele, Spencer, & Aronson, 2002; Steele & Aronson, 1995). The theory describes that females are perceiving stereotypes, are in consequence experiencing, among other things, doubt in their belonging within the science group and then unconsciously perform as the negative stereotypes suggest — that females do not have the same abilities as men for science and thus cannot perform equally well.

Stereotype threat theory was successfully used to explain underrepresentation in several educational contexts (school: Bedyńska, Krejtz, & Sedek, 2018; Hermann & Vollmeyer, 2017; college: Schmader, 2002; Good, Rattan, & Dweck, 2012; science competitions: Ladewig, Keller, & Klusmann, 2020; Steegh et al., 2019) and, even more so, to apply to other minorities that face various negative stereotypes (e.g., Shih, Pittinsky, & Ambady, 1999; Weber, Appel, & Kronberger, 2015).

One science environment, which is faced with problems of female underrepresentation, are extracurricular science competitions. Students in Germany, who are interested in science and want to pursue their science interest outside of their normal school environment, have the possibility to participate in the Science Olympiads, which bundle competitions in several science disciplines. Although the competitions are very popular, gender differences persist especially in one of these science competitions — the Physics Olympiad. Here, female participants are not just underrepresented but also tend to drop out of the competition earlier than the male participants. It thus appears to be in question, whether the

competition in fact supports the long-term interest of female participants or rather lowers their beginning science interest.

In the current study we therefore connect stereotype threat theory with the expectancy-value model (e.g., Eccles et al., 1983; Eccles, 2009) to model the experiences during the course of the participation in the Physics Olympiad and their impact on future career expectations. Participation in this study included participation in a weekend seminar, which was attached to the Physics Olympiad. Impact of stereotypes, gender identification and sense of belonging on success expectations for and value of choosing to pursue a career in physics were looked at over four measurement points.

Theoretical Background

Female underrepresentation exists in many science fields. Only 22.2% of all academics in Germany in science, technology, engineering and mathematics (STEM) are female and, even fewer, females only take 15.1% of all STEM jobs (Anger et al., 2019). This schema persists throughout the stages of science pursuit: It begins with lower interest of female than male students for school science (Schorr, 2019; Sadler et al., 2012), leading to lower numbers of women opting for science in elective courses, and subsequently to more men choosing to major in science in college and ends with male predominance in science careers (e.g., Miller & Wai, 2015; Su & Rounds, 2015; Kahn & Ginther, 2015). In addition to lower participation in science, females suffer under further factors which facilitate the persistence of gender difference. Men show higher ability self-concepts in science (e.g., Watson et al., 2019; Saß & Kampa, 2019) and higher self-esteem (e.g., Schmader, Johns, & Barquissau, 2004). Even more so, women's mathematical performance suffers increasingly the more males are present (Inzlicht & Ben-Zeev, 2000).

Nevertheless, many female students are interested in science and pursue science environments outside of their everyday school environment. The Science Olympiads offer students such an environment and the opportunity to compete against other motivated and talented students in several science domains. Following the idea of supporting talented and interested science students, the Science Olympiads gained much attention and high

participation numbers in Germany. Over 9000 students participated in 2019 in the German Physics, Biology, Chemistry, International and European Junior Science Olympiads, as well as in the BundesUmweltWettbewerb, a contest for environmental projects. However, common gender differences, which are known from jobs or college, also show in the Science Olympiads, especially so in the German Physics Olympiad.

The German Physics Olympiad is a national contest, which asks students to excel at various physics experiments and tasks in four consecutive rounds to become one of five participants who continue as members of the German national team to the international contest. The number of participants successively decreases with each round to let only the best contestants continue in the competition. The competition's structure poses several problems with regard to female underrepresentation: Beginning with the registration for the competition, fewer female than male students choose to participate in the contest. In 2018 only roughly every fourth participant was female. The higher rate of females than males leaving the competition throughout the contest heightens this general underrepresentation of females even more. This often leads to all-male teams for the international contest, which was, for example, the case in 2019.

The contest is supposed to provide an environment, which supports females and males equally in their pursuit of science. As female participants seem to be at a disadvantage due to their underrepresentation from the beginning on, it is in question, whether females and males actually leave the contest with equal intentions of continuing in science. To evaluate the competitions' use and success in reaching its own goal of supporting interested students, it is essential to research if females are negatively impacted in their physics pursuit through participation in the German Physics Olympiad.

Stereotypes and Stereotype Threat in Science Environments

Physics creates an environment that rather encourages women to leave the domain or choose not to enter in the first place (see Cheryan et al., 2017; Diekman et al., 2010). Several theories focus on the mechanism behind this process. One of these theories, prototype matching, aptly explains the underlying mechanism: Persisting in an

environment is suggested to be based on the perceived fit between the self and the stereotypical person, who is expected in the environment (e.g., Hannover & Kessels, 2004; Setterlund & Niedenthal, 1993). Achieving such a fit is seemingly more difficult in science as the prototypical student, who enjoys science, is described more negatively by other students than the prototypical student, who is not enjoying science (Hannover & Kessels, 2004). This fit also possibly counteracts females' interest in continuing in science as the similarity to participants of a domain moderates interest of continuing there (Cheryan & Plaut, 2010). Finding a sufficient fit for continued interest to persist in science appears to be a higher hurdle to jump for females as they encounter a stereotypically male environment in science, especially so in physics. Even more so, cues in the science environment which promote the male stereotypes, e.g., in books or on posters, can further reduce females' feeling of belonging in the setting (Cheryan et al., 2009) and thereby widen the gender gap even more. As the Physics Olympiad is predominantly male and thereby promoting the association of physics being rather male, it presents cues to female participants that might reduce their belonging and the benefits, which the participation in the contest is supposed to offer.

Research has set a focus on analyzing the role, which stereotypes play in causing female underrepresentation and the achievement gap in science. Stereotypes about women and girls in science mainly state that girls and women have less science talent or ability to succeed in the science domains than men and boys (e.g., Miller, Eagly, & Linn, 2015; Smyth & Nosek, 2015; Cohen & Garcia, 2008). A popular theory, which explains the hindering impact of such negative stereotypes, is stereotype threat theory. The theory states that minority group members' performance is inhibited due to negative stereotypes attributed to them by the majority group (e.g., Spencer, Steele, & Quinn, 1999; Steele et al., 2002): The minority group members perceive cues to stereotypes in the environment — it is thereby not important whether these are explicitly or implicitly broadcasted (e.g., Marchand & Taasoobshirazi, 2013; Spencer et al., 1999) —, react with cognitive, motivational and other changes and end up behaving accordingly to the stereotypes (e.g., Bedyńska et al., 2018). For women in science this means showing lower abilities and achievements than in a situation without stereotypes. The theory was also shown to be

applicable to other stereotyped groups such as ethnic minorities (Froehlich et al., 2016; Aronson, Fried, & Good, 2002), boys in certain academic settings (Hartley & Sutton, 2013), or men in typically female jobs (Kalokerinos et al., 2017).

The negative consequences of stereotype threat have a wide range and are not limited to reduced performance (e.g., Flore & Wicherts, 2015; Shih et al., 1999). Burnout (Hall et al., 2018), anxiety or arousal (Ben-Zeev, Fein, & Inzlicht, 2005) and mental exhaustion and rejection (Hall et al., 2015) can be stereotype threat's consequences just as well as feelings of incompetence (Schmader & Johns, 2003) or reduced development of abilities in the stereotyped domain (Appel, Kronberger, & Aronson, 2011). Consequently, several intervention methods were tested to reduce stereotype threat's impact (Schmader, Hall, & Croft, 2015; Schmader & Hall, 2014).

A further factor, which is supporting the negative impact of stereotype threat, is gender identification. Females in predominantly male science environments identify more easily with their gender identity (Marx, Stapel, & Muller, 2005), which in physics environments and extracurricular physics competitions is the stereotyped group of females. This higher identification, however, hinders good performance in these domains for women: Schmader (2002) showed that women, who reported high gender identification, were not able to solve mathematics tasks as good as males, whereas women, who reported lower gender identification, performed just as well as the men. Gender identification thus is not just a factor in stereotype threat but also a heightening factor for the achievement gap (e.g., Flore & Wicherts, 2015; Shih et al., 1999). How the process of participation in a stereotyping and predominantly male science competition affects the gender identification and perception of stereotypes of female participants, has, however, yet to be assessed and modeled.

In summary, science presents a multifaceted, disadvantaging environment for females. Male predominance, negative stereotypes, and higher gender identification interact towards underrepresentation of women and girls. This is even more problematic, when women and girls believe in the negative stereotypes' legitimation, as the stereotypes' negative impact is then even higher (Schmader et al., 2004).

Sense of Belonging in Stereotyping Science Environments

How can women and girls be encouraged to continue in science and not feel excluded by the male majority group? Sense of belonging is one important factor in this situation, as it describes feelings of trust, positive affect, membership and participation, as well as acceptance by the group (Good et al., 2012).

Sense of belonging interacts with several relevant variables in educational contexts. Gillen-O'Neel and Fuligni (2013) showed sense of belonging's close connection to persistent academic engagement, which Pittman and Richmond (2007) underlined by showing that sense of belonging predicts academic achievements. Freeman, Anderman and Jensen (2007) point to sense of belonging's further association with motivation, self-efficacy and task value, as well as social acceptance in college. They also showed that characteristics of the class and the instructor influence sense of belonging (Freeman et al., 2007). Consequently, it was suggested to intervene by heightening minority groups' sense of belonging in problematic environment to increase identification with the domain (Osborne & Jones, 2011). This, indeed, could be recommendable for females in science as women were shown to have lower sense of belonging and higher interest in leaving science environments, which were perceived as predominantly male (Murphy, Steele, & Gross, 2007).

Sense of belonging was, nevertheless, shown to be affected by stereotype threat (e.g., Ladewig et al., 2020). Among the various other negative consequences of stereotype threat, it can also cause uncertainty about one's belonging within the environment in which the stereotype threat is occurring (Walton & Cohen, 2007). Females, who are negatively stereotyped in the encountered science environment and — due to stereotype threat — perform worse than the male majority group members, are likely to doubt their abilities and interpret this as lower suitability within the environment (Good, Aronson & Inzlicht, 2003). Consequently, female students feel less sense of belonging in mathematics, if they perceive the environment to promote gender stereotypes (Good et al., 2012).

To encourage more females not to leave science situations or to go into those environments in the first place, the stereotypes — as they are promoted and perceived by the participants in the situation — as well as participants' sense of belonging should be carefully analyzed.

Both have the ability to either hinder or encourage female underrepresentation. It is therefore especially important to analyze these in science situations, which students voluntarily enter, as the students in these environments have taken the first step towards an out-of-school science engagement. Such an environment is the Physics Olympiad.

Expectancy-Value Model

To study the relation of sense of belonging and stereotype threat to female underrepresentation in science, career choices should be closer looked at. Determining how participation in a science competition interacts with the decision to stay or leave a domain is thereby especially of interest. A model, which has been shown to explain how achievement-related choices are formed, such as choosing to study a subject or continuing in a domain, is the expectancy-value model (e.g., Eccles, 2009; Eccles et al., 1983). The model includes success expectations for and value of the choice as important predictors of making or declining the choice and was shown to apply in several educational contexts (see Watt, 2016) as well as in science competitions (e.g., Steegh et al., 2021). The link between belonging and important elements of the expectancy-value model was shown for different stations throughout the educational system: Goodenow (1993) showed students' belonging in middle school to predict both success expectations and value. Gillen-O'Neel and Fuligni (2013) found the association of higher intrinsic value of school in high school to higher belonging and Freeman et al. (2007) showed the close connection of belonging in college to task value. Also, Ladewig et al. (2020) showed sense of belonging to be a significant predictor of success expectations and value of choosing a career in physics for participants of the German Physics Olympiad. Nevertheless, the authors also found that stereotype endorsement negatively impacted female participants' belonging, thereby indicating a stereotype threat effect. This negative impact of stereotypes also reaches task value (Plante et al., 2013) and belonging to the workplace (Rahn, Martiny, & Nikitin, 2020).

However, the continued changes in sense of belonging, gender identification, and stereotype threat during the participation in the German Physics Olympiad and their impact

on success expectation and value for continuing in science after the contest have not been researched. This would be necessary to gain better insights into the proceedings of the contest and consequences of the participation.

The Current Study

In the current study, we invited participants of the German Physics Olympiad to participate in weekend seminars in addition to their participation in the first contest round to gain further physics knowledge. Participants partook in the study over approximately four months and filled in four questionnaires to assess their belonging, gender identification and perceptions of stereotypes as well as intentions to continue in science. The first two contest rounds are consisting of homework, only after achieving participation in the third round will participants typically meet other contestants in seminars. In our study, participants encountered other contestants for the first time at the study's weekend seminars as they had yet only participated in the first round.

Participants filled in questionnaires at home, then at the seminar and, lastly, several weeks after the seminar at home again. The study combined all possible environments, which participation in the German Physics Olympiad can present, in a shorter amount of time. It thus depicted a whole participation process in the Physics Olympiad, which to our knowledge no previous research did.

We posed the following hypotheses with regard to stereotype threat theory and expectancy-value theory during the four months of participation:

First, we hypothesized that the German Physics Olympiad is fulfilling its intention of providing a supporting environment to encourage students in their pursuit of physics.

Hypothesis 1: We hypothesize that male and female participants have equal intentions of continuing in science several weeks after the weekend seminar, showing in similar success expectations for and value of choosing a career in science.

As the contest presents a typical predominantly male science environment, we expect the Physics Olympiad to be affected by stereotype threat and social identity threat. Stereotype endorsement and perceived social identity threat should thus negatively impact females during their participation in the contest. They should, consequently, have heightened gender identification and lowered belonging caused by the threat effects.

Hypothesis 2: We hypothesize that stereotype endorsement negatively impacts female participants' sense of belonging, while stereotype endorsement and perceived social identity threat are hypothesized to heighten female participants' gender identification. These effects should not be detectable for male participants.

With regard to the stereotype threat and social identity threat, changes on the variables, which are expected to be impacted by participation in the contest — stereotype endorsement, perceived social identity threat, gender identification and belonging — should change the participants' decision of either continuing or leaving science.

Hypothesis 3: We hypothesize that male and female participants' sense of belonging and gender identification as well as perceived social identity threat and stereotype endorsement predict success expectations for and value of choosing a career in science.

Method

The current study was part of the project “Identiphy - Identity development in physics!“. Over two years, two consecutive cohorts of German Physics Olympiad contestants could voluntarily participate in the project in addition to their participation in the contest. Contestants were informed that declining participation in the project did not cause any disadvantages for the competition.

The project consisted of weekend seminars, with a focus on teaching physics contents in a group of interested and talented students. The weekend seminars were placed in the contest proceedings so that students had filled in the first contest round but not yet received information on their results. The contestants met other contestants for the first time at the

seminars as the first round solely consists of experimenting and solving tasks at home. We assessed student at four points in time (previous to the seminars, at the beginning and end of the seminars, and several weeks after the seminars).

Participants

Contestants of the German Physics Olympiad received an invitation with information of the project via letter or e-mail. Participants filled in questionnaires anonymously and gained no disadvantages when deciding against participation. Contestants were allowed to participate after providing informed consent either personally or, if the participants were underaged, by their legal guardian.

In the first cohort, 167 students were partaking (age: $M = 15.87$, $SD = 1.26$), of which 125 assessed male gender (age: $M = 15.81$, $SD = 1.34$) and 42 female gender (age: $M = 16.07$, $SD = 1.00$). The second cohort was smaller with only 131 participants (age: $M = 15.95$, $SD = 1.40$). Of these, 40 indicated that they described themselves as female (age: $M = 15.65$, $SD = 1.41$) and 91 as male (age: $M = 16.09$, $SD = 1.38$). Overall, 298 students chose to participate.

The cohorts did not prove significantly different in age ($t(264) = -.51$, $p = 0.609$) or gender ($\chi^2(1) = 1.13$, $p = .287$). As participants also ran through identical questionnaires, we deferred from further separating the cohorts.

Procedure

Participants filled in the first questionnaire after registration and giving informed consent. The information material informed all participants before registration that the participation was bound to a research project. The first questionnaire was provided online and included, among others, scales on gender identification, sense of belonging, perceived social identity threat, and stereotype endorsement. The scales referenced to the physics environment, which students knew from their regular school life. Next, participants received preparatory materials for the seminar contents.

The second questionnaire which included the same scales as the first one was filled in at the beginning of the weekend seminar. The weekend seminar proceeded with physics contents in the form of theoretical and experimental tasks before ending with the third questionnaire. Again, the questionnaire included the same scales. Lastly, students had the opportunity to continue approximately six and twelve weeks after the seminar with further physics tasks, which they could hand in and get back corrected. At the end of this phase, the last and fourth questionnaire concluded the project. The questionnaire used the same scales as the previous ones as well as scales on success expectations for and value of choosing a career in physics, while also including a reminiscence of the seminar with photos and questions about participants' experiences there.

Measures

Sense of Belonging

We used Good et al.'s (2012) Math Sense of Belonging scale in an adapted form to physics with 30 items to measure sense of belonging. The items were assessed from 1 "strongly disagree" to 5 "strongly agree". The sub-scales negative affect and desire to fade were reverse coded. We used the overall scale as was recommended by the authors of the original scale (Good et al., 2012). The questionnaires were adapted with different framing, to fit the assessment point: The first and last questionnaire used the school physics classes as a reference group (e.g., "When I am in my physics lessons, I feel that I belong to the group."); first questionnaire: Cronbach's alpha = .63; last questionnaire: Cronbach's alpha = .94) and both questionnaires at the weekend seminar referenced the seminar group (e.g., second questionnaire: "At the moment, I feel that I belong to the seminar group."; Cronbach's alpha = .91; third questionnaire: "During the weekend seminar, I feel that I belong to the group."; Cronbach's alpha = .91).

Gender Identification

Gender identification was measured using a scale developed by Schmader (2002). All four items (e.g., "Being a boy/girl is important for the perception I have of myself.") were

ranked from 1 “strongly disagree” to 5 “strongly agree”. Cronbach’s alpha ranged between .80 (first questionnaire), .83 (beginning of seminar), .83 (end of seminar) and .87 (last questionnaire).

Perceived Social Identity Threat

Perceived social identity threat was measured by means of an adapted version of a four-item scale by Rattan et al. (2018). Items (e.g., “My gender influences the perception that others have of my physics abilities.”) were assessed from 1 “strongly disagree” to 5 “strongly agree” (Cronbach’s alpha: .82 in the first questionnaire, .80 at the beginning and .76 at the end of the seminar). A higher score indicates higher perceived threat.

Stereotype Endorsement

Stereotype endorsement was measured using an adapted scale by Schmader et al. (2004) with three items. Items (e.g., “It is possible that man have more physics ability than do women.”; Cronbach’s alpha: .71 in the first questionnaire, .69 at the beginning and .69 at the end of the seminar) were ranked from 1 “strongly disagree” to 5 “strongly agree”. Higher values present higher stereotype endorsement.

Success Expectation and Value of Choosing a Career in Science

Success expectations (e.g., “When I choose to study physics or take a job in physics, I believe that I will be successful.”) and value (e.g., “When I choose to study physics or take a job in physics, being successful is especially important to me.”) were both measured on 4 items from Lykkegard and Ulriksen (2016). Items were ranked from 1 “strongly disagree” to 5 “strongly agree”. Cronbach’s alpha was .64 for success expectation and .70 for value.

Results

The descriptive results show that male and female participants rated the scales at nearly all assessment points not significantly different. Significant differences only appear for sense of belonging at fourth assessment point [$t(114.42) = 2.13, p = 0.036$], where boys rated belonging higher than girls. The mean values for gender identification and sense of belonging can be found in Table 1.

Table 1

Means and standard deviations of sense of belonging and gender identification for all assessment points split by gender and intervention method.

	sense of belonging				gender identification			
	Boys		Girls		Boys		Girls	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
first assessment point	3.10	.20	3.07	.20	2.68	1.08	2.62	.98
second assessment point	4.25	.48	4.19	.48	2.70	1.15	2.72	1.08
third assessment point	4.37	.46	4.36	.47	2.59	1.14	2.59	1.14
fourth assessment point	4.20	.54	4.03	.48	2.69	1.16	2.69	1.14

The mean values for perceived social identity threat and stereotype endorsement can be found in Table 2. Male and female participants assessed all four assessment points of perceived social identity threat significantly different. At first assessment point, girls rated the threat higher than boys [$t(281) = -4.77, p < 0.001$], which continued likewise at second assessment point [$t(122.40) = -3.04, p = 0.003$] as well as at third assessment point [$t(128.75) = -2.77, p = 0.006$]. Female and male participants rated stereotype endorsement significantly different at first [$t(167.03) = 2.39, p = 0.006$] and last assessment point [$t(139.21) = 2.23, p = 0.027$], each time with higher values by the male participants than the females.

Correlational findings are presented in the supplementary information.

Table 2

Means and standard deviations of perceived social identity threat and stereotype endorsement, and perceptions of environmental stereotyping for the first three assessment points split by gender.

	social identity threat				stereotype endorsement			
	Boys		Girls		Boys		Girls	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
first assessment point	1.60	.76	2.08	.95	2.19	1.02	1.88	.81
second assessment point	1.71	.76	2.05	.84	2.17	1.01	1.98	.93
third assessment point	1.81	.84	2.12	.85	2.31	1.08	2.00	.98

Success expectations for and value of choosing a career in science

To test Hypothesis 1, *t*-tests were calculated. The scales success expectations [$M_{male} = 3.85$, $SD_{male} = .64$; $M_{female} = 3.76$, $SD_{female} = .63$] and value [$M_{male} = 4.20$, $SD_{male} = .58$; $M_{female} = 4.33$, $SD_{female} = .60$] of choosing to continue in science were compared for male and female participants' intentions of continuing in science. No effect of gender on success expectations, $t(103) = .85$, $p = 0.396$, or value, $t(99) = -1.31$, $p = 0.192$, was found. This is in line with Hypothesis 1.

Model of stereotype threat and social identity threat

To analyze the gender differences postulated in Hypothesis 2 and Hypothesis 3, two multi-group structural equation models (SEM) were estimated for male and female participants. First, a SEM with freely estimated paths was calculated. Second, a SEM, which constrained the paths to be equal across the two groups. The models were compared regarding their fit to see if the gender-specific (the first model with freely estimated paths) or gender-invariant model (the second model with constrained paths) fitted the data better.

The results of a model with gender-specific coefficients indicate a good fit with

χ^2 ($df = 130$, $N = 306$) = 179.16, $p = .003$, CFI = .97, TLI = .94, RMSEA = .05 (90%

confidence interval = .03, .07) and SRMR = .07. The second SEM with equal paths in both groups shows an acceptable to good fit of χ^2 ($df = 165$, $N = 306$) = 217.92, $p = .004$, CFI = .96, TLI = .95, RMSEA = .05 (90% confidence interval = .03, .06) for modeling without splitting by gender (see Hu & Bentler, 1999). As the gender-specific, freely estimated model fit the data equally well as the gender-invariant model with constrained paths, we conclude that no gender differences between male and female participants were found. This, however, contradicts Hypothesis 2.

In consequence, we did not use the gender-specific groups any further. Instead, we continued with a third structural equation model. This model consists of one group, which included both genders, and estimated paths freely. The fit of this model was χ^2 ($df = 65$, $N = 306$) = 78.78, $p = .117$, CFI = .99, TLI = .98, RMSEA = .03 (90% confidence interval = .00, .05) and SRMR = .05. This also represents a good fit (see Hu & Bentler, 1999). The model is shown in Figure 1.

Regarding Hypothesis 2, the results are not supporting the assumed stereotype or social identity threat effects. Stereotype endorsement was not at any point significantly impacting belonging (second assessment point: $\beta = .05$, $p = .415$; third assessment point: $\beta = -.05$, $p = .300$; fourth assessment point: $\beta = -.10$, $p = .140$). This contradicts the assumed hypothesis of a stereotype threat effect on sense of belonging. Also, stereotype endorsement significantly impacted second assessment point's gender identification ($\beta = .12$, $p = .013$) but not third ($\beta = .06$, $p = .106$) or fourth assessment point's gender identification ($\beta = -.03$, $p = .513$). As perceived social identity threat did not significantly impact any assessment point's gender identification (second assessment point: $\beta = .04$, $p = .368$; third assessment point: $\beta = -.03$, $p = .415$; fourth assessment point: $\beta = .08$, $p = .117$), the results contradict the assumed social identity threat and stereotype threat effects on gender identification.

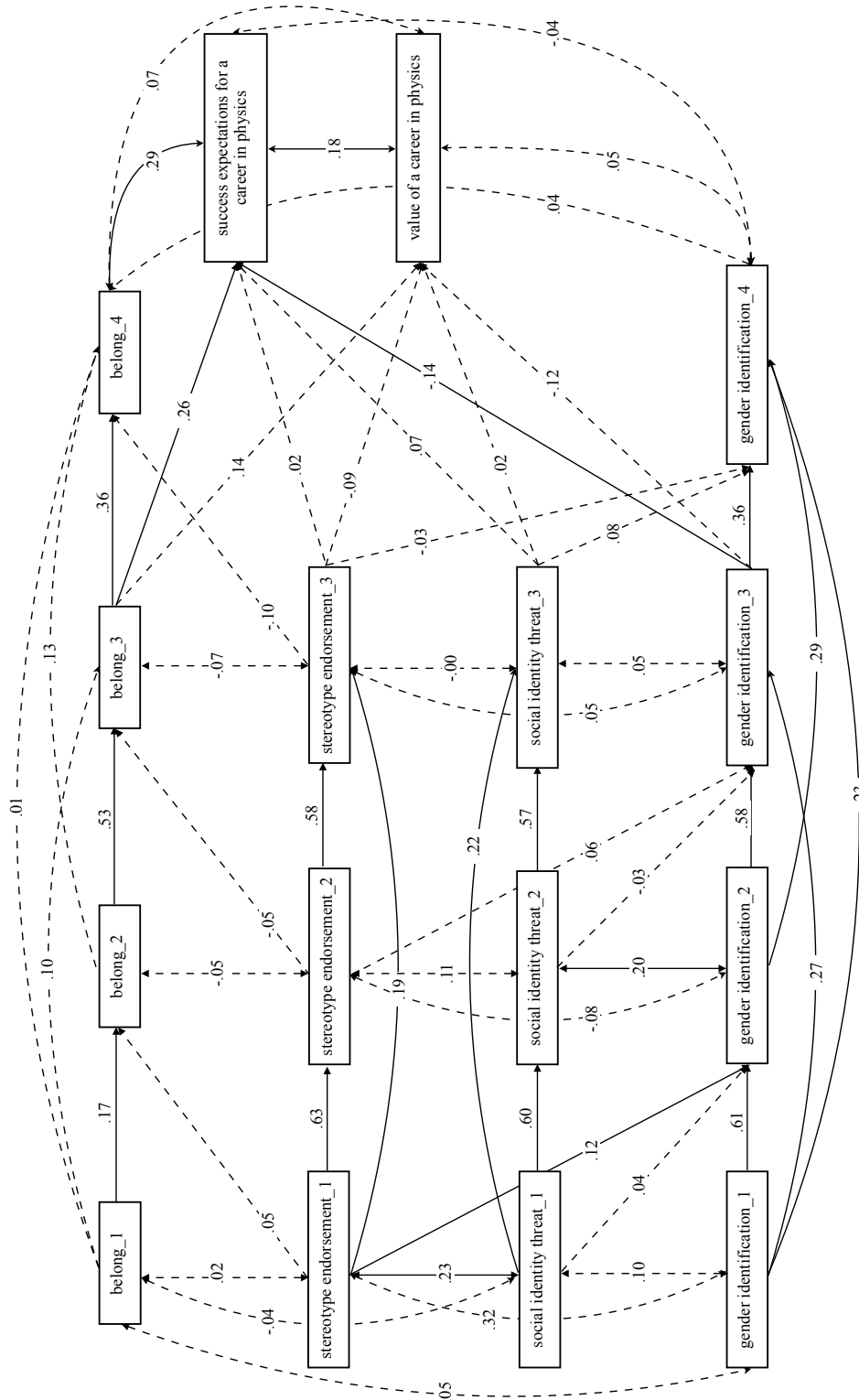


Figure 1. Structural equation model of impact of stereotype threat and social identity threat on gender identification and sense of belonging for all participants. Continuous lines show $p < .05$.

Neither perceived social identity threat (value: $\beta = .02$, $p = .842$; success expectations: $\beta = .07$, $p = .381$) nor stereotype endorsement (value: $\beta = -.09$, $p = .259$; success expectations: $\beta = .02$, $p = .754$) significantly predicted value or success expectations. This partly contradicts Hypothesis 3.

Lastly, the model shows that the previous point's assessment sense of belonging significantly predicted next point's sense of belonging throughout the study (first to second assessment: $\beta = .17$, $p = .004$; second to third: $\beta = .53$, $p < .001$; third to fourth: $\beta = .36$, $p < .001$). Also, belonging significantly predicted success expectations for a career in science ($\beta = .26$, $p < .001$). This is in line with Hypothesis 3. Similar effects show for gender identification: Participants' assessments of the previous assessment point significantly predicted the next assessment (first to second assessment: $\beta = .61$, $p < .001$; second to third: $\beta = .58$, $p < .001$; third to fourth: $\beta = .36$, $p < .001$). Also, third assessment point's gender identification significantly predicted success expectations ($\beta = -.14$, $p = .046$). This confirms Hypothesis 3.

Discussion

Is participation in extracurricular science competitions equally beneficial for intentions of staying in the domain for girls and boys?

To research this question, the present study analyzed how stereotype threat and social identity threat are experienced during participation in the German Physics Olympiad and their impact on the two main variables of Eccles' expectancy-value model, success expectations and value. We used structural equation modeling to assess the changes in sense of belonging and gender identification over four months of participation in the German Physics Olympiad, ending with the assessment of success expectations for and value of choosing a career in science.

Our results indicate that at the end of the study, female and male participants have equally high intentions of continuing in science, which we operationalized with success expectations for and value of choosing to continue in science.

Although the descriptive data show significant differences, which indicate that female participants endorsed stereotypes less and perceived more social identity threat than male participants, the hypothesized stereotype threat and social identity threat effects, which were assumed to impact sense of belonging and gender identification and lower success expectations for and value of continuing in science, could not be corroborated. Intentions of continuing in science are apparently not hindered by gender stereotypes in physics or by the own belief of these stereotypes' eligibility.

These results are interesting as they contradict previous research on stereotypes in Science Olympiads (see Steegh et al., 2021; Ladewig et al., 2020). Whereas it was previously assumed that negative gender stereotypes about their abilities in physics impacted female participants in Science Olympiads, our results do not replicate this finding. We found no overall gender differences and the female participants of this study apparently had equal intentions of continuing in science as their male counterparts. Still, higher gender identification was shown to lower success expectations for continuing in science whereas higher sense of belonging strengthened these success expectations. These two variables apparently directly interact with the outcomes of the expectancy-value model and the decision of continuing in science.

Equal Intentions for Staying in Physics — but then No Action to Do So?

The results of this study show that female and male participants have equal intentions of staying in physics. Why, then, are in the end still less girls participating in the Physics Olympiad and, later on, studying physics or choosing a career therein?

Stereotype threat and social identity threat, which were functioning as useful explanatory models for the choice of females against physics (Schmader et al. 2015; Schmader & Hall, 2014), did not impact sense of belonging or gender identification in physics for the female participants in this study in a way, which lowered their intentions of continuing in science.

Why is this so? Are stereotype threat and social identity threat actually not impacting the participants of the German Physics Olympiad?

For one, the present study was an additional program to participation in the Physics Olympiad. Spending time in a weekend seminar full of physics, most likely led to a sample, which was especially interested and talented (see Höffler, Köhler, & Parchmann, 2019). The participants were more interested to spend more time with learning physics and doing experiments as their fellow contestants. The female participants are thus, most likely, even more resistant to cues, which indicate low fit of females in science and encourage them to leave the environment than the other participants, as they chose to participate in the seminars. This could cause less susceptibility to stereotype threat and social identity threat.

Also, the seminars took place between the first round of the contest and the announcement of the results. Participants thus possibly chose participation in the seminars to prepare for the second contest round. The choice to participate in this study implies higher success expectations in the contest or higher ability self-concept as it was yet unknown if the participants had continued to the next contest round. Lower susceptibility to social identity threat and stereotype threat might also be overshadowed by these factors.

Limitations

Since previous research showed that stereotype threat effects were higher for girls and women who agreed more to gender stereotypes about females' lower abilities in science (e.g., Schmader et al., 2004; Pennington et al., 2016), we operationalized stereotype threat with stereotype endorsement. This also gave the opportunity to include the scale into the normal questionnaires as an explicit measure. Implicit measurements of stereotype endorsement, which eliminates possible biases such as social desirability, would have drawn participants' attention to the purpose of the measure, because these measurements would have to be separated from the normal study proceedings. However, measuring stereotype endorsement implicitly might not have led to other results as previous research is inconsistent on which method is to be preferred (see, e.g., Kessels, Rau, & Hannover,

2006). Nevertheless, participants rated stereotype endorsement equally high throughout the study, so we expect no bias of the results by this. Future research should still include an implicit measure to compare the effects of the measurement techniques.

Also, participants assessed the scales with regard to slightly varying physics environments. Whereas we asked participants in the first questionnaire for experiences in their physics lessons at school, the second and third questionnaire explicitly stated the seminars, and the last questionnaire used again the physics class as the reference group. We do not see this as problematic because the participation in the Physics Olympiad presents a new environment of science to the participants in which they form a new perception of what physics is. The questionnaire represented this with varying reference groups. However, future research should include measures of the participants' perceptions of what the physics environment is, which they feel belonging in and identify with.

Lastly, participants chose to be in this study voluntarily. Registrations was open to all participants of the German Physics Olympiad. Not all participants chose to join in the study, which led to a selective sample. We still assume that the participants represent the whole group of German Physics Olympiad participants. If anything, the sample of contestants, who opted for participation in the study, showed higher interest and engagement in the Physics Olympiad by using further offers to build physics' knowledge. The sample thus remains a group of students, who are likely to pursue a career in physics. Our results show that participation in the study was not harmful to these intentions.

Implications and Conclusion

This study showed that students, who chose to participate in the Physics Olympiad, still have intentions of continuing in science after their participation and this in equal heights regardless of their gender. As previous research showed harmful consequences of stereotype threat and social identity threat on important factors for continuing in science, our results leave a positive impression of the Physics Olympiad as a way to present physics in a lastingly beneficial way. Girls, who chose to participate in the contest, were not

affected by gender stereotypes and social identity threat in a way that led to lower intentions of continuing in physics than their male counterparts.

However, it still remains unclear why regardless of these results, less girls than boys choose to participate in science both in extracurricular activities and academic settings. To obtain deeper insights into the reasons for participation or leaving of the contest, participants' characteristics should be more closely looked at. Especially studying differences in competence (e.g., Schorr, 2019), self-concept (e.g., Vinni-Laakso et al., 2019; Saß & Kampa, 2019), and parental support (e.g., Schorr, 2019; Hoferichter & Raufelder, 2019) seem to be useful as these variables previously showed high impact on gender differences in science. Also, task characteristics (see Wille et al., 2018; Sanchis-Segura et al., 2018; Wheeler & Blanchard, 2019) should be studied to obtain deeper insights into the causes for female underrepresentation in the contest. Lastly, researching the impact of these variables on gender identification and sense of belonging — the two factors, which in this study proved to impact success expectations and value of continuing in physics — could lead to new ways to fight female underrepresentation in science.

Concluding, the results draw a positive picture of the Physics Olympiad as an extracurricular science competition, which does not discriminate female participants. Participation in the contest does not negatively impact participants' intentions to continue in science. Also, we did not find any differences between females' and males' intention to continue in science. These results suggest that the Physics Olympiad is indeed providing an equitably supporting environment for students, who are interested in science, regardless of their gender.

References

- Anger, C., Koppel, O., Plünnecke, A., Röben, E., & Schüler, R. M. (2019). MINT - Grundlage für Forschung und Digitalisierung. Gutachten für BDA, BDI, MINT Zukunft schaffen und Gesamtmetall [STEM – Basis for research and digitalization.].
- Appel, M., Kronberger, N., & Aronson, J. (2011). Stereotype threat impairs ability building: Effects on test preparation among women in science and technology.

- European Journal of Social Psychology*, 41(7), 904-913. <https://doi.org/10.1002/ejsp.835>
- Aronson, J., Fried, C. B., & Good, C. (2002). Reducing the effects of stereotype threat on African American college students by shaping theories of intelligence. *Journal of Experimental Social Psychology*, 38(2), 113–125. <https://doi.org/10.1006/jesp.2001.1491>
- Bedyńska, S., Krejtz, I., & Sedek, G. (2018). Chronic stereotype threat is associated with mathematical achievement on representative sample of secondary schoolgirls: the role of gender identification, working memory, and intellectual helplessness. *Frontiers in Psychology*, 9(428). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00428>
- Ben-Zeev, T., Fein, S., & Inzlicht, M. (2005). Arousal and stereotype threat. *Journal of Experimental Social Psychology*, 41(2), 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2003.11.007>
- Cheryan, S., & Plaut, V. C. (2010). Explaining Underrepresentation: A theory of precluded interest. *Sex Roles*, 63, 475–488. <https://doi.org/10.1007/s11199-010-9835-x>
- Cheryan, S., Plaut, V. C., Davies, P. G., & Steele, C. M. (2009). Ambient belonging: How stereotypical cues impact gender participation in computer science. *Journal of Personality and Social Psychology*, 97(6), 1045–1060. <https://doi.org/10.1037/a0016239>
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others?. *Psychological Bulletin*, 143(1), 1–35. <https://doi.org/10.1037/bul0000052>
- Cohen, G. L., & Garcia, J. (2008). Identity, belonging, and achievement: A model, interventions, implications. *Current Directions in Psychological Science*, 17(6), 365–369. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2008.00607.x>
- Diekmann, A. B., Brown, E. R., Johnston, A. M., & Clark, E. K. (2010). Seeking Congruity Between Goals and Roles: A New Look at Why Women Opt Out of Science, Technology, Engineering, and Mathematics Careers. *Psychological Science*, 21(8), 1051-1057. <https://doi.org/10.1177/0956797610377342>

- Eccles, J. (2009). Who am I and what am I going to do with my life? Personal and collective identities as motivators of action. *Educational Psychologist, 44*(2), 78–89. <https://doi.org/10.1080/00461520902832368>
- Eccles, J., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J., et al. (1983). Expectancies, values and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motives*. (pp. 75-146). W. H. Freeman.
- Flore, P. C., & Wicherts, J. M. (2015). Does stereotype threat influence performance of girls in stereotyped domains? A meta-analysis. *Journal of School Psychology, 53*(1), 25–44. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2014.10.002>
- Freeman, T. M., Anderman, L. H., & Jensen, J. M. (2007). Sense of belonging in college freshmen at the classroom and campus levels. *Journal of Experimental Education, 75*(3), 203–220. <https://doi.org/10.3200/JEXE.75.3.203-220>
- Froehlich, L., Martiny, S. E., Deaux, K., Goetz, T., & Mok, S. Y. (2016). Being smart or getting smarter: implicit theory of intelligence moderates stereotype threat and stereotype lift effects. *British Journal of Education Psychology, 55*(3), 564–587. <https://doi.org/10.1111/bjso.12144>
- Gillen-O’Neel, C., & Fuligni, A. (2013). A longitudinal study of school belonging and academic motivation across high school. *Child Development, 84*(2), 678–692. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01862.x>
- Good, C., Aronson, J., & Inzlicht, M. (2003). Improving adolescents' standardized test performance: An intervention to reduce the effects of stereotype threat. *Journal of Applied Developmental Psychology, 24*(6), 645–662. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2003.09.002>
- Good, C., Rattan, A., & Dweck, C. S. (2012). Why do women opt out? Sense of belonging and women’s representation in mathematics. *Journal of Personality and Social Psychology, 102*(4), 700–717. <https://doi.org/10.1037/a0026659>
- Good, J. J., Woodzicka, J. A., & Wingfield, L. C. (2010). The effects of gender stereotypic and counter-stereotypic textbook images on science performance. *Journal of Social Psychology, 150*(2), 132-147. <https://doi.org/10.1080/00224540903366552>

- Goodenow, C. (1993). Classroom belonging among early adolescent students: relationships to motivation and achievement. *The Journal of Early Adolescence*, *13*(1), 21–43. <https://doi.org/10.1177/0272431693013001002>
- Hall, W. M., Schmader, T., Aday, A., & Croft, E. (2018). Decoding the dynamics of social identity threat in the workplace: A within-person analysis of women’s and men’s interactions in STEM. *Social Psychological and Personality Science*, *10*(4), 542–552. <https://doi.org/10.1177/1948550618772582>
- Hall, W. M., Schmader, T., & Croft, E. (2015). Engineering exchanges: Daily social identity threat predicts burnout among female engineers. *Social Psychological and Personality Science*, *6*(5), 528–534. <https://doi.org/10.1177/1948550615572637>
- Hannover, B., & Kessels, U. (2004). Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. *Learning and Instruction*, *14*(1), 51–67. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2003.10.002>
- Hartley, B. L., & Sutton, R. M. (2013). A stereotype threat account of boys’ academic underachievement. *Child Development*, *84*(5), 1716–1733. <https://doi.org/10.1111/cdev.12079>
- Hermann, J. M., & Vollmeyer, R. (2017). Das mathematische Selbstkonzept als Moderator des Stereotype-Threat- und Stereotype-Lift-Effekts. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*, *31*(3-4), 221-234. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000209>
- Hoferichter, F., & Raufelder, D. (2019). Mothers and fathers — Who matters for STEM performance? Gender-specific associations between STEM performance, parental pressure, and support during adolescence. *Frontiers in Education*, *4*(14). <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00014>
- Höfler, T., Köhler, C., & Parchmann, I. (2019). Scientists of the future: an analysis of talented students’ interests. *International Journal of STEM Education*, *6*(29), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0184-1>
- Hu, L.-t., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, *6*(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>

- Inzlicht, M., & Ben-Zeev, T. (2000). A threatening intellectual environment: Why females are susceptible to experiencing problem-solving deficits in the presence of males. *Psychological Science, 11*(5), 365–371. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00272>
- Kahn, S., & Ginther, D. K. (2015). Are recent cohorts of women with engineering bachelors less likely to stay in engineering? *Frontiers in Psychology, 6*(1144). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01144>
- Kalokerinos, E. K., Kjelsaas, K., Bennetts, S., & von Hippel, C. (2017). Men in pink collars: Stereotype threat and disengagement among male teachers and child protection workers. *European Journal of Social Psychology, 47*(5), 553–565. <https://doi.org/10.1002/ejsp.2246>
- Kessels, U., Rau, M., & Hannover, B. (2006). What goes well with physics? Measuring and altering the image of science. *British Journal of Education Psychology, 76*(4), 761–780. <https://doi.org/10.1348/000709905X59961>
- Ladewig, A., Keller, M., & Klusmann, U. (2020). Sense of belonging as an important factor in the pursuit of physics: Does it also matter for female participants of the German Physics Olympiad? *Frontiers in Psychology, 11*(548781). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.548781>
- Lykkegaard, E., and Ulriksen, L. (2016). Choices and changes: Eccles' expectancy- value model and upper-secondary school students' longitudinal reflections about their choice of a STEM education. *International Journal of Science Education, 38*(5), 701–724. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1156782>
- Makarova, E., Aeschlimann, B., & Herzog, W. (2019). The gender gap in stem fields: The impact of the gender stereotype of math and science on secondary students' career aspirations. *Frontiers in Education, 4*, Article 60. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00060>
- Marchand, G. C., & Taasobshirazi, G. (2013). Stereotype threat and women's performance in physics. *International Journal of Science Education, 35*(18), 3050–3061. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.683461>

- Marx, D. M., Stapel, D. A., & Muller, D. (2005). We can do it: The interplay of construal orientation and social comparisons under threat. *Journal of Personality and Social Psychology, 88*(3), 432–446. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.88.3.432>
- Miller, D. I., Eagly, A. H., & Linn, M. C. (2015). Women's representation in science predicts national gender-science stereotypes: Evidence from 66 nations. *Journal of Educational Psychology, 107*(3), 631–644. <https://doi.org/10.1037/edu0000005>
- Miller, D. I., & Wai, J. (2015). The bachelor's to Ph.D. STEM pipeline no longer leaks more women than men: a 30-year analysis. *Frontiers in Psychology, 6*(37). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00037>
- Murphy, M. C., Steele, C. M., & Gross, J. J. (2007). Signaling threat: How situational cues affect women in math science, and engineering settings. *Psychological Science, 18*(10), 879–885. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01995.x>
- Nosek, B. A., Banaji, M. R., & Greenwald, A. G. (2002). Harvesting implicit group attitudes and beliefs from a demonstration web site. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice, 6*(1), 101–115. <https://doi.org/10.1037/1089-2699.6.1.101>
- Osborne, J. W., & Jones, B. D. (2011). Identification with Academics and Motivation to Achieve in School: How the Structure of the Self Influences Academic Outcomes. *Educational Psychology Review, 23*(1), 131-158. <https://doi.org/10.1007/s10648-011-9151-1>
- Pennington, C. R., Heim, D., Levy, A. R., & Larkin, D. T. (2016). Twenty years of stereotype threat research: a review of psychological mediators. *PLoS One, 11*:e0146487. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146487>
- Pittman, L. D., & Richmond, A. (2007). Academic and psychological functioning in late adolescence: the importance of school belonging. *Journal of Experimental Education, 75*(4), 270–290. <https://doi.org/10.3200/JEXE.75.4.270-292>
- Plante, I., de la Sablonnière, R., Aronson, J. M., & Théorêt, M. (2013). Gender stereotype endorsement and achievement-related outcomes: The role of competence beliefs and task values. *Contemporary Educational Psychology, 38*(3), 225–235. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2013.03.004>

- Rahn, G., Martiny, S. E., & Nikitin, J. (2020). Feeling out of place: Internalized age stereotypes are associated with older employees' sense of belonging and social motivation. *Work Aging Retire*, 7(1), 61-77. <https://doi.org/10.1093/workar/waaa005>
- Rattan, A., Savani, K., Komarraju, M., Morrison, M. M., Boggs, C., & Ambady, N. (2018). Meta-lay theories of scientific potential drive underrepresented students' sense of belonging to science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Journal of Personality and Social Psychology*, 115(1), 54–75. <https://doi.org/10.1037/pspi0000130>
- Sadler, P., Sonnert, G., Hazari, Z., & Tai, R. (2012). Stability and volatility of STEM career interest in high school: A gender study. *Science Education*, 96(3), 411–427. <https://doi.org/10.1002/sce.21007>
- Sanchis-Segura, C., Aguirre, N., Cruz-Gómez, Á. J., Solozano, N., & Forn, C. (2018). Do Gender-Related Stereotypes Affect Spatial Performance? Exploring When, How and to Whom Using a Chronometric Two-Choice Mental Rotation Task. *Frontiers in Psychology*, 9(1261). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01261>
- Saß, S., & Kampa, N. (2019). Self-concept profiles in lower secondary level – an explanation for gender differences in science course selection? *Frontiers in Psychology*, 10, Article 836. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00836>
- Schmader, T. (2002). Gender identification moderates stereotype threat effects on women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 38(2), 194–201. <https://doi.org/10.1006/jesp.2001.1500>
- Schmader, T., & Hall, W. M. (2014). Stereotype threat in school and at work: putting science into practice. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Science*, 1(1), 30–37. <https://doi.org/10.1177/2372732214548861>
- Schmader, T., Hall, W., & Croft, A. (2015). Stereotype threat in intergroup relations. In M. Mikulincer, P. R. Shaver, J. F. Dovidio, & J. A. Simpson (Eds.), *APA handbooks in psychology®. APA handbook of personality and social psychology, Vol. 2. Group processes* (pp. 447–471). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/14342-017>

- Schmader, T., & Johns, M. (2003). Converging evidence that stereotype threat reduces working memory capacity. *Journal of Personality and Social Psychology*, *85*(3), 440–452. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.3.440>
- Schmader, T., Johns, M., & Barquissau, M. (2004). The costs of accepting gender differences: The role of stereotype endorsement in women's experience in the math domain. *Sex Roles*, *50*, 835–850. <https://doi.org/10.1023/B:SERS.0000029101.74557.a0>
- Schorr, A. (2019). Pipped at the Post: Knowledge Gaps and Expected Low Parental IT Competence Ratings Affect Young Women's Awakening Interest in Professional Careers in Information Science. *Frontiers in Psychology*, *10*(968). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00968>
- Setterlund, M. B., & Niedenthal, P. M. (1993). "Who am I? Why am I here?" Self-esteem, self-clarity, and prototype matching. *Journal of Personality and Social Psychology*, *65*(4), 769–780. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.65.4.769>
- Shih, M., Pittinsky, T. L., & Ambady, N. (1999). Stereotype susceptibility: identity salience and shifts in quantitative performance. *Psychological Science*, *10*(1), 80–83. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00111>
- Smyth, F. L., & Nosek, B. A. (2015). On the gender-science stereotypes held by scientists: Explicit accord with gender-ratios, implicit accord with scientific identity. *Frontiers in Psychology*, *6*, Article 415. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00415>
- Spencer, S. J., Steele, C. M., & Quinn, D. M. (1999). Stereotype threat and women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, *35*(1), 4–28. <https://doi.org/10.1006/jesp.1998.1373>
- Stegh, A. M., Höffler, T. N., Höft, L., & Parchmann, I. (2021). Exploring science competition participants' expectancy-value perceptions and identification: A latent profile analysis. *Learning and Instruction*, *74*. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101455>

- Steeh, A. M., Höffler, T. N., Keller, M. M., & Parchmann, I. (2019). Gender differences in mathematics and science competitions: A systematic review. *Journal of Research in Science Teaching*, *56*(10), 1431–1460. <https://doi.org/10.1002/tea.21580>
- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, *69*, 797–811. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.69.5.797>
- Steele, C. M., Spencer, S. J., & Aronson, J. (2002). Contending with group image: the psychology of stereotype and social identity threat. *Advances in Experimental Social Psychology*, *34*, 379–440. [https://doi.org/10.1016/s0065-2601\(02\)80009-0](https://doi.org/10.1016/s0065-2601(02)80009-0)
- Su, R., & Rounds, J. (2015). All STEM fields are not created equal: People and things interests explain gender disparities across STEM fields. *Frontiers in Psychology*, *6*(189). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00189>
- Vinni-Laakso, J., Guo, J., Juuti, K., Loukomies, A., Lavonen, J., & Salmela-Aro, K. (2019). The relations of science task values, self-concept of ability, and stem aspirations among Finnish students from first to second grade. *Frontiers in Psychology*, *10*, Article 1449. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.0144>
- Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2007). A question of belonging: Race, social fit, and achievement. *Journal of Personality and Social Psychology Research*, *92*(1), 82–96. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.1.82>
- Watson, P. W. St J., Rubie-Davies, C. M., & Meissel, K. (2019). Mathematics Self-Concept in New Zealand Elementary School Students: Evaluating Age-Related Decline. *Frontiers in Psychology*, *10*(2307). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02307>
- Watt, H. (2016). Gender and Motivation. In K. R. Wentzel & D. B. Miele (Eds.), *Handbook of Motivation at School* (2nd ed., pp. 320-339). Routledge.
- Weber, S., Appel, M., & Kronberger, N. (2015). Stereotype threat and the cognitive performance of adolescent immigrants: The role of cultural identity strength. *Contemporary Educational Psychology*, *42*, 71–81. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.05.001>

-
- Wheeler, S. R., & Blanchard, M. R. (2019). Contextual Choices in Online Physics Problems: Promising Insights Into Closing the Gender Gap. *Frontiers in Psychology, 10*(594). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00594>
- Wille, E., Gaspard, H., Trautwein, U., Oschatz, K., Scheiter, K., & Nagengast, B. (2018). Gender Stereotypes in a Children's Television Program: Effects on Girls' and Boys' Stereotype Endorsement, Math Performance, Motivational Dispositions, and Attitudes. *Frontiers in Psychology, 9*(2435). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02435>

Supplementary Information

Table

Correlations of all scales, which were used in the analyses.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 belonging_1	1															
2 social identity threat_1	-.02	1														
3 stereotype endorsement_1	.03	.24*	1													
4 gender identification_1	.05	.12	.33*	1												
5 belonging_2	.17	-.08	.05	.08	1											
6 social identity threat_2	.02	.59*	.22*	.14	-.15	1										
7 stereotype endorsement_2	.03	.16	.63*	.17	-.01	.21*	1									
8 gender identification_2	.02	.15	.35*	.66*	.02	.22*	.14	1								
9 belonging_3	.17	-.01	.03	.05	.52*	-.09	-.06	-.03	1							
10 social identity threat_3	-.04	.54*	.21*	.08	-.20*	.68*	.20*	.19	-.17	1						
11 stereotype endorsement_3	-.04	.12	.55*	.23*	.01	.13	.69*	.14	-.08	.12	1					
12 gender identification_3	.04	.11	.35*	.68*	.05	.14	.19	.76*	-.01	.13	.22*	1				
13 belonging_4	.07	-.13	.04	.08	.28*	-.25*	-.10	.05	.42*	-.23	-.10	.00	1			
14 gender identification_4	.03	.14	.35*	.64*	.07	.29*	.14	.73*	-.04	.25	.14	.74*	.02	1		
15 success expectations_4	-.00	.14	.02	-.04	.23	.01	.07	-.04	.24	-.04	.01	-.11	.35*	-.12	1	
16 value_4	.06	.01	-.06	-.08	-.02	-.00	-.07	-.07	.16	-.06	-.12	-.14	.13	-.09	.23	1

* $p < 0.001$

Kapitel 5:

GESAMTDISKUSSION

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war zum Forschungsstand zur Stereotypenbedrohung beizutragen, indem die Rolle des Zugehörigkeitsgefühls in den Blickwinkel gerückt und seine Einordnung in den Prozess der Stereotypenbedrohung betrachtet wurde. Zudem wurden die Auswirkungen des Zugehörigkeitsgefühls zur Physik auf die beruflichen Absichten von Jugendlichen über das Erwartung-Wert-Modell modelliert. Zu diesem Zweck wurden Ergebnisse aus zwei Projekten in drei Studien vorgestellt, die Teilnehmende des Auswahlwettbewerbs zur Internationalen PhysikOlympiade untersuchten.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der drei präsentierten Studien kurz zusammengefasst und die zentralen Befunde noch einmal hervorgehoben. Anschließend werden sie in Bezug zueinander gesetzt und Implikationen für den deutschen Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade diskutiert.

5.1 Zentrale Befunde der Studien

Die drei vorgestellten Studien fokussierten jeweils unterschiedliche Aspekte der Verknüpfung von Stereotypenbedrohung, Zugehörigkeitsgefühl und Erwartung-Wert-Modell.

Die erste Studie stellte Ergebnisse aus dem Projekt „WinnerS - Wirkungen naturwissenschaftlicher Schülerwettbewerbe“ vor. Das Ziel der Studie war es das Zugehörigkeitsgefühl von Teilnehmer*innen des Auswahlwettbewerbs zur Internationalen PhysikOlympiade im Erwartung-Wert-Modell unter Berücksichtigung einer Stereotypenbedrohung zu verorten. Zu diesem Zweck wurden drei aufeinander aufbauende Analyseschritte vorgenommen. Basierend auf der Forschungsliteratur zur Wirkung der Zustimmung zu negativen Fähigkeitsstereotypen (vgl. Abschnitt 1.5.4) wurde die Stärke einer Stereotypenbedrohung für die teilnehmenden jungen Frauen über die Stärke der Zustimmung zu Stereotypen operationalisiert. Mit einer Dummy-Regression konnte gezeigt werden, dass sich diese Stereotypenbedrohung für die weiblichen Teilnehmenden negativ auf das Zugehörigkeitsgefühl zu Physikumgebungen auswirkte. Im zweiten Schritt wurde das Zugehörigkeitsgefühl dann über lineare und multiple Regressionsanalysen im Erwartung-Wert-Modell positioniert. Es zeigte sich, dass das Zugehörigkeitsgefühl ein

signifikanter Prädiktor sowohl der Erfolgserwartungen als auch des Wertes eines Physikstudiums war. Dies zeigte sich auch unter Berücksichtigung des Fähigkeitsselbstkonzepts in der Physik und des Interesses für die Domäne. Das Fähigkeitsselbstkonzept und das Interesse präsentierten dabei zwei Variablen, die bereits als Prädiktoren für Erfolgserwartungen und Wert einer leistungsmotivierten Entscheidung in der theoretischen Modellierung des Erwartung-Wert-Modells aufgenommen sind (vgl. Abschnitt 1.8) und sich empirisch auch in dieser Studie als Prädiktoren zeigten. Im letzten Schritt wurden die ersten zwei Analyseschritte in einem umfassenden Strukturgleichungsmodell zusammengeführt, welches noch einmal die Positionierung des Zugehörigkeitsgefühl zwischen dem Auftreten einer Stereotypenbedrohung für junge Frauen in der Physik und der Vorhersage der Erfolgserwartungen und des Wertes eines Physikstudiums aufzeigte.

Die zweite und dritte Studie stellten unterschiedliche längsschnittliche Analysen zu dem Projekt „Identiphy - Identity Development in Physics!“ dar.

Studie 2 schloss an die bisherige Forschung zur Wirksamkeit von Interventionsmaßnahmen gegen die Folgen einer Stereotypenbedrohung in den Naturwissenschaften an und ergänzte sie um Befunde zum Einsatz von Growth Mindset und Values Affirmation Interventionen in der Internationalen PhysikOlympiade. Die Ergebnisse der Varianzanalysen zeigten, dass sich weder die Geschlechtsidentifikation noch das Zugehörigkeitsgefühl geschlechtsdifferentiell verhielten und auch kein signifikanter Unterschied zwischen den Interventionsgruppen auftrat. Somit zeigte sich weder eine individuelle Interventionsmaßnahme noch der verbundene Einsatz beider Interventionsmaßnahmen als effektiver als die anderen Formen. Da allerdings auch keine Geschlechtsunterschiede in der Geschlechtsidentifikation oder dem Zugehörigkeitsgefühl auftraten, scheinen die Interventionsmaßnahmen die Folgen einer Stereotypenbedrohung zumindest verhindert zu haben. Dies ist anzunehmen, da die weiblichen Teilnehmenden eine signifikant höhere Bedrohung ihrer Geschlechtsidentität wahrnahmen, was eine Bedrohung der sozialen Identität andeutet. Da sie jedoch weder eine höhere Zustimmung zu negativen Fähigkeitsstereotypen über Frauen noch eine größere Wahrnehmung dieser Zustimmung

bei den anderen Seminarteilnehmenden empfanden, ist eine etwaige Stereotypenbedrohung trotz des männerdominierten Physikumfeldes sehr gering ausgefallen.

In Studie 3 wurde abschließend auf die Ergebnisse aus Studie 2 aufgebaut und der Rückschluss zum Erwartung-Wert-Modell getätigt. Da die Effekte der Interventionsmaßnahmen in Studie 2 nicht signifikant waren, wurden diese für die Analysen in Studie 3 vernachlässigt. Hier lag stattdessen der Fokus auf der längsschnittlichen Darstellung einer Integration der Geschlechtsidentifikation und des Zugehörigkeitsgefühls in das Erwartung-Wert-Modell unter Einbezug des Einflusses einer sozialen Identitäts- und Stereotypenbedrohung. Dafür wurden mehrere Strukturgleichungsmodelle über alle vier erhobenen Messzeitpunkte berechnet. In diesen zeigte sich, dass das Zugehörigkeitsgefühl und die Geschlechtsidentifikation als Prädiktoren für die Erfolgserwartungen für einen beruflichen Werdegang in der Physik wirken. Da keine Geschlechtsunterschiede in Erfolgserwartungen und Wert einer beruflichen Zukunft in der Physik auftraten, kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass das Umfeld des Auswahlwettbewerbs zur Internationalen PhysikOlympiade kein hinderlicheres Umfeld für die Ambitionen der Teilnehmerinnen darstellt als für die Ambitionen der Teilnehmer. Zudem wirkten sich weder die Zustimmung zu Stereotypen noch die wahrgenommene Bedrohung der sozialen Identität direkt auf Erfolgserwartungen oder Wert aus, auch wenn die weiblichen Teilnehmenden die wahrgenommene Bedrohung der sozialen Identität zur Mehrheit der Messzeitpunkten stärker empfanden als die männlichen Teilnehmenden.

5.2 Implikationen

Die vorgestellte Arbeit untersuchte die Integration des Zugehörigkeitsgefühls zu einem naturwissenschaftlichen Fachbereich in das Erwartung-Wert-Modell. Dies geschah insbesondere unter Betrachtung des Prozesses der Stereotypenbedrohung, da Stereotype Frauen und Mädchen mit geringen Fähigkeiten in und mangelndem Talent für Physik in Verbindung bringen. Die präsentierten empirischen Befunde haben nicht nur theoretische Implikationen, sondern deuten auch praxisorientierte Schlüsse für die Durchführung des

Auswahlwettbewerbs zur Internationalen PhysikOlympiade und andere Physik-Umgebungen an.

5.2.1 Stereotypenbedrohung und Zugehörigkeitsgefühl

Der Prozess der Stereotypenbedrohung wurde in den letzten Jahrzehnten empirisch viel betrachtet (z. B. Steele & Aronson, 1995; Martiny & Götz, 2011) und bereits theoretisch stark ausdifferenziert (vgl. Schmader, Johns & Forbes, 2008; Schmader, Hall & Croft, 2015). Persönliche Wichtigkeit der Situation, Mehr- und Minderheitenstatus in dem sozialen Kontext, aber insbesondere auch die persönliche Zustimmung zu negativen Stereotypen gelten unter anderem als zentrale auslösende Mechanismen für das Phänomen (vgl. Abschnitt 1.5). Auf dieser Grundlage wurde eine Stereotypenbedrohung auch in naturwissenschaftlichen Schülerwettbewerben, die geschlechtsdifferentielle Teilnehmerzahlen aufweisen, erwartet: Die Teilnahme am Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade ist zunächst einmal freiwillig und der Wettbewerbserfolg durch die eigenen Fähigkeiten bedingt, was eine persönliche Wichtigkeit der Teilnahme impliziert. Junge Frauen sind zudem im Wettbewerbsfeld unterrepräsentiert und mit negativen Stereotypen über ihr Talent für Physik konfrontiert, was eine Gruppenzugehörigkeit zur stereotypisierten Minderheit begründet.

Studie 1 zeigte den erwarteten Zusammenhang auf: Es konnte die Auswirkung einer Stereotypenbedrohung, operationalisiert über die Zustimmung zu negativen Fähigkeitsstereotypen, nachgewiesen werden. Junge Frauen empfanden weniger Zugehörigkeitsgefühl zur Physik, wenn sie Stereotypen über das mangelnde Talent für Physik zustimmten. In Studie 2 zeigte sich jedoch, dass weder vor noch nach den eingesetzten Interventionen gegen eine Stereotypenbedrohung Geschlechtsunterschiede im Zugehörigkeitsgefühl auftraten. Dies spricht gegen das Vorliegen einer Stereotypenbedrohung in der untersuchten Stichprobe, denn diese sollte geschlechtsdifferentielle Effekte verursachen. Diese Annahme wird durch den Befund unterstützt, dass trotz ihrer höheren wahrgenommenen Bedrohung der sozialen Identität die Geschlechtsidentität der jungen Frauen nicht stärker aktiviert wurde und somit auch keine Bedrohung einer sozialen Identität eintrat.

Widersprechen sich die Ergebnisse dieser zwei Studien nun?

Die Ergebnisse scheinen sich in der Tat zu widersprechen: Studie 1 zeigt eine Stereotypenbedrohung in der PhysikOlympiade, Studie 2 hingegen nicht. Ein differenzierteres Bild ergibt sich unter Bezugnahme auf die jeweilig betrachtete Stichprobe und das unterschiedliche Studiendesign. Zwar wurden in beiden Studien Teilnehmende der ersten Wettbewerbsrunde als Studienteilnehmende gewonnen, die jeweilige Sub-Stichprobe ist dennoch differenzierter zu verstehen. Die Teilnehmenden der ersten Studie nahmen an einer einzelnen Befragung über ein Online-Format teil, welches zudem mit der Teilnahme an einem Gewinnspiel verbunden war. Es war kaum zeitlicher Aufwand für eine Studienteilnahme gefordert und die Teilnehmenden begegneten zudem keinen anderen Wettbewerbern. Indes forderte die zweite Studie wesentlich mehr zeitlichen Aufwand der Studienteilnehmenden ein. Die Studie lief über mehrere Monate und lediglich zwei Fragebögen konnten online ausgefüllt werden. Zwei weitere Fragebögen waren in ein Wochenendseminar eingebaut, welches Teilnehmende besuchen mussten. Somit stellte sich für diese Studie ein wesentlich größerer zeitlicher Aufwand dar, der zudem lediglich mit einem Wochenende mit anderen physikinteressierten Wettbewerbern und Physikaufgaben entlohnt wurde. Daher muss angenommen werden, dass die Stichprobe der zweiten Studie höheres Interesse an Physik Inhalten hatte als die Teilnehmenden der ersten Stichprobe, auch wenn beide Stichproben in demographischen Merkmalen nicht entscheidend von der Gesamtteilnehmerschaft der PhysikOlympiade abwichen. Die Teilnehmenden der zweiten Stichprobe mussten dennoch persönlich mehr aufwenden, durch z. B. Anreise zum Seminarstandort und Abgabe von freiwilligen Hausaufgaben zwischen den Befragungszeitpunkten, um an der Studie teilzunehmen. Dieser Mehraufwand impliziert nicht nur mehr Interesse, sondern insbesondere für die weiblichen Teilnehmenden mehr Resilienz gegen die Hinweise des Umfeldes, die eine Stereotypenbedrohung und in der Konsequenz ein Verlassen des Fachbereiches indizieren. Sie entschieden schließlich bewusst sich im Rahmen der Studie einem weiteren Physikumfeld auszusetzen und somit eben diesen Hinweisen, die ihre Passung zur Umgebung in Frage stellen, nicht nachzugeben. Es muss also angenommen werden, dass die weiblichen Teilnehmerinnen dieser Studie eine resistenterere Stichprobe darstellen als die durchschnittlichen

Wettbewerbsteilnehmerinnen. Letztere wurden in Studie 1 besser repräsentiert, in der auch das Vorliegen einer allgemeineren Stereotypenbedrohung aufgezeigt werden konnte.

Mit diesem Blickwinkel lassen die Studienergebnisse einen einheitlichen theoretischen Schluss zu: Eine allgemeine Stereotypenbedrohung, entsprechend den Ergebnissen der ersten Studie, liegt im Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade vor, die das Zugehörigkeitsgefühl zur Physik für Wettbewerberinnen reduziert. Diese Stereotypenbedrohung erlangt aber in der speziellen Stichprobe der Studie 2 — und entsprechend auch in Studie 3 — keine Signifikanz, da die Teilnehmerinnen sich schon selektiv in ein bedrohlicher wirkendes Umfeld bewegen und dadurch zeigen, dass sie resistenter gegen die Stereotypenbedrohung sind.

Das Vorliegen einer Stereotypenbedrohung in der PhysikOlympiade ergänzt nun das Gesamtbild des Ausmaßes der Stereotypenbedrohung: Mädchen und Frauen sind beginnend im Schulunterricht, über eine freiwillige Teilnahme an Schülerwettbewerben, hin zur Berufsausbildung und Studium, bis zur letztlich ausgeübten Berufstätigkeit in der Physik durch die Folgen einer Stereotypenbedrohung gefährdet (z. B. Schmader, Johns & Barquissau, 2004; Martiny & Götz, 2011; Hermann & Vollmeyer, 2017). Auch großes fachliches Interesse schützt dabei offenbar nicht vor den Effekten, weshalb Stereotypenbedrohungen auch Schülerinnen mit außerschulischem Engagement in Form einer Wettbewerbsteilnahme betreffen. Nur besonders resistente Schülerinnen unterliegen dem Phänomen in geringerem oder keinem Ausmaß.

Dieser Problematik kann bildungspolitisch und wissenschaftlich begegnet werden. Zwei Ansätze rücken dabei in den Fokus:

Zum einen stellen Projekte mit dem Ziel, mehr junge Frauen für MINT-Berufe (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) zu begeistern, wie sie beispielsweise im Rahmen der Förderlinie „Erfolg mit MINT - Neue Chancen für Frauen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (n.d.) gefördert werden, den richtigen ersten Schritt dar. Mehr Initiativen und Projekte, die eine Abkehr von der prototypischen Darstellung der MINT-Berufe hin zu nicht stereotypen Vorbildern und vielfältigen Präsentationen der verschiedenen Fachbereiche initiieren, können gängige Stereotype aufbrechen und damit Stereotypenbedrohungen reduzieren (vgl. Abschnitte 1.4 und 1.7).

Auch empirisch konnte die positive Wirkung einer alternativen Präsentation der Naturwissenschaften nachgewiesen werden (z. B. Cheryan et al., 2009). Im Hinblick auf die Ergebnisse der hier vorgestellten Arbeit erscheint der Ansatz, die Frauenanzahl in naturwissenschaftlichen Umgebungen zu erhöhen, zudem sinnvoll, da dies das Zugehörigkeitsgefühl der jungen Frauen sichtlich stärken würde: Mehr Ähnlichkeiten mit anderen Physikinteressierten durch einen stärker repräsentierten Frauenanteil suggeriert auch mehr Zugehörigkeitsgefühl und verändert den bisherigen männlichen Prototyp.

Dennoch sind Projekte, die sich zum Ziel setzen viele junge Frauen für die Naturwissenschaften zu begeistern, kein ‚Allheilmittel‘ gegen die bestehende Unterrepräsentation. Auch wenn das anfängliche Interesse junger Frauen für MINT-Berufe in einem solchen Projekt geweckt wird, so unterliegen die jungen Frauen bis zur letztendlichen Berufsausübung einem langen Weg, der sie immer wieder mit Geschlechts- und Fähigkeitsstereotypen konfrontiert. Sie stehen daraufhin vor einer Laufbahn mit Stereotypen, Stereotypenbedrohungen und folglich schwächeren Leistungen sowie Verunsicherungen in ihrem Zugehörigkeitsgefühl (vgl. Abschnitte 1.5 und 1.6). Daher sollten Projekte zur Förderung junger Frauen auf dem Weg in MINT-Berufen stets auch die Wirkung und Folgen von Stereotypen im Blick behalten. Hier ist nun der zweite Ansatz entscheidend: Der Einsatz von Interventionsmaßnahmen muss insbesondere in den Blickwinkel gerückt werden, denn dieser könnte den entscheidenden Erfolgsfaktor bieten, um nachhaltiges Interesse und Engagement für die MINT-Berufe zu schaffen. Dies muss umso mehr der Schwerpunkt in naturwissenschaftlichen Umfeldern sein, welche einen ersten Schritt hin zu beruflichen Laufbahnen darstellen und von jungen Frauen besucht werden. Diese Gruppe hat bereits die erste Hürde hin zu einer solchen beruflichen Laufbahn genommen und befindet sich nun in einem naturwissenschaftlichen Umfeld. Eben ein solches Umfeld stellen die naturwissenschaftlichen Schülerwettbewerbe und somit auch die PhysikOlympiade dar. Die Growth Mindset und Values Affirmation Intervention, die in Studie 2 eingesetzt wurden, erwiesen sich zwar nicht als effektiv gegen eine Stereotypenbedrohung, dies ist aber darin zu begründen, dass offenbar keine Stereotypenbedrohung vorlag, die das Zugehörigkeitsgefühl oder die Geschlechtsidentifikation der Teilnehmerinnen signifikant von denen der Teilnehmer

abweichen ließ. Zudem wurde unter Einsatz der Interventionsmaßnahme ein Abfallen in den betrachteten Variablen während der Wochenendseminare und infolge derer verhindert. Somit können diese beiden Interventionen weiterhin eine vielversprechende Möglichkeit bieten, um der Stereotypenbedrohung in naturwissenschaftlichen Schülerwettbewerben entgegenzuwirken, wenn die Teilnehmerinnen nicht resistent gegen Stereotype sind. Die Interventionen sind zudem kaum zeitaufwändig und können auch auf Distanz und ohne Testleitung eingesetzt werden, was besonders in Settings wie der ersten Wettbewerbsrunde der PhysikOlympiade zweckmäßig wäre. Hier ist noch ein sehr großes Teilnehmerfeld vorhanden, welches auch viele anfänglich interessierte jedoch noch nicht gegen Stereotype resistente Teilnehmerinnen beinhaltet. Zudem betrifft die Stereotypenbedrohung die Teilnehmerinnen bereits in der ersten Runde des Wettbewerbs und kann so mögliche Leistungsverminderungen begünstigen, welche wiederum ein frühes Ausscheiden in der ersten Runde und daraufhin eine überproportional sinkende weibliche Teilnehmerschaft zur Folge hat. Da die Wettbewerbsrunde als Hausarbeit stattfindet, müsste eine etwaige Interventionsmaßnahme in Eigenarbeit durchführbar sein. Dies trifft sowohl auf Growth Mindset als auch auf Values Affirmation Interventionen zu. Vor allem Growth Mindset Interventionen können in diesen Überlegungen den zentralen Raum einnehmen, da sie für den Einsatz an großen Stichproben bereits getestet und modifiziert worden sind (z. B. Bettinger et al., 2018).

Es lässt sich somit als Fazit für den Auswahlwettbewerb zur Internationalen Physik Olympiade ziehen, dass das Zugehörigkeitsgefühl zur Physik durch eine Stereotypenbedrohung für einen Großteil der weiblichen Teilnehmerinnen verringert wird. Da ein geringes Zugehörigkeitsgefühl als Auslöser für die Wahl gegen oder für die Physik und auch für oder gegen das Verbleiben im Wettbewerb angesehen werden kann (vgl. Good, Rattan & Dweck, 2012), ist es in der Wettbewerbsplanung und -durchführung empfehlenswert die Problematik der Stereotypenbedrohung zu berücksichtigen und ihr mit zielführenden Interventionsmaßnahmen entgegenzusteuern.

5.2.2 Zugehörigkeitsgefühl im Erwartung-Wert-Modell

Der zweite Fokus dieser Arbeit schließt an die Befunde zur Stereotypenbedrohung an. Es wurde der schrittweise Aufbau von der Stereotypenbedrohung über das Zugehörigkeitsgefühl hin zum Erwartung-Wert-Modell betrachtet. Dies schließt nicht nur theoretisch an die vorangegangenen Schlussfolgerungen an, sondern führt auch die Überlegungen für die praktische Wettbewerbsdurchführung fort.

Studie 1 zeigte eine klare Assoziation zwischen dem Zugehörigkeitsgefühl und dem Erwartung-Wert-Modell auf: Das Zugehörigkeitsgefühl fungierte als Prädiktor für Erfolgserwartungen und den Wert eines Physikstudiums. Zudem ergänzte das Zugehörigkeitsgefühl die prädiktiven Effekte von fachlichem Interesse und dem Fähigkeitsselbstkonzept, die bereits theoretisch in das Modell integriert waren. Jedoch zeigte sich das Zugehörigkeitsgefühl dabei geschlechtsdifferenziell von einer Stereotypenbedrohung beeinflusst. Höhere Zustimmung zu Stereotypen verringert das Zugehörigkeitsgefühl der Teilnehmerinnen. Dennoch deuten diese Befunde darauf hin, dass die Stereotypenbedrohung über das Zugehörigkeitsgefühl auf Erfolgserwartungen und den Wert eines Studiums wirkt — und somit auf die Absichten, eine berufliche Laufbahn in einem naturwissenschaftlichen Feld zu verfolgen. Die Ergebnisse aus Studie 3 unterstützen diese Befunde nur partiell. Auch hier zeigte sich das Zugehörigkeitsgefühl als Prädiktor der Erfolgserwartungen für eine berufliche Laufbahn in der Physik, aber nicht für den Wert einer solchen. Höheres Zugehörigkeitsgefühl führte zu größeren Erfolgserwartungen, wohingegen gezeigt werden konnte, dass eine stärkere Geschlechtsidentifikation die Erfolgserwartungen verringerte. Eine klare Assoziation zwischen Zugehörigkeitsgefühl und Erwartung-Wert-Modell ist also gezeigt worden und dies unabhängig vom Geschlecht.

Offenbar vermittelt das Zugehörigkeitsgefühl also die Beziehung zwischen der Stereotypenbedrohung und den Erfolgserwartungen einer naturwissenschaftlichen Berufslaufbahn. Diese Ergebnisse ergänzen das Verständnis der vorangegangenen Literatur, welche aufzeigte, dass eine höhere Stereotypenwahrnehmung oder auch ein geringeres Zugehörigkeitsgefühl die Absicht, weiterhin in der naturwissenschaftlichen Domäne zu verbleiben, reduzieren (z. B. Good et al., 2012). Die Stereotypenbedrohung wirkt dabei implizit über das Zugehörigkeitsgefühl auf die Erfolgserwartungen und, wie in

Studie 3 gezeigt, nicht direkt. Diese Wirkfolge kann zudem durch eine gesteigerte Geschlechtsidentifikation beeinflusst werden, sodass ein Bedrohung der sozialen Identität — die die Identität, hier also die saliente Geschlechtsidentifikation, deutlicher hervortreten lässt und steigert (vgl. Hall, Schmader & Croft, 2015) — die Stereotypenbedrohung ergänzt und deren negative Folgen fortsetzt.

Das Zugehörigkeitsgefühl ist also ein entscheidender Vermittlungspunkt in der Wirkkette zwischen Stereotypen und der Unterrepräsentation von Frauen in der Physik. Die bisherige Forschung hatte das Zugehörigkeitsgefühl in diesem Zusammenhang nur vereinzelt betrachtet (z. B. Banchevsky, Lewis & Ito; Good et al., 2012) und auch im Erwartung-Wert-Modell nicht genügend berücksichtigt. Zwar sind Geschlechtsstereotype, welche an zahlreichen Punkten auf den theoretisch-modellierten Ablaufprozess einwirken (vgl. Eccles et al., 1983; Eccles, 2009), im Erwartung-Wert-Modell enthalten, das Zugehörigkeitsgefühl selbst wurde hingegen bisher konzeptuell nicht miteinbezogen. Auf Grundlage der hier gezeigten Ergebnisse wäre dies aber schlussfolgernd richtig, denn neben dem Selbstkonzept in Physik und dem Interesse an Physik zeigte es sich als entscheidender Prädiktor für die Erfolgserwartungen und zum Teil auch für den Wert einer beruflichen Laufbahn in dieser Domäne.

Mit Blick auf die Praxis von Schülerwettbewerben und auf die allgemeine Situation in Physik-Umfeldern stellt sich folglich erneut die Frage, wie das Zugehörigkeitsgefühl junger Frauen gestärkt werden kann, um sie langfristig zu motivieren, eine Entscheidung für eine berufliche Laufbahn in der Physik zu treffen. Hierfür ist erneut ein Rückschluss auf sozialpsychologische Interventionsmaßnahmen zielführend. Die Stärkung des Zugehörigkeitsgefühls ist in akademischen und sozialen Kontexten bereits erprobt worden (vgl. Liu et al., 2020; Cook et al., 2012). Auch eine Abkehr von prototypisch-männlichen Darstellungen der Physik, wie sie bereits im vorherigen Abschnitt diskutiert worden sind, kann positiv zur Stärkung des Zugehörigkeitsgefühls junger Frauen in der Physik beitragen (vgl. Cheryan et al., 2009; Kessels, Rau & Hannover, 2006). Die Integration dieser Interventionsmaßnahmen in Schulen, Schülerwettbewerben und naturwissenschaftlichen Studiengängen sowie Ausbildungsberufen sollte als Mittel gegen die Unterrepräsentation von Frauen in der Physik diskutiert und überdacht werden. Auch hier ist die Wahl kurzer,

aber effizienter Interventionen ratsam (vgl. Walton et al., 2015; Walton & Cohen, 2011), da so der Wettbewerbs- oder auch Unterrichtsverlauf für deren Einsatz nicht entscheidend verändert werden muss.

Die Relevanz dieser Interventionen ist keinesfalls zu vernachlässigen. Der prädiktive Effekt eines gestärkten Zugehörigkeitsgefühls kann nicht nur die negativen Effekte der Stereotypenbedrohung abfedern, sondern auch entscheidend zur Verringerung der Unterrepräsentation junger Frauen in der Physik beitragen. Ein gestärktes Zugehörigkeitsgefühl steigert die Erfolgserwartungen und den Wert einer beruflichen Laufbahn in der Physik von jungen Frauen mehr als es ein Zugehörigkeitsgefühl würde, das ungeschützt den Auswirkungen einer Stereotypenbedrohung überlassen wird.

5.3 Einschränkungen der Arbeit

Das Zugehörigkeitsgefühl konnte in dieser Arbeit als verbindendes Element zwischen der Stereotypenbedrohung in der Physik und der geringeren Absicht junger Frauen, eine berufliche Laufbahn in dieser Domäne zu verfolgen, gezeigt werden. Dennoch sind die Ergebnisse unter Beachtung der Einschränkungen dieser Arbeit zu betrachten.

Zunächst ist hier zu erwähnen, dass in der bisherigen Forschung kein Messinstrument genutzt wird, das eine Stereotypenbedrohung ohne Einschränkungen der Ergebnisse erfassen kann. Zwei allgemeine Möglichkeiten stehen zur Erfassung einer Stereotypenbedrohung zur Verfügung: Eine Stereotypenbedrohung kann über explizite Maße erfasst werden. Dies wurde in den vorgestellten Studien genutzt, indem die Zustimmung zu Stereotypen als Operationalisierung der Stärke einer erlebten Bedrohung gewählt wurde. Da die Forschung zur Zustimmung zu Stereotypen diese Verbindung suggeriert (z. B. Schmader et al., 2004), wählten zahlreiche Studien diese Messmethode aus (vgl. Flore & Wicherts, 2015). Sie ist zudem mit einigen Vorteilen verbunden, unter anderem ist sie leicht in Fragebögen zu integrieren und Studienteilnehmer*innen durchlaufen die Messung, ohne zuvor eine zusätzliche Aktivierung der erfragten Stereotype zu erleben. Dennoch stehen diesen Vorteilen auch einige Nachteile gegenüber. Hier ist insbesondere die Problematik der sozialen Erwünschtheit zu nennen und eine

Verzerrung bei expliziten Messungen von Stereotypen hin zu gesellschaftlichen Idealen ist nicht zu vernachlässigen. Die andere Möglichkeit, eine Stereotypenbedrohung zu erfassen, besteht in der impliziten Erfassung von Geschlechtsstereotypen. Dies kann beispielsweise über den Impliziten Assoziationstest (Greenwald, McGhee & Schwartz, 1998) geschehen. Ein entscheidender Nachteil dieser Messmethode ist jedoch die Implementation: Die Erfassung kann nicht in einen Fragebogen eingebunden werden, sondern erfordert ein zusätzliches computergestütztes Programm für den Test. Dabei ist eine Aktivierung der Geschlechtsstereotype nicht auszuschließen, was wiederum verzerrte Perzeptionen in darauffolgenden Situationen und Befragungen hervorrufen kann (vgl. Schmader et al., 2015; Walton & Cohen, 2007). Zudem steht in Zweifel, ob überhaupt ein relevanter Messunterschied zwischen expliziten und impliziten Messmethoden besteht (vgl. Spencer, Steele & Quinn, 1999; Marchand & Taasobshirazi, 2013). Der Einsatz einer expliziten Messmethode ist somit theoretisch fundiert und nicht als nachteilig im Vergleich zu einer impliziten Messmethode anzusehen. Auch zeigte sich in keiner der Studien eine starke Abweichung zwischen dem Urteil von männlichen und weiblichen Teilnehmenden, was gegen eine starke geschlechtsspezifische Verzerrung der Messung spricht. Dennoch kann eine sozial-erwünschte Verzerrung durch die explizite Erfassung von Geschlechtsstereotypen nicht vollständig ausgeschlossen werden, was bei der Betrachtung der Ergebnisse beachtet werden sollte.

Die zweite entscheidende Einschränkung dieser Arbeit besteht in der Übertragbarkeit der aufgezeigten Zusammenhänge auf andere Schülerwettbewerbe. Der Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade ist deutlich von der Unterrepräsentation weiblicher Teilnehmerinnen betroffen. Zudem sind Stereotype über die geringeren Fähigkeiten von Frauen insbesondere in Domänen vorhanden, die ein großes mathematisches Verständnis erfordern, was auf die Physik zutrifft (vgl. Bian et al., 2018). In anderen naturwissenschaftlichen Schülerwettbewerben stellt sich ein sehr konträres Bild dar. Betrachtet man die Gruppe der ScienceOlympiaden insgesamt, bestand die Teilnehmerschaft im Jahr 2020 zu 51,5% aus weiblichen Teilnehmenden. Während die PhysikOlympiade in diesem Jahr lediglich einen Frauenanteil von 29,6% aufwies, was den geringsten Anteil aller ScienceOlympiaden darstellt, so ergab sich in der

BiologieOlympiade ein gedrehtes Geschlechtsverhältnis. Das Teilnehmerfeld der BiologieOlympiade setzte sich zu 67,9% aus jungen Frauen zusammen. Dies stellt zwar den höchsten Anteil aller ScienceOlympiaden dar, spiegelt hingegen auch die Breite der Schülerwettbewerbe sehr eindrücklich wider. Geschlechtsstereotype in der Biologie oder Chemie sind beispielsweise nicht in vergleichbarem Maße zur Physik prominent (vgl. Bian et al., 2018; Cheryan et al., 2017). Ein fächerübergreifendes Modell zur Anwendbarkeit der Stereotypenbedrohung in Schülerwettbewerben ist somit nur eingeschränkt möglich, da die Variabilität des Ausmaßes und auch der Art der Stereotype nicht einheitlich ist. Umso mehr erscheint eine Analyse der Ausprägung des Zugehörigkeitsgefühl zu den Domänen der verschiedenen Schülerwettbewerbe bei Teilnahme an einem solchen, Einblicke zu ermöglichen, wie das Zugehörigkeitsgefühl auf die Entscheidung über eine berufliche Laufbahn in den Naturwissenschaften wirkt.

5.4 Ausblick

Die im Rahmen dieser Arbeit vorgestellten Studien ergänzen den bisherigen Forschungsstand zu naturwissenschaftlichen Schülerwettbewerben. Die Auswirkungen einer Teilnahme an dem Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade, der ein stereotypisch männlich-naturwissenschaftliches Umfeld darstellt, auf das Zugehörigkeitsgefühl zur Physik sowie auf Absichten zur Berufswahl konnten aufgezeigt werden.

Dennoch bleiben einige Fragen ungeklärt, welche für die zukünftige Forschung in den Blick rücken.

Zunächst sollte die Teilnehmerschaft der Internationalen PhysikOlympiade näher betrachtet werden. Die Teilnehmerinnen der hier präsentierten Studien zeigten bereits stark variierende Wahrnehmungen von Stereotypen und Bedrohungen ihrer sozialen Identität. Wie sieht dies für die gesamte Teilnehmerschaft des Wettbewerbs aus? Zukünftige Forschung sollte hierauf genauer eingehen. Eine detaillierte Betrachtung der verschiedenen Teilnehmenden innerhalb der gesamten Teilnehmerschaft ermöglicht die Identifikation von Subgruppen, die insbesondere durch Stereotypenbedrohungen und Bedrohungen ihrer

sozialen Identität gefährdet sind (vgl. Steegh et al., 2021). Infolgedessen können auch Interventionsmaßnahmen auf die individuellen Bedürfnisse dieser Subgruppen angepasst und zugeschnitten werden. Zudem eröffnet die Analyse von persönlichen Merkmalen (z. B. Vinni-Laakso et al., 2019; Ghazy, Ratner & Rosenberg-Lee, 2019), sozialen Hintergründen (z. B. Schorr, 2019; Hoferichter & Raufelder, 2019) oder auch die Gestaltung des Wettbewerbsverlaufs (z. B. Petersen & Wulff, 2017) hier neue Perspektiven. Die Einordnung des Zugehörigkeitsgefühls in ein Rahmenmodell dieser Faktoren kann ebenfalls zu einer nachhaltigen Aufklärung der Gründe für die persistierende Unterrepräsentation von Frauen in der Physik beitragen. Hier sollte auch wieder auf den theoretischen Rahmen des Erwartung-Wert-Modells zurückgeschlossen werden. Die Verbindung des Erwartung-Wert-Modells zu der Stereotypenbedrohungen und dem Zugehörigkeitsgefühl bietet einen vielversprechenden Ansatz für die zukünftige Forschung.

Des Weiteren erscheint eine systematische Untersuchung der Wirkweise des Zugehörigkeitsgefühls notwendig zu sein. Das Zugehörigkeitsgefühl ist nicht nur in Schülerwettbewerben, sondern auch in Schulen, Berufsausbildungen und Universitäten von negativen Geschlechts- und Fähigkeitsstereotypen betroffen. In dieser Arbeit konnte der grundlegende Zusammenhang zwischen dem Zugehörigkeitsgefühl und den entscheidenden Faktoren des Erwartung-Wert-Modells hergestellt werden, eine differenzierende Betrachtung der Entstehens- und Wirkbedingungen dieses Zusammenhangs muss jedoch erst noch erfolgen. Warum wirkt sich das Zugehörigkeitsgefühl insbesondere auf Erfolgserwartungen in Physik aus und wird dabei durch Stereotype reduziert? Hier kann beispielsweise ein theoretischer Rückschluss auf die Selbstkategorisierungstheorie (vgl. Abschnitt 1.4.1) getätigt werden. Das Zugehörigkeitsgefühl suggeriert eine wahrgenommene Passung zwischen der eigenen sozialen Identität und der anwesenden Gruppe; dies ist beispielsweise auch durch die Items der in Studie 2 und 3 verwendeten, adaptierten Subskala Membership der Zugehörigkeitsgefühl-Skala von Good et al. (2012) sehr gut erkennbar: „Wenn ich im Physik-Unterricht bin, dann fühle ich mich als Teil der Gruppe.“ oder „Wenn ich im Physik-Unterricht bin, dann fühle ich, dass ich zu der Gruppe gehöre.“. Die erlebte

Passung determiniert somit das Zugehörigkeitsgefühl. Mithin ergibt sich also die Frage, wie diese Assoziation von Zugehörigkeitsgefühl und Wahl der sozialen Identität aussieht: Ist das Zugehörigkeitsgefühl ein Indikator, der die Salienz einer sozialen Identität beeinflusst und diese gegebenenfalls begünstigen kann? Oder ist die Salienz einer sozialen Identität prädiktiv für das erlebte Zugehörigkeitsgefühl und kann dieses verringern? Die Aufschlüsselung dieses Zusammenhangs ist nicht nur für das Verständnis der Wirkweise des Zugehörigkeitsgefühls entscheidend, sondern insbesondere auch für den zweckhaften Einsatz von Interventionsmaßnahmen gegen Stereotypenbedrohungen und Bedrohungen der sozialen Identität. Durch ein umfassenderes Verständnis des Zusammenhangs von Identität und Zugehörigkeitsgefühl können Interventionsmaßnahmen gezielter in den Wirkprozess eingreifen und die Folgen einer etwaigen Bedrohung verringern. Diesem Aspekt sollte die zukünftige Forschung daher ebenfalls nachgehen.

Zuletzt darf die Weiterentwicklung bestehender Interventionsmaßnahmen und der Gestaltung neuer theoriebasierter Interventionsmaßnahmen gegen Stereotypenbedrohungen und Bedrohungen der sozialen Identität von Frauen weiterhin nicht aus dem Blick verloren werden. Durch die immer präziser werdende Darstellung der Prozesse dieser Bedrohungen (Abschnitt 1.5.3) können auch präzisere Interventionsmaßnahmen ausgestaltet werden. Hier wird auch insbesondere die Einbeziehung des Zugehörigkeitsgefühls erneut relevant, da die Auswirkungen zahlreicher bestehender Interventionsmaßnahmen auf das Zugehörigkeitsgefühl noch nicht betrachtet worden sind. In diesen Auswirkungen liegt aber ein entscheidender Faktor, um das langfristige Verbleiben von Frauen in der Physik zu sichern. Die Interventionsmaßnahmen müssen daher auch so ausgestaltet werden, dass sie in verschiedensten Physik- und Naturwissenschaftsumfeldern einsetzbar sind. Umfangreiche Interventionen, die einen wiederholten Einsatz erfordern oder zeitaufwändig auszuführen sind (z. B. Blackwell, Trzesniewski & Dweck, 2007; Cook et al., 2012), haben den Nachteil, dass sie nur mit großem Aufwand für eine breite Masse an Zielpersonen umsetzbar sind. Eine kürzere und aufwandsgeringere Intervention würde hingegen einfacher zu implementieren sein, da sie beispielsweise nicht weitreichend in das normale Unterrichtsgeschehen in Schulen eingreifen muss oder auch ohne Hintergrundwissen eigenständig von den Teilnehmenden in Schülerwettbewerben durchgeführt werden kann.

Viele sozialpsychologische Interventionen basieren bereits auf dem Prinzip einer kurzen und einfachen Durchführung und auch erste Interventionsmaßnahmen gegen Stereotypenbedrohungen sind nach diesem Prinzip entwickelt worden (vgl. Yeager, Walton & Cohen, 2013; z. B. Brady et al., 2020). Sie zeigten eine hohe Wirksamkeit und sind vergleichsweise einfach in großen Zielgruppen einsetzbar. Dies ist ein versprechender Ansatz, der einen gezielten und gleichzeitig breitgefächerten Einsatz zur Bekämpfung der Unterrepräsentation von Frauen in Naturwissenschaften ermöglichen kann.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Gründe für die Unterrepräsentation von Frauen in Naturwissenschaften zwar weitreichend erforscht sind, ein abschließender Erklärungsrahmen aber noch nicht gefunden wurde. Besonders Schülerwettbewerbe haben als spezielles, wenn auch prototypisches Umfeld in der bisherigen Literatur kaum Beachtung gefunden. Hier setzte die vorgestellte Arbeit an, indem sie die unterrepräsentierte Stichprobe der jungen Frauen im Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade in den Fokus rückte. Auch wenn seine Wirkung in den hier präsentierten Studien nur zum Teil nachgewiesen werden konnte, verbleibt das Rahmenmodell der Stereotypenbedrohung am vielversprechendsten für die Modellierung der Ursachen für die weibliche Unterrepräsentation in naturwissenschaftlichen Schülerwettbewerben. Insbesondere eine differenziertere Betrachtung der Stereotypenbedrohung unter besonderer Berücksichtigung der hier gezeigten Auswirkungen auf das Zugehörigkeitsgefühl und dessen Assoziation zum Erwartung-Wert-Modell verspricht es, einen wichtigen Beitrag für die zukünftige Forschung zur Klärung der Ursachen für Unterrepräsentation von Frauen nicht nur in Schülerwettbewerbern sondern auch in den Naturwissenschaften insgesamt zu bieten.

Literaturverzeichnis

Banchevsky, S., Lewis, K. L., & Ito, T. A. (2019). The role of social and ability belonging in men's and women's pSTEM persistence. *Frontiers in Psychology, 10*, Article 2386. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02386>

- Bettinger, E., Ludvigsen, S., Rege, M., Solli, I. F., & Yeager, D. (2018). Increasing perseverance in math: Evidence from a field experiment in Norway. *Journal of Economic Behavior & Organization*, *146*, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2017.11.032>
- Bian, L., Leslie, S.-J., Murphy, M. C., & Cimpian, A. (2018). Messages about brilliance undermine women's interest in educational and professional opportunities. *Journal of Experimental Social Psychology*, *76*, 404-420. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2017.11.006>
- Blackwell, L. S., Trzesniewski, K. H., & Dweck, C. S. (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: A longitudinal study and an intervention. *Child Development*, *78*(1), 246–263. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x>
- Brady, S. T., Cohen, G. L., Jarvis, S. N., & Walton, G. M. (2020). A brief social-belonging intervention in college improves adult outcomes for Black Americans. *Science Advances*, *6*(18), eaay3689. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay3689>
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (n.d.). *MINT-Pakt und „Erfolg mit MINT“*. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Retrieved 22 June, 2021, from <https://www.bmbf.de/de/mint-pakt-und-girls-day-214.html>
- Cheryan, S., Plaut, V. C., Davies, P. G., & Steele, C. M. (2009). Ambient belonging: How stereotypical cues impact gender participation in computer science. *Journal of Personality and Social Psychology*, *97*(6), 1045–1060. <https://doi.org/10.1037/a0016239>
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others?. *Psychological Bulletin*, *143*(1), 1–35. <https://doi.org/10.1037/bul0000052>
- Cook, J. E., Purdie-Vaughns, V., Garcia, J., & Cohen, G. L. (2012). Chronic threat and contingent belonging: Protective benefits of values affirmation on identity development. *Journal of Personality and Social Psychology*, *102*(3), 479–496. <https://doi.org/10.1037/a0026312>

- Eccles, J. (2009). Who am I and what am I going to do with my life? Personal and collective identities as motivators of action. *Educational Psychologist, 44*(2), 78–89. <https://doi.org/10.1080/00461520902832368>
- Eccles, J., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J., et al. (1983). Expectancies, values and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motives*. (pp. 75-146). W. H. Freeman.
- Flore, P. C., & Wicherts, J. M. (2015). Does stereotype threat influence performance of girls in stereotyped domains? A meta-analysis. *Journal of School Psychology, 53*(1), 25–44. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2014.10.002>
- Ghazy, N., Ratner, E., & Rosenberg-Lee, M. (2019). Differential contributions of empathy to math achievement in women and men. *Frontiers in Psychology, 10*(1941). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01941>
- Good, C., Rattan, A., & Dweck, C. S. (2012). Why do women opt out? Sense of belonging and women's representation in mathematics. *Journal of Personality and Social Psychology, 102*(4), 700–717. <https://doi.org/10.1037/a0026659>
- Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. L. K. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: The implicit association test. *Journal of Personality and Social Psychology, 74*(6), 1464–1480. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.74.6.1464>
- Hall, W. M., Schmader, T., & Croft, E. (2015). Engineering exchanges: Daily social identity threat predicts burnout among female engineers. *Social Psychological and Personality Science, 6*(5), 528–534. <https://doi.org/10.1177/1948550615572637>
- Hermann, J. M., & Vollmeyer, R. (2017). Das mathematische Selbstkonzept als Moderator des Stereotype-Threat- und Stereotype-Lift-Effekts. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie, 31*(3-4), 221-234. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000209>
- Hoferichter, F., & Raufelder, D. (2019). Mothers and fathers—who matters for STEM performance? Gender-specific associations between stem performance, parental pressure, and support during adolescence. *Frontiers in Education, 4*(14). <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00014>

- Kessels, U., Rau, M., & Hannover, B. (2006). What goes well with physics? Measuring and altering the image of science. *British Journal of Education Psychology*, *76*(4), 761–780. <https://doi.org/10.1348/000709905X59961>
- Liu, S., Liu, P., Wang, M., & Zhang, B. (2020). Effectiveness of stereotype threat interventions: A meta-analytic review. *Journal of Applied Psychology*, *106*(6), 921-949. <https://doi.org/10.1037/apl0000770>
- Marchand, G. C., & Taasobshirazi, G. (2013). Stereotype threat and women's performance in physics. *International Journal of Science Education*, *35*(18), 3050–3061. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.683461>
- Martiny, S., & Götz, T. (2011). Stereotype Threat in Lern- und Leistungssituationen: theoretische Ansätze, empirische Befunde und praktische Implikationen. In M. Dresel & L. Lämmle (Eds.), *Motivation, Selbstregulation und Leistungsexzellenz* (pp. 153-178). LIT Verlag.
- Petersen, S., & Wulff, P. (2017). The German Physics Olympiad – identifying and inspiring talents. *European Journal of Physics*, *38*, 1-16. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aa538f>
- Schmader, T., Hall, W., & Croft, A. (2015). Stereotype threat in intergroup relations. In M. Mikulincer, P. R. Shaver, J. F. Dovidio, & J. A. Simpson (Eds.), *APA handbooks in psychology®. APA handbook of personality and social psychology, Vol. 2. Group processes* (pp. 447–471). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/14342-017>
- Schmader, T., Johns, M., & Barquissau, M. (2004). The costs of accepting gender differences: The role of stereotype endorsement in women's experience in the math domain. *Sex Roles*, *50*, 835–850. <https://doi.org/10.1023/B:SERS.0000029101.74557.a0>
- Schmader, T., Johns, M., & Forbes, C. (2008). An integrated process model of stereotype threat effects on performance. *Psychological Review*, *115*(2), 336–356. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.115.2.336>

- Schorr, A. (2019). Pipped at the post: Knowledge gaps and expected low parental it competence ratings affect young women's awakening interest in professional careers in information science. *Frontiers in Psychology, 10*(968). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00968>
- Spencer, S. J., Steele, C. M., & Quinn, D. M. (1999). Stereotype threat and women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology, 35*(1), 4–28. <https://doi.org/10.1006/jesp.1998.1373>
- Steeh, A. M., Höffler, T. N., Höft, L., & Parchmann, I. (2021). Exploring science competition participants' expectancy-value perceptions and identification: A latent profile analysis. *Learning and Instruction, 74*. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101455>
- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology, 69*(5), 797–811. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.69.5.797>
- Vinni-Laakso, J., Guo, J., Juuti, K., Loukomies, A., Lavonen, J., & Salmela-Aro, K. (2019). The relations of science task values, self-concept of ability, and stem aspirations among Finnish students from first to second grade. *Frontiers in Psychology, 10*, Article 1449. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01449>
- Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2007). A question of belonging: Race, social fit, and achievement. *Journal of Personality and Social Psychology Research, 92*(1), 82–96. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.1.82>
- Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2011). A brief social-belonging intervention improves academic and health outcomes of minority students. *Science, 331*(6023), 1447–1451. <https://doi.org/10.1126/science.1198364>
- Walton, G. M., Logel, C., Peach, J. M., Spencer, S. J., & Zanna, M. P. (2015). Two brief interventions to mitigate a “chilly climate” transform women's experience, relationships, and achievement in engineering. *Journal of Educational Psychology, 107*(2), 468–485. <https://doi.org/10.1037/a0037461>

Yeager, D. S., Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2013). Addressing Achievement Gaps with Psychological Interventions. *Phi Delta Kappan*, 94(5), 62-65. <https://doi.org/10.1177%2F003172171309400514>