

Mach dein Gehirn fit für Physik

- Einfluss einer Growth Mindset Lerneinheit -

Laura Goldhorn*, Thomas Wilhelm*, Verena Spatz⁺

*Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt am Main, Max-von-Laue-Str. 1, 60438 Frankfurt

⁺Didaktik der Physik, TU Darmstadt, Hochschulstraße 12, 64289 Darmstadt
goldhorn@physik.uni-frankfurt.de

Kurzfassung

Mehrere unabhängige, internationale Studien zeigen, dass Schüler*innen mit einem (fachbezogenen) Growth Mindset einen besseren Umgang mit herausfordernden Lernsituationen haben, unabhängig von ihrem tatsächlichen Könnens- und Wissensstand. Unsere eigenen Erhebungen zeigen, dass sich Schüler*innen zu Beginn des Physikunterrichts in der 7. Jahrgangsstufe überwiegend dem Growth Mindset zuordnen lassen, doch schon im ersten Lernjahr verändert sich diese Verteilung: immer mehr Schüler*innen sind von einer notwendigen Physik-Begabung überzeugt und vertreten somit ein physikbezogenes Fixed Mindset. Die Lerneinheit "Mach dein Gehirn fit für Physik" ist als fachbezogene Mindset-Intervention entwickelt worden, um diesem Mindset-Shift entgegenzuwirken. Angelehnt an die allgemeinen Mindset-Interventionen nach Yeager und Dweck und mit der Einübung einer Lernstrategie an das Fach Physik geknüpft, kann die Lerneinheit curriculumsunabhängig in der Sekundarstufe 1 eingesetzt werden. In einer ersten Studie im Pre-Post-Design wurde die Lerneinheit mit 14 Lerngruppen durchgeführt und die Wirkung der Intervention auf das physikbezogene Mindset der teilnehmenden Schüler*innen untersucht.

1. Einleitung

Nach der Mindset-Theorie von Dweck lassen sich individuelle Überzeugungen über Intelligenz auf einem Spektrum zwischen den zwei Polen Fixed Mindset und Growth Mindset einordnen. Welchem Mindset Personen eher zugeordnet werden können, lässt sich durch Aussagen wie „Intelligenz ist eine feste Eigenschaft, die sich nicht wirklich verändern lässt“ (Dweck, 2000) messen. Wer solchen Aussagen zustimmt, vertritt eher ein Fixed Mindset, also die Auffassung, dass Intelligenz angeboren und unveränderlich ist. Demgegenüber steht das Growth Mindset, das auf der Überzeugung basiert, dass Intelligenz entwickelbar ist und sich zu jedem Zeitpunkt durch Anstrengung und Lernen noch etwas steigern lässt (Dweck, 2000).

Das Mindset allein sagt nichts über den aktuellen Leistungsstand von Schüler*innen aus. Auch Personen mit einem Fixed Mindset können sehr erfolgreich sein. Doch im schulischen Alltag kommt es fast zwangsläufig zu Phasen, in denen Schüler*innen mit Rückschlägen oder neuen Herausforderungen konfrontiert werden. In solchen Momenten lassen sich, je nach zugrunde liegendem Mindset, unterschiedliche Handlungsmuster beobachten. Wer ein Fixed Mindset hat, interpretiert Schwierigkeiten schnell als Zeichen mangelnder Begabung und neigt dazu, aufzugeben, z. B. durch das Abwählen eines Schulfachs. Schüler*innen mit einem Growth Mindset hingegen sehen solche Situationen eher als Chance zum Lernen, suchen nach neuen Lösungsstrategien und investieren mehr Anstrengung in die Weiterentwicklung ihrer Fähigkeiten (Dweck & Yeager,

2019). Ein Growth Mindset steht also in engem Zusammenhang mit lernförderlichem Verhalten und gilt somit gerade im akademischen Bereich als besonders unterstützenswert (vgl. z. B. (Molden & Dweck, 2006; Mueller & Dweck, 1998)).

2. Physikbezogenes Mindset bei Schüler*innen

Die meisten Mindset-Studien beziehen sich auf allgemeine Überzeugungen zur Intelligenz. Dennoch zeigen Forschungsergebnisse, dass diese Überzeugungen auch domänenspezifisch unterschiedlich ausgeprägt sein können (Hong et al., 1999; Yeager et al., 2013). Daher wurden bestehende Messinstrumente für das allgemeine Intelligenz-Mindset zu erheben, leicht angepasst, um beispielsweise das Mindset in Mathematik über eine fachbezogene Intelligenz („math intelligence“) oder Fähigkeit („math ability“) zu erfassen (vgl. Shively & Ryan, 2013; Sisk et al., 2018). Die Güte der so variierten Skalen wurde in den genannten Studien nicht überprüft.

Um das Mindset speziell im Fach Physik besser beschreiben und erheben zu können, wurde auf Basis qualitativer Interviewstudien (Spatz & Goldhorn, 2021) ein physikspezifischer Fragebogen entwickelt (Goldhorn et al., 2022a). Dieser kombiniert die allgemeine Intelligenzskala nach Dweck (2000) mit zwei neuen Skalen, die aus Interviews mit Schüler*innen abgeleitet wurden (Spatz & Goldhorn, 2021). Diese beziehen sich auf eine (angeborene) „Physikbegabung“ und den Einfluss von „Anstrengung in Physik“ und wurden mit einer Stichprobe von N = 256 Schüler*innen validiert (Goldhorn et al., 2020).

Erste Erhebungen mit diesem physikbezogenen Mindset-Fragebogen zeigen, dass in der 7. Jahrgangsstufe ein Growth Mindset im Fach Physik bei der Mehrheit der Schüler*innen messbar ist (vgl. Goldhorn et al., 2022a). Nur ein kleiner Anteil glaubt an eine angeborene Physikbegabung (Fixed Mindset (Physikbegabung)): 5,5 % der Mädchen und 2,6 % der Jungen. Bereits nach einem Jahr Physikunterricht hat sich dieser Anteil jedoch signifikant erhöht: In der 8. Jahrgangsstufe vertreten 16,8 % der Mädchen und 9,1 % der Jungen ein physikbezogenes Fixed Mindset. Gleichzeitig sinkt der Anteil der Schüler*innen mit einem physikbezogenen Growth Mindset von 69,1 % auf 43,5 % (Goldhorn et al., 2022a). Diese Entwicklung scheint nicht allein altersbedingt zu sein, sondern in direktem Zusammenhang mit dem Physikunterricht zu stehen. Diese Vermutung wird durch eine Folgestudie während der Corona-Pandemie gestützt, in der nach den Phasen mit geschlossenen Schulen und viel Distanzlernen eine um etwa ein Schuljahr verzögerte Veränderung der Mindsetverteilung beobachtet werden kann. Bei stark reduziertem Präsenzunterricht war der Anstieg des physikbezogenen Fixed Mindsets erst zwischen der 8. und 9. Jahrgangsstufe messbar (Goldhorn et al., 2022b).

3. Growth Mindset-Interventionen

Ein Schwerpunkt der Mindset-Forschung ist die Entwicklung wirkungsvoller Interventionen, die ein Growth Mindset fördern. Dabei sollen die Teilnehmenden von der Veränderbarkeit ihrer Fähigkeiten überzeugt werden. Zwar ist unbestritten, dass es genetisch bedingte Unterschiede in der Gehirnstruktur gibt und somit nicht alle Menschen die gleichen Startvoraussetzungen haben (Skeide et al., 2020), doch auch die Neuroplastizität des Gehirns ist wissenschaftlich gesichert. Neuroplastizität beschreibt die Fähigkeit des Gehirns, sich durch Lernprozesse zu verändern, indem neuronale Netze neu gebildet und weiterentwickelt werden. Neue Informationen führen zu neuen neuronalen Verknüpfungen, die durch Wiederholung gestärkt und effizienter abrufbar werden (Jäncke, 2014). Diese neurowissenschaftliche Grundlage ist ein Kernelement vieler Growth-Mindset-Interventionen. Das Ziel ist also, den Teilnehmenden verständlich zu machen, dass Fähigkeiten grundsätzlich entwickelbar sind – unabhängig von den individuellen Ausgangsbedingungen. Eine viel zitierte Intervention, die auch die Grundlage für viele weitere Interventionsstudien bildet, ist von Blackwell et al. (2007), bei der ein kurzer Text („You Can Grow Your Intelligence“) das Gehirn mit einem Muskel vergleicht, der durch Training stärker wird. Diese Metapher ist leicht zu merken und vermittelt das Prinzip der Neuroplastizität anschaulich.

Oft schließen Growth-Mindset-Interventionen mit einer aktiven Aufgabe zum so genannten „Saying is Believing“-Effekt ab: Die Teilnehmenden sollen ihr

neu gewonnenes Wissen an jüngere Schüler*innen weitergeben. Durch das Wiedergeben in eigenen Worten soll die Kernbotschaft verinnerlicht und die eigene Überzeugung weiter gefestigt werden (Aronson et al., 2002).

Inhaltlich gibt es also zumindest Kernelemente, die sich durch die verschiedenen (erfolgreichen) Mindset-Interventionen durchziehen. In der Länge und Art der Vermittlung ist jedoch eine große Varianz. Während die bereits erwähnte Intervention von Blackwell et al. (2007) acht Trainingseinheiten für die Intervention nutzte, sind neuere Ansätze viel kürzer und oft auch digital umgesetzt. Ein Beispiel dafür ist die nur 25-minütige Online-Intervention in der „National Study of Learning Mindsets“ (Yeager et al., 2019). Der Vorteil an kürzeren, standardisierten Interventionen ist die Skalierbarkeit. Gleichzeitig gibt es Hinweise darauf, dass längere Interventionen mit mehreren Einheiten und ausgebildeten Trainingsleiter*innen größere Effekte erzeugen, die jedoch bisher nicht in Meta-Studien bestätigt werden können (Burnette et al., 2022).

4. „Mach dein Gehirn fit für Physik“ – eine physikbezogene Growth-Mindset-Intervention

Ergänzend zum oben beschriebenen physikbezogenen Mindset-Fragebogen wurde, in Anlehnung an die Growth-Mindset-Intervention von Yeager et al. (2016) eine fachbezogene Mindset-Intervention für die Sekundarstufe I entwickelt (Goldhorn et al., 2021). Die Intervention wird im Physikunterricht durchgeführt. Die teilnehmenden Schüler*innen arbeiten selbstständig für ca. zwei Doppelstunden mit einem Lernbuch. Darin lernen sie das Konzept der Neuroplastizität kennen und erarbeiten sich mit einer darauf angepassten Lernstrategie die physikalischen Grundlagen für ein Experiment (für mehr Details zu den Inhalten und deren Umsetzung in der Lerneinheit vgl. Goldhorn et al., 2023). Teil der Lerneinheit ist ein Experiment, das im hessischen Kerncurriculum nicht verpflichtend vorgesehen ist. Daher kann die Lerneinheit zu jedem Zeitpunkt durchgeführt werden, das benötigte Vorwissen ist Teil des Materials. Es ist jedoch möglich, dass die Physiklehrkräfte den Versuch parallel zur Lerneinheit auch im Physikunterricht durchführen (lassen). Die Texte und insbesondere die Aufgabenstellungen wurden mit dem Fokus auf die 8. Jahrgangsstufe entwickelt und in dieser Altersstufe auch getestet. In anderen Jahrgangsstufen muss darauf ggf. Rücksicht genommen werden, beispielsweise werden 10. Klässler*innen voraussichtlich weniger Lesezeit für die Texte benötigen, während Schüler*innen der 7. Jahrgangsstufe möglicherweise mehr Unterstützung dabei brauchen.

Betreut wird die Growth-Mindset-Intervention von den Physiklehrkräften. Das Material ist dabei so gestaltet, dass die Schüler*innen es selbstständig in eigenem Tempo bearbeiten können. Die Physiklehrkräfte stehen also vor allem für mögliche

Verständnisfragen zur Verfügung und optional für die Gestaltung des Experiments. Da die Rolle von Lehrkräften und ihr Einfluss auf das Mindset der Schüler*innen bekannt ist (Growth Mindset Classroom, vgl. dazu Rattan et al. (2012)), gibt es zusätzliches Material mit Hintergrundwissen zum Growth Mindset und wie es im täglichen Unterricht gefördert werden kann für die Lehrkräfte.

5. Studiendesign

In der vorliegenden Untersuchung aus dem Schuljahr 2022/2023 haben insgesamt 14 Lerngruppen von fünf verschiedenen Schulen teilgenommen. Zu Beginn der Lerneinheit wurde der physikbezogene Mindset-Fragebogen (Goldhorn et al., 2023) ausgefüllt, bevor das Lernbuch „Mach dein Gehirn fit für Physik“ bearbeitet wurde. Etwa acht Wochen nach den Interventions-Physikstunden wurde der Mindset-Fragebogen erneut ausgefüllt. Es handelt sich also um eine explorativ angelegte Interventionsstudie im Pre-Post-Design mit spätem Post-Test und ohne Kontrollgruppe. Am Pre-Test haben 219 Schüler*innen der Jahrgangsstufen 7 bis 10 teilgenommen.

6. Ergebnisse

Da die Interventionsmaterialien zum Zeitpunkt der Studie nur papierbasiert vorlagen, gab es mit Pre-Test, Lernbuch und Post-Test drei Zeitpunkte, zu denen die teilnehmenden Schüler*innen ihren individuellen, sechststelligen Code angeben mussten. Im Matching-Prozess konnten, auch nach sorgfältiger Prüfung der Handschriften und möglicher Verwechslungen bei den Angaben, nur $N = 115$ Schüler*innen gefunden werden, von denen Pre-Test,

Lernbuch und Post-Test vorliegen. In Goldhorn et al. (2024) wird bereits ein erster Einblick in die Ergebnisse vorgestellt, jedoch nur mit $N = 70$ Schüler*innen, deren Identifizierungscodes bereits im automatisierten Matching übereinstimmten.

Um einen möglichen Effekt der Lerneinheit auf das physikbezogene Mindset der Schüler*innen zu untersuchen, werden zunächst die Mittelwerte der drei Skalen des Mindset-Fragebogens im Pre- und Post-Test verglichen. Diese können Tab. 1 entnommen werden.

Tab. 1: Mittelwerte M und Standardfehler SE des Fragebogens im Pre-Post-Vergleich.

	Pre-Test ($M \pm SE$)	Post-Test ($M \pm SE$)
Intelligenz	$4.29 \pm .10$	$4.41 \pm .10$
Begabung	$4.31 \pm .09$	$4.15 \pm .09$
Anstrengung	$4.43 \pm .09$	$4.30 \pm .09$

Die Unterschiede der Mittelwerte sind nur klein und der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test zeigt für keine der drei Skalen einen signifikanten Unterschied im Pre-Post-Vergleich. Was sich jedoch signifikant zwischen dem Pre-Test und dem Post-Test unterscheidet, ist die Mindset-Verteilung ($\chi^2(9) = 24.02$, $p = .004$). Zum Zeitpunkt des Pre-Tests sind 39 % der Schüler*innen dem Growth Mindset zugeordnet, 20 % dem Fixed Mindset (Intelligenz) und 11 % dem Fixed Mindset (Physikbegabung), die verbleibenden 30 % werden dem Mixed Mindset zugeordnet. Beim Post-Test, also ca. acht Wochen nach der Lerneinheit, passt das Antwortverhalten von 40 %

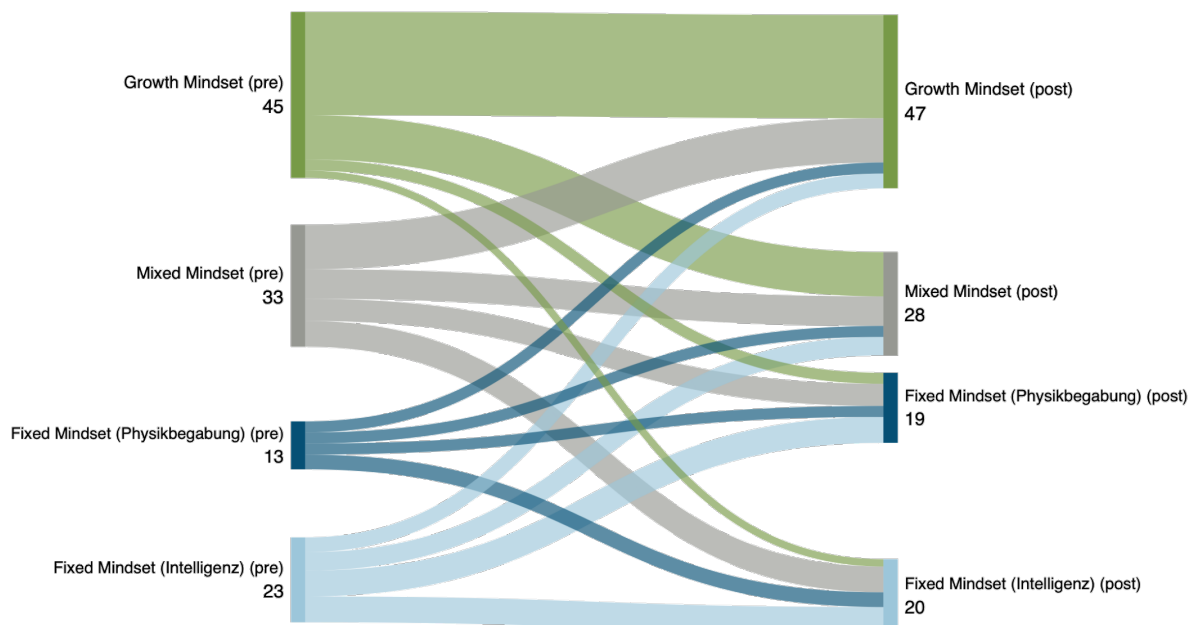


Abb. 1: Sankey-Diagramm zur Darstellung der Veränderungen der Mindset-Verteilung zum Pre-Zeitpunkt (links) und Post-Zeitpunkt (rechts) (eigene Erstellung).

der Schüler*innen zum Growth Mindset, 18 % werden dem Fixed Mindset (Intelligenz) zugeordnet, 17 % dem Fixed Mindset (Physikbegabung) und 25 % dem Mixed Mindset. Besonders in der Gruppe des Fixed Mindset (Physikbegabung) ist eine deutliche Veränderung sichtbar: aus Sicht des Interventionsziels, also das physikbezogene Growth Mindset der Schüler*innen zu stärken, scheint dies jedoch eine nicht gewünschte Veränderung zu sein. Um einen besseren Einblick in die Veränderung zu erhalten, werden die Veränderungen in der Mindset-Zuordnung mit einem Sankey-Diagramm (Abb. 1) analysiert. Im Unterschied zum rein rechnerischen Vergleich (45 Schüler*innen werden im Pre-Test dem Growth Mindset zugeordnet und 47 Schüler*innen im Post-Test), visualisiert das Sankey-Diagramm, wie sich diese Zahlen zusammensetzen. Betrachtet man also die 45 Growth-Mindset-Schüler*innen, so bleiben über die Hälfte, nämlich 28 Schüler*innen auch nach der Intervention diesem Mindset zugeordnet. 12 Schüler*innen wechseln ins Mixed Mindset, was einen niedrigeren Growth-Mindset-Score bedeutet. Nur drei bzw. zwei Schüler*innen wechseln vom Growth Mindset ins Fixed Mindset (Physikbegabung) bzw. Fixed Mindset (Intelligenz). Bei den zwei Fixed Mindsets sieht man im Sankey-Diagramm, dass nur ein kleiner Teil über die Intervention hinweg stabil bleibt. Beim Fixed Mindset (Intelligenz) sind das 5 von 23 Schüler*innen. Mehr als Dreiviertel dieser Fixed-Mindset-Gruppe aus dem Pre-Test werden im Post-Test also einem anderen Mindset zugeordnet. Ähnlich ist es beim Fixed Mindset (Physikbegabung): von den 13 Schüler*innen im Pre-Test verbleiben nur drei in diesem Mindset.

7. Diskussion

Die Lerneinheit „Mach dein Gehirn fit für Physik“ wurde als Growth-Mindset-Intervention entwickelt, dementsprechend war das Ziel der vorliegenden Studie, mögliche Effekte der Lerneinheit auf das physikbezogene Mindset der Schüler*innen zu untersuchen. Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass es im Pre-Post-Vergleich Veränderungen beim Mindset der Schüler*innen gab. Diese zeigen sich nicht im Mittelwert-Vergleich der zwei Zeitpunkte der Datenerhebung mit dem Fragebogen (vgl. Tabelle 1), aber in der Mindset-Verteilung, die auf dem Fragebogen basiert, zeigt der Chi-Quadrat-Test nach Pearson einen signifikanten Unterschied im Pre-Post-Vergleich. Besonders die Gruppe „Fixed Mindset (Physikbegabung)“ fällt auf, da sie von 11 % im Pre-Test auf 17 % im Post-Test ansteigt. Dieses Ergebnis für sich genommen, genau wie die nicht messbare Veränderung bezogen auf die Mittelwerte des Fragebogens, zeigen nicht den erhofften Growth-Mindset-Shift. Gleichzeitig kann und muss man an dieser Stelle auch die Limitationen der vorliegenden Studie beachten. Es handelt sich um eine explorative Studie ohne Kontrollgruppe. Dementsprechend kann zwar

festgehalten werden, dass die Lerneinheit nicht zu einem allgemein höheren Growth-Mindset-Wert im Fragebogen führt, es bleibt jedoch offen, ob sie möglicherweise einer deutlichen Verschlechterung des Werts entgegenwirken kann, denn die Erhebungen mit dem Mindsetfragebogen haben gezeigt, dass der Anteil der Schüler*innen mit einem physikbezogenen Growth Mindset im Verlauf der Sekundarstufe I deutlich sinkt (vgl. Goldhorn et al., 2023). Um das zu untersuchen, müsste eine Studie mit einer Kontrollgruppe durchgeführt werden.

Die vorliegende Studie ist explorativ angelegt, soll also nicht einen vermuteten Effekt nachweisen, sondern zeigen, ob und falls ja, in welchen Schüler*innengruppen die Lerneinheit möglicherweise eine Wirkung zeigt. Bei der Betrachtung verschiedener Gruppen wird zunächst nach dem Mindset (im Pre-Test) unterschieden. Dabei zeigt das Sankey-Diagramm, dass die Schüler*innen, die zum Pre-Test-Zeitpunkt einem der Fixed Mindsets zugeordnet werden, sich im Post-Test auf die verschiedenen Mindsets aufteilen, während mehr als die Hälfte der Schüler*innen, die beim Pre-Test dem Growth Mindset zugeordnet werden, auch im Post-Test dieses Mindset haben. Das lässt vermuten, dass durch die Intervention besonders bei den Schüler*innen eine Veränderung des Mindsets hervorgerufen wird, die vorher eine Tendenz zum Fixed Mindset in ihren Überzeugungen haben. Das passt zu Ergebnissen von allgemeinen Mindset-Interventionen, die eine signifikant stärkere Wirkung der Growth-Mindset-Intervention auf Fixed-Mindset-Teilnehmer*innen beschreiben (Paunesku et al., 2015; Yeager et al., 2016). Obwohl im besten Fall alle Schüler*innen von einer Growth-Mindset-Intervention profitieren sollten, ist die Fixed-Mindset-Gruppe gleichzeitig die wichtigste Zielgruppe, denn bei ihr geht es nicht nur um eine Stärkung bereits vorhandener Überzeugungen, sondern um einen Wechsel der zugrunde liegenden Überzeugung. Falls sich dieses Ergebnis in der genaueren Datenanalyse bestätigen lässt, würde es den Einsatz der Lerneinheit zur Growth-Mindset-Förderung im Physikunterricht bestärken.

8. Ausblick

Wie in den vorherigen Abschnitten ausgeführt, zeigt zwar die Mittelwertanalyse im Pre-Post-Vergleich der gesamten Interventionsgruppe keinen Effekt, jedoch scheint die Lerneinheit bei den Fixed-Mindset-Schüler*innen aus dem Pre-Test zu mehr Veränderung ihres physikbezogenen Mindsets zu führen, da es im Pre-Post-Vergleich zu viel Wechsel des Mindsets kommt. Um dieser Beobachtung nachzugehen, sollten gruppenbezogene Mittelwertanalysen gemacht werden. Außerdem sind die Limitationen der vorliegenden Erhebung zu beachten: die beobachteten Effekte der Intervention beziehen sich nur auf die recht begrenzten Stichprobe von $N = 115$ Schüler*innen. Außerdem gibt es noch keine Erhebung mit einem Pre-Post-Design mit Kontroll-

gruppe, um zu untersuchen, welche Veränderungen des Mindsets im Zeitraum zwischen Pre- und Post-Test möglicherweise auftreten, wenn keine Growth-Mindset-Intervention durchgeführt wird.

9. Literatur

- 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>
- 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., Billingsley, J., Banks, G. C., Knouse, L. E., Hoyt, C. L., Pollack, J. M., & Simon, S. (2022). A systematic review and meta-analysis of growth mindset interventions: For whom, how, and why might such interventions work? *Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.1037/bul0000368>
- Dweck, C. S. (2000). *Self-theories: Their role in motivation, personality, and development*. Taylor & Francis.
- Dweck, C. S., & Yeager, D. S. (2019). Mindsets: A View From Two Eras. *Perspectives on Psychological Science*, 14(3), 481–496. <https://doi.org/10.1177/1745691618804166>
- Goldhorn, L., Wilhelm, T., & Spatz, V. (2022a). Domain-specific theories of intelligence: How students' mindsets in physics change without interventions. In F. Le Hebel & V. Kind (Hrsg.), *Part Learning science: Cognitive, affective, and social aspects* (S. 161–167).
- Goldhorn, L., Wilhelm, T., & Spatz, V. (2022b). Mindsets in Physik nach einem Jahr Lernen unter Pandemie-Bedingungen. In S. Habig (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen* (Bd. 42, S. 468–471).
- Goldhorn, L., Wilhelm, T., & Spatz, V. (2023). Mach dein Gehirn fit für Physik: Eine digitale Lerneinheit zur Förderung des Growth Mindset. *PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung*. DPG-Frühjahrstagung, Hannover. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1330>
- Goldhorn, L., Wilhelm, T., & Spatz, V. (2024). Interventionsstudie zur Förderung des Growth Mindset in Physik. In H. v. Vorst (Hrsg.): *Frühe naturwissenschaftliche Bildung*, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Hamburg 2023, 44, 2024, 390 – 393
- https://gdcv-ev.de/wp-content/uploads/securepdfs/2024/06/G03_Goldhorn.pdf
- Goldhorn, L., Wilhelm, T., Spatz, V., & Rehberg, J. (2020). Fixed und Growth Mindset: Selbstbilder von Schüler*innen in Physik. *PhyDid B - Didaktik der Physik—Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*, 1., *PhyDid B - Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*(1), 187–191.
- Hong, Y., Chiu, C., Dweck, C. S., Lin, D. M.-S., & Wan, W. (1999). Implicit theories, attributions, and coping: A meaning system approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(3), 588–599. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.77.3.588>
- Jäncke, L. (2014). Das plastische Hirn. *Lernen und Lernstörungen*, 3, 227–235.
- Molden, D. C., & Dweck, C. S. (2006). Finding „Meaning“ in Psychology: A Lay Theories Approach to Self-Regulation, Social Perception, and Social Development. *American Psychologist*, 61(3), 192–203. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.61.3.192>
- Mueller, C. M., & Dweck, C. S. (1998). Praise for intelligence can undermine children's motivation and performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75(1), 33–52. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.75.1.33>
- 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>
- 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>
- Shively, R. L., & Ryan, C. S. (2013). Longitudinal changes in college math students' implicit theories of intelligence. *Social Psychology of Education*, 16(2), 241–256. <https://doi.org/10.1007/s11218-012-9208-0>
- Sisk, V. F., Burgoyne, A. P., Sun, J., Butler, J. L., & Macnamara, B. N. (2018). To What Extent and Under Which Circumstances Are Growth Mind-Sets Important to Academic Achievement? Two Meta-Analyses. *Psychological Science*, 29(4), 549–571. <https://doi.org/10.1177/0956797617739704>
- Skeide, M. A., Wehrmann, K., Emami, Z., Kirsten, H., Hartmann, A. M., Rujescu, D., & Legascien Consortium. (2020). Neurobiological origins of individual differences in mathematical ability. *PLOS Biology*, 18(10), e3000871. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000871>
- Spatz, V., & Goldhorn, L. (2021). When It’s More Difficult, I Just Cram More! An Exploratory

Interview Study on Students' Mindsets in Physics. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 9(3), 92–109.

<https://doi.org/10.30935/scimath/10948>

Yeager, D. S., Hanselman, P., Walton, G. M., Murray, J. S., Crosnoe, R., Muller, C., Tipton, E., Schneider, B., Hulleman, C. S., Hinojosa, C. P., Paunesku, D., Romero, C., Flint, K., Roberts, A., Trott, J., Iachan, R., Buontempo, J., Yang, S. M., Carvalho, C. M., ... Dweck, C. S. (2019). A national experiment reveals where a growth mindset improves achievement. *Nature*, 573(7774), 364–369.

<https://doi.org/10.1038/s41586-019-1466-y>

Yeager, D. S., Romero, C., Paunesku, D., Hulleman, C. S., Schneider, B., Hinojosa, C., Lee, H. Y., O'Brien, J., Flint, K., Roberts, A., Trott, J., Greene, D., Walton, G. M., & Dweck, C. S. (2016). Using design thinking to improve psychological interventions: The case of the growth mindset during the transition to high school. *Journal of Educational Psychology*, 108(3), 374–391.

<https://doi.org/10.1037/edu0000098>

Yeager, D. S., Trzesniewski, K. H., & Dweck, C. S. (2013). An Implicit Theories of Personality Intervention Reduces Adolescent Aggression in Response to Victimization and Exclusion.

Child Development, 84(3), 970–988.

<https://doi.org/10.1111/cdev.12003>