

JUST, Janina & FOCK, Alissa
Würzburg

Mathematische Modellierung in MINT: Schülerperspektiven auf die Rolle der Mathematik im MINT-Kontext

Einleitung

Mathematik wird eine grundlegende Rolle in MINT-Kontexten zugeschrieben, um komplexe Sachverhalte zu analysieren, zu beschreiben und zu verstehen (Maass et al., 2019). Dennoch wird die Mathematik in der Schule häufig auf operative Tätigkeiten reduziert, bei denen vorhandenes Wissen in prozeduralen Anwendungen eingesetzt wird (Just & Siller, 2022). Dies wirft einerseits die Frage nach der Relevanz der Mathematik auf, weil beispielsweise Computer ähnliche Aufgaben übernehmen können. Andererseits wird so auch die Entwicklung der mathematischen Kenntnisse und Fähigkeiten von Schüler:innen beeinträchtigt (Just & Siller, 2022).

In diesem Beitrag fokussieren wir die Untersuchung der Relevanz und Nützlichkeit von Mathematik im MINT-Kontext aus der Perspektive der Lernenden, sowie den intrinsischen Wert in diesem Kontext. Hierbei legen wir den Fokus exemplarisch auf das mathematische Modellieren. Eine mögliche Definition des mathematischen Modellierens als "Prozess des Lösens von Problemen aus der Realität" (Greefrath et al., 2013, S. 11) betont die Anwendung "in realen und sinnhaften Kontexten [anhand] real existierender Probleme, Fragestellungen oder Zusammenhänge" (Siller, 2015, S. 2) und stellt einen möglichen Zugang zur Stärkung der Rolle der Mathematik in MINT dar (Maass et al., 2019).

Theoretischer Hintergrund

Unter *intrinsischem Wert* versteht man die Freude beim Ausführen einer Handlung beziehungsweise das subjektive Interesse einer Person an einem Thema (Eccles & Wigfield, 2002). Häufig sind Schüler:innen dem Mathematikunterricht gegenüber eher negativ eingestellt (Lewalter et al., 2023). Hier können Bearbeitungen von Modellierungsaufgaben entgegenwirken, da diese das Potenzial haben, das Interesse von Schüler:innen an Mathematikaufgaben zu steigern (Schukajlow et al., 2018). Weiterhin gibt es Hinweise darauf, dass die Verbindung von Mathematik und Naturwissenschaften zu einem erhöhten Interesse an Mathematik führt (Michelsen & Sriraman, 2009).

Fong et al. (2021) konnten einen mittleren Zusammenhang zwischen dem intrinsischen Wert und der Nützlichkeit sowohl in der Mathematik als auch in den Naturwissenschaften nachweisen. *Nützlichkeit* bezieht sich auf die

Relevanz einer Tätigkeit für die derzeitigen und zukünftigen Ziele einer Person (Eccles & Wigfield, 2002). Somit könnte die Nützlichkeit eine weitere Möglichkeit zur Förderung des intrinsischen Werts darstellen. Dabei zeigt sich eine Diskrepanz zwischen der hohen Bedeutsamkeit von Mathematik in den Naturwissenschaften und im Alltag und der subjektiven Wahrnehmung der Nützlichkeit der im Mathematikunterricht erlernten Inhalte für Schüler:innen (Vorhölter et al., 2014). Auch hier bietet die mathematische Modellierung eine Möglichkeit, Lernenden die Nützlichkeit von Mathematik bewusst zu machen (Vorhölter, 2009).

Forschungsfrage und Forschungsdesign

Es gibt verschiedene Ansätze zur Stärkung der Rolle von Mathematik in MINT, die hauptsächlich die mathematischen Fähigkeiten der Schüler:innen fokussieren. In diesem Beitrag wird der Fokus auf die Perspektive der Lernenden gerichtet, indem wir die folgende Forschungsfrage betrachten:

Welche Potenziale bietet mathematische Modellierung in MINT in Bezug auf die Rolle von Mathematik für Schüler:innen im MINT-Kontext aus Sicht der Schüler:innen?

Wir beantworten diese Frage auf Basis einer Fallstudie mit anschließender Umfrage. Im Rahmen dieser Fallstudie haben 24 Schüler:innen eine Problemlöse- und Modellierungsaufgabe im Würzburger Mathematiklabor bearbeitet. Im Anschluss an diese praktische Phase haben 21 Schüler:innen die Umfrage ausgefüllt. Diese beinhaltet sowohl geschlossene Items mit einer Likert-Skala (0-5) als auch offene Items. Die Auswertung erfolgt quantitativ bei den geschlossenen Items und qualitativ bei den offenen Items. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Umfrage dargestellt und diskutiert.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Umfrage zeigen, dass die Schüler:innen dem Mathematikunterricht einen eher niedrigen intrinsischen Wert beimessen [$M=2,33$; $SD=1,29$]. Die Bearbeitung der Aufgaben im Mathematiklabor bewerten die Schüler:innen hingegen etwas positiver [$M=2,75$; $SD=1,16$]. Dabei stimmen die Schüler:innen der Aussage, dass ihnen das Diskutieren mit ihren Mitschülern über die richtige Lösung mehr Spaß gemacht hat als allein zu arbeiten, besonders stark zu [$M=4,43$; $SD=1,08$].

In Hinblick auf das Bild von Mathematik stimmt ein Großteil der Lernenden der Aussage zu, dass Mathematik vor allem das Anwenden von Formeln zur Berechnung von Größen und Werten beinhaltet [$M=3,76$; $SD=0,94$]. In Bezug auf die wahrgenommene Nützlichkeit von Mathematik in den MINT-Fächern zeigt die Umfrage, dass die Lernenden überwiegend zustimmen,

dass Mathematik ist für das Verständnis von Informatik, Naturwissenschaften und Technik wichtig ist [$M=3,80$; $SD=0,70$] und Mathematik ihnen beim Lösen von Problemen in den MINT-Fächern hilft [$M=3,14$; $SD=1,42$]. Mathematische Modellierung im Speziellen wird von Schüler:innen als nützliches Werkzeug gesehen, um reale Probleme in den MINT-Fächern besser zu verstehen und als Hilfe, um Zusammenhänge zwischen verschiedenen Einflussfaktoren zu erkennen [$M=3,16$; $SD=0,96$].

Das Interesse an der Anwendung mathematischer Modellierung in den MINT-Fächern wird hingegen insgesamt niedriger eingeschätzt [$M=2,48$; $SD=1,12$]. Aus der Umfrage lässt sich ableiten, dass nur ein geringer Zusammenhang zwischen Interesse an mathematischer Modellierung in den MINT-Fächern und der Aussage, dass mathematische Modellierung ein nützliches Werkzeug ist, um Probleme in der MINT-Fächern besser zu verstehen, besteht [$r=0,17$; $R^2=0,03$]. In der folgenden Abbildung sind die individuellen Antworten der Lernenden der drei rechts aufgeführten Items als Pfade dargestellt.

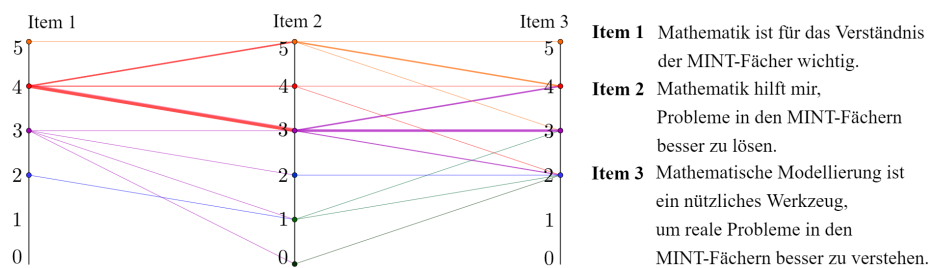


Abb. 1: Antwortpfade der Items zu Mathematik in MINT

Wenngleich die bearbeiteten Aufgaben im Mathematiklabor einen starken interdisziplinären Charakter aufweisen, zeigt sich eine Diskrepanz zwischen dem Interesse an der Aufgabenbearbeitung im Mathematiklabor und dem allgemeinen Interesse an der Verbindung zwischen Mathematik und anderen Fächern. Hier besteht nur ein geringer Zusammenhang [$r=0,19$; $R^2=0,04$]. Dies könnte darauf hindeuten, dass Lernende Mathematik in der Schule auch in Verbindung mit anderen Fächern eher als operative Tätigkeit wahrnehmen und damit die untergeordnete Rolle der Mathematik im interdisziplinären Kontext (vgl. Just & Siller, 2022) einen negativen Einfluss auf das Interesse der Schüler:innen hat. Nach der Bearbeitung der Aufgaben im Mathematiklabor nennt ein Drittel der Schüler:innen den Klimawandel oder das Treffen von Vorhersagen als Bereiche, in denen Mathematik zur Lösung realweltlicher Probleme beitragen kann.

Fazit

In der praktischen Phase stand das mathematische Modellieren im Vordergrund. Die anschließende Umfrage lässt sich als Hinweis darauf deuten, dass

dieser Zugang zur Mathematik im MINT-Kontext den wahrgenommenen intrinsischen Wert bezüglich der Mathematik erhöht und Schüler:innen deren Nützlichkeit aufzeigen kann. Diese Interpretation zeigt ein Potential für das mathematische Modellieren in MINT auf, da bei diesen Tätigkeiten Mathematik von den Schüler:innen nicht als reine Hilfsdisziplin mit vorwiegend operativen Tätigkeiten verstanden wird, sondern als vielseitiges Mittel, um beispielsweise Vorhersagen zu treffen und Argumente zu stützen.

Literatur

- Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Fong, C. J., Kremer, K. P., Hill-Troglin Cox, C. & Lawson, C. A. (2021). Expectancy-value profiles in math and science: A person-centered approach to cross-domain motivation with academic and STEM-related outcomes. *Contemporary Educational Psychology*, 65. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.101962>
- Greefrath, G., Kaiser, G., Blum, W. & Borromeo Ferri, R. (2013). Mathematisches Modellieren – Eine Einführung in theoretische und didaktische Hintergründe. In R. Borromeo Ferri, G. Greefrath & G. Kaiser (Hrsg.), *Mathematisches Modellieren für Schule und Hochschule: Theoretische und didaktische Hintergründe* (S. 11–37). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-01580-0_1
- Just, J. & Siller, H.-S. (2022). The Role of Mathematics in STEM Secondary Classrooms: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 12(9), 629. <https://doi.org/10.3390/educsci12090629>
- Lewalter, D., Diedrich, J., Goldhammer, F., Köller, O. & Reiss, K. (2023). *PISA 2022*. Waxmann Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31244/9783830998488>
- Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R. & Goos, M. (2019). The Role of Mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM*, 51(6), 869–884. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01100-5>
- Michelsen, C. & Sriraman, B. (2009). Does interdisciplinary instruction raise students' interest in mathematics and the subjects of the natural sciences? *ZDM*, 41, 231–244. <https://doi.org/10.1007/s11858-008-0161-5>
- Schukajlow, S., Kaiser, G. & Stillman, G. (2018). Empirical research on teaching and learning of mathematical modelling: a survey on the current state-of-the-art. *ZDM*, 50(1-2), 5–18. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0933-5>
- Siller, H.-S. (2015). Realitätsbezug im Mathematikunterricht. *Der Mathematikunterricht*, 61(5), 2–6.
- Vorhölter, K. (2009). *Sinn im Mathematikunterricht: Zur Rolle von Modellierungsaufgaben bei der Sinnkonstruktion von Schülerinnen und Schülern* (1st). Studien zur Bildungsgangforschung: Bd. 27. Verlag Barbara Budrich.
- Vorhölter, K., Kaiser, G. & Borromeo Ferri, R. (2014). Modelling in Mathematics Classroom Instruction: An Innovative Approach for Transforming Mathematics Education. In Y. Li, E. A. Silver & S. Li (Hrsg.), *Advances in Mathematics Education. Transforming mathematics instruction: Multiple approaches and practices* (S. 21–36). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04993-9_3