MENZEL, Marielena; JONSCHER, Michael; RACH, Stefanie & GEISLER, Sebastian
Potsdam, Magdeburg, Magdeburg, Potsdam

Experimentieren zur Förderung von Modellierungskompetenzen und Motivation im Mathematikunterricht: das Projekt Ex2MoMa

Das mathematische Modellieren ist eine der Kernkompetenzen, die es im Mathematikunterricht zu vermitteln gilt (KMK, 2012). Das liegt unter anderem an der gesellschaftlichen Relevanz dieser Fähigkeit, nicht nur im Bereich MINT-affiner Berufe, sondern auch für den Alltag (Niss, 1994). Beim mathematischen Modellieren werden Problemsituationen aus der realen Welt mithilfe von Mathematik gelöst. Trotz des damit einhergehenden klaren Realitätsbezugs ordnen Lernende Modellierungsaufgaben im Vergleich zu innermathematischen Aufgaben einen geringeren Wert zu, fühlen sich auch weniger in der Lage diese erfolgreich zu lösen (Krawitz & Schukajlow, 2018) und berichten von kognitiven Schwierigkeiten (Blum & Leiß, 2007). Um sowohl affektive als auch kognitive Merkmale im Bereich des Modellierens im Übergang von der Sekundarstufe I zu Sekundarstufe II zu fördern, werden Modellierungsaufgaben mit Experimenten im Projekt Ex2MoMa ("Experimentieren zur Förderung von Modellierungskompetenzen und Motivation in Mathematik") verknüpft und die Wirkung dieser Kombination untersucht.

Modellierungsaufgaben mit Experimenten

Beim mathematischen Modellieren werden Probleme aus der realen Welt in einem zyklischen Prozess gelöst, wobei Teilprozesse des Verstehens, Strukturierens, Mathematisierens, Interpretierens und Validierens als wichtig erachtet werden. Insbesondere das Validieren scheint für Lernende besonders herausfordernd zu sein (z.B. Blum & Leiß, 2007). Die Kombination von Modellierungsaufgaben mit Experimenten erscheint sinnvoll, da so authentische Realsituationen auf natürliche Weise erzeugt werden (Halverscheid, 2008). Modellierungsaufgaben mit Experiment sind in diesem Projekt als Aufgaben zu verstehen, denen ein selbständig durchzuführendes naturwissenschaftliches Experiment vorausgeht, wobei die erfassten Daten als Grundlage für die anschließende Modellierung dienen. Beumann (2016) konnte Hinweise generieren, dass Experimentieren die Motivation an Modellierungsaufgaben steigern kann. Zudem ermöglichen die in Experimenten selbst erhobenen Daten authentische Validierungsanlässe (z.B. Engel, 2010). Qualitative Studien deuten darauf hin, dass daher durch die Kombination von Experimen-

In: P. Ebers, F. Rösken, B. Barzel, A. Büchter, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2024.
57. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
https://doi.org/10.37626/GA9783959872782.0

tieren und Modellierung das Validieren gefördert werden kann (Zell & Beckmann, 2009). Unklar ist, ob nur durch das eigenständige Experimentieren die Validierungskompetenzen sowie die Motivation der Lernenden gefördert werden oder ob hierzu möglicherweise bereits die Nutzung realer Daten (ohne vorhergehendes Experimentieren) im Modellierungsprozess genügt.

In diesem Projekt untersuchen wir, wie sich die Kombination von Modellieren und Experimentieren auf die Modellierungskompetenzen und die Motivation von Schülerinnen und Schülern auswirkt. Darüber hinaus analysieren wir, inwiefern situationale Merkmale von Lernprozesse zu diesen Auswirkungen führen.

Methodisches Vorgehen

Studiendesign: Ein quasi-experimentelles Studiendesign mit verschiedenen Kontrollgruppenbedingungen wurde konzipiert. Dafür wurden Modellierungsaufgaben in drei unterschiedlichen Kontexten (Abbrennen einer Kerze, Zerfall von Bierschaum und Abkühlen von Tee) entwickelt, die jeweils den gleichen Aufbau aufweisen. Die Situationen sind jeweils durch lineare oder exponentielle Funktionen modellierbar. In jedem der drei Kontexte wurden diese Modellierungsaufgaben wiederum in drei experimentell manipulierte Bedingungen dargestellt. Um herauszufinden, ob die beobachteten Effekte auf das eigenständige Experimentieren oder lediglich auf die Verwendung realer Daten bei der Modellierung zurückzuführen sind, wurden zwei Kontrollbedingungen neben der Experimentalbedingung genutzt. Die *Experimentalbedingung* ist die *Modellierungsaufgabe mit einem selbst durchzuführenden Experiment*, wobei die erhobenen Daten als Grundlage für die nachfolgende Modellierungsaufgabe dienen (siehe Geisler et al., akzeptiert). Die *erste Kontrollbedingung* sind *Modellierungsaufgaben mit vorgegebenen, realen Daten*. In der *zweiten Kontrollbedingung* erhalten die Lernenden keine realen, sondern *geglättete Daten für die Modellierungsaufgabe*. Jede Klasse wurde zufällig einer dieser Bedingungen zugeteilt und die Lernenden bearbeiteten in drei aufeinander folgenden 90 Minuten-Stunden die entsprechende Modellierungsaufgabe der Bedingung.

Zur Messung der Motivation wurden Wertüberzeugungen im Sinne der Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles & Wigfield, 2020) erhoben. Dazu füllten die Schüler*innen zu Beginn der ersten Doppelstunde und am Ende der dritten Doppelstunde einen Fragebogen zu ihrem mathematischen Selbstkonzept sowie den allgemein-mathematischen Wertüberzeugungen (traits) aus (Abbildung 1). Zudem wurden die Modellierungskompetenzen mit einem Testinstrument und zum Beginn das inhaltliche Vorwissen im Bereich linearer und exponentieller Funktionen erhoben. Nach der zweiten Doppelstunde gaben die Lernenden ihre situativen Wertüberzeugungen und ihr Erleben der

Basic Needs (state) an und zufällig ausgewählte Schüler*innen wurde zudem zu ihrer Aufgabenbearbeitung und ihrer Motivation interviewt.

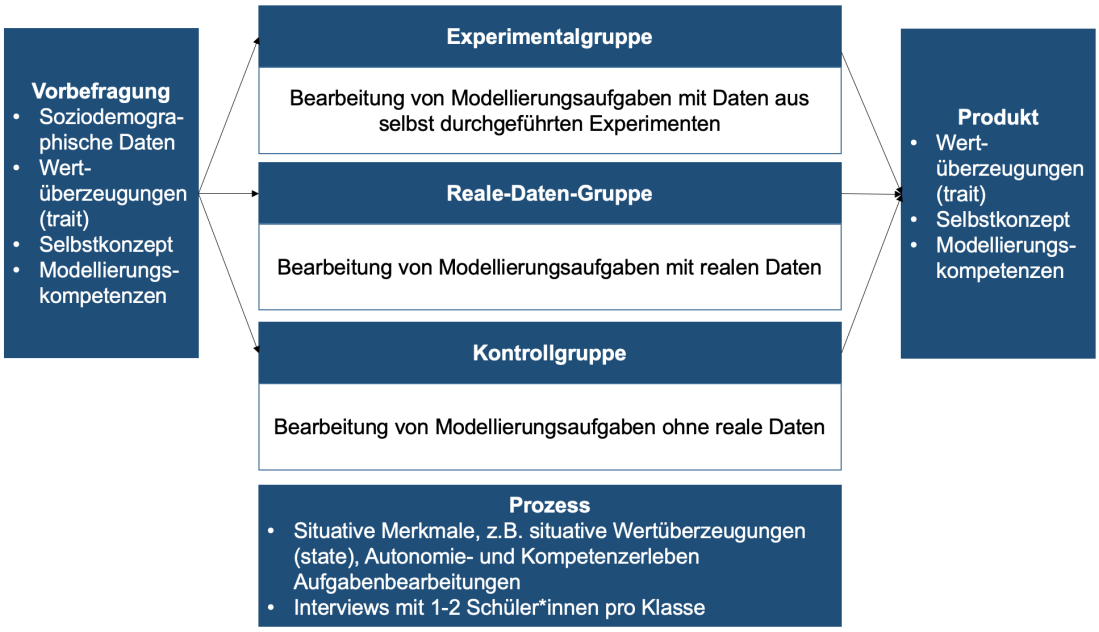

Abb. 1. Überblick über das Studiendesign

Stichprobe und Instrumente: Die Studie wird in mehr als 20 Klassen der 10. und 11. Jahrgangsstufe durchgeführt. Zur Messung der Modellierungskompetenzen sowie des inhaltlichen Vorwissens werden Leitungstests genutzt, die jeweils als Powertest entwickelt. Die Items wurden in Anlehnung an z. B. Hankeln und Greefrath, 2021 konzipiert. Die Fragebögen zu den allgemein-mathematischen Wertüberzeugungen und zum Selbstkonzept und zu den situativen Wertüberzeugungen sind in Anlehnung an vorhandene Instrumente, z. B. von Gaspard et al., 2015, entwickelt. Die Instrumente wurden zunächst in mehreren 10. und 11. Klassen pilotiert.

Stand des Projektes und Ausblick

Die Erhebungen der Hauptstudie sind fast abgeschlossen und die Bedingungen sind in fast allen Klassen wie geplant umgesetzt. Die ersten Auswertungen der Hauptstudie zeigen zufriedenstellende Güte der Messinstrumente und replizieren die in der Literatur genannten Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern beim Aufstellen von Modellen und deren Validierung. Durch die Verknüpfung von state und trait Variablen im Bereich von Motivation können zudem Erwartungs-Wert-Modelle (nach Eccles & Wigfield, 2020) angereichert werden. Die Analyse der Interviews kann zudem Einblicke in motivationsförderliche sowie hinderliche Aspekte der Gestaltung von Modellierungsaufgaben mit Experimenten liefern sowie Einblicke in die Validierungsprozesse der Lernenden ermöglichen.

Literatur

Beumann, S. (2016). *Versuch's doch mal − Eine empirische Untersuchung zur Forderung von Motivation und Interesse durch mathematische Schülerexperimente* (Dissertation). RUB.

Blum, W. & Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Hrsg.), *Mathematical modeling: Education, engineering, and economics* (S. 222–231). Horwood.

Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology, 61*, 101859.

Engel, J. (2010). *Anwendungsorientierte Mathematik: Von Daten zur Funktion*. Springer.

Gaspard, H., Dicke, A. L., Flunger, B., Schreier, B., Häfner, I., Trautwein, U. & Nagengast, B. (2015). More value through greater differentiation: Gender differences in value beliefs about math. *Journal of Educational Psychology, 107*(3), 663–677.

Geisler, S., Wuschke, H. & Rach, S. (akzeptiert). Experimente zu Bierschaumzerfall und Teeabkühlung – Potentiale zur Modellvalidierung. In M. Besser, M. Hagena, J. Krawitz & N. Tropper-Grimann (Hrsg.), *Mathematisches Modellieren in der Praxis: Lernumgebungen für einen kompetenzorientierten Mathematikunterricht in den Sekundarstufen. Aufgabenbeispiele, fachliche und fachdidaktische Fundierungen, methodische Überlegungen, Beschreibung von Schülerlösungsprozessen.* Springer.

Halverscheid, S. (2008). Building a local conceptual framework for epistemic actions in a modelling environment with experiments. *ZDM Mathematics Education, 40*(2), 225–234.

Hankeln, C., & Greefrath, G. (2021). Mathematische Modellierungskompetenz fördern durch Lösungsplan oder Dynamische Geometrie-Software? Empirische Ergebnisse aus dem LIMo-Projekt. *Journal Für Mathematik-Didaktik, 42*(2), 367–394.

KMK (2012). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife*. Abrufbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf

Krawitz, J. & Schukajlow, S. (2018). Do students value modelling problems, and are they confident they can solve such problems? Value and self-efficacy for modelling, word, and intra-mathematical problems. *ZDM Mathematics Education, 50*(1-2), 143–157.

Niss, M. (1994). Mathematics in Society. In R. Biehler, R. W. Scholz, R. Sträßer & B. Winkelmann (Hrsg.), *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline* (S. 367–378). Kluwer.

Zell, S. & Beckmann, A. (2009). Modelling Activities While Doing Experiments to Discover the Concept of Variable. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne & F. Arzarello (Hrsg.), *Proceedings of CERME 6* (S. 2216–2225). INRP.