

MENZEL, Marielena; KOSIOL, Timo; RACH, Stefanie & GEISLER, Sebastian
Universität Potsdam, OVGU Magdeburg

Mathematisches Modellieren - Der Einfluss von Experimenten auf den Subjective Task Value und die Basic Needs von Lernenden

Das mathematische Modellieren - als Anwendung von Mathematik zur Bewältigung von Alltagsproblemen auf individueller sowie gesamtgesellschaftlicher Ebene - ist eine Kompetenz, die im Mathematikunterricht gefördert werden soll (Niss, 1994). Zum Erlernen dieser Kompetenz ist eine hohe Motivation relevant, jedoch weisen Schüler:innen Modellierungsaufgaben oftmals weniger Wert im Vergleich zu anderen Aufgabentypen zu (Krawitz & Schukajlow, 2018). Die Motivation von Schüler:innen beim mathematischen Modellieren bedarf demnach expliziter Förderung. Ein Ansatz, der in Praxiszeitschriften immer wieder beworben wird, ist das Experimentieren im Mathematikunterricht zur Motivationsförderung (z. B. Deschauer et al., 2018). Beim mathematischen Modellieren wird ein reales Problem mittels mathematischen Arbeitens gelöst, wobei in einem idealisierten Kreislauf nach Blum und Leiss (2007) mehrere Schritte durchlaufen werden: Nachdem das Problem verstanden, strukturiert und vereinfacht wurde, wird es in die Mathematik übertragen, dort bearbeitet und gelöst und das gefundene Ergebnis in die reale Welt zurückübersetzt. Das Ergebnis und der Lösungsprozess müssen validiert werden, um die Lösung für das Problem zu verifizieren. Mathematisches Modellieren mit Experimenten zu verknüpfen ist leicht möglich, da die Experimente reale Daten für eine Modellierung liefern (Halverscheid, 2008). Dabei wird das Experimentieren vor die Modellierungsaktivität gestellt, indem zunächst eine Situation beschrieben wird, zu der Schüler:innen anschließend ein geeignetes Experiment durchführen. Die so selbständig erhobenen Daten werden in der anschließenden Modellierungsaufgabe genutzt, um eine Lösung für die Ausgangssituation zu erarbeiten. Die Kombination von Modellierungsaufgaben mit selbständigem Experimentieren wurde bereits hinsichtlich der Motivation der Schüler:innen empirisch untersucht (Beumann, 2016; Ganter, 2013; Geisler & Rach, 2023). Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Kombination von Modellierungsaufgaben mit Experimenten motivationsförderlich sein kann. Bisherige Studien nutzen jedoch entweder keine Kontrollgruppen, die nicht experimentiert haben, oder unterschiedliche Lernsituationen mit und ohne Experimentieren in einem Within-Subject Design. An diesen Forschungsbedarf knüpft die vorliegende Studie an. Wir nutzen ein Between-Subject Design und

In: L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2025.

untersuchen sowohl den Einsatz von Experimenten als auch die Verwendung realer Daten beim Modellieren.

Motivation - Subjective Task Value und Basic Needs

Motivation von Schüler:innen lässt sich anhand der Erwartungs-Wert-Theorie konzeptualisieren (Wigfield & Eccles, 2000). Zentral ist dabei der Subjective Task Value, der die individuelle Bewertung einer Aufgabe umfasst und aus vier Komponenten besteht (Gaspard et al., 2015): Der "Attainment Value" beschreibt, wie wichtig es einer Person ist, in einer Aufgabe gut zu sein und sich damit zu identifizieren. Der "Intrinsic Value" bezieht sich auf den erwarteten Spaß bei Bearbeitung der Aufgabe. Der "Utility Value" spiegelt die wahrgenommene Nützlichkeit wider, welche sowohl auf den aktuellen Alltag als auch auf die zukünftige Karriere gerichtet sein kann. Die "Costs" umfassen negative Aspekte wie Aufwand, emotionale Belastung und Opportunitätskosten. Der Wert einer Aufgabe ergibt sich aus der individuellen Gewichtung dieser Komponenten. Zur Beschreibung der Motivation während der Bearbeitung einer Aufgabe wird als zweite Theorie häufig die Selbstbestimmungstheorie (Ryan & Deci, 2000) verwendet. Diese postuliert eine große Bedeutung der Basic Needs, welche in Kompetenzerleben, Autonomieerleben und soziale Eingebundenheit unterteilt werden. Wenn diese Basic Needs positiv ausgeprägt sind, fühlen sich Schüler:innen stärker motiviert. Im vorliegenden Beitrag wird die Sozialform vorgegeben, sodass die Untersuchung der Basic Needs auf Kompetenz- und Autonomieerleben bei der Bearbeitung von Modellierungsaufgaben fokussiert ist. Der vorliegende Beitrag widmet sich der folgenden Forschungsfrage:

Inwiefern unterscheiden sich die Komponenten des Task Values und das Erleben von Kompetenz und Autonomie der Schüler:innen bezüglich Modellierungsaufgaben, wenn sie mit selbständig erhobenen Experimentierdaten, oder gegebenen realen Daten oder gegebenen geglätteten Daten bearbeitet werden?

Methode

In Schulbüchern wird verbreitet mit geglätteten Daten gearbeitet, welche ideal zum antizipierten Modell passen. Im Vergleich dazu variiert die Verknüpfung von Modellieren und Experimentieren zwei Faktoren: die Durchführung eines Experiments und die Arbeit mit realen Daten. Um beide Faktoren differenziert untersuchen zu können, wurde ein quasi-experimentelles Studiendesign mit zwei Kontrollgruppen konzipiert. Somit ergeben sich drei Bedingungen für eine Modellierungsaufgabe: (i) mit selbsterhobenen Experimentierdaten, (ii) mit vorgegebenen realen Daten sowie (iii) mit vorgegebenen geglätteten Daten. An der vorliegenden Studie nahmen 471

Schüler:innen (51 % weiblich; $M = 16$ Jahre) des 10. und 11. Jahrgangs teil. Die Schüler:innen wurden klassenweise randomisiert einer der drei Bedingungen zugeordnet. Der Task Value sowie das Autonomie- und Kompetenzerleben der Schüler:innen wurde mittels eines Fragebogens erfasst, welcher direkt im Anschluss an die bearbeitete Aufgabe beantwortet wurde. Die Komponenten des Subjective Task Value sowie das Autonomie- und Kompetenzerleben wurden mit erprobten Skalen erfasst, die akzeptable Reliabilitäten aufweisen (Gaspard et al., 2015; Willems, 2011). Alle Items wurden auf einer 6-Punkt Likert-Skala beantwortet, wobei ein höherer Wert für eine höhere Ausprägung steht. Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde eine MANOVA mit bonferroni-korrigierten post-hoc Tests durchgeführt.

Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussion

Es finden sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen für alle Skalen außer dem "Attainment Value" (siehe Abb. 1).

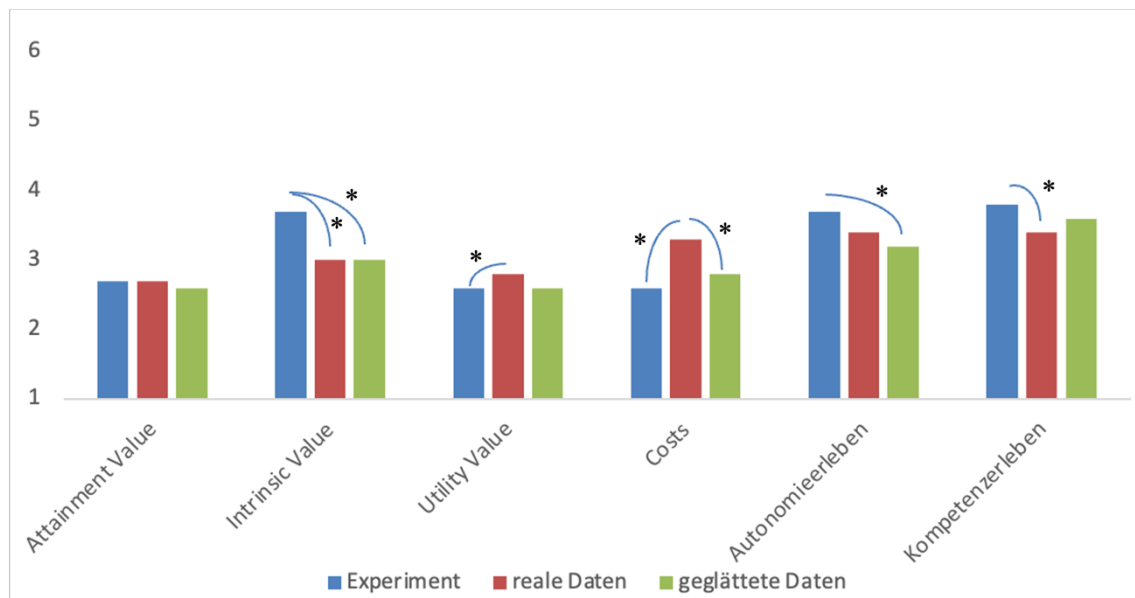


Abb. 1: Motivationale Konstrukte nach Bedingung, *signifikante Unterschiede

Dass der "Attainment Value" sich nicht nach den drei Bedingungen unterscheidet, hängt vermutlich mit der Konzeption des Konstrukts zusammen. Die identitätsbasierte Ausrichtung des "Attainment Value" scheint ein stabileres Konstrukt zu sein und einzig durch die Variation der Datenart nicht ausreichend beeinflusst zu werden. Grundsätzlich finden wir ähnliche Ergebnisse zu denen bisheriger Forschung, insofern als dass Modellierungsaufgaben mit selbständig erhobenen Experimentierdaten motivierend wirken können. Dazu erhalten wir mit der vorliegenden Studie einen differenzierten Einblick: Das Autonomie- und Kompetenzerleben sind in Relation hoch ausgeprägt. Im Vergleich der Bedingungen sind der antizipierte Spaß bei der

Bearbeitung im "Intrinsic Value" hoch und die empfundenen Kosten dabei niedrig, was in der Kombination für motivierte Schüler:innen spricht. Die Arbeit mit realen Daten scheint am schwierigsten zu sein. Die langfristige Auswirkung auf die Motivation wird derzeit analysiert.

Literatur

- Beumann, S. (2016). Versuch´s doch mal: Eine empirische Untersuchung zur Förderung von Motivation und Interesse durch mathematische Schülerexperimente. Bochum.
- Blum, W., & Leiss, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? In C. Haines (Hrsg.), *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics; proceedings from the twelfth international conference on the teaching of mathematical modelling and applications (Repr)*. International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications, Chichester.
- Deschauer, S., Körner, H., & Meyer, J. (Hrsg.). (2018). *Experimente im Mathematikunterricht*. *Der Mathematikunterricht*, 1(64).
- Ganter, S. (2013). *Experimentieren - ein Weg zum Funktionalen Denken: Empirische Untersuchung zur Wirkung von Schülerexperimenten*. Kovač.
- 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. <https://doi.org/10.1037/edu0000003>
- Geisler, S., & Rach, S. (2023). Students' interes when combining modelling and experimentation - is it worth the effort? Michal Ayalon, Boris Koichu, Roza Leikin, Laurie Rubel & Michal Tabach (Hrsg.). *Proceeding of the 46th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (Vol. 2)*. University of Haifa, Israel: PME. 363-370.
- Halverscheid, S. (2008). Building a local conceptual framework for epistemic actions in a modelling environment with experiments. *ZDM*, 40(2), 225–234. <https://doi.org/10.1007/s11858-008-0088-x>
- 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*, 50(1–2), 143–157. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0893-1>
- Niss, M. (1994). *Mathematics in Society*. In R. Biehler, R. W. Scholz, R. Strässer, & B. Winkelmann (Hrsg.), *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*. Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/0-306-47204-X>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*.
- 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>
- Willems, A. S. (2011). *Bedingungen des situationalen Interesses im Mathematikunterricht: Eine mehrebenenanalytische Perspektive*. Waxmann.