

SCHLÜTER, Dominik; GÖLLER, Robin; HAGENA, Maike; PADBERG-GEHLE, Kathrin & BESSER, Michael

Lüneburg, Klagenfurt, Hannover, Lüneburg, Lüneburg

## **Mathematisches Modellieren und Bildung für nachhaltige Entwicklung – zusammen denken, was zusammengehört?**

### **Theoretischer Hintergrund**

Als Reaktion auf die existenziellen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts haben sich die Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen im Rahmen der „Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“ globale Nachhaltigkeitsziele gesetzt (UN General Assembly, 2015). Als Bestandteil und „Wegbegleiter“ aller Nachhaltigkeitsziele gilt das Konzept Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE), welches allen Lernenden ermöglichen soll, sich aktiv an der Förderung einer nachhaltigen Entwicklung zu beteiligen (UNESCO, 2021). Dabei ist eine Entwicklung in Anlehnung an das BMUV (2021) dann nachhaltig, wenn sie „ökologisch verträglich, sozial gerecht und wirtschaftlich leistungsfähig“ ist. Die Befähigung zu einer so verstandenen Gestaltungskompetenz umfasst u. a. kritisches Denken, Kooperationsfähigkeit, Problemlösefähigkeit sowie die Fähigkeit zur Abschätzung von Risiken (UNESCO, 2021) und richtet sich als Querschnittsaufgabe an alle Unterrichtsfächer.

Aus theoretischer Perspektive kann dabei einerseits konstatiert werden, dass die zentralen Ideen von BNE durchaus anschlussfähig an das Konzept der mathematischen Allgemeinbildung sind. So spricht Heymann (1996) mit Bezug auf die Idee der „Weltorientierung“ als Moment mathematischer Allgemeinbildung explizit davon, dass es zentrales Ziel von Mathematikunterricht sein müsse, Lernende mit Blick auf zukünftige Herausforderungen zu selbstständigem und kritischem Denken und Handeln zu befähigen – eine Formulierung, die sich ähnlich auch in den Winterschen Grunderfahrungen (Winter, 1995) widerspiegelt. Andererseits zeigt sich ebenso (vice versa), dass Mathematik (und Mathematikunterricht) wiederum als unabdingbarer Bestandteil von BNE angesehen werden kann, wenn thematische Schwerpunkte ernsthaft inhaltlich diskutiert werden wollen. Eine Schlüsselrolle spielt hierbei das mathematische Modellieren. Dies zeigt sich auf theoretischer Ebene bei Heymann (1996), bei dem die Mathematik bei der „Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch“ unterschiedliche Rollen einnehmen kann: (1) Bestehende Sachverhalte und gesellschaftliche Verhältnisse können durch die Konstruktion/Reflexion geeigneter *mathematischer Modelle* durchleuchtet, (2) in der Gesellschaft bestehende *Modelle* kritisch untersucht und (3) die Grenzen *mathematischer Modellierbarkeit* reflektiert werden (S. 243f.).

Auch praktisch wird bei der Bearbeitung realer und „BNE-relevanter“ Fragestellungen die existenzielle Bedeutung des mathematischen Modellierens deutlich (Was bewirkt ein Tempolimit? Wie entwickeln sich Infektionszahlen? Welche Gasvorräte werden für den kommenden Winter benötigt?). Entsprechend sind Kenntnisse über Grundlagen, Entstehung, Bewertung und Reflexion mathematischer Modellierungsprozesse notwendige Schlüsselkompetenzen für mündige Bürger\*innen, die im Sinne von BNE verantwortungsvoll am politischen und gesellschaftlichen Leben partizipieren.

### **Forschungsinteresse**

Ausgehend von diesen Überlegungen stellt sich die Frage, wie im Sinne einer BNE in Bildungsprozessen ein Bewusstsein für die Bedeutung mathematischer Modellierungen für gesellschaftliche Fragestellung geschaffen oder gefördert werden kann. Hinsichtlich des Umstands, dass Überzeugungsänderungen oftmals eigene praktische Erfahrungen voraussetzen (Buehl & Beck, 2015), wird diese Frage im vorliegenden Beitrag am Beispiel eines auf Projektarbeit ausgerichteten Seminars für Hochschulstudierende zum mathematischen Modellieren von Nachhaltigkeitsfragen untersucht. Da hierbei neben dem Zusammenhang von Mathematik und Nachhaltigkeit ebenfalls das mathematische Modellieren selbst sowie politische Kompetenzen berührt werden, stellen sich folgenden konkreten Forschungsfragen:

Wie verändert sich die Überzeugung zur Bedeutung von Mathematik für nachhaltige Entwicklung durch die Teilnahme an einem Seminar zum mathematischen Modellieren von Nachhaltigkeitsfragen?

Wie verändern sich Selbstkonzepte zur Kompetenz des mathematischen Modellierens sowie zu politischen Kompetenzen durch die Teilnahme an einem Seminar zum mathematischen Modellieren von Nachhaltigkeitsfragen?

### **Methode**

Im Zuge des Lehrentwicklungsprojekt „Tempolimit, Wärmepumpe, Elektroauto – Nachhaltigkeit mathematisch modellieren“ (gefördert durch das MWK Niedersachsen im Rahmen der Förderlinie „Innovation Plus“) wurde ein Seminar konzipiert, bei dem Studierende herausarbeiten und aufzeigen, wie Nachhaltigkeitsfragen am Beispiel des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks auf verschiedenen Bildungsebenen mathematisch modelliert werden können. Das Seminar wurde im Wintersemester 2023/2024 im Rahmen des fächerübergreifenden Einstiegssemesters an der Leuphana Universität Lüneburg ausgebracht. Von insgesamt 34 teilnehmenden Studierenden stammten 13 aus dem Lehramtsstudiengang „Lehren und Lernen“ und neun aus den Ingenieurwissenschaften. Die übrigen Studierenden verteilen sich auf sechs weitere Studien-

gänge (u. a. Wirtschaftsinformatik oder Umweltwissenschaften). Im Seminar wurden zunächst Grundlagen zum Konzept des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks, zum Zusammenhang von BNE und Mathematik sowie zur Methode des mathematischen Modellierens erarbeitet. Anschließend erarbeiteten die Studierenden in Projektgruppen, inwieweit eine konkrete Frage zum CO<sub>2</sub>-Fußabdruck mathematisch modelliert werden kann. Die Ergebnisse wurden final auf einer öffentlichen Abschlusskonferenz präsentiert, gewonnene Erkenntnisse und Entwicklungsprozesse der Studierenden wurden gemeinsam reflektiert.

Zur Erhebung der Überzeugungen und Selbstkonzepte bearbeiteten die Studierenden papierbasierte Fragebogen im Prä-Post-Design (erste und letzte Seminarsitzung) mit vierstufiger Likert-Skala (1=trifft gar nicht zu bis 4=trifft völlig zu). Hierbei wurde u. a. auf die folgenden für die Forschungsfrage relevanten Skalen zurückgegriffen:

- *Überzeugung zur Bedeutung der Mathematik für nachhaltige Entwicklung* (12 Items): Die Skala wurde auf Grundlage der Kernkompetenzen aus dem Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung (Kultusministerkonferenz et al., 2016) neu konzipiert. Beispielitem: Mathematik bildet eine Grundlage, um zu Nachhaltigkeitsfragen Stellung zu beziehen. Interne Konsistenz: Cronbachs  $\alpha = .88$ .
- *Selbstkonzept bzgl. des mathematischen Modellierens* (7 Items): Adaption der Skala von Koyuncu et al. (2017) im Sinne einer Kurzskala. Beispielitem: Ich kann die Bedeutung hinter mathematischen Formeln in realen Situationen erklären. Interne Konsistenz: Cronbachs  $\alpha = .80$ .
- *Politisches Selbstkonzept* (6 Items): Die Skala setzt sich aus Items zur internen politischen Kompetenzerwartung aus der „Political Efficacy Kurzskala“ (Beierlein et al., 2012) sowie vier adaptierten Items aus dem Inventar von Krampen (1991) zusammen. Beispielitem: Die Teilnahme an Diskussionen über politische Themen fällt mir leicht. Interne Konsistenz: Cronbachs  $\alpha = .89$ .

Alle neu entwickelten oder adaptierten Skalen wurden vor dem Einsatz pilotiert.

### **Erwartete Ergebnisse, Ausblick und Diskussion**

Im Oktober 2023 nahmen an der Prä-Befragung in der ersten Seminarsitzung 31 Studierende mit folgendem Ergebnis teil:

- *Überzeugung zur Bedeutung der Mathematik für nachhaltige Entwicklung*:  $M=3.14$ ,  $SD=0.43$
- *Selbstkonzept bzgl. des mathematischen Modellierens*:  $M=2.71$ ,  $SD=0.40$

- *Politisches Selbstkonzept*:  $M=2.56$ ,  $SD=0.65$

Die Ergebnisse belegen insgesamt eher stark ausgeprägte Überzeugungen und moderat ausgeprägte Selbstkonzepte. Es wird erwartet, dass durch die Teilnahme an dem hier vorgestellten Seminar sowohl die Überzeugung zur Bedeutung der Mathematik für nachhaltige Entwicklung als auch die Selbstkonzepte bzgl. der eigenen politischen Kompetenz sowie des mathematischen Modellierens in der Post-Befragung steigen. Ergebnisse zur Entwicklung von Überzeugungen und Selbstkonzepten liegen Ende Januar 2024 vor und werden im Vortrag diskutiert.

## Literatur

- Beierlein, C., Kemper, C. J., Kovaleva, A. & Rammstedt, B. (2012). *PEKS - Political Efficacy Kurzskala*. Leibniz-Zentrum für Psychologische Information und Dokumentation. <https://doi.org/10.23668/psycharchives.419>.
- Buehl, M. M., Beck, J. S. (2015). The Relationship between Teachers' Beliefs and Teachers' Practices. In H. Fives & M. G. Gill (Hrsg.), *International Handbook of Research on Teachers' Beliefs* (S. 66–84). Routledge.
- BMUV (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz). (2021). *Nachhaltige Entwicklung als Handlungsauftrag*. <https://www.bmuv.de/themen/nachhaltigkeit/strategie-und-umsetzung/nachhaltigkeit-als-handlungsauftrag>.
- Heymann, H. W. (1996). *Allgemeinbildung und Mathematik*. Beltz.
- Kultusministerkonferenz, Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung & Engagement Global. (2016). *Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung* (2. Aufl.). Cornelsen.
- Koyuncu, I., Guzeller, C. O. & Akyuz, D. (2017). The development of a self-efficacy scale for mathematical modelling competencies. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 4(1), 19–36.
- Krampen, G. (1991). Selbstkonzept eigener politischer Kompetenzen: Messung durch eine Kurzskala und einige Korrelate. *PP-Aktuell*, 5(2), 19–25.
- UNESCO. (2021). *Berliner Erklärung zur Bildung für nachhaltige Entwicklung*. [https://www.unesco.de/sites/default/files/2021-05/Berliner Erklärung für BNE.pdf](https://www.unesco.de/sites/default/files/2021-05/Berliner%20Erklärung%20für%20BNE.pdf)
- UN General Assembly. (2015). *Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, A/RES/70/1*. [https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A\\_RES\\_70\\_1\\_E.pdf](https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf)