

Mathematik im Spannungsfeld von Nachhaltigkeit und gesellschaftlichem Diskurs

Martina A. Müller¹, Monika Musilek²

DOI: <https://doi.org/10.53349/resource.2026.i3.a1583>

Zusammenfassung

Um eine aktive gesellschaftlichen Teilhabe zu ermöglichen, braucht es u.a. mathematische Kompetenzen. Gerade für die Auseinandersetzung mit Nachhaltigkeitsthemen und für die Teilnahme an datenbasierten gesellschaftlichen Diskursen sind sie zentral. Das vorliegende Forschungsprojekt untersucht, wie mathematikbezogene Lernsettings mit Bezug zur Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) Lehramtsstudierende des Unterrichtsfachs Mathematik Sekundarstufe darin unterstützen können, komplexe Fragestellungen für den Unterricht zu gestalten. In einer mehrstufigen Lehr-Lernintervention erproben Studierende handlungsorientierte Lernsettings, entwickeln eigene Aufgabenformate und reflektieren diese kriteriengeleitet. Die Ergebnisse zeigen: Trotz anfänglich begrenzten BNE-Wissens gelingt es, dass Studierende einen didaktischen Mehrwert in solchen „kombinierten“ Lernsettings erkennen. Durch das Erleben und Analysieren aus verschiedenen Perspektiven erfahren sie, wie reichhaltig die Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Narrativen durch den Einsatz von Mathematik sein kann. Es erhöht sich die Selbstwirksamkeit und Bereitschaft der Studierenden, Nachhaltigkeitsthemen fachlich fundiert, didaktisch reflektiert und lernwirksam in den Unterricht zu integrieren.

Stichwörter: Nachhaltigkeit, Mathematik als Werkzeug, Materialentwicklung

1 Einleitung

Globale Herausforderungen wie Klimawandel, Ressourcenverbrauch oder demografische Entwicklungen führen dazu, dass gesellschaftliche Debatten zunehmend durch Zahlen, Daten und Modelle geprägt sind. Bei der Beschaffung, Einordnung und Verankerung von Informationen

¹ Pädagogische Hochschule Wien, Grenzackerstraße 18, 1100 Wien.

E-Mail: martina.mueller@phwien.ac.at

² Pädagogische Hochschule Wien, Grenzackerstraße 18, 1100 Wien.

E-Mail: monika.musilek@phwien.ac.at

wird es immer wichtiger, relevante Daten und Aussagen kritisch zu hinterfragen. Mathematische Kompetenzen sind hierfür als eine wesentliche Voraussetzung anzusehen. Unter dem Begriff „mathematical literacy“ werden eben diese als ein Schlüssel (von mehreren) zur aktiven gesellschaftlichen Teilhabe zusammengefasst:

„Mathematical literacy is an individual’s capacity to formulate, employ, and interpret mathematics in a variety of contexts. It includes reasoning Mathematically and using mathematical concepts, procedures, facts and tools to describe, explain and predict phenomena. It assists individuals to recognise the role that mathematics plays in the world and to make the well-founded judgments and decisions needed by constructive, engaged and reflective citizens.“ (OECD, 2013, S. 25)

Ein zeitgemäßer, kompetenzorientierter Mathematikunterricht kann dazu beitragen, dass die Bedeutung der Mathematik für die Gesellschaft wahrgenommen und erkannt wird (Siller & Vorhölter, 2025). In öffentlichen Diskursen werden Statistiken, Diagramme oder Zahlen benutzt, um Sichtweisen darzulegen oder politische Entscheidungen zu rechtfertigen. Um an gesellschaftlichen relevanten Entscheidungen gut teilhaben zu können, reicht es nicht, Daten zu reproduzieren. Man muss auch in der Lage sein, quantitative Informationen kritisch zu interpretieren, die Annahmen von Modellen zu prüfen und Unsicherheiten als Teil von wissenschaftlichen Argumenten zu sehen. Genau diese Kompetenzen liegen zentral im Aufgabenfeld mathematischer Bildung (Engel, 1999). Sie ermöglichen Lernenden, sich in gesellschaftlichen Auseinandersetzungen informiert und verantwortungsbewusst zu positionieren. Mathematisches Wissen und Fähigkeiten liefern den Grundbaustein, um globale und lokale Probleme verstehen und damit umgehen zu können (Lafuente-Ledunga et al., 2024), wodurch Mathematik zu Entscheidungsprozessen, Meinungsbildung und Handlungen im Kontext von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) beiträgt (Skovsmose, 2023) und durch diese Perspektive zusätzlich an Bedeutung gewinnt. Dabei ist zu unterscheiden, dass die Sustainable Development Goals (SDGs) konkrete globale Zielsetzungen nachhaltiger Entwicklung beschreiben, während Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) als pädagogischer Ansatz darauf abzielt, Lernende zu befähigen, entsprechende Kompetenzen zur aktiven Mitgestaltung dieser Ziele zu entwickeln (UNESCO, 2017).

Nachhaltigkeitsthemen sind durch systemische Komplexität, multiperspektivische Betrachtungsweisen und ein hohes Maß an Datenabhängigkeit charakterisiert (Wilhelm, 2024). Mathematische Modellierung dient hier nicht nur der Strukturierung komplexer Sachverhalte, sondern eröffnet Lernenden einen Zugang zu quantitativer Reflexion, zur Bewertung von Narrativen und zur Einschätzung der Reichweite von Handlungsoptionen. Durch die Verbindung von Mathematik mit BNE-Perspektiven entstehen Lerngelegenheiten, in denen wissenschaftliches Denken, kritische Urteilsbildung und verantwortungsbewusstes Handeln eng miteinander verknüpft sind. Zentrales Ziel bei der Berücksichtigung von SDG-Themen im

Mathematikunterricht ist es „Schülerinnen und Schüler bei der Entwicklung zu mündigen Bürgern zu unterstützen“ (Siller & Vorhölter, 2025, S. 39).

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie zukünftige Mathematiklehrpersonen darin unterstützt werden können, Nachhaltigkeitsthemen fachlich fundiert, didaktisch reflektiert und lernwirksam in den Unterricht zu integrieren. Lehramtsstudierende benötigen sowohl konzeptionelles Wissen zu SDG und BNE als auch konkrete Erfahrungen mit mathematikbezogenen Lernsettings, die gesellschaftliche Narrative greifbar machen – etwa durch alltagsnahe Zugänge oder datenbasierte Modellierungsprozesse (Maitzen & Warmeling, 2025).

Ausgehend von diesen Überlegungen wurde eine Lehr-Lernintervention entwickelt, die darauf abzielt, Studierende des Unterrichtsfachs Mathematik für die Sekundarstufe in ihrer Fähigkeit zu stärken, mathematische Zugänge zu Nachhaltigkeitsthemen zu gestalten. Die Untersuchung folgt dabei einer zentralen Forschungsfrage: Wie können mathematikbezogene Lernsettings mit BNE-Bezug dazu beitragen, Lehramtsstudierende in ihrer Fähigkeit zu stärken, Nachhaltigkeitsthemen mathematisch zu analysieren, kritisch zu reflektieren und in den Unterricht zu integrieren?

Zur präziseren Analyse wird die zentrale Forschungsfrage in drei miteinander verknüpfte Unterfragen aufgeschlüsselt, die die Ausgangslage, die Lernprozesse und die Ergebnisse der Intervention adressieren.

- Welche Vorstellungen, Einstellungen und Unsicherheiten bringen Lehramtsstudierende im Hinblick auf BNE und mathematische Modellierung mit?
- Wie wirken handlungsorientierte Lernsettings auf die Entwicklung mathematischer Kompetenzen (wie Modellieren, Interpretieren, Argumentieren etc.) zum kritischen Umgang mit gesellschaftlichen Narrativen?
- Inwiefern verändert die Intervention die Selbstwirksamkeit und Bereitschaft der Studierenden, Nachhaltigkeitsthemen mathematisch zu analysieren, um sie fachlich fundiert, didaktisch reflektiert und lernwirksam in den Unterricht zu integrieren?

2 Forschungsdesign

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde ein mehrstufiges Mixed-Methods-Design eingesetzt, das einen Prä- und Posttest mit qualitativ erhobenen Prozessdaten aus der Lehr-Lern-Intervention kombiniert. Diese Kombination kann ein erweitertes und vertieftes Verstehen ermöglichen (Cloos et al., 2021) und helfen, Teildimensionen einer mehrdimensionalen Forschungsfrage zu beantworten (Baur et al., 2017). Der Prätest erfasste zentrale Ausgangsvoraussetzungen der Studierenden; während der Intervention wurden Arbeitsprodukte, Beobachtungen und Fotos dokumentiert; der Posttest machte mögliche Entwicklungen in Wissen, Einstellungen und Kompetenzen sichtbar.

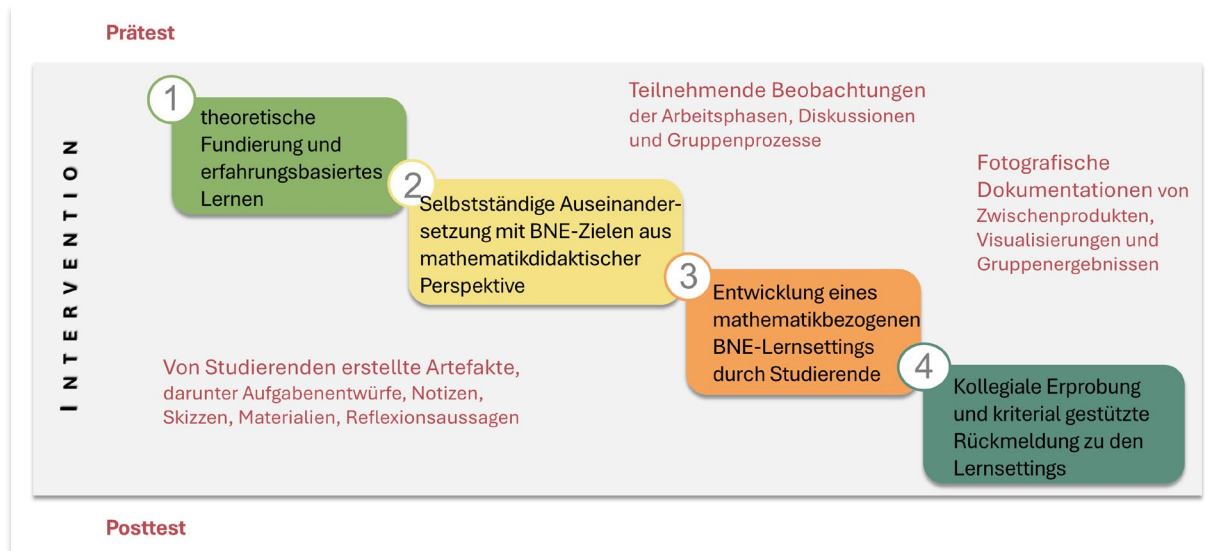


Abbildung 1: Forschungsdesign (Eigendarstellung)

2.1 Prätest: Erfassen des Vorwissens

Zu Beginn der Untersuchung wurde ein Online-Prätest durchgeführt, der neben bibliographischen Daten u.a. mittels einer vierstufigen Likert-Skala die Ausgangslage der Studierenden in drei Bereichen erfasste:

- **Wissen/Vertrautheit**
erhob das Vorwissen zu den Sustainable Development Goals (SDGs), bisherige Studien-erfahrungen zu BNE.
- **Persönliche Relevanz/Einstellungen**
erfasste die persönliche Bedeutung der SDGs, nachhaltigkeitsbezogene Alltagspraktiken und das eigene Verantwortungsgefühl.
- **Verbindung zur Mathematik/zum Mathematikunterricht**
untersuchte, wie die Studierenden die Rolle der Mathematik im Kontext nachhaltiger Entwicklung einschätzen, welche Erfahrungen sie im Verlauf ihrer Ausbildung mit der Thematisierung von BNE im Mathematikunterricht gemacht haben und wie sicher oder motiviert sie sich hinsichtlich der Umsetzung im Mathematikunterricht fühlen.

Zusätzlich umfasste der Prätest offene Fragen, in denen die Studierenden eigene Vorstellungen, Beispiele oder Fragen zu SDGs, BNE und deren Verbindung zur Mathematik formulieren konnten. Diese offenen Angaben dienten dazu, qualitative Einblicke in individuelle Vorerfahrungen zu gewinnen.

2.2 Phase 1: theoretische Fundierung und erfahrungsbasiertes Lernen

In einer ersten Seminareinheit erhielten die Studierenden grundlegende Hintergrundinformationen zu BNE. Nach einer Vorstellung der 17 SDGs setzten sie sich mit diesen und den angeführten Teilzielen auseinander und sollten eigenständig mathematische Bezüge innerhalb ausgewählter Themenfelder identifizieren. Dieser explorative Zugang diente als Ausgangspunkt für die Entwicklung erster Ideen hinsichtlich möglicher mathematikdidaktischer Lerngelegenheiten, mit denen SDGs im Unterricht thematisiert werden könnte.

Im weiteren Verlauf der Seminareinheit „erlebten“ die Studierenden zwei unterschiedliche Lernsettings aus der Perspektive von Lernenden. Die Lernsettings, die von den Studierenden bearbeitet wurden, sollten Aspekte eines kompetenzorientierten Unterrichts aufzeigen, wie zum Beispiel durch Modellieren, Darstellen von Daten, Mathematik auf reale Alltagsprobleme anzuwenden. Im Zentrum stand dabei die gezielte Verknüpfung von mathematischen Inhalten mit Themen aus den SDGs. Die Settings waren so gestaltet, dass eine selbstständige Bearbeitung ohne weitere Erklärungen möglich war. Durch handlungsorientierte Zugänge wie Messen, Bauen und Visualisieren konnten die Studierenden erleben, wie bewusst eingesetzte Materialien, Zeitungs-/online-Artikel, Diagramme, Videoclips etc. im Unterricht eine vertiefte Auseinandersetzung anregen. Es mussten mathematische Modellierungen und Berechnungen durchgeführt und die Ergebnisse im Hinblick auf die nachhaltigkeitsbezogenen Fragestellungen reflektiert werden. Die Lernumgebungen boten reichhaltige Lerngelegenheiten, in denen insbesondere prozessbezogene Kompetenzen wie Argumentieren, Darstellen, Interpretieren und das kritische Hinterfragen von Annahmen gefördert wurden. Zugleich wurde deutlich, dass die Verbindung von Mathematik mit SDG-Inhalten wie „sauberes Wasser“, Klimaschutz oder Wirtschaftswachstum nicht nur ein Kompetenzerleben im Fach ermöglicht, sondern auch die Lust weckt, sich fundiert und kritisch mit Nachhaltigkeitsaussagen auseinanderzusetzen.

Das Lernsetting „Toastbrotverschwendung“ wurde in Anlehnung an Wilhelm (2024) entwickelt. Es nutzt als Einstieg einen kurzen Internetartikel zur Lebensmittelverschwendung. Er verdeutlicht anhand konkreter Zahlen aus Großbritannien, wie groß die Lebensmittelverschwendung bei Toastbrot ist. Nach der Lektüre vermessen die Studierenden in einem Hands-on-Zugang reale Toastbrotpackungen und nutzen diese Daten, um mit mathematischen Mitteln Größenordnungen des entstehenden Abfalls zu modellieren. Sie setzen die ermittelten Werte in Beziehung zu vertrauten Alltagsgrößen (z.B. Anzahl von Fußballfeldern, die man auslegen kann), um die abstrakten Zahlen greifbarer zu machen. Mathematische Modellierungskompetenzen werden hierbei mit SDG-Perspektiven verknüpft, um zu zeigen, wie Mathematik Alltagsphänomene und Nachhaltigkeitsthemen anschaulich verbinden kann, worin sich „[...] power of mathematical application in guiding human lives and the social world [...]“ (Li & Tsai, 2021, S. 2537) widerspiegelt.

Das Lernsetting „Bevölkerung und CO₂“ wurde in Anlehnung an Maitzen und Warmeling (2025) entwickelt. Als Einstieg wurde ein fiktiver Social Media Post gewählt. Der Text ist ein

bewusst provokativ formuliertes Beispiel, wie es häufig in sozialen Medien verbreitet wird: Er stellt Bevölkerungswachstum vereinfacht als zentrales Klimaproblem dar und stellt gängige Klimaschutzmaßnahmen infrage. Die Studierenden verteilen zunächst selbstständig Materialien (Wendeplättchen und Würfel) auf einer Weltkarte, um ihre eigenen Vorstellungen zu Bevölkerungszahlen und CO₂-Emissionen in verschiedenen Weltregionen sichtbar zu machen und zu begründen. Anschließend vergleichen sie ihre Einschätzungen mit realen Daten, die ihnen zur Verfügung gestellt werden. Sie korrigieren ihre Zuordnungen und reflektieren Abweichungen sowie zugrunde liegende Annahmen. Nach dieser Auseinandersetzung simulieren sie ein Szenario für das Jahr 2040. So setzen sie Mathematik zur Analyse von Relationen und pro Kopf Emissionen ein und verbinden Modellierungsprozesse mit SDG-Perspektiven wie kritischer Bewertung, Datenkompetenz und globalem Verantwortungsbewusstsein.

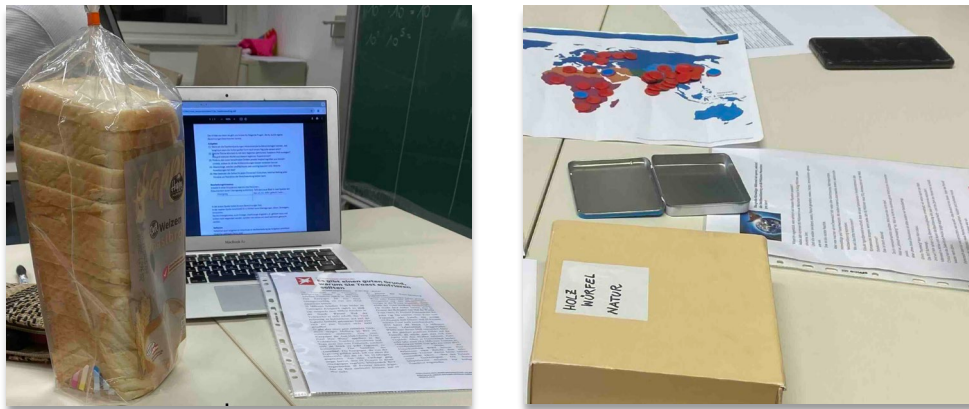


Abbildung 2: Lernsettings – links „Toastbrotverschwendung“,
rechts „Bevölkerung und CO₂“ (Eigendarstellung)

In einer darauffolgenden Reflexionsphase ging es darum, dass die Studierenden die in den Lernsettings enthaltenen BNE-spezifischen Ziele, identifizierten und auch mathematische Inhalte analysierten. Außerdem wurden sie dazu angehalten, die mathematikdidaktischen Qualitäten des Lernsettings zu reflektieren.

2.3 Phase 2: Selbstständige Auseinandersetzung mit SDG-Themen aus mathematikdidaktischer Perspektive

In einer anschließenden Selbststudienphase wurden die Studierenden spezifischen SDG-Themen zugeordnet und erhielten den Auftrag, deren Relevanz für den Mathematikunterricht sowie mögliche Verbindungen zu SDG vertiefend anhand bereitgestellter Literatur zu recherchieren und die Ergebnisse beim nächsten Seminartermin mitzubringen.

Als Ausgangspunkt erhielten sie eine Vorauswahl an Artikeln zu den Themen:



Abbildung 3: Themenauswahl und Bezug zu SDGs (Eigendarstellung)

Bei der Auswahl stand die Länge der Artikel, die Komplexität der verwendeten Sprache und eine Berücksichtigung möglicher Relevanz für Schüler*innen der Sekundarstufe 1 im Vordergrund.

2.4 Phase 3: Entwicklung eines mathematikbezogenen SDG-Lernsettings durch die Studierenden

In einer zentralen Arbeitsphase des Seminars wurden die Studierenden dazu angeleitet, eigenständig ein Lernsetting zu entwickeln, in dem mathematisches Lernen mit SDG-Inhalten verknüpft wird. Ziel dieser Phase war es, die Studierenden sowohl inhaltlich als auch didaktisch dazu zu befähigen, Lerngelegenheiten zu gestalten, die relevante Nachhaltigkeitsthemen aufgreifen und diese mit mathematischen Kompetenzen verbinden.

Die Studierenden erhielten hierzu einen strukturierten Arbeitsauftrag, der mehrere Schritte umfasste. Zunächst sollten sie einen geeigneten thematischen Einstieg auswählen, der Lernende im späteren Unterrichtskontext auf das Nachhaltigkeitsthema aufmerksam macht und eine erste Problemorientierung erzeugt (z. B. über einen kurzen Medienimpuls, ein Bild, einen Artikel oder ein authentisches Material). Aufbauend auf diesem Einstieg entwickelten die Studierenden ein sequenziertes Aufgabenformat, das sowohl fachbezogene mathematische Kompetenzen (etwa Datenanalyse, Modellierung, Argumentation) als auch BNE-Kompetenzen (z. B. Perspektivenwechsel, kritische Reflexion, systemisches Denken) zielgerichtet anspricht. Zu jeder Teilaufgabe wurden antizipierte Schüler*innenlösungen erarbeitet, um mögliche Denkwege, Schwierigkeiten und Differenzierungsbedarfe vorab zu analysieren und die Passung der Aufgabenstellung zu den Lehrplaninhalten der jeweiligen Schulstufe zu prüfen. Durch diese Vorgehensweise kann ein strukturierter Einsatz, eine wohldurchdachte Integration in den Unterricht erfolgen, für den eine individuelle Auseinandersetzung mit den fachlichen Strukturen von Aufgaben ebenso wichtig ist, wie der Austausch und die Kooperation darüber (Gallin & Ruf, 2018).

Alle Materialien, also Einstiegselemente, Arbeitsaufträge, Lösungserwartungen und didaktische Begründungen wurden in einem Dokument zusammengeführt. Auf dieser Grundlage gestalteten die Studierenden anschließend einen sogenannten „Lerntisch“, der das Lernsetting für Schüler*innen in einer vollständig selbstständig bearbeitbaren Form präsentiert. Er sollte so konzipiert sein, dass Lernende alle notwendigen Informationen und Materialien vorfinden und das Setting ohne zusätzliche Lehrpersonenunterstützung bearbeiten können. Diese Phase diente sowohl der eigenständigen didaktischen Konstruktion als auch der Förderung professionsbezogener Reflexionsprozesse, da die Studierenden ihre konzeptionellen Entscheidungen stets im Hinblick auf BNE-Ziele und mathematikdidaktische Qualitätsmerkmale begründen mussten.

2.5 Phase 4: Kollegiale Erprobung und kriterial gestützte Rückmeldung zu den Lernsettings

In einer weiteren Seminarsitzung wurden die von den Studierenden entwickelten Lernsettings von den Kolleg*innen erprobt. Im ersten Schritt wurden sie aus der Perspektive von Lernenden bearbeitet, darauffolgend wurde ein kriterial gestütztes Rückmeldeblatt ausgefüllt, das sowohl qualitative Einschätzungen zur Idee und Gestaltung des Lernsettings als auch systematische Bewertungen enthielt. Die Kriterien bezogen sich auf zentrale mathematische Prozesse (Modellieren, Problemlösen, Operieren, Darstellen/Interpretieren, Begründen), auf die Qualität des Nachhaltigkeitsbezugs (Authentizität, Motivationspotenzial, Bedeutsamkeit) sowie auf Aspekte der Aufgabenqualität (Klarheit, strukturelle Logik, kognitive Aktivierung).

Abschließend arbeiteten die Studierenden alle Rückmeldungen zu ihrem eigenen Lernsetting durch und nutzten diese, um mögliche Überarbeitungen oder Weiterentwicklungen vorzunehmen. Diese Phase diente nicht nur der Qualitätssicherung der erstellten Lernsettings, sondern förderte zugleich reflexive und kriterial ausgerichtete Beurteilungskompetenzen, die für die professionelle Gestaltung nachhaltigkeitsbezogener Mathematiklerngelegenheiten zentral sind.

2.6 Posttest

Am Ende wurde ein Posttest durchgeführt, der darauf abzielte, mögliche Veränderungen im Wissen, in den professionellen Einstellungen sowie in der wahrgenommenen Kompetenz der Studierenden im Hinblick auf die Verknüpfung von SDG und Mathematik zu erfassen. Der Posttest enthielt sowohl geschlossene als auch offene Aufgabenformate. Unter anderem wurden die Studierenden gebeten, die zwei Lernsettings (zur globalen Toastbrotproduktion bzw. zur Entwicklung der Weltbevölkerung), die zu Beginn der Intervention von ihnen bearbeitet wurden, hinsichtlich ihrer Präferenzen zu vergleichen und zu begründen. Darüber hinaus wurde mittels Likert-Items erhoben, inwiefern sich ihre Sicht auf die gesellschaftliche Bedeutung von Mathematik erweitert hatte und ob sie den Einsatz solcher Aufgaben als Beitrag zur Förderung nachhaltigen Denkens einschätzen. Weitere Items erfassten die wahrgenommene

Kompetenz, selbst mathematikdidaktische Lernaufgaben mit BNE-Bezug zu entwickeln, sowie die Einschätzung, ob Mathematikunterricht einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten soll und kann. Um dies zu vertiefen, wurde zusätzlich zum in Phase 4 beschriebenen Peerfeedback auch noch eine durch die Lehrgangleitung unterstützte Analyse unter Berücksichtigung der zuvor im Seminar erarbeiteten didaktischen Kriterien durchgeführt. Eine offene Abschlussfrage diente dazu, zentrale „Take-Home-Messages“ zu erfassen, die die Studierenden im Zuge der Arbeit an den Lernstationen gewonnen hatten, darunter mögliche Aha-Erlebnisse, neue Perspektiven auf ihre zukünftige Rolle als Mathematiklehrpersonen oder offene Fragen.

3 Ergebnisse & Interpretation

3.1 Stichprobe

Die Erhebung fand im Zeitraum von November 2025 bis Jänner 2026 im Rahmen von drei Lehrveranstaltungen im Studium Lehramt Sekundarstufe Unterrichtsfach Mathematik im Verbund Nord – Ost statt: Praxisseminar (16), Lernwerkstatt Mathematik erleben, erfahren (16) und Meine Schüler*innen verstehen mich nicht – sprachsensibler Unterricht (10). Beteiligt waren somit 42 Studierende mit dem Unterrichtsfach Mathematik. Zehn der Studierenden unterrichten bereits mit einem Sondervertrag in der Sekundarstufe 1, wobei ihre Unterrichtserfahrung zwischen ein und drei Jahren liegt.

3.2 Ergebnisse Prätest

Die quantitativen Daten als auch die offenen Antworten der Studierenden wurden systematisch ausgewertet; ergänzend wurde für die quantitativen Items die Skalenreliabilität bestimmt. McDonald's ω weist einen Wert von 0,789 auf und ist somit als gut zu interpretieren.

64 % der Proband*innen gaben an, den Begriff BNE (genau in dieser Form als Abkürzung) noch nie gehört zu haben. In einem ersten Fragenblock wurde das Vorwissen und die Vertrautheit mit SDG erhoben.

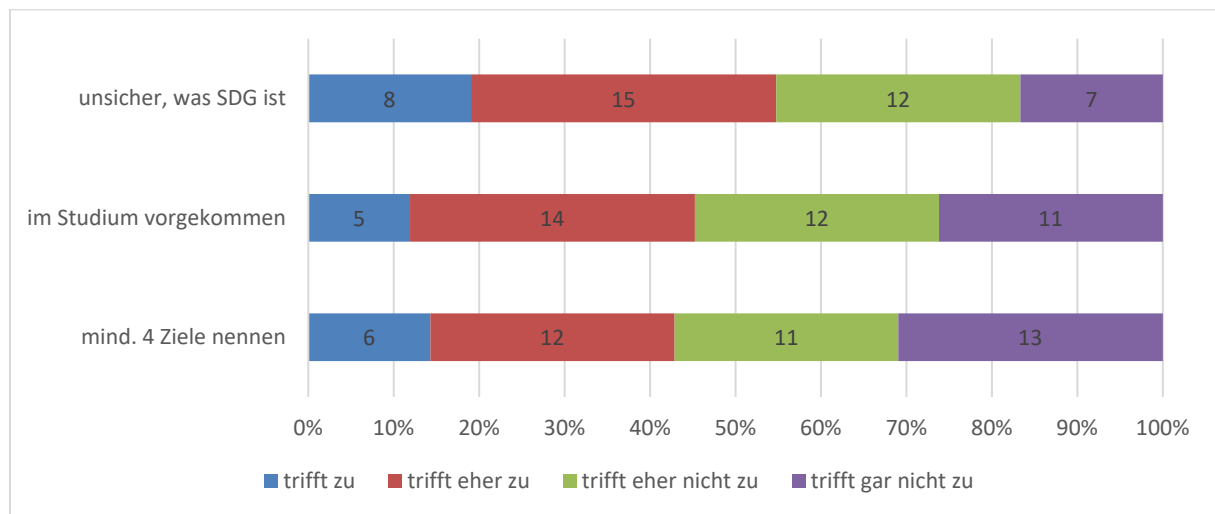


Abbildung 4: Vorwissen zu SDG (Eigendarstellung)

Die Studierenden zeigten im Prätest eine moderate bis eher geringe Vertrautheit mit den Sustainable Development Goals und Wissen zu BNE. Besonders das benennbare Wissen (also mehr als vier Bereiche der SDGs nennen zu können) war begrenzt, und auch die studienbezogene Vorbehandlung wurde nur von rund der Hälfte der Befragten bestätigt. Dies bestätigt die Ergebnisse einer Umfrage der Universität Würzburg ($n = 245$), die herausfand, dass jeder dritte der Lehramtsstudierenden keine Verbindung zwischen Mathematik und Nachhaltigkeit sieht (Siller & Vorhölter, 2025, S. 42).

Werden die Daten zur persönlichen Relevanz und Einstellungen in den Blick genommen, so lässt sich festhalten, dass eine sehr hohe persönliche Bedeutsamkeit von Nachhaltigkeitsthemen bei den Studierenden vorlag. Die SDGs wurden überwiegend als persönlich wichtig eingeschätzt ($M = 3,24$; $SD = 0,69$; 90,5 % Zustimmung für trifft zu und trifft eher zu). Noch stärker ausgeprägt war die Alltagsrelevanz von Nachhaltigkeit ($M = 3,55$; $SD = 0,63$; 97,6 % Zustimmung) sowie das persönliche Verantwortungsgefühl, zu einer nachhaltigeren Gesellschaft beizutragen ($M = 3,67$; $SD = 0,53$; 97,6 % Zustimmung). Rund die Hälfte der Studierenden gab an, schon einmal eine Aufgabe bearbeitet zu haben, in der Mathematik zur Analyse von Nachhaltigkeitsthemen verwendet wurde.

Die fachlich-didaktische Einbettung wurde durch drei Items erfasst: Die Ergebnisse zeigen eine hohe Zustimmung zur Verknüpfbarkeit von Mathematik und BNE sowie zur Erkennbarkeit von konkreten Integrationsmöglichkeiten für SDG-Themen in der Schulmathematik. Gleichzeitig berichtet jedoch eine Mehrheit von einer (eher) vorhandenen Unsicherheit hinsichtlich der fachlich korrekten Umsetzung im Mathematikunterricht. Das vorliegende Muster deutet darauf hin, dass die Studierenden, die sich am Ende ihres Bachelor- bzw. am Beginn des Masterstudiums befinden (also mindestens das Orientierungspraktikum besucht haben), die Anschlussfähigkeit und didaktischen Potenziale erkennen, jedoch für die konkrete Ausgestaltung fachdidaktische Unterstützung, Beispiele und Kriterien benötigen (z. B. zur Modellierung, Datenarbeit, Validität von Kontexten und Angemessenheit mathematischer Verfahren).

Zum Schluss sei noch darauf hingewiesen, dass die beiden Items zur professionellen Verantwortung und zur methodischen Lernbereitschaft eine hohe Zustimmung der Studierenden aufweisen und deutlich zeigen, dass Nachhaltigkeit im Mathematikunterricht sowohl als wichtig erachtet als auch aktiv erlernt werden möchte. Die Bedeutung von Beispielaufgaben mit fachdidaktischer Fundierung (Büchter & Leuders, 2009), um künftige Lehrpersonen in den komplexen Herausforderungen bei der Vermittlung von BNE-Themen zu unterstützen, wird durch diese Aussagen gestützt.

3.3 Ergebnisse aus den Arbeitsphasen

Im Rahmen der Intervention wurden verschiedene qualitative Daten erhoben, darunter Bilder, Mitschriften der Studierenden sowie Gedächtnisprotokolle, die im Folgenden kurz vorgestellt werden.

In Phase 1 arbeiteten die Studierenden nach einem kurzen theoretischen Input in Kleingruppen und entwickelten bereits in einer ersten Auseinandersetzung viele Ideen zu Verknüpfungen von SDG und mathematischen Inhalten.

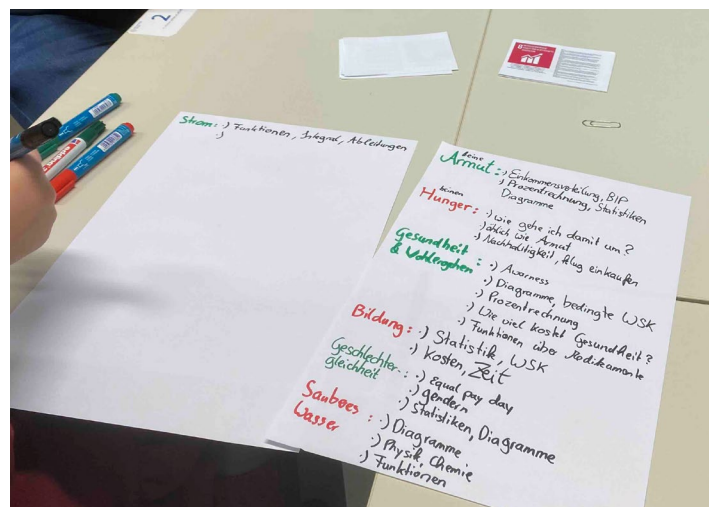


Abbildung 5: Ideensammlung zur Verknüpfung von SDG-Zielen mit Mathematik (Eigendarstellung)

Am öftesten genannt wurden SDG 12 und 13 (Konsum/Produktion; Klima), gefolgt von SDG 3, 4, 5, 10 und 11. Mathematisch wurden v.a. Statistik, Datenarbeit, Proportionen, Pro-Kopf-Maße, funktionale Zusammenhänge (inkl. Ableitung/Integral bei Energiefragen) sowie Modellierungs- und Schätzaufgaben genannt. BNE-seitig standen Bewertung, Urteilsbildung, Systemdenken, kritische Datenkompetenz und Handlungsperspektiven im Fokus. Methodisch wurden Hands-on-Zugänge (Messen/Schätzen), Visualisierungen und „Was-wäre-wenn“-Szenarien bevorzugt.

Auf Grundlage von Beobachtungen während der Seminareinheit, der Auswertung von Gruppendiskussionen sowie der Analyse von Mitschriften zeigte sich, dass die Erprobung der beiden Lernsettings eine deutliche fachliche und didaktische Auseinandersetzung anregte. Die Studierenden hoben insbesondere hervor, wie hilfreich die visualisierenden und handlungs-

orientierten Zugänge waren, um Daten greifbar zu machen und mathematische Ideen mit BNE-Perspektiven zu verknüpfen. Dies unterstreicht, dass eine reflektierte Anwendung (von Argumenten) zu einem tieferen Verständnis des BNE-Konzepts als auch der mathematischen Inhalte und Konzepte beitragen kann (Anwar et al., 2020) und somit die Integration in einen künftigen Mathematikunterricht fördert. Der Erfolg der Intervention zeigt sich in der Anwendung von mittlerweile zwei der von Studierenden entwickelten Lernsettings in drei 3. Klassen einer Mittelschule. In den Diskussionen wurde mehrfach sichtbar, dass viele erstmals erlebten, wie unkompliziert und zugleich gehaltvoll sich mathematische Modellierungsprozesse in nachhaltigkeitsbezogene Kontexte einbetten lassen.

Zugleich entwickelten die Studierenden einen ausgeprägten professionsbezogenen Blick: Sie diskutierten konkrete Umsetzungsmöglichkeiten im Unterricht, reflektierten Anpassungen für unterschiedliche Lerngruppen und knüpften an eigene schulpraktische Erfahrungen an. Bemerkenswert war, dass aus der Gruppe der Wunsch entstand, eines der Lernsettings in einer kommenden Praktikumsstunde zu erproben – ein Hinweis darauf, dass die Lernumgebungen nicht nur inhaltlich verstanden, sondern auch als realistisch umsetzbar wahrgenommen wurden. Insgesamt verdeutlichen die Daten, dass die Lernsettings sowohl fachliche Einsichten als auch eine vertiefte Auseinandersetzung mit BNE und mathematischer Modellierung förderten.

In Phase 3 wurde ein mathematikbezogenes BNE-Lernsetting entwickelt und in Phase 4 dann innerhalb des Seminarsettings von den Studierenden erprobt und kriteriengeleitet rückgemeldet. Nachstehende Abbildung gibt einen Einblick in von Studierenden erstellte Lernsettings.

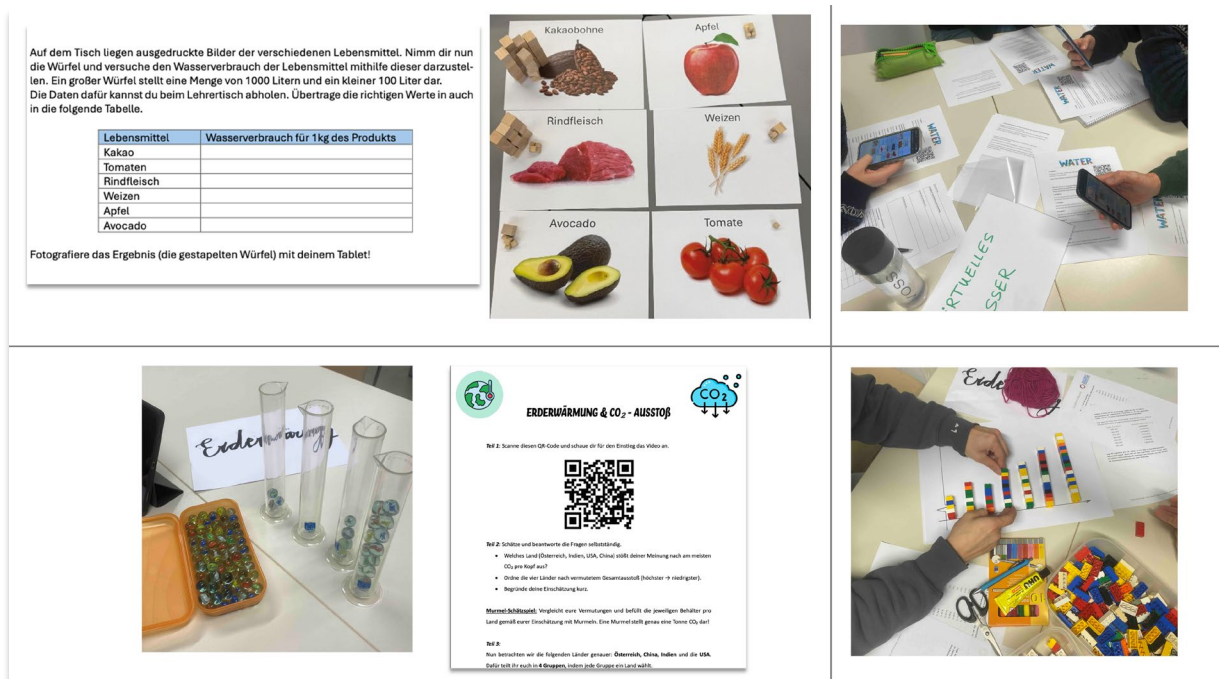


Abbildung 6: Einblicke in von Studierenden erstellte Lernsettings (Eigendarstellung)

Besonders sichtbar wird, wie engagiert die Studierenden daran arbeiteten, Daten nicht nur darzustellen, sondern erlebbar zu machen – sei es durch anschauliche Visualisierungen oder kreative Hands-on-Elemente. Die entstandenen Lernsettings erinnern in ihrer Ausrichtung häufig an Aufgabenformate der Sekundarstufe 1, was wohl auch daran liegt, dass sie inhaltlich an die beiden Interventions-Settings anknüpfen und deren Fokus auf Größenordnungen, Datenbezügen und modellierenden Denkprozessen weiterführen.

Die kriteriengeleiteten Rückmeldungen, die in Phase 4 (Erprobung und Rückmeldung zu den selbst erstellten Lernsettings) erwiesen sich als hilfreich für die Reflexion und Überarbeitung: Die Studierenden formulierten differenzierte Rückmeldungen, die sowohl fachliche als auch BNE-spezifische Aspekte präzise aufgriffen und klare Ansatzpunkte für Überarbeitungen boten. Besonders hilfreich war, dass die Einschätzungen aus mehreren Perspektiven erfolgten – Lernendenperspektive, BNE-Bezug und Aufgabenqualität ergänzten einander und führten zu einem vielschichtigen Bild der jeweiligen Lernsettings. Abbildung 7 zeigt eine exemplarische Rückmeldung.

1. Lernperspektive (Wie habe ich die Aufgabe erlebt?) Was hat mich ins Denken gebracht? - Lebensmittel und deren Gewicht - Verbrauch von Fetten und Zucker (⇒ z.B. auch bei Obst zählt es dandoppelt) Was war motivierend? - Vergleich zum Richtwert-Diagramm - sich über den eigenen Verbrauch Gedanken machen - herausfinden wie viel % es im Gesamten sind Was war herausfordernd? - Umrechnen zuerst in % dann in °(Grad) - einschätzen was man an einem Tag isst	3. BNE-Perspektive (Wie kommt Nachhaltigkeit vor?) Wodurch wird der BNE-Bezug sichtbar? • Kritisches Hinterfragen bzgl. d. CO₂-Masse • eig. Wissen vom 1. Video Unterstützt die Aufgabe nachhaltiges Denken? → Es kommen keine "Wie kann man d. verbessern" Fragen vor → Aber es öffnet d. Augen WIE DRASTISCH d. Werte eigentlich sind
	4. Verbesserungsidee / Weiterentwicklung Was bräuchte dieses Lernsetting damit ich es selbst im Unterricht einsetzen würde? → ich würde d. QR codes einfacher zugänglich machen → Englisch-kommt ein Problem sein → d. Artikel ist gut, nur d. Handg - Ansicht ist sehr zackig zum Ansehen. Vielleicht mit einem Laptop besser?

Abbildung 7: Exemplarische Rückmeldung zu einem Lernsetting (Eigendarstellung)

Die Studierenden hoben in der Nachbesprechung hervor, dass sie durch diese Struktur konkret erkennen konnten, welche Elemente bei den Kolleg*innen bereits gut funktionierten und wo für Schüler*innen eventuell Anpassungen sinnvoll wären. Durch das Peer-Feedback, Diskussionen darüber in der Studierendengruppe und die Rückmeldungen der Lehrveranstaltungsleitung gelang es den Studierenden die Lernsettings für Schüler*innen der 3. Klasse noch genauer anzupassen. Die Änderungsbedarfe betrafen sprachliche Überarbeitungen, aber auch oft Feinjustierungen bei mathematischen Inhaltsbereichen. Beispielsweise galt es zu entscheiden, ob der Fokus auf Größen, Umwandlungen oder Prozentrechnung gelegt werden sollte.

Insgesamt zeigte sich, dass das kriteriengeleitete Peer-Feedback zu substanziellen Weiterentwicklungen der Lernsettings beitrug und die professionelle Urteilskompetenz der Studierenden sichtbar stärkte.

3.4 Ergebnisse Posttest

Inwiefern die durchgeführte Intervention zur Klärung der Verknüpfbarkeit von Mathematik und BNE sowie zur Stärkung der Gestaltungs-Selbstwirksamkeit beitragen konnte, soll mit Hilfe der Ergebnisse des Posttests dargelegt werden.

Der Posttest zeigt sehr deutlich: Die angehenden Lehrpersonen gehen mit einem starken Gefühl der Sicherheit und Zuversicht aus der Lehrveranstaltung. Besonders hervor sticht, dass sie großen Wert darin sehen, Mathematikaufgaben mit Nachhaltigkeitsbezug einzusetzen – und dass sie überzeugt sind, damit tatsächlich etwas bewirken zu können. Viele trauen sich nach der Lehrveranstaltung zu, solche Aufgaben selbst zu gestalten, und empfinden dies nicht als zusätzliche Belastung, sondern als sinnvolle Erweiterung ihres fachlichen Repertoires.

Auch die Einschätzung, welche Rolle Mathematik im Kontext nachhaltiger Entwicklung spielen kann, hat sich verändert. Viele geben an, dass ihnen jetzt klarer ist, wie eng mathematische Inhalte und Nachhaltigkeitsthemen miteinander verknüpft sind. Dadurch hat sich für sie nicht nur der Blick auf die gesellschaftliche Bedeutung des Fachs geweitet – sie sehen auch deutlicher, wie Mathematik Lernenden helfen kann, komplexe Zukunftsfragen besser zu verstehen.

Insgesamt entsteht der Eindruck einer sehr positiven Grundhaltung: Die Studierenden fühlen sich ernst genommen, gut begleitet und fachlich gestärkt. Gleichzeitig wird sichtbar, dass der intensive Blick auf reale Herausforderungen und authentische Aufgaben geholfen hat, Hemmschwellen abzubauen, Themen, die auf den ersten Blick keine Nähe zum Mathematikunterricht haben, aufzugreifen und eigene Gestaltungsspielräume zu erkennen.

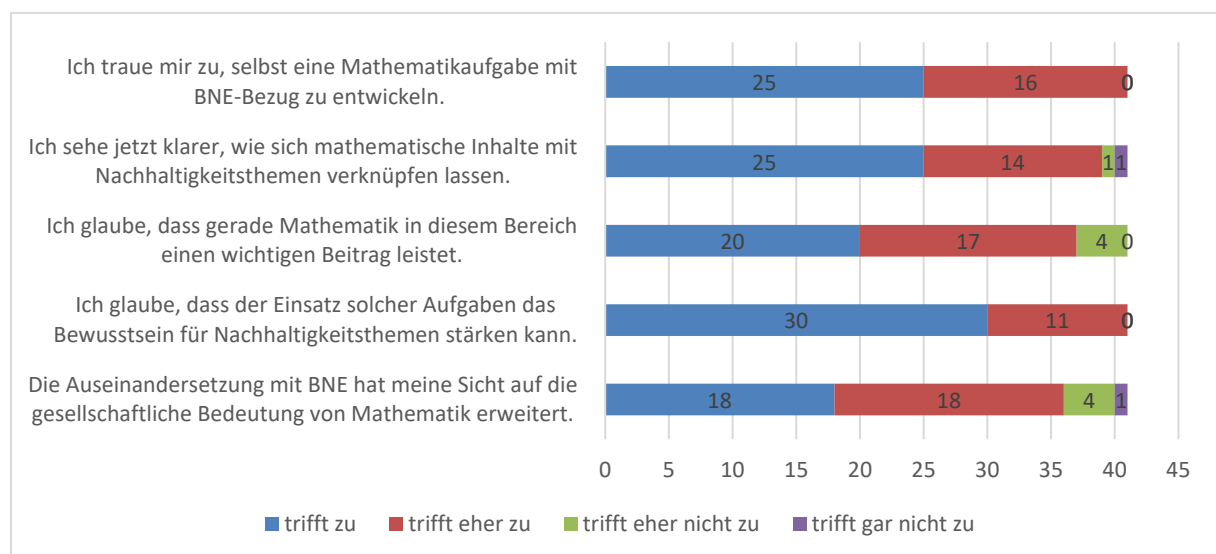


Abbildung 8: Ergebnisse zu einer Auswahl an Items aus dem Posttest (Eigendarstellung)

4 Diskussion & Ausblick

Die Ergebnisse zeigen in deutlicher Weise, dass alle drei Teilfragen der Untersuchung positiv beantwortet werden können. Mit Blick auf die erste Frage wird sichtbar, dass die Studierenden zu Beginn der Intervention zwar nur begrenztes inhaltliches Wissen zu BNE mitbrachten, zugleich jedoch eine hohe persönliche Relevanz und Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit Nachhaltigkeitsthemen zeigten. Diese Kombination erwies sich als fruchtbarer Ausgangspunkt für die weiteren Lernprozesse.

Die zweite Forschungsfrage – wie handlungsorientierte Lernsettings mathematische Werkzeuge im Umgang mit gesellschaftlichen Narrativen stärken können – wird durch die qualitative Datenlage klar gestützt. Die beiden erlebten Lernsettings führten zu intensiven fachlichen Auseinandersetzungen, förderten das Verständnis datenbasierter Argumentation und eröffneten erstmals für viele Studierende konkrete Zugänge, wie mathematische Modellierung in BNE-Kontexte implementierbar ist und somit BNE im schulischen Kontext umgesetzt werden kann (Hallinger & Nguyen, 2020). Die beobachteten Diskussionen sowie die Erfahrungen aus den kriteriengeleiteten Rückmeldungen verdeutlichen, dass gerade die Kombination aus visuellen, haptischen und reflexiven Elementen ein hohes Aktivierungspotenzial besitzt.

Auch die dritte Teilfrage kann klar beantwortet werden: Die Intervention erhöhte die wahrgenommene Fähigkeit, Nachhaltigkeitsthemen mathematisch zu analysieren und didaktisch umzusetzen, deutlich. Die Studierenden berichteten von gestärkter Gestaltungs-Selbstwirksamkeit, größerer Integrationsklarheit und der konkreten Bereitschaft, entsprechende Aufgaben im Unterricht einzusetzen.

Für die Praxis ergibt sich daraus ein vielversprechender Ausblick. Die entwickelten Materialien zeigen, dass mathematikbezogene BNE-Lernsettings nicht nur theoretisch begründbar, sondern auch unmittelbar an schulische Anforderungen anschlussfähig sind – etwa im Bereich Datenanalyse, Modellieren, funktionale Zusammenhänge oder stochastische Fragestellungen. Zudem eröffnet sich ein breites Spektrum fächerübergreifender Potenziale, insbesondere in Verbindung mit Geografie, Biologie, Informatik oder politischer Bildung. Dies unterstützt den kritisch emanzipatorischen Ansatz, der BNE nicht als geschlossenen Expert*innen-Diskurs, sondern als offenen gesellschaftlichen Lernprozess sieht (Rieckmann, 2021).

Abschließend lässt sich festhalten, dass das vorliegende Projekt nicht nur Impulse für die Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts liefert, sondern auch ein Fundament für vertiefende Forschung legt. Weitere Forschung, u.a. Masterarbeiten, die BNE-bezogene Unterrichtskonzepte systematisch untersuchen, könnte diese Ansätze ausbauen und zur nachhaltigen Verankerung von BNE in der mathematikdidaktischen Ausbildung beitragen.

Literatur

- Anwar, A., Juandi, D. & Ningsih, S. Y. (2020). Education for sustainable development: Investigating the sustainability consciousness and mathematical competence in the geometry for middle school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032068>
- Baur, N., Kelle, U. & Kuckartz, U. (2017). Mixed Methods – Stand der Debatte und aktuelle Problemlagen. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 69, 1–37.
- Büchter, A. & Leuders, T. (2009). *Mathematikaufgaben selbstentwickeln: Lernen fördern – Leistung überprüfen*. Cornelsen Scriptor.
- Cloos, P., Viernickel, S. & Weltzien, D. (2021). Mixed-Methods Designs: Eine kritische Reflexion zu Gelingensbedingungen, Restriktionen und Überschüssen. *Frühe Bildung*, 10(4), 248–252,
<https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000547>
- Engel, J. (1999). Computer und Erziehung zur Datenkompetenz. In: G. Kadunz, G. Ossimitz, W. Peschek, E. Schneider, B. Winkelmann. (eds) *Mathematische Bildung und neue Technologien*. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-322-90149-1_8
- Gallin, P. & Ruf, U. (2018). *Austausch unter Ungleichen: Grundzüge einer interaktiven und fächerübergreifenden Didaktik* (6. Auflage). Klett | Kallmeyer.
- Hallinger, P. & Nguyen, V.-T. (2020). Mapping the landscape and structure of research on education for sustainable development: A bibliometric review. *Sustainability*, 12(5), 1947.
<https://doi.org/10.3390/su12051947>
- Lafuente-Lechuga, M., Cifuentes-Faura, J. & Faura-Martínez, Ú. (2024). Teaching sustainability in higher education by integrating mathematical concepts. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 25(1). 62–77. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2022-0221>
- Li, H. C. & Tsai, T. L. (2021). Education for sustainable development in mathematics education: what could it look like? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(9), 2532–2542. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1941361>
- Maitzen, C., & Warmeling, A. (2025). Bevölkerung und CO₂. Mit greifbarem Modell Behauptungen nachgehen. *MATHEMATIK 5–10*, 2025(72), 31–35.
- OECD. (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- Siller, H.-S. & Vorhölter, K. (2025). Bildung für nachhaltige Entwicklung im Mathematikunterricht. Potentiale und Herausforderungen für die Mathematikdidaktik. *MGDM*, 118 (2025), S. 39 – 46. <https://ojs.didaktik-der-mathematik.de/index.php/mgdm/article/view/1273/1428>
- Skovsmose, O. (2023). *Critical mathematics education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-26242-5>
- UNESCO (2017). *Education for Sustainable Development Goals. Learning Objectives*.
- Wilhelm, K. M. (2024). *BNE im Mathematikunterricht. Nicht nur eine Frage der Lerninhalte: Der achtsame Unterricht* [Universität des Saarlandes]. <https://doi.org/10.22028/D291-42410>