Armut modellieren – Mathematische Modelle in der BNE als Schlüssel

Katrin Vorhölter – Hans-Stefan Siller

In diesem Beitrag wird die Rolle mathematischer Modelle im Mathematikunterricht und für eine Bildung für nachhaltige Entwicklung beleuchtet. Anhand eines Beispiels zum Thema Armut wird aufgezeigt, wie die kritische Auseinandersetzung mit Modellen ein Bewusstsein für deren normative Dimension und deren Einfluss auf gesellschaftliche Entscheidungen fördert.

1 Mathematische Modelle und BNE

Modelle sind von zentraler Bedeutung, wenn es darum geht, komplexe Phänomene – insbesondere im Kontext von Nachhaltigkeit – zu verstehen, zu beschreiben und darauf aufbauend fundierte Entscheidungen und Maßnahmen zu treffen. Nachhaltigkeitsfragen betreffen meist vielschichtige Systeme, in denen ökologische, ökonomische und soziale Faktoren miteinander verflochten sind. Um diese Zusammenhänge greifbar zu machen, werden mathematische Modelle eingesetzt, die helfen, einzelne Teilaspekte zu strukturieren, Wechselwirkungen zu analysieren und mögliche Entwicklungen zu prognostizieren. Dadurch wird Mathematik zu einem Werkzeug, das nicht nur der Abbildung von Realität dient, sondern aktiv zur Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft beitragen kann.

Gleichzeitig offenbart sich in diesem Zusammenhang eine zentrale didaktische Herausforderung: Während Mathematik häufig als objektiv, neutral und eindeutig wahrgenommen wird, sind Modelle stets von subjektiven Entscheidungen geprägt.

Für den Mathematikunterricht bedeutet dies, dass die Thematisierung von Modellen nicht nur fachlich, sondern auch bildungstheoretisch bedeutsam ist. Durch die kritische Auseinandersetzung mit Modellen können Schüler/innen lernen, mathematische Ergebnisse im Kontext sozialer, ökologischer und ökonomischer Fragestellungen zu reflektieren und verantwortungsvoll zu nutzen. Daher stellt die kritische Analyse und Bewertung bestehender (ggf. auch in Abgrenzung zu den selbst entwickelten) Modellen unter Bezugnahme und Berücksichtigung der außermathematischen Domäne einen wesentlichen Kern der mathematischen Modellierungskompetenz dar (Niss & Højgaard, 2019). Damit leistet der Mathematikunterricht einen wichtigen Beitrag zur Förderung von Urteilskompetenz und nachhaltigem Denken.

2 Kennzeichen (mathematischer) Modelle

Mathematische Modelle werden als zweckgebundene, widerspruchsfreie Abbildungen der Wirklichkeit in der Mathematik verstanden, die vereinfachende, nur bestimmte, hinreichend objektivierbare, ausgewählte Teilaspekte der Wirklichkeit berücksichtigen (Ortlieb et al., 2013). Dies bedeutet, dass sie kein getreues Abbild der Realität sind, sondern diese – auch aufgrund der Komplexität realer Probleme und Fragestellungen – vereinfacht darstellen. Diese Vereinfachungen beeinflussen jedoch die Modellierung und das resultierende Modell und folglich die Ergebnisse und die Grenzen des Modells. Jede Modellbildung erfordert Annahmen, Vereinfachungen und Schwerpunktsetzungen, die von den Perspektiven und Zielen der Modellierenden beeinflusst werden. So existieren oft mehrere Modelle, die ein und dieselbe Situation auf unterschiedliche Weise beschreiben können – je nachdem, welche Aspekte hervorgehoben oder vernachlässigt werden. Dabei müssen die Modelle, ihre Annahmen und Ergebnisse in Einklang mit den gültigen Gesetzen stehen (Zulässigkeit), dem Abzubildenden nicht widersprechen (Richtigkeit) und keine dem Zweck überflüssigen Variablen enthalten (Zweckmäßigkeit) (Ortlieb et al., 2013).

Ziel des Mathematikunterrichts muss es daher sein, dass Schüler/innen mathematische Modelle als vereinfachte, zweckgebundene Abbildungen der Wirklichkeit zu verstehen, die nur bestimmte Aspekte realer Phänomene berücksichtigen. Schüler/innen sollen erkennen, dass Modelle keine objektiven Abbilder der Wirklichkeit sind, sondern Werkzeuge, die bestimmte Sichtweisen ermöglichen und andere ausschließen. Dadurch wird die Fähigkeit gefördert, Annahmen, Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Modellen kritisch zu reflektieren und ihre Ergebnisse im jeweiligen Kontext zu bewerten. Der Unterricht soll somit nicht nur mathematische Verfahren vermitteln, sondern auch ein Bewusstsein für die Kriterien Zulässigkeit, Richtigkeit und Zweckmäßigkeit sowie für die verantwortungsvolle Nutzung von Modellen schaffen.

3 Mathematische Modelle als Schlüssel einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Die Bedeutung von Modellen für eine Bildung für Nachhaltige Entwicklung äußert sich auch in den formulierten Kernkompetenzen (Reiss et al., 2016; Siller et al., 2025).

Im Bereich *Erkennen* sollen Schüler/innen der Sekundarstufe I lernen, in unterschiedlichen Situationen geeignete mathematische Fragen zu globalen Entwicklungen zu stellen, gemeinsame Strukturen zu erkennen und den Modellcharakter mathematischer Beschreibungen zu verstehen. Sie sollen Modelle zur Analyse nachhaltiger Fragestellungen nutzen und den Einfluss lokaler oder regionaler Bedingungen auf Modellparameter untersuchen. In der Sekundarstufe II vertiefen sie diese Kompetenzen, indem sie die Güte und Grenzen verschiedener Modelle reflektieren und den Wert mathematischer Modellierung als interdisziplinäre Methode zur Analyse nachhaltiger Entwicklungen erfassen.

Im Bereich *Bewerten* sollen Schüler/innen in der Sekundarstufe I verschiedene Modelle zu globalen Fragestellungen vergleichen, ihre Bedeutung für nachhaltige Entwicklung prüfen und die Aussagekraft mathematischer Modelle im gesellschaftlichen und politischen Kontext kritisch interpretieren. In der Sekundarstufe II erweitern sie diese Kompetenz, indem sie normative Modelle als Instrumente gesellschaftlicher, ökonomischer, ökologischer und politischer Steuerung verstehen.

Im Bereich *Handeln* sollen Schüler/innen der Sekundarstufe II schließlich mathematische Konzepte und Verfahren reflektiert anwenden, um eigene Modelle für den globalen Wandel zu entwickeln und damit aktiv zu einer fundierten Analyse und Gestaltung nachhaltiger Entwicklungen beizutragen.

Deutlich wird, dass es nicht immer darum geht, eigene Modelle zu erstellen, sondern insbesondere auch darum, bestehende Modelle auf ihre Gültigkeit und Aussagekraft hin zu überprüfen.

4 Ein Unterrichtsbeispiel

Gemäß des Agenda 2030 besteht das Ziel, Armut in all ihren Formen und überall zu beenden. Doch stellt sich Armut nicht überall gleich dar. Damit sich Schüler/innen also zu diesem Ziel positionieren können, ist es notwendig, dass sie die existieren-

Aufgabe 1 – Wer ist eigentlich arm?

a) Welche der folgenden Personen würdet ihr als arm bezeichnen? Begründet eure Entscheidung.

Ich heiße Harry und bin 92 Jahre alt. Ich wohne in einem Altersheim in Toronto. Am liebsten mag ich Kuchen beim Nachmittagskaffee oder wenn mich mein Sohn mit seinen Kindern besuchen kommt. Ich bin schon viel in der Welt herumgekommen, so war ich dreimal in Europa und auch einmal geschäftlich in Japan und Australien. Mein Feriencottage habe ich vor ein paar Jahren verkaufen müssen, da ich leider nicht mehr mobil genug bin, um mich darum zu kümmern.

Harry aus Kanada

Ich heiße Namutenya. Gemeinsam mit meiner Frau und meinen fünf Kindern wohne ich in Karibib, einer Gemeinde in Namibia. Meine Frau arbeitet an der Karibib Private School und ich im Goldbergwerk in der Nähe. Aufgrund meiner Arbeit habe ich und meine Familie eine Krankenversicherung. Weihnachten und den Rest der Sommerferien verbringen wir immer in Swakopmund am Meer beim Cousin meiner Mutter.

Namutenya aus Namibia

Ich heiße Luisa. Ich wohne mit meiner Mama und meinen zwei kleinen Brüdern in Bamberg. Ich habe mittlerweile mein eigenes Zimmer, dafür muss meine Mama jedoch im Wohnzimmer schlafen. Meine Mama ist schon seit einiger Zeit auf Arbeitssuche, weshalb wir Bürgergeld bekommen. Mit fünf Jahren war ich einmal in Frankreich im Urlaub, ansonsten fahren wir in den Ferien immer zu Oma und Opa.

Luisa aus Deutschland

b) Modelle zur Erfassung von Armut

Teilt die vier folgenden Modelle unter euch auf. Lest jeweils die zugeordneten Modelle und erklärt euch diese gegenseitig. Fasst diese in eigenen Worten in dem Freitextfeld zusammen.

c) Analyse und Bewertung der Modelle

Welches Modell eignet sich aus euerer Sicht am besten, um Armut zu erfassen?
Öffnet hierfür die Datei „*Armut nach verschiedenen Modellen*" und verändert die monatlichen Nettoeinkommen der Personen. Beschreibt die Auswirkungen auf den Anteil der armen Bevölkerung in den verschiedenen Modellen und versucht dies zu begründen.

d) Nutzen und Grenzen von Modellen

Diskutiert nun die Unterschiede der verschiedenen Modelle. Überlegt euch, welchen Nutzen die Modelle haben und wo ihre Grenzen liegen.

Kasten 1. Aufgabe „Wer ist eigentlich arm?"

den Arten von Armut kennen und die Modelle zur Festlegung, wer als „arm“ bezeichnet wird, gegeneinander abwägen können. Gleichzeitig müssen die Schüler/innen sich bewusstwerden, welche Faktoren mit Armut zusammenhängen, genauer wie diese zusammenhängen.

Im Folgenden wird ein Unterrichtsbeispiel dargestellt, dass sich auf Einkommensarmut bezieht. Mit der Aufgabe 1 „Wer ist eigentlich arm?“ (Kasten 1) werden Schüler/innen an die Untersuchung und Bewertung gegebener Modelle herangeführt. Als mathematische Konzepte werden hier das arithmetische Mittel, der Median sowie die Prozentrechnung benötigt. Somit ist diese Aufgabe – von den mathematischen Kompetenzen her – bereits ab der unteren Sekundarstufe I bearbeitbar. Der Kontext und die Auswirkungen sind jedoch so komplex, dass sie auch in der Sekundarstufe II sinnvoll thematisiert werden können.

Die daran anschließende Aufgabe 2 „Aspekte von Armut“ (Kasten 2) dient im mathematischen Sinne der Unterscheidung von Korrelation, Kausalität und Regression. Damit ist diese Aufgabe auch aus mathematischer Perspektive für den Regelunterricht erst in die Sekundarstufe II sinnvoll bearbeitbar. Im Folgenden werden daher sowohl das Potential für Sekundarstufe I als auch Sekundarstufe II herausgestellt – sowohl aus Sicht der Mathematik als auch aus Sicht der BNE. Eine ausführliche Beschreibung findet sich in HEINZ et al. (in Druck) sowie JUST et al. (in Druck). Zusätzliches Unterrichtsmaterial (Text zu den Armutsmodellen, Excel-Dateien zu den Aufgaben) findet sich unter http://mnubne.dmuw.de/.

4.1 Potential für den Erwerb und das Verständnis mathematischer Konzepte und Methoden

Die beiden Aufgaben „Wer ist eigentlich arm?“ und „Aspekte von Armut“ fördern auf unterschiedliche, aber sich ergänzende Weise zentrale mathematische Konzepte und Methodenkompetenzen.

In der Aufgabe „Wer ist eigentlich arm?“ werden vor allem grundlegende mathematische Konzepte der Modellbildung, der Prozent- und Verhältnisrechnung sowie der Statistik gefördert. Die Schüler/innen lernen, dass mathematische Modelle vereinfachte, aber strukturierte Abbildungen gesellschaftlicher Realität sind. Sie setzen sich mit verschiedenen Ansätzen zur Erfassung von Armut auseinander und erkennen, dass die Wahl eines Modells immer normative Entscheidungen beinhaltet. Dabei wenden sie mathematische Verfahren wie die Berechnung von Armutsgrenzen (z.B. 60 % des Medianeinkommens) an und interpretieren relative Größen im Kontext sozialer Indikatoren.

Durch die Arbeit mit Tabellenkalkulationen üben sie den Umgang mit digitalen Werkzeugen, um Einkommensverteilungen darzustellen. Diese Methoden fördern das Verständnis funktionaler Abhängigkeiten zwischen Einkommen und Armutsquote und stärken die Fähigkeit, mathematische Ergebnisse kritisch zu interpretieren. Insgesamt steht hier die mathematische Modellierung im Mittelpunkt – das Erkennen, Anwenden und Bewerten von Modellen als Verbindung zwischen realer Situation, mathematischer Abstraktion und gesellschaftlicher Bedeutung. Somit wird die Modellierungskompetenz umfassender adressiert, als dies durch die Teilaspekte in den Bildungsstandards und Landescurricula geleistet werden kann. Gleichzeitig werden die grundlegenden mathematischen Inhalte (arithmetisches Mittel, Median, Prozentrechnung) kontextuell eingebunden. Auf diese Weise bekommt beispielsweise die sonst oft eher kalkülhaft betrachtete Auswirkung von Ausreißern oder die Notwendigkeit, nicht nur einen mittleren Wert, sondern auch die Verteilung zu betrachten, einen kontextuellen Sinn und der Aufbau trägen Wissens wird vermieden, wie die Zitate in Kasten 3 und Kasten 4 zeigen.

In der Aufgabe „Aspekte von Armut“ liegt der Fokus dagegen stärker auf statistischen und analytischen Konzepten. Die Lernenden setzen sich mit der Untersuchung empirischer Zusammenhänge auseinander und wenden dabei zentrale

Aufgabe 2 – Aspekte von Armut

a) Stellt Vermutungen auf, welche sozialen und wirtschaftlichen Aspekte mit Armut zusammenhängen könnten.

b) Öffnet die Datei „Datensätze“ und überprüft mit geeigneten Mitteln, ob Armut mit dem Eintritt in eine weiterführende Schule, der Lebenserwartung, der Arbeitslosenquote und/oder dem BIP pro Kopf korreliert. Interpretiert die Ergebnisse unter Zuhilfenahme des Korrelationskoeffizienten.

c) Was bedeutet eigentlich Zusammenhang? In der Mathematik spricht man meist von Korrelation und Kausalität. Formuliert jeweils eine Definition und vergleicht diese. Geht dabei insbesondere auf die Unterschiede ein. Wie stehen diese in Beziehung zueinander?

d) Scheinkorrelation oder kausaler Zusammenhang? Stellt Vermutungen darüber an, worin die Ursachen für die gefundenen Korrelationen aus Aufgabe 2 liegen könnten.

e) Ermittelt, wie stark der Einfluss der Faktoren, für die ihr in Aufgabenteil d) eine Kausalität vermutet habt, auf die Armut in einem Land ist bzw. wie stark diese Faktoren die Armut beeinflussen.

Kasten 2. Aufgabe „Aspekte von Armut“

Begriffe und Methoden der Statistik an. Sie lernen, Korrelationen zwischen Variablen wie Armut, Bildung, Lebenserwartung, Arbeitslosenquote oder Bruttoinlandsprodukt zu berechnen und zu interpretieren. Dabei wird der Korrelationskoeffizient als Maß für die Stärke und Richtung linearer Zusammenhänge vertieft. Darüber hinaus reflektieren die Schüler/innen den Unterschied zwischen Korrelation und Kausalität und erkennen, dass statistische Zusammenhänge nicht automatisch Ursache-Wirkungs-Beziehungen darstellen. Die Arbeit mit Streudiagrammen, Trendlinien und Regressionsanalysen ermöglichen ein vertieftes Verständnis für lineare Funktionen und deren Anwendung in der Datenanalyse. Auch hier kommen digitale Werkzeuge wie Excel zum Einsatz, um Berechnungen durchzuführen, Daten grafisch darzustellen und Hypothesen zu überprüfen. Die Lernenden trainieren somit sowohl rechnerische als auch interpretative Fähigkeiten im Umgang mit realen Datensätzen.

S1: *Aber an sich auch, nur weil eine Person mehr verdient, ist nicht mehr Geld im Umlauf, das heißt es kann nicht sein, dass die eine Person mehr verdient und die andere dann nicht weniger.*
Welche Auswirkungen hat es, wenn alle Personen gleich viel verdienen?

Kasten 3. Schüler/innen arbeiten am Modell 1, Kontext Median.

S1: *Was ist, wenn wir den ärmsten noch viel ärmer machen?*
S2: *Was ist, wenn wir den auf 1 $ machen?*
S1: *Was passiert, wenn wir den so richtig runternoggern.*
S3: *Ja, mal 10 €.*
S2: *Ja, 10 € im Monat.*
S2: *Oh ja, das gleicht's dann wieder aus.*
S2: *Die ärmsten sind noch ärmer.*
S3: *Ja.*
S1: *Ah! 60%, dass ballert es richtig hoch* [60% sind nach Modell „arithmetische Mittel" arm].

Kasten 4. Schüler/innen analysieren die Auswirkungen der monatlichen Einkommenshöhe mittels Tabellenkalkulation.

4.2 Potential der Aufgabe für eine BNE im Mathematikunterricht

Die Aufgabenstellungen entfalten jeweils unterschiedliche Potenziale zur Förderung der BNE-Kompetenzen *Erkennen*, *Bewerten* und *Handeln* im Mathematikunterricht, indem sie den Lernenden ermöglichen, Armut als komplexes, modellierbares Phänomen aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten und kritisch zu reflektieren. Sie sind aufgefordert, mathematische Analyseverfahren mit gesellschaftlich relevanten Fragestellungen zu verbinden, was die Reflexion über globale Zusammenhänge und Verantwortung anregt.

In den Teilaufgaben (a) und (b) der Aufgabe „Wer ist arm?" steht die Kompetenz *Erkennen* im Vordergrund. Die Lernenden reflektieren ihre eigenen Vorstellungen von Armut und reflektieren, welche Kriterien sie intuitiv verwenden. Dadurch erkennen sie, dass Armut ein relatives, kontextabhängiges und mehrdimensionales Phänomen ist, wie in den Zitaten in Kasten 5 und Kasten 6 deutlich wird.

S1: *Das ist nichts. Einkommen, das du noch höchstens haben kannst, um noch als arm zu gelten – 59,72 € im Monat.*
S2: *das ist nichts!*
S1: *Das ist nichts, du kannst dir damit nichts leisten in Deutschland, vor allem in Deutschland.*
S2: *In Deutschland kannst du doch essen. Essen kriegst du.*
S3: *Ja, aber wie viel? Nicht für den ganzen Monat.*
S1: *und du hast nichts für die Wohnung.*

Kasten 5. Schüler/innen überlegen, was man sich für 59,72 € in Deutschland leisten kann.

Die Schüler/innen haben die Modelle zur Armut gelesen, und das Gespräch beginnt nachdem sie den Betrag der absoluten Armut betrachtet haben:
S: *Nur am Tag?*
[...]
S1: *Wie viel verdienst du?*
S2: *9 €/h*
S3: *Boah, dann verdienst du mehr pro Stunde, als die an einem Tag zur Verfügung haben.*

Kasten 6. Schüler/innen vergleichen ihr eigenes Einkommen mit dem Tageseinkommen anderer Länder.

Durch das gegenseitige Erklären und Zusammenfassen erfassen sie den Modellcharakter mathematischer Beschreibungen und verstehen, dass Modelle vereinfachte, aber strukturierte Abbilder komplexer sozialer Realitäten sind. Die Teilaufgaben (c) und (d) fördern insbesondere die Kompetenz *Bewerten*. Die Schüler/innen analysieren die Auswirkungen veränderter Einkommensdaten auf den Anteil der armen Bevölkerung in verschiedenen Modellen. Sie vergleichen die Ergebnisse, interpretieren Unterschiede und hinterfragen, welches Modell die Realität am besten abbildet (Abb. 1). Sie diskutieren Nutzen und Grenzen der Modelle, reflektieren deren Aussagekraft und lernen, dass mathematische Modelle normative Entscheidungen enthalten (z.B. die Festlegung von Armutsgrenzen). Dadurch entwickeln sie ein kritisches Verständnis für die Stärken und Schwächen mathematischer Modellierung und erkennen, dass Modelle nicht neutral sind, sondern gesellschaftliche Perspektiven widerspiegeln.

Die Kompetenz *Handeln* wird vor allem in den Diskussionen und Bewertungen der letzten Teilaufgaben gefördert. Die Lernenden nutzen mathematische Erkenntnisse, um Positionen zu gesellschaftlichen Fragen zu beziehen, und erkennen, wie mathematische Modelle politische Entscheidungen beeinflussen können (z.B. Armutsstatistiken, Sozialpolitik, Verteilungsgerechtigkeit). Sie wenden mathematische Verfahren reflektiert an, um eigene Beurteilungen zu begründen, und entwickeln so die Fähigkeit, Mathematik als Werkzeug verantwortungsvollen Handelns im Kontext nachhaltiger Entwicklung zu verstehen.
In der zweiten Aufgabe wird in den ersten beiden Teilaufgaben (a) und (b) wiederum das *Erkennen* adressiert, indem

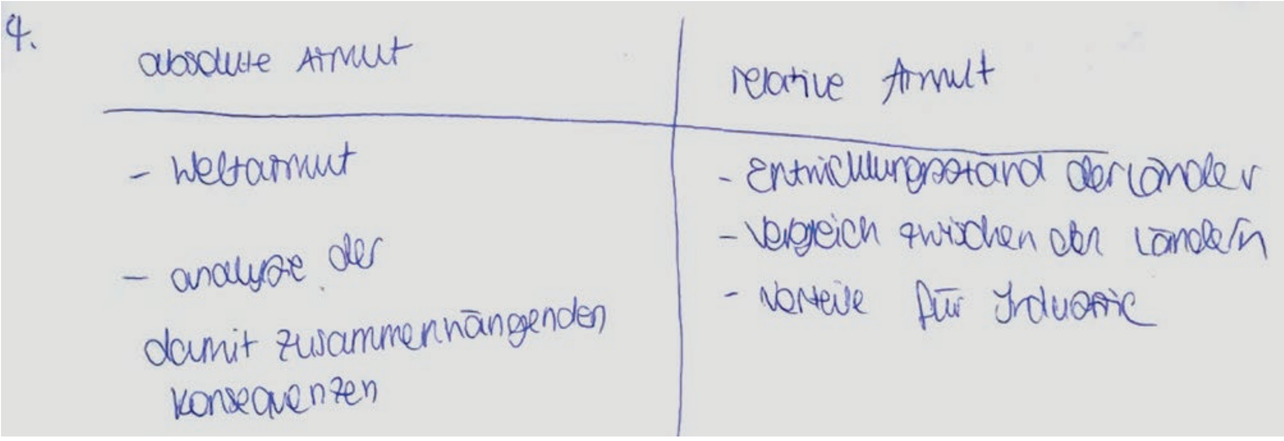

Abb. 1. Aufstellung der Schüler/innen zu Vor- und Nachteilen unterschiedlicher Definitionen von Armut

die Schüler/innen zunächst ein Verständnis dafür entwickeln sollen, dass Armut ein vielschichtiges Phänomen ist, das mit sozialen, wirtschaftlichen und politischen Faktoren verknüpft ist. Durch die Arbeit mit realen Datensätzen und die Berechnung von Korrelationen erkennen sie mathematische Strukturen und Zusammenhänge zwischen Variablen wie BIP, Arbeitslosigkeit oder Lebenserwartung. Sie lernen, Daten kritisch zu lesen, Hypothesen zu formulieren und mathematische Werkzeuge gezielt zur Analyse gesellschaftlicher Entwicklungen einzusetzen (Kasten 7).

S1: *Ja, weil die Leute die arbeitslos sind, auch keine Arbeitslosenversicherung haben, oder halt durch den Staat ähm durchgefüttert werden, keine Ahnung.*
S2: *Ja*
S1: *Und eventuell auch die Leute, die Arbeitslosengeld bekommen nicht als arbeitslos zählen und dass sowas dann nicht in die Statistik rein zählt oder sowas. Ähm und wie Armut zu einer Geringeren Lebenserwartung führen kann? Naja, dass du halt wenig zu essen bekommst, dass du halt nicht gut hygienisch versorgt bist, kein Arzt irgendwie zur Stelle ist, wenn du krank bist und dann kannst du viel leichter sterben kannst, weil vielleicht keine Ahnung du dich infizieren kannst.*

Kasten 7. Schüler/innen begründen die ‚Nichtkorrelation' von Armut und Arbeitslosigkeit und Korrelation von Armut und Lebenserwartung.

Die Teilaufgaben (c) und (d) fördern die Bewertungsfähigkeit, indem die Lernenden den Unterschied zwischen Korrelation und Kausalität reflektieren und kritisch hinterfragen, ob beobachtete Zusammenhänge tatsächlich ursächlich sind oder lediglich zufällig bestehen. Sie lernen, mathematische Ergebnisse nicht isoliert zu betrachten, sondern sie im gesellschaftlichen und ökonomischen Kontext zu deuten.

Durch die Diskussion möglicher Scheinkorrelationen wird das Bewusstsein für die Grenzen mathematischer Modelle und statistischer Verfahren geschärft (Kasten 8).

S1: *Aber an sich bestätigt das, genau das was wir vorhin gesagt haben, dass Armut und Bildung zusammenhängen. Das haben wir ja vorhin herausgefunden über die Graphen. Wir wissen aber nicht, ob das eine Kausalität hat, also das eine jetzt das andere beeinflusst oder das andere und ob das eine der Grund ist für das andere oder ob das halt einfach Dinge sind, die gleichzeitig auftreten.*
S2: *Ja.*

Kasten 8. Schüler/innen bearbeiten di e Aufgabenstellung zur Interpretation der Ergebnisse bezüglich Kausalität und Korrelation mit Informationstext zur Kausalität.

In Teilaufgabe (e) wenden die Schüler/innen ihre Erkenntnisse reflektiert an, indem sie den Einfluss vermuteter Ursachen auf Armut quantifizieren und bewerten. Dadurch entwickeln sie die Fähigkeit, mathematische Modelle als Instrumente zur Analyse und Begründung von Handlungsoptionen im Kontext nachhaltiger Entwicklung zu nutzen. Sie übernehmen Verantwortung, indem sie erkennen, dass mathematische Analysen politische und gesellschaftliche Entscheidungen unterstützen oder hinterfragen können.
Insgesamt stärkt die Aufgabenreihe die Kompetenz, mathematische Methoden nicht nur zur reinen Berechnung, sondern als Mittel zur kritischen Auseinandersetzung mit realen, global relevanten Problemen einzusetzen – ein zentrales Ziel einer Bildung für nachhaltige Entwicklung im Mathematikunterricht.

5 Zusammenfassung

Die vorgestellten Überlegungen und Beispiele zeigen, welche Möglichkeiten in mathematischen Modellen für eine Bildung für nachhaltige Entwicklung im Mathematikunterricht stecken. Armut wird als komplexes, mehrdimensionales Phänomen über verschiedene Modelle und Datensätze erschlossen, sodass Schüler/innen erfahren, dass Mathematik nicht nur ein System von Regeln und Verfahren ist, sondern als ein Werkzeug dient, mit dem gesellschaftlich relevante Fragen analysiert, kritisch reflektiert und begründet beurteilt werden. Gleichzeitig wird

deutlich, dass Modelle stets mit subjektiven Entscheidungen verbunden sind und daher nicht nur fachlich, sondern auch ethisch und politisch reflektiert werden müssen.
Für den Mathematikunterricht eröffnet sich die Chance, fachliche und überfachliche Bildungsziele systematisch zu verzahnen. Modelle zur Erfassung von Armut und statistische Zusammenhänge zwischen Armut und weiteren Indikatoren lassen sich in unterschiedlichen Jahrgangsstufen aufgreifen und inhaltlich wie methodisch ausbauen – von grundlegenden Konzepten wie Median, Mittelwert und Prozentrechnung in der Sekundarstufe I bis hin zu Korrelation, Regression und kritischer Modellvalidierung in der Sekundarstufe II. Auch andere Themenfelder nachhaltiger Entwicklung – etwa Klima- und Ressourcenfragen, globale Ungleichheit oder Konsumverhalten – bieten sich für ähnliche Modellierungs- und Datenprojekte an. So kann im Mathematikunterricht erfahren werden, wie mit Hilfe von Modellen Verantwortung übernommen, Position bezogen und die Wirkung mathematischer Ergebnisse im gesellschaftlichen Diskurs verstanden werden können.
Wenn es gelingt, mathematische Modellierung dauerhaft mit Fragen globaler Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit zu verbinden, leistet der Mathematikunterricht einen substanziellen Beitrag, Lernende zu mündigen, kritisch reflektierenden und handlungsfähigen Bürger/inne/n in einer zunehmend komplexen Welt zu erziehen.

Literatur

HEINZ, C., FOCK, A., JUST, J., & SILLER, H.-S. (in Druck). Wie lassen sich komplexe Zusammenhänge erfassen? – Korrelation, Kausalität und Regression im Kontext der Nachhaltigkeit. In H.-S. SILLER & K. VORHÖLTER (Hg.), *Neue Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht 11*. Springer.

JUST, J., MÜNCH, K., MATHEIS, P., MARTIN, R., & SILLER, H.-S. (in Druck). Wer ist eigentlich arm? Güte und Grenzen mathematischer Modelle zur Erfassung von Armut. In H.-S. SILLER & K. VORHÖLTER (Hg.), *Neue Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht 11*. Springer.

NISS, M., & HØJGAARD, T. (2019). Mathematical competencies revisited. *Educational Studies in Mathematics*, *102*(1), 9–28. https://doi.org/10.1007/s10649-019-09903-9

ORTLIEB, C. P., DRESKY, C., GASSER, I., & GÜNZEL, S. (2013). *Mathematische Modellierung: Eine Einführung in zwölf Fallstudien*. Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-658-00535-1

REISS, K., UFER, S., ULM, V., & WIENHOLTZ, G. (2016). Mathematik – fachdidaktischer Teil. In KMK / BMZ (Hg.), *Orientierungsrahmen für den Lernbereich globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 300–308). Cornelsen.

SILLER, H.-S., VORHÖLTER, K., OLDENBURG, R., SCHNEIDER, K., WAGENER, M., & WARMELING, A. (2025). Mathematik. In KMK, BMZ & ENGAGEMENT GLOBAL (Hrsg.) (2025). Orientierungsrahmen Globale Entwicklung – Bildung für nachhaltige Entwicklung in der gymnasialen Oberstufe. Westermann.

Prof. Dr. KATRIN VORHÖLTER, katrin.vorhoelter@tu-braunschweig.de, ist Professorin für Mathematikdidaktik und Elementarmathematik an der Technischen Universität Braunschweig.

Prof. Dr. HANS-STEFAN SILLER, hans-stefan.siller@uni-wuerzburg.de, ist Inhaber des Lehrstuhls für Mathematik V – Didaktik der Mathematik an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg.