

Diskussionsimpuls zum Aufgreifen von Fragen der Angewandten Ethik im Mathematikunterricht

LUKAS DONNER, GÖTTINGEN

Zusammenfassung: Es besteht breite Forderung zum Aufgreifen überfachlicher, gesellschaftlich-politisch relevanter Themen im Mathematikunterricht, oft verbunden mit der Notwendigkeit zum Austausch und der Reflexion über Normen. Dies stellt eine hohe Anforderung an Mathematiklehrkräfte und Unterrichtsmaterialien dar. In Form eines theoriegeleiteten Diskussionsimpulses wird in diesem Beitrag die Frage nach dem Einbeziehen von Themen der Angewandten Ethik im Mathematikunterricht erörtert. Bezugnehmend auf theoretische Analysen der Mathematik- als auch Philosophiedidaktik wird ein konstruktiver Vorschlag, die Erarbeitung von Orientierungswissen, unterbreitet sowie ein Unterrichtsvorschlag zu Klimagerechtigkeit skizziert. Auf diese Weise soll eine Anregung für eine aus Sicht des Autors notwendige Debatte entfaltet werden.

Abstract: There is widespread demand that mathematics lessons should address interdisciplinary, socio-politically relevant topics. Usually, these topics are linked to the need for exchange and reflection on norms. This places high demands on mathematics teachers as well as on teaching materials. In the form of a theory-driven discussion prompt, this article explores the question of addressing topics of applied ethics in mathematics lessons. Referring to theoretical discussions in mathematics and philosophy education, a constructive proposal is developed and a teaching proposal on climate justice is outlined. In this way, the author hopes to stimulate what he believes to be a necessary debate.

1. Einleitung

Jeder Fachunterricht hat im Sinne der Allgemeinbildung auch zur Aufgabe, gesellschaftliche (epochaltypische Schlüssel-)Probleme als Lerngegenstand aufzugreifen (vgl. Klafki, 1985; Heymann, 1997). So fordert beispielsweise der Lehrplan für Mathematik an Gymnasien in NRW explizit überfachliche Themen wie Menschenrechtsbildung, Werteerziehung oder Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) ein. Solch ein Unterricht erfordert interdisziplinäre Betrachtungsweisen und involviert insbesondere Themen der Angewandten Ethik, beziehen doch multidimensionale Herausforderungen wie Klimawandel, Epidemien (SARS-CoV-2) o. ä. den Austausch und die

Reflexion über Normen bei einer unterrichtlichen Behandlung nahezu unweigerlich mit ein. Sobald moralische Konflikte und Probleme im Unterricht der Reflexion unterzogen werden, findet Ethik im (fachfremden) Unterricht statt (Kenngott, 2023).

Im Mathematikunterricht stellt die normative Modellierung ein wesentliches Bindeglied zwischen u. a. ethischen und mathematischen Betrachtungsweisen dar. Doch gerade Themen der Angewandten Ethik (wie beispielsweise BNE oder Klimaethik) stellen Lehrkräfte vor eine besondere Herausforderung (Hellberg-Rode & Schrüfer, 2016). Aufgrund der Anschaulichkeit und Tagesaktualität der Themen werden unerfahrene Lehrkräfte zu einer oberflächlichen Behandlung der Inhalte verleitet (Richter, 2016a). Diese Mahnung gilt selbsterklärend auch, wenn derartige Themen in nicht-ethischen Fächern vermittelt werden sollen: Wenn im Zuge des Mathematikunterrichts die facheigene Expertise auf den Gegenstand in den Hintergrund rückt, stellen sich erst recht derartige Herausforderungen.

In meinem Diskussionsimpuls soll das Spannungsfeld zwischen Anforderungen des Mathematikunterrichts und jenen des Ethikunterrichts bei der Erschließung von Themen der Angewandten Ethik im Mathematikunterricht betrachtet werden. Dabei greife ich sowohl Fragen nach der Inszenierung der Inhalte, aber auch nach der Rolle der Lehrkräfte auf.

2. Theoretische Rahmung

2.1. Bildungstheoretische Grundposition

Das eröffnete Spannungsfeld nach dem Aufgreifen bei der Erschließung der Angewandten Ethik im Mathematikunterricht erfordert zunächst einer bildungstheoretischen Positionierung.

Deshalb gehört es zur Bildung, dass sie unterschiedliche Weltzugänge, unterschiedliche Horizonte des Weltverstehens eröffnet, die [...] nicht wechselseitig substituierbar sind und auch nicht nach Geltungshierarchien zu ordnen sind: empirische, logisch-rationale, hermeneutische und musisch-ästhetische Weltzugänge mit ihren jeweils unterschiedlichen Potenzialen an Verfügungswissen und Orientierungswissen, mit ihren jeweils eigenen Rationalitätsformen. (Dressler, 2006, S. 110, zitiert nach Hefendehl-Hebeker, 2015).

Demzufolge sind Mathematik und Ethik unverwechselbare Arten des Weltverstehens, welche diese

Welt unter spezifischer Perspektive modellieren. Bei jedem Weltzugang muss zwischen dem Vermitteln von Wissen im konkreten Bereich (Verfugungswissen) und dem Orientierungswissen unterschieden werden. Letzteres stellt das Wissen über die jeweiligen spezifischen Methoden und Ziele, und die Art und Weise der Perspektive auf die Welt in den Fokus der Betrachtung (Dressler, 2007). Es erscheint

„naheliegend, dass die domänenspezifischen Rationalitätsformen in den Fächern jeweils ihre Orte finden, in denen sie vorrangig erschlossen werden. Ebenso sollte in Bildungsprozessen erwartet werden, dass die kategorialen Muster und die epistemologischen Grenzen der in den Fächern zur Geltung kommenden Wissenschaften auch in den Fächern selbst thematisiert werden, z. B. im Blick auf die Reichweite naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und ihrer ethischen Implikationen. (Dressler, 2018, S. 299)

Diese bildungstheoretische Perspektive ist verträglich sowohl mit mathematik- als auch philosophiedidaktischen Reflexionen zu normativen Anforderungen an den Fachunterricht beim Aufgreifen gesellschaftlich-politischer Themen.

2.2. Anforderungen an den Fachunterricht beim Aufgreifen gesellschaftlicher Themen

2.2.1. Mathematikdidaktik

Ein staatsbürgerlich erziehender Mathematikunterricht muss Kontexte aufzeigen, in denen Mathematik in gesellschaftlich-politische Situationen eingebunden ist und Lernende dabei auch mit dem nötigen Grundwissen versorgen (Lengnink et al., 2013). Skovsmose (1998) nennt die Tätigkeit des Ausgrabens jener Mathematik, welche sich unsichtbar u. a. in gesellschaftlichen Kontexten wiederfindet und dort eine bedeutende Rolle spielt, *mathematical archaeology*. Gleichzeitig kommt dem Mathematikunterricht die Verpflichtung zu, den Lernenden auch eine kritische Distanzierung gegenüber mathematischen Hilfsmitteln zu ermöglichen und die im Anwendungsfall wirkenden Beschränkungen erleb- und diskutierbar zu machen (Lengnink et al., 2013). In Vohns (2018) wird hierbei von der materiell aufklärenden Aufgabe des Mathematikunterrichts gesprochen, der er sich dort stellen muss, wo schulmathematische Inhalte geeignet erscheinen, Phänomene öffentlichen Interesses zu durchdenken. Denn wegen des Eingebunden-Seins außermathematischer Argumentationskontexte bei komplexen Problemstellungen reicht es nicht aus, sich ausschließlich auf Argumentationen der (Wissenschaftsdisziplin) Mathematik zu beschränken, sondern es müssen auch gesellschaftliche Argumentationen der jeweiligen Kontexte, in denen Mathematik angewandt wird,

mitbedacht werden (Vohns, 2015). Es gilt dabei derartige Phänomene zu betrachten, innerhalb derer „aktiv-rekonstruierend ein Stück sonst nicht hinterfragter Mathematik oder sonst nicht hinterfragter außermathematischer Realität wechselseitig mathematisch und sachkundlich aufgeklärt werden [können]“ (Vohns 2018, S. 217).

Auch wenn es nicht ausreicht, sich auf die Wissenschaftsdisziplin Mathematik zu beschränken, so muss im Einklang mit Dresslers Position betont werden, dass sich gerade in der disziplinspezifischen Betrachtung eines Themas die Stärke der Wissenschaft zeigt: Für ein zu behandelndes Problem stehen je nach Bezugsdisziplin fachspezifische Denk- und Sichtweisen, bestimmte Begriffe, Abstraktionsebenen, typische Werkzeuge und Methoden zur Verfügung und erst die Gesamtheit dieser Sichtweisen ermöglicht umfassende Lösungen (Reichel, 1993). Eine Vermengung verschiedener Sichtweisen schafft hingegen „mannigfaltige Scheinprobleme und Ungeheimheiten“ (ebd., S. 116). Dieser Befund ist nicht bloß ein Spezifikum der Mathematik, sondern Teil aktueller Debatten zu allgemeiner Wissenschaftsreflexion. Eine Stimme, die vor genau diesen Ungeheimheiten durch die Überbetonung der Interdisziplinarität der Wissenschaften warnt, ist die des österreichischen Philosophen Konrad Paul Liessmann:

„Alles hängt mit allem zusammen und Fächer sind reine Kunstprodukte. Wie wahr! Aber Wissenschaft bestand und besteht genau darin, diesen Zusammenhang zu zerschlagen und mit Perspektiven auf Ausschnitte der Welt auch Fragestellungen, Gegenstandsbereiche, Methoden der Forschung und Verfahren der Vermittlung zu generieren“ (Liessmann, 2011, S. 66).

2.2.2. Philosophiedidaktik

Welche grundlegenden Überlegungen stellt die Philosophiedidaktik an, um Herausforderungen fachübergreifenden Unterrichts explizit zu beleuchten? Hier sei der *wissenschaftsorientierte Ansatz* (Bussmann, 2019) genannt. Philosophieunterricht bewegt sich in einem Reflexionsprozess aus philosophischen, lebensweltlichen und wissenschaftlichen Fragestellungen. Interdisziplinär orientierter Unterricht zeigt auf, welcherlei Fragen die Philosophie nicht beantworten kann, für welche sie aber notwendig hinzugezogen werden muss, um lebensweltliche Probleme adäquat bearbeiten zu können (Maisenhölder, 2023). Dabei darf „Lebenswelt“ nicht nur die unmittelbare Betroffenheit und der direkte Interessens- und Handlungsbezug des Einzelnen miteinbeziehen, sondern vielmehr auch die gesellschaftliche Lebenswelt (Bussmann, 2019).

Laut Mittelstraß (1982) benötigt eine lebensweltliche Orientierungsfunktion Verfügungs- und Orientierungswissen.

„*Verfügungswissen* hilft uns bei der Frage, was wir angesichts einer bestimmten Faktenlage tun können, und diese Faktenlage muss man kennen. [...] *Orientierungswissen* ist dagegen das Wissen, welches uns Maßstäbe, Regeln, Leitlinien, Heuristiken und Prinzipien liefert, die auf der Grundlage des Verfügungswissens zur Anwendung kommen.“ (Bussmann, 2020, S. 50, Herv. im Original).

Das Erarbeiten von Orientierungswissen setzt ein hohes Maß an Anforderungen an die Lehrkraft. Allgemein betrifft dies die Mahnung vor Überwältigung der Schüler:innen, die beispielsweise dann gegeben ist, wenn Unterricht auf kommunizierte Erwartungen hinsichtlich sozial erwünschter Denkweisen aufgebaut wird (Bussmann & Haase, 2016), oder das im Dresdner Konsens benannte Gebot der Kontroversität, wonach Unterricht bei strittigen Sachverhalten so zu strukturieren sei, dass mehrere, wohlbegründete, voneinander abweichende Positionierungen möglich sein müssen (Tiedemann, 2016). Bezogen auf die Erörterung von Fragen der Angewandten Ethik im Unterricht tritt eine weitere Herausforderung zutage: „Vor allem angehende Lehrerinnen und Lehrer werden von der Tagesaktualität und Anschaulichkeit der Themen der Angewandten Ethik leicht verführt, im Unterricht bei einer Recherche der empirischen Inhalte des Themas [...], bei einem freien Meinungsaustausch oder einem Debattierspiel zur Entscheidung von Moralfragen im Ja-Nein-Modus stehenzubleiben.“ (Richter, 2016a, S. 99).

Wie wird dieser Herausforderung fachdidaktisch begegnet? In Richter (2016b) wird darauf hingewiesen, dass der Gegenstand der Philosophie und die fachdidaktische Methodenlehre nicht als zwei getrennte Bereiche betrachtet werden können, da das Was und das Wie der Vermittlung sich nicht sinnvoll voneinander isolieren lassen. Damit muss ein Augenmerk darauf gerichtet werden, welche Tätigkeiten „das Philosophieren“ ausmacht. Aus dem Methodenreichtum des Ethik- und Philosophieunterrichts (siehe Martens, 2005) sind die beiden Tätigkeiten der *Analyse von Begriffen* (z. B. in Form des Rückführens eines Begriffs auf einfachere Begriffe) sowie das *Argumentieren* zu fokussieren, weil sie einerseits genuin philosophische Tätigkeiten darstellen (Pfister, 2012) und weil sie andererseits auch Parallelen zu typischen Tätigkeiten des mathematischen Denkens aufweisen und sich darum in besonderem Maße für disziplinenübergreifende Betrachtungen eignen.

Während die Begriffsanalyse charakterisiert werden kann als die Untersuchung von Begriffen, in denen wir die Welt denken und mit denen wir die Welt beschreiben, beinhaltet das Argumentieren die Verwendung und Untersuchung von Argumenten, die allein durch Nachdenken überprüft werden können (Pfister, 2012). In diesem Sinne gilt es gar als Werkzeug des Verstehens (Feldman, 2009). Im besonderen Maße ist dabei das Rekonstruieren von Argumenten erforderlich, welche in lebensweltlichen Argumentationen in der Regel unvollständig formuliert sind. Argumentieren zu können bedeutet auch, Argumente zu identifizieren, zu interpretieren, zu evaluieren und zu generieren. Letzteres erfordert Kreativität, denn man will derartige Argumente vorbringen, die nicht bloß deduktiv gültig sind, „sondern auch den Kern des Themas treffen und neue Einsichten bringen“ (Lanius, 2022, S. 9). Neben der Fähigkeit, Aussagen zu rekonstruieren, zu verstehen und Begriffe präzise zu verwenden, erfordert es eine Haltung des *interpretativen Wohlwollens*:

„Das in der Philosophie angelegte Streben nach Erkenntnis erfordert es in der Interpretation des Gegenübers wohlwollend und zugleich in der Sache kritisch zu sein“ (Lanius, 2022, S. 16).

Diese konstruktive Haltung ist eine Prämisse für das Verstehen jeder Art von Debattenbeitrag, ob von Schüler:innen, der Lehrkraft oder akademischen Philosoph:innen. Wie jede Fähigkeit erfordert es auch die Fähigkeit zu argumentieren und das zugehörige interpretative Wohlwollen, dass sie als praktische Tätigkeit eingeübt werden muss, gerade auch im Klassengespräch (ebd.).

Die Anforderungen an die Lehrkraft zum Führen von philosophischen Diskussionen mit Schüler:innen sind dabei vielfältig: Sie muss „auf Fragen eingehen, den roten Faden beibehalten, Behauptungen durch Gegenbeispiele herausfordern, Widersprüche aufzeigen, verschiedene Interpretationen einer These aufzeigen, den Schülerinnen und Schülern Zeit zum Nachdenken geben und weiterführende Fragen stellen können (Pfister, 2020, S. 116). Dies bedingt das Verstehen wollen der Argumente der Schüler:innen und damit das aktive Nach- und Mitdenken der Lehrkraft, ohne sich a priori im Besitz fertiger Antworten zu wähnen; und damit auch ihre Fähigkeit, mit Fragen den *Dingen auf den Grund zu gehen* – ein grundlegendes Charakteristikum der Philosophie (Eidam, 1993).

2.3. Normative Modellierung im Mathematikunterricht

Normative Modelle bzw. die Modellierung eben dieser Modelle im Mathematikunterricht stellen typische Situationen für fachübergreifende Betrachtungen dar. Im Gegensatz zur beschreibenden Funktion deskriptiver Modelle schreiben normative Modelle vor, wie unter getroffenen Prämissen in der realen Welt zu verfahren wäre; und dadurch gestalten sie die reale Welt mit (Büchter & Henn, 2015). Denn solche Modelle dienen als Bewertungs- und Orientierungsrahmen für menschliches Handeln (Pohlkamp, 2022).

Einerseits wird eine fachlich möglichst tragfähige Auseinandersetzung mit dem jeweiligen Ausschnitt angewandter Mathematik verlangt. Eine notwendige Voraussetzung dafür ist ausreichendes Verfügungswissen, welches neben inhaltlichen Aspekten zum spezifischen Gegenstand auch Wissen zu Modellierungsprozessen umfasst. Beispielsweise bedingt letzteres eine sorgsame Verwendung von Begriffen bei der Bereitstellung von normativen Modellierungsanlässen. Dies betrifft insbesondere die Unterscheidung zwischen der Beschreibung vergangener Daten und dem Wunsch der Vorhersage zukünftiger Entwicklungen, die bei Fragen der mathematischen Modellierung von Themen der Angewandten Ethik in aller Regel auftreten. Die Reichweite und Vorhersagekraft von Modellen sowie die Unterscheidung von Begriffen wie Prognose und Szenario muss von Lernenden erfahren werden können (vgl. Bauer et al., 2023).

Andererseits wird eine möglichst interdisziplinäre, gesellschaftlich authentische Sichtweise auf das zugrundeliegende Phänomen erwartet. Denn „[g]erade in Gestalt normativer Aspekte mathematischer Modellierung birgt die Berücksichtigung gesellschaftsrelevanter Beispiele im Unterricht großes Bildungspotenzial“ (Pohlkamp & Heitzer, 2022, S. 9). Besonderer Bedeutung wird hierbei der Bereitstellung von Reflexionsanlässen beigemessen: Skovsmose (1998) nennt vier Arten bildungsrelevanter Reflexionen. Neben lebensweltorientierten Reflexionen (subjektiv und gesellschaftliche Bedeutung des mathematischen Inhalts) und mathematisch orientierten Reflexionen stellen insbesondere das Zusammenspiel aus *modellorientierten Reflexionen* (Fragen wie: „Ist mein Modell adäquat?“ oder „Was sind die Grenzen des Modells?“), sowie *kontextorientierten Reflexionen* (Fragen wie: „Hat das Modell im Kontext Sinn?“ oder „Welche Rolle spielt das mathematische Modell für Argumentationen im

Kontext?“) normativer Modellierungen erhebliches interdisziplinäres Potenzial zwischen Angewandter Ethik und Mathematik.

Derartige Reflexionsanlässe finden insofern Einzug in aktuelle Unterrichtsvorschläge zu Themen der Angewandten Ethik im Mathematikunterricht, indem (moralische) Aspekte wie die Auswirkungen des eigenen oder gesellschaftlichen Handelns aufgeworfen werden (vgl. Warmeling et al., 2019; Motzer, 2022; Bulthaupt & Jetses, 2023; Bauer & Lengnink, 2024; Heitzer und Zeller, 2025) oder die Grenzen der Mathematik für Schüler:innen verdeutlicht werden (vgl. Pohlkamp & Heitzer, 2022; Maass, 2022; Bauer & Lengnink, 2024; Heitzer und Zeller, 2025). Während mathematisch orientierte Reflexionen und modellorientierte Reflexionen beim normativen Modellieren zuvorderst fachmathematischer Fähigkeiten bedürfen, stellen die anderen beiden Arten insofern hohe Anforderungen an Schüler:innen und Lehrkräfte, als dass sie über das Fach (und somit auch über die Fachexpertise der Lehrkraft) hinaus- und in das Feld der Angewandten Ethik hineinragen.

2.4. Desiderat: Orientierungswissen beim Aufgreifen von Themen der Angewandten Ethik im Mathematikunterricht

Folgende Beobachtung erscheint nun essenziell: Während beim normativen Modellieren im Mathematikunterricht zu Fragen der Angewandten Ethik auf das Verfügungswissen in aller Regel viel Wert gelegt wird, weil bezugnehmend auf mathematische Gegenstände modelliert wird, läuft er Gefahr, die Orientierungsfrage (Dressler, 2006; Mittelstraß, 1982) zu vergessen. Dabei tritt die folgende Problematik auf: Wenn sich der lebensweltliche Problembegriff lediglich auf die unmittelbare Lebenswelt der Schüler:innen bezieht – welche sie unabhängig vom konkreten Unterrichtsinhalt mitbringen – wird viel Raum gegeben für unreflektierte normative Orientierung. Denn philosophische Reflexion bedarf einer Erarbeitung von Orientierungswissen. Hierbei ist der (Mathematik-)Unterricht mit grundsätzlichen Herausforderungen ethischen Unterrichts konfrontiert, wie mit *Humes Gesetz (Sein-Sollen-Dichotomie)*: Um nicht der Sein-Sollen-Dichotomie zu erliegen, sind normative Aussagen nicht rein auf Basis von deskriptiven Beschreibungen zu treffen und es ist geboten, sich explizit mit den jeweiligen normativen Prämissen auseinanderzusetzen.

Dies führt zu der Frage, wie diese Form des Wissens im Mathematikunterricht erarbeitet werden kann, um einen adäquaten Umgang mit Themen der

Angewandten Ethik im fachfremden Unterricht zu gewährleisten.

3. Vorschlag zur Erarbeitung von Orientierungswissen beim Aufgreifen von Themen der Angewandten Ethik im Mathematikunterricht

Ethik und Mathematik stellen zwei verschiedenartige Weltzugänge dar, mit jeweils unterschiedlichem Verfügungs- und Orientierungswissen. Aus der bildungstheoretischen Position folgen Hinweise für unterrichtliche Lernprozesse, welche sich unterschiedlicher Rationalitätsformen bedienen.

„In unterrichtlichen Lernprozessen ist die Wahrnehmungs- und Erschließungsperspektive, in der sich die Gegenstände ja überhaupt erst konstituieren, von gleicher Bedeutung wie der Sachgehalt der Lerngegenstände. [...] Eben deshalb sind im Unterricht nicht nur Bedeutungen zu vermitteln, sondern auch je bestimmte Kommunikationsformen zu inszenieren. Das bedeutet: Didaktisch ist es unerlässlich, den Perspektivenwechsel zwischen den Fächern jeweils in den Fächern selbst genau zu markieren und dann auch altersangemessen zu explizieren und zu thematisieren. (Dressler, 2018, S. 307f, Herv. Im Original, Anm. LD)

Es erscheint nach der in Abschnitt 2.1. dargelegten bildungstheoretischen Grundlage sowie im Einklang mit Forderungen der Philosophiedidaktik angebracht, Themen der Angewandten Ethik im (aus der philosophischen Perspektive aus betrachtet fachfremden) Mathematikunterricht so aufzugreifen, dass Schüler:innen die der angewandten Philosophie typischen Sichtweise des Orientierungswissens explizit zur Verfügung gestellt wird, d. h. diese im Rahmen des Unterrichts erarbeitet wird. Andernfalls wären Schüler:innen gezwungen, bzgl. normativer Fragen rein auf ihre persönliche Lebenswelt Bezug zu nehmen, was als unzureichend gilt (vgl. Bussmann, 2020).

Dies kann gelingen, indem eine konkrete wissenschaftliche Sichtweise der Angewandten Ethik und deren zentrale Begriffe und Thesen analysiert werden (vgl. Pfister, 2012) und diese den Ausgangspunkt für fachübergreifende Aktivitäten darstellt. Dabei muss der Grundsatz „Vereinfachen ohne Verfälschen“ auch für die jeweiligen Orientierungsmaßstäbe gelten. Das besondere Potenzial wissenschaftlicher Positionen der Angewandten Ethik für den Mathematikunterricht wiederum besteht aus Sicht des Autors darin, dass viele dieser in ganz natürlicher Art und Weise auf Mittel der Mathematik zurückgreifen. Diese Nutzung der universellen Sprache der Mathematik „als Werkzeug“ (bzw. Weltzugang) ist vielfach eine Voraussetzung für realpolitische Wirksamkeit der jeweiligen Position. So greifen

beispielsweise zahlreiche Klimaethische Positionen auf die Daten des IPCC (e. g. IPCC, 2021) zurück und verknüpfen diese mit den aus der Theorie abgeleiteten philosophischen Positionen.

Auf Basis einer derartigen ethischen Orientierung im Unterricht kann nun die Rolle der Mathematik ganz im Sinne einer *mathematical archeology* (Skovsmose, 1998) identifiziert und anschließend facettenreich bildungswirksam reflektiert werden. So ergeben sich in natürlicher Weise Synergieeffekte zwischen dem Mathematikunterricht und dem wissenschaftsorientierten Ansatz von Bussmann, welcher fordert, Phänomene wie den Klimawandel nach wissenschaftstheoretischen Voraussetzungen hin zu untersuchen:

„Was sind Modelle? Auf welche Weise erklären sie die Wirklichkeit? Inwieweit sind die darin enthaltenen Definitionen ausschlaggebend für eine je andere Prognose und in der Folge für globale und lokale politische Entscheidungen? Wie treffsicher können Prognosen überhaupt sein?“ (Bussmann 2019, S. 240f).

Diese Fragen stellen den Kern der modellorientierten sowie kontextorientierten Reflexionen nach Skovsmose (1998) dar. Erst dadurch, dass in einem ersten Schritt eine wissenschaftlich fundierte, ethische Position erarbeitet wird, kann dieser Forderung nach Reflexionen im Unterricht auch nachgegangen werden.

Es darf nicht außer Acht gelassen werden, dass Themen der Angewandten Ethik (wie beispielsweise der Klimawandel) auch von hoher aktueller lebensweltlicher Bedeutung für Schüler:innen ist. Natürlich sollen Schüler:innen auch angehalten werden, eine erarbeitete ethische Position kritisch zu hinterfragen und (kreative) Argumente zu finden, die für oder gegen diese spezifische Position sprechen. Denn, wie Pfister (2012) betont, gelten Tätigkeiten wie das Beschreiben von Phänomenen, das Verstehen von Texten oder das Führen eines Dialogs mit anderen immer erst dann als Philosophieren, wenn es dabei um Argumente und Begriffe geht. Der Vorteil des Einbeziehens einer echten Position der Angewandten Ethik ist es, dass diese lebensweltlichen und gesellschaftlichen Bedeutungen des jeweiligen Phänomens nicht orientierungslos stattfinden, sondern ausgehend von wohldefinierten Begriffen. Auf diese Weise kann der Forderung nach der materiell aufklärenden Aufgabe des Mathematikunterrichts (vgl. Vohns, 2018) aufrichtig begegnet werden. Konkrete philosophiedidaktische Methoden wie die *hermeneutisch-vertiefende* Strukturierung sind genau für diese Zwecke konzipiert, „indem die jeweilige philosophische Position oder der philosophische

Themenkomplex in hermeneutisch erweiternden Zugriffen erarbeitet wird, um ein Verstehen zu ermöglichen, das die (immer nur vorläufige) Beantwortung der Leitfrage ermöglicht“ (Danner, 2006, 55–61, zitiert nach Goldbeck, 2021, S. 99). Künstlich hervorgerufene Diskussionsanlässe wie oberflächlich inszenierte „Rollenspiele“ erübrigen sich.

Die Lehrbarkeit des herausfordernden, facettenreichen Gegenstands der Angewandten Ethik wird aus philosophiedidaktischer Perspektive durch diesen Vorschlag der Erarbeitung einer Position der Angewandten Ethik begünstigt. Dadurch, dass die Lehrkraft nicht per se bereits „die“ richtige (moralische) Antwort kennt, sondern sich gemeinsam mit den Schüler:innen auf den Weg macht, um eine ethische Position mit all ihren stillen und expliziten Prämissen im Unterricht zu erarbeiten, kann sie sich durch das Mit- und Nachdenken über ethische Argumente sowie das Abwägen dieser in Debatten auszeichnen (vgl. Eidam, 1993). Denn ein entscheidender Vorteil einer von außen in den Unterricht hineingetragenen Perspektive von Expert:innen ist es, dass die Mathematiklehrkraft gar nicht gezwungen ist, bzgl. der ethischen Dimension des betrachteten Phänomens als fachfremde Lehrkraft einen höheren Standpunkt innezuhaben. Fragen der Grenzen der ethischen Fachexpertise der Mathematiklehrkraft sowie die für unerfahrene Ethiklehrkräfte in Richter (2016a) benannten Hürden eines reinen Meinungsaustauschs treten allenfalls in stark abgemilderter Form auf, der Perspektivwechsel zwischen Mathematik und Ethik hingegen kann explizit durch die Lehrkraft markiert werden. Dadurch kann sie ihre wesentliche Expertise bezüglich mathematischer Inhalte überzeugend und authentisch vertreten. Ein klares Markieren des Perspektivwechsels zwischen den Fächern im Unterricht, das aufgrund unterschiedlicher Weltzugänge angebracht ist, bewahrt zudem davor, der Sein-Sollen-Dichotomie zu erliegen.

Der Vorschlag selbst wiederum wirft Legitimationsfragen auf, da externes Wissen in Form ethischer Positionen a priori ausgewählt werden muss. Nach dem Gebot der Kontroversität muss Unterricht so strukturiert werden, dass mehrere, wohlbegründete, voneinander abweichende Positionierungen möglich sein müssen. Zugleich sollen schlecht begründete, sachlich unzureichende Argumente im Diskurs bewusst zurückgestellt werden (Tiedemann, 2016). Auf logische Konsistenz und argumentative Qualität wird also besonderer Wert gelegt. Die Frage, inwiefern das Gebot der Kontroversität berücksichtigt wird, kann wohl nur auf Basis konkreter Unterrichtsvorschläge beantwortet werden, welche

ethisches Orientierungswissen auch explizit darlegen (Laschet & Engartner, 2023). Die Stärke der hermeneutisch-vertiefende Strukturierung von Unterricht stellt zuvorderst das vertiefte Verstehen einer spezifischen philosophischen Position dar, welches Orientierungswissen bietet, auf dem Mehrperspektivität und informierter Austausch ermöglicht werden kann. Im Unterricht sollten die ethischen Setzungen als solche explizit gemacht werden, kritisch hinterfragt werden dürfen und aufgezeigt werden, welchen Einfluss die jeweiligen ethischen Prämissen beim Perspektivwechsel auf das spezifische mathematische Modell nehmen.

4. Skizzierung der Genese eines exemplarischen Unterrichtsentwurfs

In Donner (2023) wird ein Vorschlag für die fachübergreifende Erarbeitung zur Klimaethik für Lernende der Sekundarstufe II unterbreitet: Es wird ein Unterrichtsentwurf dargelegt, der sich dem klimaethischen Modell zur Verteilung von Emissionsrechten des Philosophen Lukas Meyer, der Erschließung der zugrundeliegenden Begriffe sowie dessen konkreter mathematischer Umsetzung widmet (siehe Anhang). Ausgehend von einem intuitiven und mathematisch modellierbaren (pro-Kopf) Gleichheitsansatz (EPC-Ansatz) der Verteilung eines a priori feststehenden noch verfügbaren globalen Gesamtbudgets an Emissionen werden in weiterer Folge zentrale Gerechtigkeitsaspekte zur Frage nach der Verteilung von Emissionsrechten erarbeitet. Dabei wird der Begriff der *distributiven Gerechtigkeit* eingeführt und nach Argumenten von Lukas Meyer begründet, sowie normative Modelle zur konkreten Verteilung nach diesem erarbeitet und abschließend fachübergreifend reflektiert. Die konkrete philosophiedidaktische Methode stellt die *hermeneutisch-vertiefende* Strukturierung dar¹. Die Lernenden sollen demnach zunächst schrittweise das Modell zur Mitigation in der Klimaethik nach Lukas Meyer nachvollziehen und Berechnungen zur Verteilung von Emissionsrechten durchführen, wobei im Rahmen dessen in natürlicher Weise modellorientierte sowie kontextorientierte Reflexionsanlässe auftreten (Donner, 2023).

Zur Erstellung der Unterrichtsmaterialien wurden zahlreiche Gespräche mit Lukas Meyer zu den in Meyer (2005, 2009, 2011, 2021) entfalteten Gedanken zur Klimaethik sowie mit Andrew Williges geführt, welcher sich in Williges et al. (2022) vorrangig für die mathematische Umsetzung dieser Position zur Klimagerechtigkeit sowie zur notwendigen Begründung der dafür verwendeten Datensätze

verantwortlich zeigt. Es gibt mehrere Gründe, warum zum Zwecke des fachübergreifenden Unterrichts genau diese klimaethische Position aufgegriffen wurde:

- 1) Es handelt sich um eine international renommierte, wenn auch nicht alternativlose, Sichtweise im Themenfeld der Klimagerechtigkeit.
- 2) Die (von vielen anderen im Forschungsfeld geteilte, sicherlich hinterfragbare!) Prämisse der Fixierbarkeit der Größe eines noch zur Verfügung stehenden globalen Budgets an Emissionen erlaubt eine Problemfassung, bei der intuitive Ansätze wie die (pro-Kopf) Gleichverteilung mit einfachen zugehörigen normativen Modellen möglich sind, und im Hinblick auf argumentative Qualität hinterfragt werden können.
- 3) Die für distributive Gerechtigkeit zentralen Aspekte wie die (intergenerationale) *Schwellenwertkonzeption* und die Idee der Fokussierung auf *Begünstigungen* (i. e. Möglichkeiten) durch den Verbrauch von Emissionen statt lediglich auf den pro-Kopf Verbrauch sind über das Modell hinausgehend von großer ethischer Relevanz bei Gerechtigkeitsfragen (z. B. Befähigungsansatz von Amartya Sen (e. g. Robeyns, 2005)). Sie stellen ihrerseits wiederum explizite Prämissen dar, die hinterfragt werden können.
- 4) Die in Williges (2022) zur Modellierung herangezogenen Daten werden von den Autoren kritisch reflektiert und für deren Verwendung argumentiert. Die dort dargestellten mathematischen Modelle, die den kumulativen Bestand der den einzelnen Ländern zustehenden Emissionen erfassen, sind zum überwiegenden Teil linear und damit von überschaubarer Komplexität. Darüber hinaus treten punktuell diskrete exponentielle Modelle auf (Berücksichtigung der sog. Belastungsgrenze²). Die Auswahl der zugrunde gelegten Daten, die Art der Argumente zum Heranziehen der Daten sowie die mathematischen Modelle selbst laden zu facettenreichen Reflexionen ein, zum Einsatz technischer Werkzeuge wie Tabellenkalkulationsprogrammen, sowie zur Überarbeitung der konkreten Modelle (aus mathematischen Gesichtspunkten) durch die Schüler:innen. Es eröffnen sich demnach Potenziale für reichhaltige mathematische Handlungen, die von der Wahl und dem Aufstellen, Interpretieren und Überarbeiten von Modellen, zum Umgang mit realen Daten und zu deren Kritik, bis zur diskreten Optimierung reichen.

- 5) Der nicht-genuin mathematische Begriff der (distributiven) „Gerechtigkeit“ wird ethisch im Kontext der Klimagerechtigkeit mannigfaltig reflektiert und mathematisch modelliert.

Der hier skizzierte, umfangreiche Entwurf ist theoriegeleitet entstanden und noch nicht hinreichend in der Praxis erprobt. Trotz dieses Entwicklungsbedarfs sei eine wesentliche Eigenschaft hervorgehoben: Er stellt Lernenden (und der Lehrkraft) ethisches Orientierungswissen in Form einer wissenschaftlich fundierten, klimaethischen Position zur Verfügung, die im Unterricht rekonstruiert wird. Auf einer derartigen Basis kann der Forderung nach Reflexionen im Unterricht (Busmann, 2019; Skovsmose, 1998) auch nachgegangen werden. Exemplarisch sei die folgende Tatsache genannt: Die Vorgangsweise in Williges et. al. (2022) ist mathematisch inadäquat, das Bevölkerungswachstum jedes einzelnen Staates zwischen 2020 und 2050 mittels linearen Modells zu beschreiben. Dies lädt sowohl zu modellorientierten Reflexionen sowie zum Verbessern der Modelle durch die Schüler:innen ein, insbesondere auch dadurch motiviert, dass an anderer Stelle (Belastungsgrenze) diskrete exponentielle Modelle Berücksichtigung finden. Gleichzeitig können im Rahmen von kontextbezogenen Reflexionen Gründe für diese Art der Modellierung erörtert werden: Einerseits liegt die Stärke linearer Modelle in ihrer Einfachheit und Zugänglichkeit, andererseits ist vonseiten der Autoren beschrieben, dass die Modellierung der Bevölkerungszahlen lediglich als grobe Richtschnur für die Zuteilung von Emissionen an Länder weltweit zu verstehen ist, um etwaige politische Entscheidungen bereits präventiv treffen zu können. Die tatsächliche Zuteilung von Emissionsrechten würde jedoch erst nachträglich (beispielsweise alle 3 bis 5 Jahre) auf Basis von bereits bekannten Bevölkerungsentwicklungen erfolgen. Man sieht anhand dieses Beispiels exemplarisch die Nutzung der Mathematik in der Angewandten Ethik als Werkzeug zur Veranschaulichung etwaiger Szenarien, nicht als Versuch einer treffenden Vorhersage (Prognose) der tatsächlichen Entwicklung der Bevölkerungszahlen. Die Lehrkraft kann an dieser Stelle verdeutlichen, aus der Perspektive welches Weltzugangs diese modellorientierte Reflexion bzw. Kritik stattfindet.

5. Fazit

Themen der Angewandten Ethik aufzugreifen ist im Sinne einer Allgemeinbildung auch im Mathematikunterricht gefordert. Denn ein „Kennzeichen des gebildeten Menschen ist es ja, daß er über eine Vielzahl von Sichtweisen und Strategien beim Erfassen und

Formulieren, beim Lösen und Bewältigen von Problemen verfügt“ (Reichel, 1993). Gleichzeitig stellt dies einen hohen Anspruch an Lernende, Lehrkräfte (e. g. Hellberg-Rode & Schrüfer, 2016 bzgl. BNE) und die verwendeten Unterrichtsmaterialien dar. Damit bedingt die Forderung nach dem Einbeziehen derartiger lebensweltlich relevanter Inhalte im Mathematikunterricht folglich, im Zuge dessen auch die zugrundeliegenden Themen der Angewandten Ethik aus ethischer Perspektive und damit interdisziplinär zu betrachten.

Normative Modelle bedingen normativer Prämissen. Um nicht der Sein-Sollen-Dichotomie (Humes Gesetz) zu erliegen, ist jeglicher Unterricht gefordert, im Rahmen des Aufgreifens von Themen der Angewandten Ethik Wertaussagen nicht rein auf Basis von deskriptiven Beschreibungen zu treffen und sich explizit mit den jeweiligen normativen Prämissen auseinanderzusetzen. Damit ist auch der Mathematikunterricht gefordert, Schüler:innen mit ethischem Orientierungswissen auszustatten, weil Verfügungswissen (in Form fachmathematischem Wissens) nicht ausreicht, um normative Aussagen treffen zu können. Zudem ist es geboten, die ggf. implizit zugrundeliegenden normativen Prämissen und Haltungen von Aufgabenstellungen auch offenzulegen, damit Unterricht nicht (implizit) auf sozial erwünschten Denkweisen aufgebaut wird (vgl. Bussmann & Haase, 2016). Die Mathematiklehrkraft scheint vielmehr gefordert, den in Dressler (2018) beschriebenen Perspektivenwechsel zwischen den Fächern beim Aufgreifen von Themen der Angewandten Ethik zu explizieren, damit der aktuell fokussierte Weltzugang auch für Lernende transparent ist.

Es ist nicht die primäre Aufgabe des Mathematikunterrichts, explizit ethische Theoriebildung zu gewährleisten. Trotzdem sind die Ansprüche an Materialien und Unterricht aus philosophiedidaktischer Perspektive auch im fachübergreifenden Unterricht gleichermaßen hoch. Der Mathematikunterricht kann sich damit behelfen, externes Wissen durch Positionen von Expert:innen mit einzubeziehen. Die Vorteile einer solchen Inszenierung sind mannigfaltig, für Schüler:innen, für die Lehrkraft und für den fachlich nicht verfälschenden Umgang mit herausfordernden Fragen der Angewandten Ethik.

Schüler:innen müssen Werturteile nicht (ausschließlich) auf Basis von bestehenden Meinungen oder sozialer Erwünschtheit treffen. Denn eine vorab erwünschte und implizit erwartete Haltung zu ethischen Fragen existiert nicht, lediglich eine bestimmte Position. Die kreative Komponente des

Argumentierens wird dadurch befördert, weil Schüler:innen auf Basis dargelegter wissenschaftlicher Argumente nach Alternativen suchen können.

Lehrkräfte laufen weniger Gefahr, im Debattierspiel zur Entscheidung von Moralfragen im Ja-Nein-Modus stehenzubleiben: Denn im Rahmen von Diskussionen und Debatten müssen sie keinen „moralisch höheren Standpunkt“ einnehmen, welcher ggf. bereits durch die Lernumgebung implizit vorgegeben ist. Vielmehr können sie eine Haltung des Verstehen wollens von Argumenten der Schüler:innen einnehmen. Darüber hinaus kann die Lehrkraft ihre Rolle als Expert:in für Fachunterricht wahrnehmen. Sie muss keine ambivalente Rolle als Expert:in für Mathematik und (scheinbare) Expert:in der Angewandten Ethik des betreffenden Themas vereinen, weil zumindest eine Expertise zu Moralfragen aus externen Stimmen in den Unterricht integriert wird.

Für die Konzeption von Unterrichtsmaterialien bedeutet das vorgeschlagene Vorgehen einen hohen Aufwand, weil zunächst im Zuge der Erstellung Positionen der Angewandten Ethik in Analogie von Skovsmose (1998) für den Mathematikunterricht beschriebenen *mathematical archeology* nach deren mathematischer Umsetzung durchforstet werden müssen (vgl. Bauer & Lengnink, 2024). Darauf aufbauend müssen in Kooperation mit Expert:innen des Felds sowohl die ethischen Argumente als auch die normativen Modelle durchdrungen und durch Reduktion für die entsprechende Zielgruppe zugänglich gemacht werden. Gleichzeitig muss der Legitimationsfrage begegnet werden, warum welche Position welcher Expert:innen exemplarisch ausgewählt wird und inwiefern konkurrierende Sichtweisen im Feld ebenfalls berücksichtigt werden (können). Eine zentrale Herausforderung für die Erstellung von Materialien stellt demnach in doppelter Hinsicht ein Gebot der Kontroversität dar, welches jedenfalls besonderer Reflexion bedarf, die Angemessenheit des Grads der Berücksichtigung aber nur im Einzelfall beantwortet werden kann (Laschet & Engartner, 2023). Im Gegenzug kann damit einer oberflächlichen und suggestiven Auseinandersetzung mit lebensweltlich und gesellschaftlich-politisch relevanten Themen der Angewandten Ethik im Mathematikunterricht vorgebeugt werden.

Die Grenzen normativer Modellierungen werden in Unterrichtsvorschlägen gerne aufgeworfen, dabei jedoch in aller Regel (im Sinne eines mathematischen Orientierungswissens) auf die Grenzen der Mathematik reduziert. Besonderes Augenmerk sollte dabei auf die Reichweite und Vorhersagekraft

normativer Modelle gelegt werden, was einer präzisen Verwendung von Begriffen bedarf (Bauer et al., 2023). Bei Konzeptionen von Themen der Angewandten Ethik für den Mathematikunterricht ist aus Sicht des Autors eine explizite Einordnung auch hinsichtlich der normativen Argumente (im Sinne eines ethischen Orientierungswissens) gleichermaßen geboten. Eine noch grundsätzlichere Frage bezüglich Grenzen betrifft die Grenzen der Expertise „ohne zu verfälschen“ von Mathematikdidaktiker:innen und Lehrkräften bei fachfremden Themen der Angewandten Ethik, welche nach Ansicht des Autors allenfalls randständig erörtert wird. Eine explizite Debatte über die Grenzen der Expertise der Akteure sowie die Grenzen der Legitimation des Fachunterrichts drängen sich jedoch gerade bei der Inszenierung überfachlicher Themen auf (vgl. Dressler, 2018; Reichel (1993) und Liessmann (2011) zur Bedeutung von Bezugsdisziplinen bzw. zu Fächern in der Wissenschaft).

Eine ausdrücklich zu betonende Limitation dieses Beitrags ist, dass die kritische Distanz zum entfalteten Inhalt nicht explizit sichtbar ist. Diese ist allenfalls implizit durch eine bildungstheoretische Fundierung sowie die Bezugnahme auf eine damit kohärente, möglichst große Breite an Expertisen der Mathematik- wie Philosophiedidaktik vorhanden. Der konstruktive Vorschlag ist gewiss nicht alternativlos, aber sehr verträglich mit der Theorie. Ich hoffe, dass durch die Bereitstellung dieses Diskussionsimpulses eine aus Sicht des Autors nötige Debatte zum Aufgreifen von Themen der Angewandten Ethik im Mathematikunterricht – unter der Haltung des interpretativen Wohlwollens und mittels konkreten Vorschlags eines möglichen Orientierungsmaßstabes – anstoßen zu können.

Anmerkungen

¹ Der in Donner (2023) entfaltete und im Anhang abgebildete Unterrichtsentwurf nach der hermeneutisch-vertiefenden Strukturierung besteht aus den folgenden Phasen: Nachdem in der ersten Phase z. B. mittels Gleichheitsansatz ein initiales normatives Modell zur vorläufigen Beantwortung der Leitfrage nach der Verteilung von Emissionen führt, wird in einer zweiten Phase angeleitet durch Lehrkraftimpulse (L1 und L2) ethisches Orientierungswissen in Form von Textimpulsen M1 (globale Gerechtigkeit: Auswirkungen des Emissionsverbrauchs global unterschiedlich stark spürbar) und M2 (intergenerationale Gerechtigkeit: Heutige Emissionen haben Auswirkungen auf alle kommenden Generationen) durch Lernende erschlossen. In der dritten und umfassendsten Phase wird ausgehend durch den Lehrkraftimpuls L3 ein Perspektivwechsel von Zuteilung von Emissionen hin zur Beachtung von Begünstigungen durch Emissionen angeregt. Arbeitsteilig werden dazu Aspekte der distributiven Gerechtigkeit erörtert: Mindestwohlergehen (M3), Belastungsgrenze (M4), Historische Emissionen (M5)

und ererbte Begünstigungen (M6). Jeder Textimpuls M3-M6 beinhaltet dabei (getrennt angeführt) wesentliche ethische Argumentationen sowie normative Modelle des jeweiligen Aspekts. Exemplarisch zu M6: Hier wird dem folgenden Argument Rechnung getragen: Es gilt „zu berücksichtigen, dass es Menschen im [globalen, Anm. LD] Norden sehr viel besser geht als ihren Zeitgenossen im [globalen, Anm. LD] Süden, weil die mit Emissionen einhergehenden Aktivitäten früher Lebender sich auf ihr Wohlergehen typischerweise sehr viel positiver auswirkt“ (Meyer 2011, S.92). Das normative Modell für ererbte Begünstigungen aus Williges et al. (2022) bezieht folglich als Datengrundlage das Bruttoinlandsprodukt jedes Staates sowie eine Schätzung des Werts der vorhandenen Infrastruktur (im Hinblick auf potenzielle Ersparnis zukünftiger Emissionen) mit ein. In einer abschließenden Phase werden die vier Aspekte distributiver Gerechtigkeit zur Beantwortung der Leitfrage zusammengeführt und (auf Basis des zugrundeliegenden Weltzugangs) reflektiert.

² Die sog. Belastungsgrenze ist nicht per se ein echtes Gerechtigkeitsargument, sondern Resultat pragmatischer Überlegung. Forscher:innen gehen davon aus, dass Länder im globalen Norden für die Zeitspanne der Anpassung maximal 7 % jährlich unter großer Anstrengungsbereitschaft einsparen können, ohne dass die Frustrationstoleranz der Bevölkerung überspannt wird. Damit kann die Belastungsgrenze pro Jahr ausgehend vom aktuellen Verbrauch mittels diskret exponentiellen Modells beschrieben werden, der Gesamtverbrauch bzgl. Belastungsgrenze als kumulierte Summe der jährlichen Emissionen.

Literatur

- Bauer, S., Büchter, A. & Henn, H. W. (2023). Schulmathematik und Realität–Verstehen durch Anwenden. In R. Bruder, A. Büchter, H. Gasteiger, B. Schmidt-Thieme & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (2. Aufl.) (S. 21–56). Springer.
- Bauer, S. & Lengnink, K. (2024). Bist du auf dem Arbeitsmarkt vermittelbar? Algorithmische Entscheidungsfindung hinterfragen. *mathematik lehren*, 244, 36–41.
- Büchter, A. & Henn, H. W. (2015). Schulmathematik und Realität–Verstehen durch Anwenden. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H.-G. Weigand, (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 19–49). Springer.
- Bulthaupt, P. & Jetses, T. (2022). Machtlos in der Klimakrise? *mathematik lehren*, 234, 8–14.
- Bussmann, B. (2019). Der wissenschaftsorientierte Ansatz. In M. Peters & J. Peters (Hrsg.), *Moderne Philosophiedidaktik: Basistexte* (S. 231–243). Meiner.
- Bussmann, B. (2020). Philosophische Probleme und Interdisziplinarität. In R. Torkler (Hrsg.), *Fachlichkeit und Fachdidaktik: Beiträge zur Lehrerbildung im Fach Ethik/Philosophie* (S.46–62). JB Metzler.
- Bussmann, B. & Haase, V. (2016). Was heißt es, Indoktrination zu vermeiden?. *Zeitschrift für Didaktik der Philosophie und Ethik*, 38(3), 87–99.
- Donner, L. (2023). Gleich vs. gerecht. Fachübergreifende Erarbeitung einer klimaethischen Theorie von Lukas Meyer zur Verteilung von Emissionsrechten. *Zeitschrift für Didaktik der Philosophie und Ethik*, 45(4), 80–93.
- Dressler, B. (2006). *Unterscheidungen*. Leipzig: Evangelische Verlagsanstalt.

- Dressler, B. (2007). Modi der Weltbegegnung als Gegenstand fachdidaktischer Analysen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 28(3), 249–262.
- Dressler, B. (2018). Bildungsprozesse im Wechsel der Perspektiven von Teilnahme und Beobachtung: Vorschlag eines Theorierahmens. In R. Lagnig & P. Kuhn (Hrsg.), *Bildungstheorie und Sportdidaktik: Ein Diskurs zwischen kategorialer und transformatorischer Bildung* (S. 293–315). Springer.
- Eidam, H. (1993). Philosophische Fragestellungen im Unterricht oder: 27 Thesen zu einer erfolgreichen Dummheit der Lehrenden. *Zeitschrift für Didaktik der Philosophie und Ethik*, 15(3), 203–204.
- Feldman, R. (2009). Thinking, Reasoning, and Education. In: H. Siegel (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Education* (S. 67–82). Oxford University Press.
- Goldbeck, S. (2021). Didaktische Strukturierungsprinzipien für den Philosophieunterricht: Zwölf „rote Fäden“ zur Strukturierung von Unterrichtsreihen und -sequenzen. *Zeitschrift für Didaktik der Philosophie und Ethik*, 43(3), 94–104.
- Hefendehl-Hebeker, L. (2015). Mathematisch fundiertes fachdidaktisches Wissen. *mathematica didactica*, 38(2a), 232–238.
- Heitzer, J. & Zeller, J. (2025). Points of no return: Relevante Mathematikwendungen 1984 und heute. *mathematik lehren*, 250, 34–40.
- Hellberg-Rode, G. & Schrüfer, G. (2016). Welche spezifischen professionellen Handlungskompetenzen benötigen Lehrkräfte für die Umsetzung von Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE)? *Zeitschrift für Didaktik der Biologie (ZDB)-Biologie Lehren und Lernen*, 20, 1–29.
- Heymann, H. W. (1997). Allgemeinbildung als Aufgabe der Schule und als Maßstab für Fachunterricht. *Pädagogik*, 49(1), 42–45.
- IPCC (2021). Summary for Policymakers. V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu & B. Zhou (Hrsg.), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (S. 3–32). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Kenngott, E. M. (2023). Ethik im Unterricht. In C. Neuhäuser, M.-L. Raters & R. Stoecker (Hrsg.), *Handbuch Angewandte Ethik* (S. 371–376). JB Metzler.
- Klafki, W. (1985). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik: Beiträge zur kritisch-konstruktiven Didaktik*. Beltz.
- Lanius, D. (2022). Argumentationskompetenz im Philosophie- und Ethikunterricht vermitteln: Was wir dafür brauchen. *Zeitschrift für Didaktik der Philosophie und Ethik*, 44(1), 7–23.
- Laschet, O. & Engartner, T. (2023). Kontroversität statt Neutralität – oder: Warum Werteerziehung unabdingbar ist. *Zeitschrift für Praktische Philosophie*, 10(1), 339–346.
- Lengnink, K., Meyerhöfer, W. & Vohns, A. (2013). Mathematische Bildung als staatsbürgerliche Erziehung? *Der Mathematikunterricht*, 59(4), 2–7.
- Liessmann, K.P. (2011). *Theorie der Unbildung. Die Irrtümer der Wissensgesellschaft*. Piper.
- Maaß, J. (2022). Wie „gerecht“ unterrichten? Lehrerrückmeldung verteilen–aber wie?. *mathematik lehren*, 230, 34–37.
- Maisenhölder, P. (2023). Interdisziplinarität und Philosophiedidaktik, damals und heute. *Zeitschrift für Didaktik der Philosophie und Ethik*, 45(4), 17–23.
- Martens, E. (2005). *Methodik des Ethik- und Philosophieunterrichts. Philosophieren als elementare Kulturtechnik* (2. Aufl.). Siebert.
- Meyer, L. (2005). *Historische Gerechtigkeit*. Walter de Gruyter.
- Meyer, L. (2009). Klimawandel und Gerechtigkeit. *Transit*, 36(1), 80–107.
- Meyer, L. (2011). Klimawandel und historische Gerechtigkeit. In: M. Brzoska, M.B. Kalinowski, V. Matthies & B. Meyer (Hrsg.), *Klimawandel und Konflikte. Versicherheitlichung versus präventive Friedenspolitik* (S. 83–99). Nomos.
- Meyer, L. (2021). Klimagerechtigkeit. Ererbte Begünstigungen und Status Quo Erwartungen. In A. Siegetsleitner, A. Oberprantacher, M. L. Frick & U. Metschl, U (Hrsg.), *Crisis and Critique: Philosophical Analysis and Current Events. Proceedings of the 42nd International Ludwig Wittgenstein Symposium* (S. 343–366), Berlin: de Gruyter.
- Mittelstraß, J. (1982). *Wissenschaft als Lebensform. Reden über philosophische Orientierungen in Wissenschaft und Universität*. Suhrkamp.
- Motzer, R. (2022). Wer bekommt die Niere? Modellierung zur Vergabe von Spenderorganen. *mathematik lehren*, 230, 30–33.
- Pfister, J. (2012). Methoden des Philosophierens und Unterrichtsmethoden. In *Tabula Rasa. Zeitung für Gesellschaft und Kultur*, 4.10.2012. <http://www.tabularasamagazin.de/methoden-desphilosophierens-und-unterrichtsmethoden/>. [Zugegriffen: 20.09.2025].
- Pfister, J. (2020). Was ist eine gute Lehrperson für Philosophie, und wie wird man zu einer?. In R. Torkler (Hrsg.), *Fachlichkeit und Fachdidaktik: Beiträge zur Lehrerbildung im Fach Ethik/Philosophie* (S.107–120). JB Metzler.
- Pohlkamp, S. (2022). *Normative Modellierung im Mathematikunterricht. Bildungspotenzial, exemplarische Sachkontexte und Lernumgebungen*. WTM.
- Pohlkamp, S. & Heitzer, J. (2022). gleich – gerecht – fair. Gesellschaftlich Relevantes mathematisch betrachten. *mathematik lehren*, 230, S. 2–9.
- Reichel, H. C. (1993). Bildung durch Mathematik. In P. Baireuther, H. J. Claus; G. Graumann, C. Hannaford, H. Köhler, M. Kronfellner, H.-C. Reichel, K. Röttel & D. Volk (Hrsg.), *Mehr Allgemeinbildung im Mathematikunterricht. Bildungsraum Schule* (Bd. 2) (S. 113–126). Polygon.
- Richter, P. (2016a). Zwischen Präambellyrik und ideologischer Instrumentalisierung: Probleme einer Operationalisierung des Lernzieles „Ethik“ in nicht-ethischen Fächern an Schulen und Universitäten. *Zeitschrift für Didaktik der Philosophie und Ethik*, 38(4), 95–100.
- Richter, P. (2016b). Unterrichtsmethoden in der didaktischen und fachdidaktischen Literatur. Bedeutung und Missverständnisse. In P. Richter (Hrsg.), *Professionell Ethik und Philosophie unterrichten – Ein Arbeitsbuch* (S. 51–62). W. Kohlhammer.
- Robeyns, I. (2005). The capability approach: a theoretical survey. *Journal of human development*, 6(1), 93–117.
- Skovsmose (1998). Linking Mathematics Education and Democracy: Citizenship, Mathematical Archeology, Mathemacy and Deliberative Interaction. *ZDM-Mathematics Education*, 30(6), 195–203.

- Tiedemann, M. (2016). Dresdner Konsens für den Philosophie- und Ethikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Philosophie und Ethik*, 38(3), 106.
- Vohns, A. (2015). Argumentationen in der Mathematik–Mathematik in Argumentationen: Ein bildsames Spannungsverhältnis?. In A. Budke, M. Kuckuck, M. Meyer, F. Schäbitz, K. Schlüter & G. Weiss (Hrsg.), *Fachlich argumentieren lernen* (S. 123–137). Waxmann.
- Vohns, A. (2018). Rechnen oder Rechnen lassen? Mathematik(unterricht) als Bürgerrecht und Bürgerpflicht. In G. Nickel, M. Helmerich, R. Krömer, K. Lengnink & M. Rathgeb (Hrsg.), *Mathematik und Gesellschaft* (S. 203–219). Springer.
- Warmeling, A., Böer, H. & Maitzen, C. (2019). Zum Handeln befähigen – Ein Leitgedanke für den Mathematikunterricht. *mathematik lehren*, 212, 2–5.
- Williges, K., Meyer, L. H., Steininger, K. W. & Kirchengast, G. (2022). Fairness critically conditions the carbon budget allocation across countries. *Global Environmental Change*, 74, 102481.

Anschrift des Verfassers

Lukas Donner
Georg-August Universität Göttingen
Mathematisches Institut
Bunsenstr. 3-5
37073 Göttingen
lukas.donner@mathematik.uni-goettingen.de

Stundenplanung zum Thema Klimaethik nach der hermeneutisch-vertiefenden Strukturierung		
Titel der exemplarischen Unterrichtsreihe: Gerechte Verteilung des verbleibenden CO ₂ -Budgets		
Leitfrage: Wie kann das noch zu verbrauchende CO ₂ e gerecht unter Ländern verteilt werden? Wie viel CO ₂ e stehen Österreich zu, wie viel Togo?		
Lernziel: Die Lernenden sollen schrittweise das Modell zur Mitigation in der Klimaethik nach Lukas Meyer nachvollziehen und Berechnungen zur Verteilung von Emissionsrechten durchführen. Dauer: mindestens je eine Doppelstunde für a) bis d) und für e) bis f).		
Phase	Input für Lehrpersonen	Arbeitsaufträge für die Lernenden
a) Leitfrage: <i>Wie viel CO₂e stehen Österreich zu, wenn weltweit zwischen 2020 bis 2050 insgesamt ca. 500Gt CO₂e verbraucht werden dürfen?</i>	Lehrerinput L1 . Dient der inhaltlichen Hinführung zur Leitfrage	
b) intuitiver Antwortversuch: Mathematisches Modell des EPC-Ansatzes wird entwickelt.	Je nach Lerngruppe kann dies in Einzel-, Partner oder sogar Gruppenarbeit erfolgen. Ergebnisse sammeln, Unterschiede diskutieren. Etwaige ethische Aspekte notieren und auf später verweisen. (Musterlösung sowie Implementierung in Excel können zur Verfügung gestellt werden)	Aufgabenstellung: <i>Im Jahr 2020 leben 8 Milliarden Menschen auf der Welt, im Jahr 2050 schätzungsweise 10 Milliarden. Insgesamt stehen der Menschheit Schätzungen zufolge 500 GtCO₂e zur Verfügung. Wie viel steht Österreich zu, das wohl in etwa über den gesamten Zeitraum durchschnittlich 9 Millionen Einwohner besitzt?</i>
c) relevante Aspekte: globaler Norden und Süden globale und intergenerationale Gerechtigkeit	Lehrerinput L2 : Einführen der beiden Gruppen „globaler Norden“ und „Süden“ als idealtypische Aufteilung der Welt. Auseinandersetzung mit Globaler Gerechtigkeit und Intergenerationaler Gerechtigkeit	SuS nennen Aspekte für Kategorien (i)-(iv), die begründen, warum ein Land in eine der beiden Kategorien gehört. Lernende lesen Texte M1 bzw. M2 einzeln und führen diese dann in Partnerarbeit und Plenum zusammen.
d) Revision: <i>Ist die gleichmäßige Verteilung von Emissionen auf die Länder gerecht? Welche Gründe sprechen dafür, welche dagegen?</i>	Argumente können an der Tafel notiert werden. Überleitende Frage: <i>Können wir Gerechtigkeit gleichzeitig ethisch UND mathematisch fassen?</i>	Im Plenum werden zentrale Aspekte festgehalten.
e) Vertiefung: Begünstigungen durch Emissionsrechte 3 Aspekte distributiver Gerechtigkeit sowie Thematisierung der praxistauglichen Belastungsgrenze Methode: Museumsgang	Lehrerinput L3 : Änderung des Blickwinkels: <i>Es geht um Begünstigungen durch Emissionsrechte, denn Rechte auf CO₂-Ausstoß befähigen uns zur Freiheit und erhöhen die Wohlfahrt.</i> Lernende werden (unter Berücksichtigung der Stärken in Mathematik bzw. Philosophie) den Aspekten M3 bis M6 zugeteilt	Methode: Museumsgang. I. Lesen und verstehen der eigenen Position (Ethische Perspektive, math. Umsetzung) Gestaltung eines Plakats je Gruppe II. Aufteilung in neue Gruppen: Museumsgang inkl. Erklärung durch jeweilige Expert*innen.

f) <i>Zusammenführen aller Aspekte zu einer gemeinsamen Formel.</i> Raum für anschließende Reflexionen (Mathematische Modelle und weitere ethische Aspekte)	Gegenüberstellung von Süd und Nord am Beispiel Togo und Österreich im Plenum	Aufgabenstellung: <i>Laut Wissenschaftlern stehen Österreich und Togo gemeinsam bis 2050 noch $B = 0,63\text{Gt CO}_2\text{e}$ zur Verfügung. Wie viel davon steht gerechterweise Togo, wie viel Österreich zu?</i>
---	---	---