

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) im gymnasialen Mathematikunterricht



Eine curriculare Bestandsaufnahme

KATHARINA WILHELM

Eine Zusammenführung von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) und fachlichem Lernen ist erklärtes Ziel des Nationalen Aktionsplans BNE. Hierbei stellt der Bildungsplan für die Lehrpersonen eine wichtige Unterstützung zur unterrichtlichen Integration eines BNE-relevanten Themas dar. Die hier vorgestellte deskriptive Analyse der gymnasialen Fachlehrpläne Mathematik für die Sekundarstufe I fasst zusammen, inwiefern BNE als Lerninhalt in den Mathematikcurricula bereits verankert ist.

1 Vorbemerkung

Dass Mathematikunterricht einen Beitrag zu BNE leisten kann, darauf verweisen zahlreiche mathematikdidaktische Publikationen (vgl. z.B. HERGET, 2003; MAASS, 2009; MAITZEN, 2018; MAITZEN & WARMELING, 2021; verschiedene Arbeitsblätter des Monats der MUED, so etwa auch MUED, 2020; Südwind, 2019; VOLK, 1996; WARMELING, BÖER & MAITZEN, 2019; WILHELM, 2020, 2021a, 2021b, 2023). Doch wie sehen die curricularen gesetzlichen Vorgaben in diesem Bereich aus? Welche Aufgabe im Sinne einer normativen Zielsetzung wird der Schule, im Speziellen dem Mathematikunterricht, hier zugewiesen (vgl. GONSCHOREK & SCHNEIDER, 2010, 49 ff.; NFBNE, 2017, S. 35)?

Eine curriculare Bestandsaufnahme der BNE-Bezüge für das Fach Mathematik liegt bislang nicht vor. Zwar gibt es einzelne umfangreichere Untersuchungen zur Verankerung von BNE in Lehrplänen (vgl. z.B. BAGOLY-SIMÓ & HEMMER, 2017; HOLST & BROCK, 2020), jedoch bleibt das Fach Mathematik dort ent-

weder unberücksichtigt oder wird nur zum Vergleich zwischen den Fächern (mit-)erwähnt, aber wenig konkretisierend auf der Ebene des Faches (vgl. HOLST & BROCK, 2020). Die hier vorgelegte Erfassung basiert auf zwei Zeitpunkten (April 2020 und Mai 2022), ihre Wiederholung kann in den kommenden Jahren helfen, entsprechende Veränderungsprozesse offenzulegen.

Als Datenbasis dienen die öffentlich zugänglichen Lehrplandokumente der verschiedenen Bundesländer.

Die folgenden beiden Fragen sollen durch die Analyse hier qualitativ geklärt werden:

- Welche inhaltliche Substanz hat das Thema BNE jeweils in den Mathematiklehrplänen?
- Welche Unterschiede in der Integration von BNE in die Lehrpläne zeigen sich in den verschiedenen Bundesländern? (Art der Einbindung, Quantität, Zuordnung zu Klassenstufen, Anbindung an Leitideen und Fachinhalte, Kontexte von BNE)

Methodisch gesehen werden jene Bundesländer in der Analyse berücksichtigt, in denen mindestens ein Fachlehrplan eine explizite Nennung folgender Bezeichner auch außerhalb eines Vorwortes enthält: nachhaltig, Nachhaltigkeit, nachhaltige Entwicklung, Bildung für nachhaltige Entwicklung, BNE. Die Begriffe unterliegen dabei zum Teil zwar einer Doppelbedeutung – zum einen kann Nachhaltigkeit im Sinne eines langfristigen Lernzuwachses gedeutet werden, zum anderen adressiert der Begriff eine Beschäftigung mit einem das Thema Nachhaltigkeit betreffenden Aspekt (nicht nur in Umweltfragen) – in diesem Beitrag ist nur letzteres Begriffsverständnis gemeint. Laut des Brundtland-Berichts von 1987 beschreibt dabei der Begriff der *nachhaltigen Entwicklung* im Zentrum eine Entwicklung, „die die Bedürfnisse der heutigen Generation befriedigt, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zur Befriedigung ihrer eigenen Bedürfnisse zu beeinträchtigen“ (WCED, 1987, 37; Übersetzung K. W.).

2 Die Bundesländer im Vergleich

Die Analyse der gymnasialen Mathematiklehrpläne für die Sekundarstufe I ergibt, dass fünf der 16 deutschen Bundesländer Verweise auf BNE in den Fachlehrplänen, und zwar in den *Inhalten*, vornehmen:

- Baden-Württemberg
- Bayern
- Mecklenburg-Vorpommern
- Rheinland-Pfalz
- Sachsen

Die beiden Untersuchungszeitpunkte ergeben diesbezüglich keinen Unterschied. Das heißt, dass immerhin rund zwei Drittel der Bundesländer (zumindest bisher noch) keine *konkrete* Einbindung von BNE in die Fachlehrpläne Mathematik aufweisen. Allerdings bedeutet dies nicht zwangsläufig, dass BNE dort aktuell keine Rolle spielt: So verweisen beispielsweise Sachsen-Anhalt oder auch Niedersachsen auf BNE lediglich im *Vorwort* des Mathematiklehrplans auf allgemeiner Ebene (vgl. MBSA, 2022b, 32; NKM, 2015, 5). Daneben verabschiedete etwa

das Saarland im Jahr 2022 ein Basiscurriculum BNE, welches als normative Grundlage für eine fachspezifische Ausgestaltung von BNE in den jeweiligen Fachlehrplänen bei der nächsten Lehrplanrevision dienen soll (vgl. MfBuK Saar, 2022). Bundesländer wie jene, deren Implementierung von BNE in die Fachlehrpläne Mathematik sich allein auf Vorworte o. Ä. beschränkt, werden aufgrund mangelnder Konkretisierung in den Inhalten hier nicht weiter berücksichtigt. Der folgende Blick in die Lehrpläne der fünf Bundesländer mit Bezug zu BNE in den Inhalten lässt Unterschiede bei der Integration von BNE erkennen:

2.1 Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg zählt BNE zu den sechs übergeordneten Leitperspektiven der Bildungspläne (vgl. ZSLBW, o.J. a). Der spezifische Beitrag eines Faches zu diesen wird dann im jeweiligen Fachlehrplan erläutert, für Mathematik und BNE heißt es:

„Der Mathematikunterricht trägt dazu bei, dass Kinder und Jugendliche befähigt werden, in vielfältigen Kontexten und Lebensbereichen verantwortungsvoll und nachhaltig zu denken und zu agieren. Als Grundlagenfach leistet Mathematik im Prinzip mit all seinen Kompetenzbereichen Beiträge zur Bildung für nachhaltige Entwicklung, insbesondere im Rahmen der Leitideen Funktionaler Zusammenhang beziehungsweise Daten und Zufall. Durch entsprechende Themenauswahl bietet der Unterricht Anlass, über gesellschaftliche, wirtschaftliche und wissenschaftliche Zusammenhänge und Entwicklungen nachzudenken. Die Mathematik stellt Werkzeuge zur Verfügung, um bei Fragen nachhaltiger Entwicklung fundierte Aussagen zu treffen und zu sachlich begründeten Bewertungen zu kommen.“ (MKJSBW, 2016, 4)

Die Mittel der Mathematik werden hier also als Werkzeug gesehen, um Sachverhalte besser zu verstehen und darauf aufbauend Entscheidungen treffen zu können. Die „entsprechende Themenauswahl“ wird nicht weiter konkretisiert. Es fehlt die vertiefende Reflexion, dass die Mathematik *nur ein* mögliches Denkwerkzeug ist, *nicht alles* erfassen kann und daher nur eine *Entscheidungshilfe* sein kann (vgl. FÜHRER, 1997, 72).

(6) statistische Aussagen mithilfe der Kenngrößen von Daten formulieren	
(7) Daten aus ihrer Erfahrungswelt auch bei unterschiedlichen Darstellungsformen auswerten, vergleichen und deuten	
(8) statistische Darstellungen hinsichtlich ihrer Eignung und hinsichtlich möglicher Irreführung beurteilen	
P	2.5 Kommunizieren 3, 6, 7, 8
I	3.1.4 Leitidee Funktionaler Zusammenhang (4)
L	BNE Teilhabe, Mitwirkung, Mitbestimmung
L	MB Mediengesellschaft
L	VB Medien als Einflussfaktoren

Abb. 1. BNE im Bildungsplan Baden-Württemberg Klassenstufe 5/ 6 – Daten erfassen, darstellen und auswerten (Abbildung entnommen aus MKJSBW, 2016, 22; gelbe Hervorhebungen K.W.)

Die Verankerung der Leitperspektive BNE im Bildungsplan findet anhand sieben verschiedener Aspekte statt, beispielsweise „Bedeutung und Gefährdungen einer nachhaltigen Entwicklung“, „Komplexität und Dynamik nachhaltiger Entwicklung“ oder „Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Handlungen“, die allerdings nur genannt, aber nicht weiter ausgearbeitet werden (vgl. ZSLBW, o.J. b). Ob dies eine Konkretisierung oder Hilfe für die unterrichtliche Behandlung darstellt, bleibt daher fraglich. Im Bildungsplan wird an entsprechender Stelle mit dem Icon *L* explizit auf die Leitperspektiven verwiesen, wenn eine unmittelbare Anbindung naheliege – dies sei v. a. bei den inhaltsbezogenen Kompetenzen der Fall. Weitere Einbindungsmöglichkeiten oblägen der Gestaltung des Unterrichts durch die Lehrkraft – dies lässt Freiräume für eigene Ideen und persönliche Bezüge (vgl. ZSLBW, o.J. a). Eine Verankerung von BNE im Lehrplan sieht beispielsweise wie in Abbildung 1 gezeigt aus.

Insgesamt finden sich in den Standards für die inhaltsbezogenen Kompetenzen an fünf Stellen explizite Verweise zu BNE. Tabelle 1 fasst diese zusammen. Die Hinweise ziehen sich durch alle Doppeljahrgangsstufen, der Schwerpunkt der thematischen Anbindungsmöglichkeit wird allerdings in Klassenstufe 9/10 beim Thema *Exponentielles Wachstum* gesetzt. Auf inhaltlicher Ebene sind die Hinweise von allgemeiner und abstrakter Art – dies könnte auch mit einer stärker als beispielsweise in Bayern verfolgten Output-Orientierung der baden-württembergischen Bildungspläne zusammenhängen. Es bleibt darüber hinaus unklar, ob die Anknüpfungen an BNE obligatorischen Charakter haben oder lediglich Vorschläge darstellen.

2.2 Bayern

In Bayern ist „Bildung für nachhaltige Entwicklung (Umweltbildung, Globales Lernen)“ eins der übergreifenden Bildungs- und Erziehungsziele des Gymnasiums, die schulart- und fachübergreifend ausgearbeitet sind (vgl. ISBM, o.J. a). Im Fachprofil Mathematik wird ihr spezifischer Beitrag zu einigen Bildungs- und Erziehungszielen erläutert, so auch zu BNE:

• lösen Problemstellungen in Sachzusammenhängen, bei denen unterschiedliche Rechenarten oder auch Anteile von Anteilen vorkommen (z. B. zu Aspekten der Globalisierung und nachhaltigen Entwicklung sowie zu politischen Sachverhalten). Dabei verwenden sie auch geeignete Skizzen und sind sich deren Bedeutung für das Problemlösen bewusst. Sie recherchieren ggf. zusätzlich benötigte Informationen sorgfältig (z. B. im Internet) und überprüfen ihre Lösungen kritisch im Sachzusammenhang oder mithilfe einer Überschlagsrechnung.

Abb. 2. BNE im Fachlehrplan Bayern Klassenstufe 6 - Verbindung der Grundrechenarten bei rationalen Zahlen (Abbildung entnommen aus ISBM, o.J. d, 4; gelbe Hervorhebungen K. W.)

„Im Rahmen des Mathematikunterrichts erwerben die Schülerinnen und Schüler eine Vielzahl mathematischer Kenntnisse und Strategien zur verständigen Teilhabe an wichtigen gesellschaftlichen Fragestellungen sowie zur Bewältigung von Alltagssituationen. [...] Dies befähigt sie, typische Fragestellungen aus Ökonomie und Ökologie (z.B. im Zusammenhang mit dem Klimaschutz), aus Finanzwelt und Versicherungswesen sowie aus der Politik (z.B. im Zusammenhang mit Wahlen und Umfragen) zu beantworten, als verantwortungsvolle Bürgerinnen und Bürger Informationen aus diesen Bereichen kritisch zu hinterfragen und dabei sowohl ihre Einstellungen zu überdenken als auch ihr Handeln zu optimieren.“ (ISBM, o.J. b)

Im Fachlehrplan wird dann bei den Kompetenzerwartungen und Inhalten Bezug auf Aspekte nachhaltiger Entwicklung genommen. Diese Bezüge haben etwa die in Abbildung 2 gezeigte Gestalt.

Eine Relativierung erfahren die Bezüge zu BNE durch den Zusatz „zum Beispiel (z. B.)“, ein Ersatz scheint also möglich. So kann leicht der Eindruck entstehen, BNE sei *lediglich* ein austauschbarer Kontext – hier etwa für Rechenaufgaben. Die Perspektive auf die Mathematik steht also im Vordergrund, nicht die Frage, was die Mathematik bzw. der Mathematikunterricht zu einer nachhaltigeren Entwicklung beitragen kann, etwa das Hinterfragen von Informationen oder das Entwickeln von Argumentationen und Alternativen. Darüber hinaus sind die Bezüge insgesamt floskelhaft, der Zusatz lautet *stets* nur „z.B. zu Aspekten

Klasse	Vorhaben/ Projekt
5/6	• Leitidee Daten und Zufall: Daten erfassen, darstellen, auswerten (BNE: Teilhabe, Mitwirkung, Mitbestimmung)
7/8	• Leitidee Funktionaler Zusammenhang: Funktionale Zusammenhänge darstellen und nutzen, insb. alltagsbezogene Sachverhalte aus Darstellungen ablesen (BNE: Komplexität und Dynamik nachhaltiger Entwicklung)
9/10	• Leitidee Zahl – Variable – Operation: Exponentialgleichungen u. a. im Zusammenhang mit Wachstumsprozessen lösen (BNE: Komplexität und Dynamik nachhaltiger Entwicklung) • Leitidee Zahl – Variable – Operation: Exponentielles Wachstum anwenden (BNE: Komplexität und Dynamik nachhaltiger Entwicklung) • Leitidee Funktionaler Zusammenhang: Mit Funktionen umgehen, insb. Wachstumsvorgänge mit Hilfe von Exponentialfunktionen beschreiben (BNE: Komplexität und Dynamik nachhaltiger Entwicklung; Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und hemmende Handlungen)

Tab. 1. Übersicht über BNE-Bezüge im Bildungsplan Baden-Württemberg (vgl. MKJSBW, 2016, 22, 27, 30, 31, 34)

Klasse	Vorhaben/ Projekt
6	<ul style="list-style-type: none"> Rationale Zahlen – Verbindung der Grundrechenarten, insb. Problemstellungen in Sachzusammenhängen lösen Rationale Zahlen – Prozentrechnung, Daten, Diagramme, insb. Aussagen über durch Diagramme dargestellte Sachverhalte formulieren, Manipulationen erkennen
7	<ul style="list-style-type: none"> Lineare Gleichungen und Vertiefung der Prozentrechnung, insb. komplexe Aufgaben zur Prozentrechnung lösen, Kombination von mathematischen und außerfachlichen Aspekten beachten

Tab. 2. Übersicht über BNE-Bezüge im Fachlehrplan Bayern (vgl. ISBM, o.J. d, 4, 6; ISBM, o.J. e, 4).

der Globalisierung und nachhaltigen Entwicklung sowie zu politischen Sachverhalten“ (vgl. ISBM, o.J. d, 4, 6; ISBM, o.J. e, 4). Eine Konkretisierung etwa durch Nennung von Kontexten erfolgt nicht.

Insgesamt wird an drei Stellen ein Bezug zu BNE vorgeschlagen, und zwar in den Klassenstufen 6 und 7 (Tab. 2). Im Gegensatz zu Baden-Württemberg wird der Schwerpunkt der thematischen Anbindung in den Inhalten hier also in den unteren Klassenstufen des Gymnasiums explizit gesucht.

2.3 Mecklenburg-Vorpommern

In Mecklenburg-Vorpommern ist BNE im Schulgesetz verankert und zählt hier u. a. zu den Aufgabengebieten der Schule (unter anderem neben Gesundheits-, Rechts-, Demokratie- und Friedenserziehung), die sowohl in den Fächern als auch in außerunterrichtlichen Veranstaltungen angemessen berücksichtigt werden sollen (vgl. MBWKMV, 2019a). Die Verankerung dieser Aufgabengebiete findet sich im Rahmen von Querschnittsthemen in den Lehrplänen der Fächer wieder. Ein Verweis auf diese erfolgt im Lehrplan in den Hinweisen durch Nennung des Kürzels (vgl. MBWKMV, 2019b, 2).

In jeder Klassenstufe (in 5/6, der schulartunabhängigen Orientierungsstufe, allerdings erst im Rahmen der zweiten Erhebung 2022) finden sich Anknüpfungspunkte an BNE im Rahmenlehrplan der Sekundarstufe I des Gymnasiums in der Spalte *Hinweise* (vgl. MBWKMV 2019b; MBWKMV 2020). Diese Hinweise sind fast ausnahmslos wie folgt formuliert: „Es sind vielfältige inner- und außermathematische Sachverhalte zu betrachten.

[BNE]“ (vgl. MBWKMV 2019b, 16, 17, 22, 23, 30; MBWKMV 2020, 15, 17, 22), also nicht dezidiert inhaltlich sachbezogen. Exemplarisch sei hier auf einen Ausschnitt aus dem Thema *Zuordnungen* in Klassenstufe 7 verwiesen (Abb. 3).

An einigen wenigen Stellen haben die Hinweise inhaltlich dann doch etwas konkretere Absicht, wenngleich nicht immer ein offensichtlicher Bezug zu BNE erkennbar wird – beispielsweise beim Thema *Prozent- und Zinsrechnung* in Klassenstufe 7: Hier wird als Vorschlag zur inhaltlichen Vertiefung die Betrachtung von Promille genannt und in Klammern auf BNE verwiesen. Beim Thema *Statistik* in Klassenstufe 9 wird auf das Einbinden von Statistiken aus dem Bereich BNE verwiesen, um Behauptungen zu analysieren.

In Klassenstufe 10 könne die Exponentialfunktion bei der Beschreibung von Wachstums- und Abnahmeprozessen zur Anwendung kommen und somit eine Verbindung zum Bereich BNE herstellen (vgl. MBWKMV, 2019b, 17, 28, 37).

Zusammenfassend zeigt Tabelle 3 die Themen mit expliziten BNE-Bezügen in den Mathematiklehrplänen des Landes Mecklenburg-Vorpommern.

2.4 Rheinland-Pfalz

Rheinland-Pfalz verfügt über einen Leitfaden *BNE curricular verankern* (vgl. PLRP 2021). Er stellt u. a. eine Orientierung zur Einbindung von BNE in die Fachlehrpläne und den Fachunterricht dar, und er formuliert die Beiträge der verschiedenen Fächer zu BNE (vgl. PLRP, 2021, 6, 16 ff.). So greift er auch den Beitrag des Faches Mathematik auf:

„Die Mathematik arbeitet mit Symbolen, Bildern und Formeln, stellt Anforderungen an Exaktheit und Abstraktion und schult Fähigkeiten zum Problemlösen und Vernetzen. Das Fach Mathematik ermöglicht Lernenden, über das Lesen und Verstehen von verschiedenen Daten, natürliche, soziale und kulturelle Erscheinungen und Vorgänge zu deuten und zu beurteilen (vgl. KMK 2004). Auch können durch Modellierung von Datensätzen Entwicklungsverläufe, z. B. im Bereich des Klimawandels, verdeutlicht werden.

Anhand von Funktionen werden Zusammenhänge dargestellt, analysiert und zur Beschreibung von realitätsnahen Probleme-

Verbindliche Inhalte	Hinweise
Zuordnungen <ul style="list-style-type: none"> Zuordnungsbegriff Darstellungsformen [MD3] 	Es ist zwischen verschiedenen Darstellungsformen zu wechseln.
Proportionale und umgekehrt proportionale Zuordnungen <ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften <ul style="list-style-type: none"> Proportionalitätsfaktor Produkt- bzw. Quotientengleichheit Ursprungsgerade, Hyperbel Dreisatz 	Neben diesen Zuordnungen sollten auch nicht proportionale Zuordnungen erkannt werden. Es sind vielfältige inner- und außermathematische Sachverhalte unter Berücksichtigung der Erfahrungswelt der Schüler zu betrachten. [BNE] [BO]

Abb. 3. BNE im Rahmenlehrplan Mecklenburg-Vorpommern Klassenstufe 7 – Zuordnungen (Abbildung entnommen aus MBWKMV, 2019b, 16; gelbe Hervorhebung K. W.)

Klasse	Vorhaben/ Projekt
5	<ul style="list-style-type: none"> Natürliche Zahlen, Terme, Gleichungen und Ungleichungen (S. 15) Größen (S. 17)
6	<ul style="list-style-type: none"> Gebrochene Zahlen (S. 22)
7	<ul style="list-style-type: none"> Zuordnungen, auch Dreisatz (S. 16) Prozent- und Zinsrechnung (S. 17)
8	<ul style="list-style-type: none"> Funktionen und Lineare Funktionen (S. 22) Arbeiten mit Variablen, Termen, Gleichungen, v.a. lineare Funktionen (S. 23)
9	<ul style="list-style-type: none"> Statistik (S. 28) Systeme linearer Gleichungen (S. 30)
10	<ul style="list-style-type: none"> Exponential- und Logarithmenfunktionen (S. 37)

Tab. 3. Übersicht über BNE-Bezüge im Rahmenlehrplan Mecklenburg-Vorpommern (vgl. MBWKMV, 2019b, 2020)

men genutzt. Auf diese Weise können auch komplexe Vorgänge, die in der BNE mit Blick auf die Zukunft beleuchtet werden, erfasst und strukturiert werden (vgl. MBWJK 2007). Im Mathematikunterricht erproben Lernende auch, anhand einer kritischen Beurteilung von Modellen, Aussagen und Prognosen in Zusammenhang mit ökonomischen, ökologischen, sozialen und politischen Herausforderungen zu prüfen und zu bewerten. Da mathematisches Wissen in verschiedene Kontexte der realen Welt eingebunden werden kann, ist auf diesem Wege auch globales Denken und Handeln zu fördern.“ (PLRP, 2021, 19)

Die konkrete Anbindung von BNE an mathematikspezifische Inhalte erfolgt dann im Lehrplan in der Spalte *Hinweise und Vernetzung*. Die Hinweise sind auf einer konkreten Ebene ausgestaltet, indem hier mögliche Themengebiete genannt, Fragestellungen entworfen oder Projekte aufgeführt werden, die eine Vernetzung von Mathematik und dem Thema Nachhaltigkeit anregen (vgl. MBWJKRP 2007). Abbildung 4 zeigt dies exemplarisch beim *Rechnen mit Größen in Sachsituationen* (Kl. 5/6).

An drei weiteren Stellen finden sich Bezüge in den Lehrplänen: beim Thema *Daten* (Kl. 5/6), in der *Prozentrechnung* (Kl. 7/8) sowie bei *Berechnungen an zusammengesetzten Körpern* (Kl. 7/8). Datenerhebungen seien mit dem Erfahrungsbereich der Lernenden bezüglich nachhaltiger Entwicklung zu verbinden, wie dem Wasserverbrauch, Verkehrsaspekten oder Wetterdaten. In der Prozentrechnung wird auf das Projekt „Deutschland versinkt im Müllberg“ sowie Möglichkeiten des Energie-

sparens hingewiesen, aber auch soziale Aspekte des Nachhaltigkeitsbegriffs finden ihre Berücksichtigung, wenn Verdienstanteile am Turnschuh als mögliche Sachsituation vorgeschlagen werden. In der Geometrie regt der Lehrplan den Aspekt des Hochwasserschutzes durch Deichbau und Rückhaltebecken als Bezug zu BNE an (vgl. MBWJKRP, 2007, 35, 43, 48). Zusätzlich zum Rahmenlehrplan Mathematik stehen in Rheinland-Pfalz auf dem Bildungsserver Handreichungen zu seiner Umsetzung zur Verfügung, veröffentlicht durch das Pädagogische Zentrum Rheinland-Pfalz. Diese beinhalten Beschreibungen ausgewählter Projekte, wobei Bezüge zu BNE sowohl unter den fächerübergreifenden Bezügen als auch bei den Hinweisen zu finden sind (vgl. PZRP, 2007a, 2007b, 2007c). Sollten weitere Bundesländer über solche Handreichungen verfügen, so werden Hinweise von der Autorin gerne entgegengenommen und zeitnah publiziert.

Das Projekt *Verpackungen* verbindet in Klassenstufe 5/6 die mathematischen Leitideen *Messen und Größen* und *Raum und Form* und ermöglicht zugleich eine Einbindung von Nachhaltigkeitsaspekten. Die Thematisierung eines schonenden Ressourcenverbrauchs wird als fächerübergreifender Aspekt vorgeschlagen (vgl. PZRP, 2007a, 32 f.). Wie dieser Aspekt in einer konkreten mathematischen Frage- bzw. Aufgabenstellung münden kann, wird in den Erläuterungen nicht näher beleuchtet. In Klassenstufe 9/10 wird dieses Projekt erneut aufgegriffen, die Leitidee *Funktionaler Zusammenhang* tritt hinzu: Optimierungsprobleme, etwa Fragen nach dem minimalen Materialverbrauch, werden (weiter) diskutiert. Die Handreichungen schlagen folgende Bezüge zu BNE vor: Betrachtung der Ökobilanz

Kompetenzen	Inhalte	Hinweise und Vernetzung
K3: Den Bereich oder die Situation, die modelliert werden soll, in mathematische Begriffe, Strukturen und Relationen übersetzen K2: Geeignete heuristische Hilfsmittel, Strategien und Prinzipien zum Problemlösen auswählen und anwenden K3: Ergebnisse entsprechend der Situation interpretieren und prüfen	Mit Größen in Sachsituationen rechnen <ul style="list-style-type: none"> angemessen runden 	↗ L1: Natürliche Zahlen, Bruchzahlen → Transportwege der Nahrungsmittel, z. B. „Wie viele Kilometer esse ich zum Frühstück?“ (Bildung für nachhaltige Entwicklung) Größeneinheiten hinsichtlich der jeweiligen Situation angemessen auswählen Plausibilität des Ergebnisses prüfen

Abb. 4. BNE im Rahmenlehrplan Rheinland-Pfalz Orientierungsstufe – Rechnen mit Größen und Umgang mit Sachaufgaben (MBWJKRP, 2007, 29; gelbe Hervorhebung K. W.)

<p>FACHÜBERGREIFENDE BEZÜGE</p> <p>Bildung für nachhaltige Entwicklung, Erdkunde: Bedeutung von verfügbarer bzw. erneuerbarer Energie für die wirtschaftliche Entwicklung, auch bei Ländern der Dritten Welt</p>
<p>HINWEISE FÜR DEN UNTERRICHT</p> <p>Ausgehend von dem Energiesparprogramm der eigenen Schule oder einer benachbarten Einrichtung gibt es verschiedene Möglichkeiten, das Thema aufzuarbeiten. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Analyse der Situation sowie der Reflexion und Bewertung. Aktuelle Daten können im Internet recherchiert werden.</p> <p>Folgende Schwerpunkte sind möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiesparende Maßnahmen: richtiges Lüften, Lichter löschen, Energiesparlampen verwenden, Geräte ausschalten usw.; Berechnung der prozentualen Energieersparnis; Hochrechnung über einen längeren Zeitraum und Darstellung der CO₂-Einsparung • Einsatz regenerativer Energiequellen: Berechnung der notwendigen Flächen für Kollektoren, der zu erzielenden Energieausbeute, der Kostenersparnis und der CO₂-Einsparung • Prognosen des Weltenergiebedarfs und der Energiekosten (auch in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Ressourcen)

Abb. 5. Anregung zum Rahmenlehrplan Rheinland-Pfalz Klassenstufe 7/8 – Energiesparen in der Schule – Ausschnitt aus den Hinweisen (Abbildung entnommen aus PZRP, 2007b, 26; gelbe Hervorhebung K. W.)

verschiedener Verpackungen, von Rohstoffreserven und des Müllrecyclings (vgl. PZRP, 2007c, 48). Diese reine Nennung lässt es hier ebenfalls offen, welche konkrete Rolle der Mathematikunterricht einnimmt, um die nachhaltigkeitsbezogenen Aspekte besser zu verstehen. Die dann folgenden Hinweise liefern teilweise konkretere Fragestellungen als Anregungen für Mathematiklehrkräfte, beispielsweise wie folgt: „Verbindung Ökologie – Ökonomie: Welche Abfallmengen können durch Verpackungsoptimierung vermieden werden? Welche Kosten werden dadurch eingespart?“. Auch Aspekte, die die Fachgrenzen des Mathematikunterrichts überschreiten, haben ihren Platz: „Welche Funktionen haben Verpackungen? Welche Verpackungen sind umweltfreundlich?“ (PZRP, 2007c, 49).

Beim Projekt *Energiesparen in der Schule* (Kl. 7/8), auf welches im rheinland-pfälzischen Lehrplan bei der Prozentrechnung hingewiesen wird, liefern die Hinweise noch konkretere Schwerpunkte für die Thematisierung im Mathematikunterricht und zeigen damit eine Verbindung von fachlichem und sachlichem Lernen auf (Abb. 5). Tabelle 4 fasst die in den Handreichungen erläuterten Projekte mit expliziten BNE-Bezügen überblicksartig zusammen.

Klasse	Vorhaben/ Projekt
5/6	<ul style="list-style-type: none"> • Sachaufgaben selbst schreiben (BNE je nach ausgewähltem Material) • Umfrage planen, durchführen, auswerten (BNE – Persönliche Wasserbilanzen, Möglichkeiten des Wassersparens) • Verpackungen (BNE – schonender Umgang mit Ressourcen)
7/8	<ul style="list-style-type: none"> • Deutschland versinkt im Müllberg (BNE) • Energiesparen in der Schule (BNE – Bedeutung von verfügbarer bzw. erneuerbarer Energie für die wirtschaftliche Entwicklung)
9/10	<ul style="list-style-type: none"> • Die Sonne als Energiequelle (BNE – Bedeutung von verfügbarer bzw. erneuerbarer Energie für die wirtschaftliche Entwicklung) • Parabeln entdecken (BNE – Solarkocher) • Verpackungen (BNE – Ökobilanz verschiedener Verpackungen, Abfallmengen, Rohstoffreserven, Müllrecycling)

Tab. 4. Übersicht über Projekte mit BNE-Bezügen in den Handreichungen zum Rahmenlehrplan Rheinland-Pfalz (vgl. PZRP, 2007a, 4 ff., 26, 30, 32; PZRP, 2007b, 8 ff., 20, 26; PZRP, 2007c, 8 ff., 22, 44, 48)

2.5 Sachsen

In Sachsen wird BNE im Rahmen des Bildungs- und Erziehungsauftrags des Gymnasiums als wichtige überfachliche Aufgabe aufgeführt und ihr Bezug zur Weitererziehung, Reflexions- und Diskursfähigkeit sowie Verantwortungsbereitschaft genannt (vgl. SMK, 2019, VII f.). Im Rahmen der Reflexion des spezifischen Beitrags des Fachs Mathematik zur Allgemeinbildung wird auch die Rolle von BNE thematisiert:

Sie [die Schüler, K. W.] verstehen es, Lösungen und Lösungswege sowie Aussagen und Argumentationsketten kritisch zu hinterfragen. Bei der Wertung von Verfahren und Ergebnissen spielen Überlegungen zur Effektivität und zum optimalen Umgang mit Zeit und Ressourcen

eine wesentliche Rolle. In der Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen, politischen und ökonomischen Sachverhalten im Problemlösen fördert das Fach Mathematik das Interesse der Schüler an lokalen, regionalen und globalen Herausforderungen unserer Zeit. Lösungsansätze ermöglichen eine nachhaltige Entwicklung und regen damit zu zukunftsfähigem Denken und Handeln an. Hierbei kommt der Bildung für nachhaltige Entwicklung eine wichtige Rolle zu.“ (SMK, 2019, 1)

Sachsen ist das einzige Bundesland, welches bei seinen Erläuterungen auch explizit das Interesse der Jugendlichen an der Thematik im Blick nimmt, welches durch den Unterricht initiiert bzw. aufgegriffen auch seine Wirkung über ihn hinaus entfalten kann. Die didaktischen Grundsätze des Faches Mathematik greifen BNE auch auf: Bei Inhalten mit Anknüpfungspunkten zur Bildung für nachhaltige Entwicklung eignen sich insbesondere die didaktischen Prinzipien der Visionsorientierung, des Vernetzenden Lernens sowie der Partizipation“ (SMK, 2019, 3). In den Lernbereichen sind Bezüge zu BNE in der rechten Spalte aufgehoben. Der Lernbereich *Rechtecke und Quader* weist beispielsweise beim Bestimmen von Volumina und Oberflächen-

Anwenden des Bestimmens von Oberflächeninhalt und Volumen von Quadern

Projekt „Verpackungen“

⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung

Abb. 6. BNE im Lehrplan Sachsen Klassenstufe 5 – Rechtecke und Quader (Abbildung entnommen aus SMK, 2019, 9; gelbe Hervorhebung K. W.)

Einblick gewinnen in das Bearbeiten realitätsnaher Problemlösungsprozesse

projektorientiertes Arbeiten

mögliche Themen: Organisieren einer Spendenaktion, Mathematik beim Schulsportfest, Vermeiden von Verpackungsmüll

⇒ Bildung für nachhaltige Entwicklung

Abb. 7. BNE im Lehrplan Sachsen Klassenstufe 5 – Vernetzung: Mathematik im Alltag (Abbildung entnommen aus SMK, 2019, 10; gelbe Hervorhebung K. W.)

inhalten von Quadern und aus ihnen zusammengesetzten Körpern (Kl. 5) auf eine Einbindung von Nachhaltigkeitsaspekten hin, indem er ein Projekt „Verpackungen“ aufführt (Abb. 6). Ähnliches findet sich im Lehrplan der Klassenstufe 6 bzgl. der Oberfläche und dem Volumen von Prismen (Projekt „Verpackungsmüll“ und Projekt „Wir bauen eine Stadt der Fantasie“, vgl. SMK, 2019, 9, 14). Allerdings werden diese Projekte – im Gegensatz zur Vorgehensweise in Rheinland-Pfalz – an keiner (öffentlich zugänglichen) Stelle konkretisierend erläutert. Die Vagheit lässt eine Passung vermissen, die eine Implementierung im alltäglichen Unterricht begünstigt.

Neben dieser Einbindung durch Projektbezeichnungen finden sich auch *einfache* Verweise auf BNE-relevante Themengebiete, beispielsweise in Klassenstufe 5 beim Bearbeiten von Sachaufgaben (Abb. 7). Zuletzt wird in Klassenstufe 10 beim Betrachten von Wachstumsvorgängen auf globale Entwicklungsmodelle als möglicher Beitrag zu BNE hingewiesen (vgl. SMK, 2019, 28).

2.6 Qualitativer Vergleich

Ein Vergleich der vorgestellten Realisierungsansätze von BNE in den Bildungsplänen der Bundesländer in Form einer quantitativen Auswertung der expliziten Bezüge, beispielweise Häufigkeitsanalysen in den einzelnen Klassenstufen, bietet sich bei der Sachlage offensichtlich noch nicht an. Darauf aufbauende Aussagen entbehren sich hier jedem Sinn da das Konkretisierungsniveau der Hinweise stark schwankt, und eine häufigere Nennung von BNE-Bezügen im Lehrplan kein Qualitätskriterium darstellt.

Durch die Analyse der Fachlehrpläne lassen sich einige mathematische Gebiete bzw. Inhalte herausstellen, in denen sich BNE-Bezüge substantiell vorfinden – alle inhaltsbezogenen Leitideen sind dabei (unterschiedlich intensiv) vertreten.

- Rechnen mit Größen und Anzahlen, v.a. in Sachsituationen
- Daten erheben, darstellen, auswerten; Umgang mit Diagrammen und Statistiken
- Prozentrechnung

- Berechnungen an Figuren und Körpern
- Wachstumsvorgänge/ Exponentielles Wachstum

Bezüglich des Konkretisierungsniveaus lassen sich zwei Gruppen unterscheiden: Während die Hinweise im rheinland-pfälzischen sowie sächsischen Lehrplan auf einer inhaltlich konkreteren Ebene formuliert sind (thematische Beispiele, Projektvorschläge), sind jene in Baden-Württemberg, Bayern und Mecklenburg-Vorpommern von allgemeinerer Art. Es erfolgt dort zwar bei den Fachinhalten ein Hinweis zu einem möglichen Bezug zu BNE, jedoch bleibt eine Konkretisierung zur Umsetzung, etwa durch Nennung möglicher Kontexte, aus.

3 Fazit

BNE zielt unter anderem auf die Aufnahme zentraler Themen in die Lehrpläne ab (vgl. DUK, 2014, 2). Was den Mathematikunterricht betrifft, wird diesem durch das Curriculum bereits teilweise die normative Aufgabe zugeschrieben, einen Beitrag zu BNE zu leisten. Es scheint hier allerdings noch genügend Potential für die künftigen Lehrplanrevisionen, denn nur etwa ein Drittel aller Bundesländer berücksichtigt bisher (Stand Mai 2022) das Leitbild in den Inhalten. Und auch in diesen ergeben sich in den Realisierungsansätzen noch Weiterentwicklungsmöglichkeiten, etwa im Hinblick auf konkrete Maßnahmen, Inhalte oder BNE-bezogene Kompetenzen. Ein niedriges Konkretisierungsniveau wie beispielsweise in Baden-Württemberg kann etwa mit der Schwierigkeit für Lehrkräfte zur Umsetzung der Ziele im Unterricht einhergehen – und entspricht eigentlich nicht der genannten Forderung der Deutschen UNESCO-Kommission. Fortbildungsangebote müssten hier in den betreffenden Bundesländern eine angemessene Unterstützung zur Umsetzung bieten – Schulbücher müssten dies zeitnah für die alltägliche Praxis flankieren. Die Frage muss erlaubt sein, ob technokratische Hinweise wie etwa in Mecklenburg-Vorpommern zu einer unterrichtlichen Berücksichtigung von BNE führen oder faktisch eher eine Alibifunktion erfüllen. Im Fachlehrplan Bayerns erscheint das Thema durch den Zusatz „z.B.“ vor

allem optional, und folglich insbesondere durch die fachliche Perspektive: als ein außermathematischer Sachverhalt, an dem mathematische Fähigkeiten erworben oder geübt werden können. BNE steht dabei wenig im Vordergrund. Dies steht der Ankündigung des Beitrags des Faches Mathematik zur BNE im Fachprofil entgegen, wo auf die Rolle der Mathematik verwiesen wird, die helfen kann, nachhaltigkeitsbezogene Aspekte in einer spezifischen Art wahrzunehmen, kritisch zu hinterfragen, besser zu verstehen u. v. m. Dieses Ziel findet sich sodann im Lehrplan aber nicht alltagstauglich konkret wieder.

Der Weg der Integration von BNE über den Lehrplan allein, der für gewöhnlich etwas allgemeiner formuliert ist, ist jedenfalls nicht ausreichend. Zur Erreichung einer sinnstiftenden Integration von BNE in den Mathematikunterricht und zur fruchtbaren Verbindung von fachlichem und sachlichem Lernen kann der in Rheinland-Pfalz eingeschlagene Weg als zielführend angesehen werden: Handreichungen formulieren beispielhaft Hinweise, Projekte oder Fragestellungen zur Umsetzung des Bildungsanliegens BNE und nehmen so eine erste Hürde auf dem Weg in den real existierenden Unterricht. Generell sollten diese auf einer unterrichtspraktischen Ebene gestaltet sein, sie sollten Metawissen für die unterrichtenden Lehrkräfte zu den wechselseitigen Potentialen von BNE und Mathematik sowie erläuternde Hinweise zur unterrichtlichen Gestaltung anhand ausgearbeiteter Aufgaben oder Projekte enthalten. Die Betrachtung der Sache durch die Brille der Mathematik muss dabei klar(er) hervortreten – wo und wie kann uns die Mathematik hier helfen, einen Aspekt aus dem Bereich Nachhaltigkeit besser zu verstehen? Aber auch, welche Aspekte erfasst sie dabei nicht? So würde einerseits dem Eindruck, BNE sei etwas *rein* Zusätzliches im Mathematikunterricht, entgegengewirkt, und andererseits dem, Mathematik könne hier alleine Probleme lösen.

Strukturell sinnvoll wäre eine substantielle fachspezifische Konkretisierung der überfachlichen Aufgabe BNE im jeweiligen Fachlehrplan, beispielsweise prominent in der Präambel. Dabei müssen Antworten auf die Frage „Welchen spezifischen Beitrag kann das Fach zur jeweiligen Leitperspektive, hier BNE, leisten?“ viel konkreter als bisher ausfallen – auf Basis fachdidaktischer Theoriebildung und Fundierung. In Bezug auf den Mathematikunterricht kann hier beispielsweise auf den Umgang mit Ungewissheit, Ungenauigkeiten und die Entwicklung von Größenvorstellungen eingegangen werden (vgl. WILHELM, 2020, 2023; WILHELM & ANDELFINGER, 2021). Daneben sollten hier auch

Implikationen von BNE für die Unterrichtskultur im Mathematikunterricht aufgegriffen werden, um zu verdeutlichen, dass BNE nicht *nur* ein neuer Lerninhalt ist (vgl. DUK, 2014, 12): Wenn Mathematikunterricht – auch über die Schule hinaus – aufklären will über Probleme oder alternative Handlungsweisen, wenn er die Bereitschaft zur verantwortlichen Nutzung von Mathematik morgen fördern will, dann spielt das Ernstnehmen der Sache – und hierzu gehört etwa auch ein zeitweiliges Überschreiten der Fachgrenze beim Treiben von Mathematik – und der Person, also eine achtsame Unterrichtskultur, eine wichtige Rolle (vgl. dazu den *Achtsamen Unterricht*, WILHELM & ANDELFINGER, 2021; WILHELM, 2023). Aufbauend auf solchen Erörterungen – etwa im Vorwort – können dann die Fachlehrpläne an entsprechenden Stellen auf das Thema verweisen, und die Kennzeichnung durch ein Symbol – wie in Baden-Württemberg – kann hier Übersichtlichkeit schaffen, auch über die Fächer hinweg. Beispielhafte Kontexte und Verweise auf die Kompetenzbereiche einer BNE (vgl. REISS, UFER, ULM & WIENHOLTZ, 2016, 303 ff.) könnten die Hinweise ergänzen.

4 Ausblick

BNE ist ein dermaßen dynamisches Thema, dass seit Redaktionsschluss dieses Artikels in einigen Bundesländern erfreulicherweise schon wieder viel passiert ist – es geht voran.

Literatur

Die umfangreichen Literaturangaben finden sich in der Online-Ergänzung zu diesem Beitrag.



KATHARINA WILHELM, *katharina.wilhelm@uni-saarland.de*, ist Studienrätin für Mathematik und Geographie an einem saarländischen Gymnasium, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Mathematik und ihre Didaktik an der Universität des Saarlandes, Referentin für BNE im Vorstand des MNU Saarland und arbeitet an einer Dissertation zum Thema. ■

Gehen Sie auf die Suche.

SUCHE IM ARCHIV DES MNU-JOURNALS

MNU journal

Das Archiv umfasst die im MNU-Journal erschienenen Artikel der Jahrgänge 1992 bis 2021. Bei Angabe mehrerer Suchbegriffe werden alle Ergebnisse angezeigt, die mindestens einen dieser Begriffe enthalten.

Suchbegriffe explorieren

Suchen

2500 Artikel des MNU-Journals wollen entdeckt werden.

Heft	Titel	Fach	Stufe
2005-02	Geometrisches Konstruieren – Unterschiedliche Zugänge am Beispiel eines geometrischen Fensteres (saharbat/mathe)	Mathematik	
2010-03	Bilder aus generativen Funktionen	Mathematik	
2013-06	Eisernen heißt Mathes – Freihandversuche im Physikunterricht	Physik	
2017-02	Experimentieren mit Hexalloxanon – Strukturen explorieren, Vermutungen überprüfen	Mathematik	SI

www.mnu-journal.de