

## **Zwei Annäherungen an eine Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Physik-Lehrkräftebildung**

*Kai Bliesmer, Michael Komorek & Jonas Tischer*

In der physikdidaktischen Lehre nähern wir uns mit zwei Modulen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE): In einem Modul wird ein fächerverbindender und im anderen ein fachüberschreitender Ansatz (Labudde, 2003) verfolgt.

Da sich mittlerweile viele auf das Konzept BNE beziehen, erscheint eine Definition, die alle Zugänge abdeckt und einen breiten Konsens findet, schwierig, wenn nicht unmöglich. Dennoch sollte jede Person, die BNE umsetzen möchte, formulieren, welche Lesart von BNE sie vertritt, also über welche Charakteristika diesbezügliche Lernsituationen verfügen müssen.

Unsere Lesart von BNE geht auf das Modell der nachhaltigen Entwicklung von Serageldin und Steer (1994) zurück, das als Nachhaltigkeitsdreieck bekannt ist. Die darin zentralen Dimensionen Soziales, Ökologie und Ökonomie stehen bei Fragestellungen nachhaltiger Entwicklung häufig im Konflikt, was einfache Lösungen verhindert. Auch wenn heute verschiedene Modellvarianten existieren – Drei-Säulen-Modell (Pufé, 2012), Vorrangmodell (Hattingh, 2004), Donut-Modell (Raworth, 2012), Viabilitätsmodell (Wilhelm et al., 2022) – so ist allen gemein, dass sie für Multiperspektivität stehen, aus der bei Fragen nachhaltiger Entwicklung Dilemmata und Ambiguitäten resultieren. Für die hieraus abgeleitete Lesart einer Bildung für nachhaltige Entwicklung ist somit die Ausbildung von Ambiguitätstoleranz (Labudde, 2014) konstitutiv, die einer Multidisziplinarität bedarf. Es kann daraus aber nicht gefolgert werden, dass einzelne Fachperspektiven für das Erreichen einer BNE keine Bedeutung hätten und zu überwinden seien, denn Multiperspektivität muss angebahnt werden. Die Auseinandersetzung mit den Einzelperspektiven ist aus unserer Sicht eine Voraussetzung für Interdisziplinarität, weil hierzu Einzelperspektiven aufeinander zu beziehen sind. Ohne sich der Potenziale, aber auch der Grenzen der Einzelperspektiven für Fragen der nachhaltigen Entwicklung bewusst zu sein, erscheint eine sinnstiftende, fundierte Interdisziplinarität, die für BNE wichtig ist, kaum möglich. Entsprechend dieser Maxime wurden zwei Module zur Realisation bzw. Anbahnung von BNE in unserer physikdidaktischen Lehre wie folgt umgesetzt.

## 1. Modul: Realisation einer BNE in ‚Energie und Klima interdisziplinär‘

Energie und Klima werden in diesem 6KP-Modul breit thematisiert, von den fachlichen Energie- und Klimakonzepten verschiedener Disziplinen über das Alltagsverständnis von Laien hinsichtlich Energie und Klima bis hin zu technischen, ökonomischen und sozialen Fragen der (nachhaltigen) Energieversorgung und Klimaanpassung. Wissen über Energie und Klima zusammen mit der Fähigkeit und der Volition, es anzuwenden, soll hier als Energie- und Klimakompetenz bezeichnet werden (vgl. Freckmann et al., 2016). Gemeint ist damit, dass die Studierenden sich die Begriffe Energie und Klima zunächst aus verschiedenen disziplinären Perspektiven erarbeiten: In der Physik ist der Begriff ‚Energie‘ bspw. an Konzepte wie Umwandlung, Erhaltung und Entwertung geknüpft, wohingegen er in der Ökonomie z. B. im Sinne einer Ware verwendet wird. Es ist Ziel des Moduls, dass die Studierenden das disziplinäre Wissen erarbeiten und im Anschluss aufeinander beziehen, woraus Dilemmata und Ambiguitäten erwachsen. Das gelingt, indem im Modul Lehr-Lern-Kontexte angeboten werden, die Problemstellungen implizieren und zu interdisziplinären Betrachtungen einladen (Beispiel: Wie sollte die Energieversorgung Deutschlands in Zeiten des Ukraine-Konflikts aussehen?). Die Studierenden sollen kompetent werden, zu erkennen, dass eine solche Frage nicht eindeutig zu beantworten ist, weil die kennengelernten Perspektiven eine Komplexität aufspannen, die keine einfachen und klaren Lösungen zulassen. Es gilt, die Ambiguitäten auszuhalten, jeweils das Für und Wider abzuwägen und selbst eine Entscheidung zu fällen, sich dabei aber der Vor- und Nachteile der eigenen Entscheidungsfindung bewusst zu werden. Eine so verstandene Energie- und Klimakompetenz hat engen Bezug zum Konzept der ‚Gestaltungskompetenz‘ (de Haan, 2008), wie sie im Bereich der Bildung für nachhaltige Entwicklung diskutiert wird (Komorek et al., 2011; Bloemen & Porath, 2012).

### 1.1 Ausrichtung des Moduls

Das Modul ist aus dem Projekt ‚Energiebildung‘ ([uol.de/energieportal](http://uol.de/energieportal)) hervorgegangen, mit dem in Niedersachsen schulische und hochschulische Energiebildung gefördert wurde. Das Modul wurde mehrfach durchgeführt und evaluiert (Freckmann et al., 2016). Am Modul wirken neben Personen aus der Fachdidaktik und Fachwissenschaft auch Expertinnen und Experten aus der regionalen Energiebranche, aus Umweltbildungszentren, Schulen und Forschungszentren – kurz: Externe – mit (Komorek et al., 2018).

Kennzeichnend ist neben dem multidisziplinären Ansatz des Moduls auch der kollaborative: Zum einen planen die Mitwirkenden das Modul gemeinsam, zum anderen arbeiten die Studierenden mit Hochschullehrenden, die teils nicht aus ihren eigenen Fächern stammen, und mit den Externen zusammen. Dabei wird ein Mix von Formaten realisiert: Gruppenprojekte, Seminare, Exkursionen und Vorträge. Grund-

sätzlich strukturieren die Studierenden die einzelnen Veranstaltungstermine und Exkursionen selbst.

Vermehrt sind Aspekte der Klimabildung ins Modul integriert worden, um die deutliche Komplementarität von Energienutzung und Klimawandel abzubilden. Damit erwachsen im Modul Aufgaben der fachlichen Klärung, des Herausarbeitens der Verknüpfungen zwischen Energie und Klima und der Aufarbeitung von Dilemmata für bestimmte Zielgruppen gemäß dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Duit et al., 2012).

### 1.2 Perspektivenvielfalt im Modul

Das Modul führt Studierende an Multidisziplinarität heran und unterstützt sie, verschiedene disziplinäre Zugänge zu verknüpfen (Interdisziplinarität). Bisherige Moduldurchgänge zeigen (Freckmann et al., 2016), dass die Studierenden weitgehend im disziplinären Denken verhaftet sind, das sie aus der Schule und Hochschule kennen. Im Modul wird verdeutlicht, dass Multi- und Interdisziplinarität nicht dazu führen, dass die Probleme unfassbar und überkomplex werden, sondern beschreibbar und verstehbar. Angebotene Perspektiven sind in Abbildung 1 dargestellt.

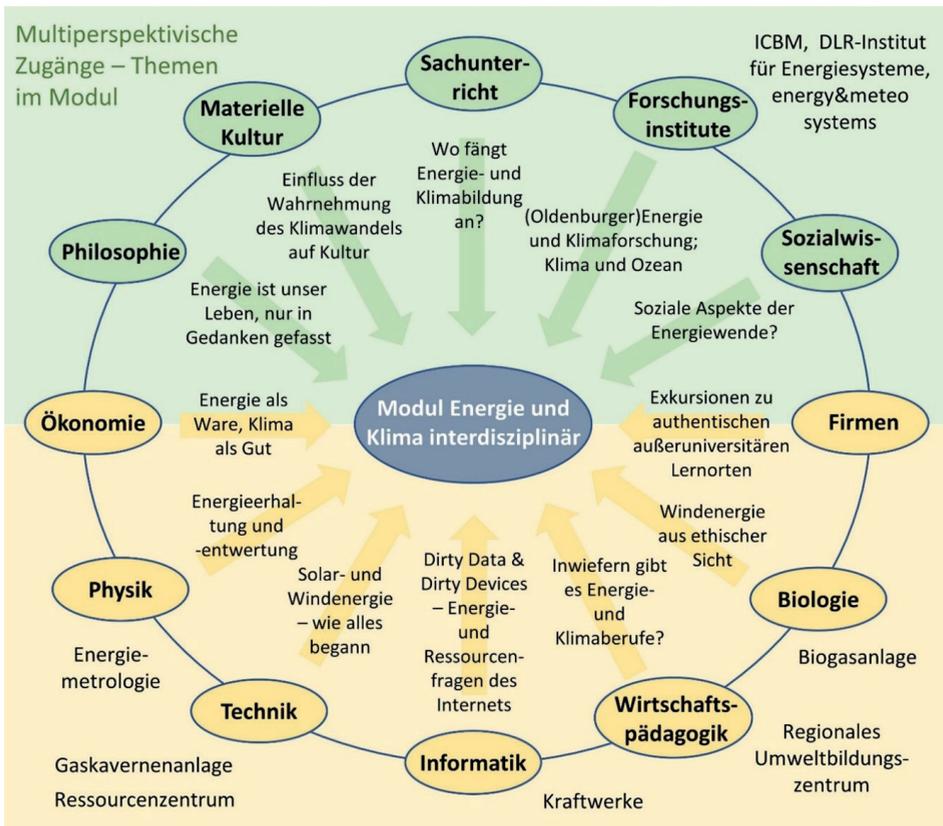


Abb. 1: Perspektiven und Themen im Modul

Das Modul ist so gestaltet, dass von den 13 zur Verfügung stehenden Terminen ca. neun Termine der Erarbeitung von Einzelperspektiven auf Energie und Klima gewidmet sind; immer je eine Perspektive pro Sitzung, geleitet von einem Experten bzw. einer Expertin (= Einzelsitzungen). Dass in Abbildung 1 mehr als neun Perspektiven zu sehen sind, liegt daran, dass nicht alle Perspektiven in jedem Moduldurchgang thematisiert werden. Welche Perspektiven zum Tragen kommen, hängt von den Kolleginnen und Kollegen ab, die am Modul teilnehmen; das wechselt von Jahr zu Jahr. Die übrigen vier Termine dienen dazu, die kennengelernten Einzelperspektiven aufeinander zu beziehen (= Vernetzungssitzungen). Hierzu dienen z. B. Exkursionen zu Energieversorgungsunternehmen oder auch Sitzungen mit Fragestellungen, die zu interdisziplinären Betrachtungen einladen (Beispielthema: „Wie könnte Deutschlands Energieversorgung in Zeiten des Ukraine-Konflikts aussehen?“). Solche Vernetzungssitzungen sind nicht alle am Ende des Moduls verortet, sondern zwischen den Einzelsitzungen, sodass die Studierenden üben, kennengelernte Einzelperspektiven aufeinander zu beziehen. Im Folgenden werden in Ergänzung zur Abbildung 1 einige Perspektiven mit Blick auf ihren Beitrag zum Modulthema „Energie und Klima“ kurz konkreter vorgestellt.

### 1.2.1 Gesellschaftliche/sozialwissenschaftliche Perspektive

Hier spielt die allgemeine Lebensqualität eine Rolle (Gallego Carnera et al., 2013), was Familie, Kultur und Sicherheitsfragen einschließt. Änderungen der Energieversorgung berühren das soziale Zusammenleben etwa aufgrund der Lage von Kraftwerken, des gerechten und bezahlbaren Zugangs zu Energie oder der Akzeptanz von Versorgungsszenarien.

### 1.2.2 Politische Perspektive

Politische Entscheidungen im Energiesektor, wie der Ausstieg aus Kernenergie und Kohle sowie die Nutzung erneuerbarer Energien, haben Einfluss auf gesellschaftliche Prozesse sowie das Nutzungsverhalten bzgl. Energie des Einzelnen, was Interessenskonflikte begründet.

### 1.2.3 Ökologische Perspektive

Hier werden Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen, ihrer Umwelt und den Lebensgrundlagen des Menschen betrachtet. Die Bewertung ökologischer Nachteile von Energiequellen, ihre Erschließung und Auswirkungen ihrer Nutzung auf Umwelt und Klima stehen im Blick.

#### 1.2.4 Moralische/ethische/philosophische Perspektive

Bewertungen, wie die Gesellschaft Energie nutzt – in welchem Umfang, aus welchen Quellen und mit welchen Gefährdungen –, finden immer auf Basis moralischer Grundsätze und Wertvorstellungen bzgl. Klimaschutz, Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit statt. Verknüpft damit sind Dilemmata und Konflikte, ggf. Kriege.

#### 1.2.5 Ökonomische Perspektive

Energie ist eine Ware und gehorcht damit den Gesetzen von Angebot und Nachfrage. Der Zugang zu knappen Energieträgern wird für Volkswirtschaften zur Existenzfrage, wobei eine sichere Energieversorgung positiv auf die wirtschaftliche Prosperität wirkt.

#### 1.2.6 Informatische Perspektive

Diese spielt eine größer werdende Rolle in Versorgungsszenarien, die auf erneuerbare Energien setzen. Intelligente Steuersysteme, die über das Internet alle Angebote mit allen Bedarfen vernetzen (Smart Grid), nehmen an Bedeutung zu.

#### 1.2.7 Chemische, biologische, physikalische Perspektiven

Von den naturwissenschaftlichen Perspektiven wird ein wesentlicher Beitrag zum Verstehen der Konzepte Energie und Klima erwartet. Naturwissenschaften werden im Gegenzug für negative wirtschaftliche oder technologische Entwicklungen verantwortlich gemacht.

#### 1.2.8 Technische/technologische Perspektive

Sie ist die Perspektive, in der naturwissenschaftliche Erkenntnisse für eine technologische Umsetzung genutzt werden. Sie bezieht sich auf Fragen theoretischer, numerischer und experimenteller Innovationen, etwa im Bereich der Elektromobilität.

### 1.3 Erfahrungen und Begleitforschung

Erfahrungen im Modul zeigen, dass es Studierende stark herausfordert, Perspektiven ihrer Fächer zu verlassen oder zu überschreiten. Grund sei, so die Studierenden, dass die beteiligten Personen aus der Fachwissenschaft und die Externen (s. o.) andere Begrifflichkeiten und unvertraute pragmatische Zugänge nutzten. Diese weichen oft vom kanonischen Wissen ab, das sie aus ihrem Studium kennen. Wie gezeigt werden konnte (Freckmann et al., 2016), ermöglicht das Modul Studierenden dennoch, charakteristische Fälle und Situationen im Lichte bislang unvertrauter Disziplinen zu analysieren. Zu verzeichnen sind ein deutlicher Wissenszuwachs und eine erweiterte Fähigkeit, unterschiedliche Perspektiven auf Energie und Klima begründet zu ver-

knüpfen. Mit einer qualitativen Prä-post-Befragung mit Concept Mapping (Freckmann et al., 2016) konnte in einem der Moduldurchgänge festgestellt werden, dass die Studierenden anfangs zwei bis neun Perspektiven auf Energie und Klima anführen, am Ende des Moduls aber acht bis 17. Die Anzahl der hergestellten Verknüpfungen zwischen den Perspektiven verfünffacht sich. In der Prä-Befragung ist das Wissen zu Energie und Klima oft fundiert, stammt aber nur aus einer Fachperspektive; verknüpft wird meist nur mit einer weiteren fachlichen Perspektive. In der Post-Befragung konnten Studierende fünfmal mehr Verknüpfungen anhand ihrer Concept Maps begründen und mit Beispielen sowie Dilemmata illustrieren. Sie bildeten am Ende des Seminars differenziertere Verknüpfungsnetze; ihr Verständnis einzelner Perspektiven hatte sich erweitert. Dennoch wünschen sich Studierende mehr handlungsorientiertere Sitzungen, eine stärkere Thematisierung der ethisch-moralischen Perspektive und teils tiefgründigere Betrachtungen einzelner Fragestellungen, z. B. hinsichtlich Lebensstile (vgl. Komorek et al, 2018).

## **2. Modul: Anbahnung einer BNE in ‚Physikdidaktische Forschung für die Praxis‘**

Um BNE durch einen Beitrag direkt aus der Physik anzubahnen, wurde das 6KP-Mastermodul ‚Physikdidaktische Forschung für die Praxis‘ neu ausgerichtet. Die Studierenden arbeiten projektartig in Kleingruppen. Sie haben die Aufgabe, Lehr-Lern-Angebote mit BNE-Bezug für das Oldenburger Lehr-Lern-Labor ‚physiXS‘ zu entwickeln und zu erproben.

### **2.1 Theoretische Fundierung für die Anbahnung von BNE in der Fachdidaktik**

Um BNE aus der Physik heraus anzubahnen, wurde eine theoretische Fundierung entlang fachdidaktischer Konzepte entwickelt; sie dient als Arbeitsgrundlage im Modul.

#### **2.1.1 Kontextorientierung**

Die Studierenden sollen kontextorientierte Lehr-Lern-Angebote (Nentwig & Waddington, 2005) entwickeln; also lebensweltbezogene Frage- und Problemstellungen in die Angebote integrieren. Gemäß Nawrath (2010) existieren zwei Vorgehen der Kontextorientierung. Das ist zum einen das fachsystematische Vorgehen: Hier stehen die fachlichen Sachstrukturen im Vordergrund, wobei Kontexte in dienender Funktion in das Lehr-Lern-Angebot einbezogen werden, um zu illustrieren und zu motivieren. Komplementär dazu gibt es das kontextstrukturierte Vorgehen: Hier ist das Verstehen des Kontextes, in dem auch eine Handlungsfähigkeit hergestellt werden soll, das Ziel. Dienende Funktion haben hier die fachlichen Inhalte, um die aus dem Kontext erwachsenen Frage- und Problemstellungen zu beantworten. Für das Vor-

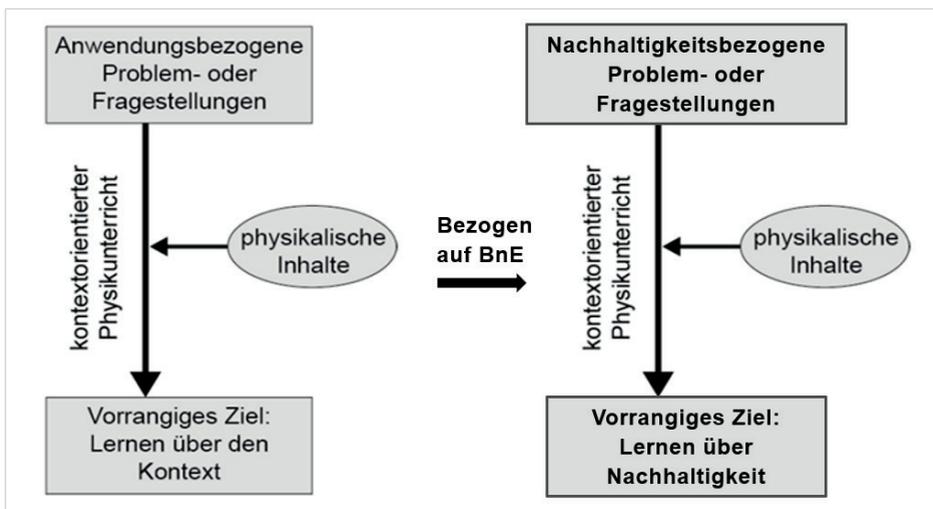


Abb. 2: Adaption des kontextstrukturierten Vorgehens für BNE-Zwecke

haben, Problem- und Fragestellungen einer nachhaltigen Entwicklung in das Modul zu integrieren, stellt das kontextstrukturierte Vorgehen die bessere Passung dar. Es wurde in Anlehnung an Nawrath (2010) adaptiert, wie in Abbildung 2 dargestellt.

Für die Strukturierung der Lehr-Lern-Angebote müssen die Studierenden einen Kontext in der Untermenge aller denkbaren Kontexte identifizieren, aus dem sich eine nachhaltigkeitsbezogene Frage- oder Problemstellung ableiten lässt. Entlang solcher Kontexte soll die Fachperspektive der Physik entwickelt sowie ihre Bedeutung und Grenzen für die nachhaltige Entwicklung erschlossen werden.

Geeignete Kontexte lassen sich durch Ausdifferenzierung der Sustainable Development Goals (United Nations, 2015) identifizieren. Für die Physik wurde von Studierenden beispielsweise über das Sustainable Development Goal Nr. 7 (bezahlbare und saubere Energie) ein geeigneter Kontext identifiziert, der die Kontroversität von Windkraftanlagen aufgreift. Denn einerseits gelten solche Anlagen als zukunftsweisende Technologie, um sauber elektrische Energie zu erhalten, andererseits werden sie von Teilen der Bevölkerung wegen befürchteter Infraschallemissionen abgelehnt.

### 2.1.2 Didaktische Rekonstruktion

Geeignete Kontexte müssen von den Studierenden nicht nur identifiziert, sondern auch fachdidaktisch aufbereitet werden. Hierbei setzen sie das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Duit et al., 2012; Komorek et al., 2023) ein. Das Modell wird in diesem Fall jedoch nicht nur auf einen kanonischen fachlichen Inhalt (z. B. Induktion), sondern auf einen nachhaltigkeitsrelevanten Kontext (z. B. Infraschall von Windkraftanlagen) angewendet: Kontext und Fachinhalt werden beide ins Auge gefasst. Das verändert die zu leistenden Aufgaben: Es geht bei der fachlichen Klärung nun sowohl um die dem Kontext zugrunde liegenden fachlichen Inhalte als auch um

den Kontext selbst, indem z. B. sein Bezug zu einer nachhaltigen Entwicklung analysiert wird. Das Gleiche gilt für die Erfassung von Lernendenperspektiven, wo nicht nur fachbezogene Vorstellungen von Laien beforcht werden, sondern auch Laienvorstellungen vom Kontext, z. B. dessen Bedeutung für nachhaltige Entwicklung, Alltagsrelevanz etc. Werden die fachliche Klärung und die Erfassung von Lernendenperspektiven im Rahmen der didaktischen Strukturierung aufeinander bezogen, muss dies als eine ‚didaktische Kontextstrukturierung‘ verstanden werden, denn es wird im Sinne von Abbildung 2 ein kontextstrukturierter Ansatz verfolgt, um eine Verbindung zwischen Fachperspektive und nachhaltiger Entwicklung herzustellen.

## 2.2 Ablauf des Moduls

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Der Vorlesungsteil findet im Plenum statt. Hier werden die beschriebene theoretische Fundierung vorgestellt, die Ziele diskutiert und Kleingruppen zu je vier Studierenden gebildet, die entlang der Didaktischen Rekonstruktion ein kontextstrukturiertes Lehr-Lern-Angebot entwickeln. Der gewählte Kontext muss hierbei die Bedingung erfüllen, dass er sowohl einen Bezug zur nachhaltigen Entwicklung als auch zur Physik ermöglicht. Im Vorlesungsteil erklärt der bzw. die Dozierende, welche Aufgaben im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion zu bewältigen sind und welcher Zeitplan einzuhalten ist. Außerdem stellen die Studierenden im Vorlesungsteil ihre Zwischenergebnisse in Kurzvorträgen regelmäßig zur Diskussion. Im Gegensatz hierzu dient der Übungsteil der individuellen Betreuung der Kleingruppen, indem jede Woche Sprechstunden angeboten werden, die von den Gruppen bedarfsorientiert gebucht werden können. In das Zeitkontingent des Übungsteils fließt auch die Entwicklung und Erprobung des Lehr-Lern-Angebots im Lehr-Lern-Labor *physiXS* ein. Insgesamt gilt der folgende Ablauf- und Zeitplan, der durch die Struktur des Modells der Didaktischen Rekonstruktion vorgegeben wird. Zur besseren Verständlichkeit ist als Beispiel der Kontext ‚Infraschall bei Windkraftanlagen‘ aufgeführt:

### 1. Phase – fachliche Klärung (Monate 1 und 2)

Die Studierenden analysieren den Kontext: Sie arbeiten mit Blick auf das Nachhaltigkeitsdreieck von Serageldin und Steer (1996) den Bezug des Kontexts zur nachhaltigen Entwicklung heraus (z. B. Rolle von Windkraftanlagen für die nachhaltige Entwicklung) und elementarisieren (Duit et al., 2012) die dem Kontext zugrunde liegenden physikalischen Fachinhalte (z. B. zu Schall und Infraschall).

### 2. Phase – Erfassung von Lernendenperspektiven (Monate 2 und 3)

Die Studierenden recherchieren fachbezogene Laienvorstellungen aus ihnen bekannten Quellen (z. B. Schecker et al., 2018) und führen auch selbst Befragungen durch; insbesondere dazu, inwiefern Laien den gewählten Kontext (hier: Infraschall bei Windkraftanlagen) als nachhaltigkeitsrelevant und fragwürdig auffassen.

3. *Phase – didaktische Kontextstrukturierung (Monate 3 und 4)*

Die Studierenden entwerfen auf Basis der Ergebnisse aus beiden vorigen Phasen eine didaktische Strukturierung für ein Lehr-Lern-Angebot. Gesetzt ist, dass das Angebot stets vom Kontext (hier: Infraschall bei Windkraftanlagen) ausgeht und dieser Kontext bis zum Ende durchgehalten wird. Daher wird aus der didaktischen Strukturierung im Sinne von Abbildung 2 eine sog. ‚didaktische Kontextstrukturierung‘.

4. *Phase – Durchführung des Lehr-Lern-Angebots (Monat 4)*

Kinder, Jugendliche oder interessierte Erwachsene (je nach Zielgruppe) werden in die Universität eingeladen und das Lehr-Lern-Angebot wird erprobt. Die Kleingruppe, die das Angebot entworfen hat, teilt sich auf: Einige Mitglieder führen das Angebot durch, die anderen betreiben währenddessen qualitative Begleitforschung (Vogt, 2020), um später Verbesserungsvorschläge für ihr Angebot unterbreiten zu können.

5. *Phase – Anfertigung des Berichts (bis Semesterende)*

Als Prüfungsleistung fertigen die Studierenden einen Abschlussbericht an, in dem sie die Entwicklung ihres Angebots entlang des Modells der Didaktischen Rekonstruktion reflektieren, die Ergebnisse ihrer Begleitforschung vorstellen und daran Verbesserungsvorschläge für ihr Angebot begründen.

### 2.3 Erfahrungen

Als wichtig für die Projektarbeit haben sich der Zeitplan samt Meilensteinen sowie die engmaschige Begleitung der Studierenden in der individuellen Beratung (Übung) und in der regelmäßigen Präsentation im Plenum (Vorlesung) erwiesen. Insgesamt zeigt sich, dass das Modul die Studierenden vor allem hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Selbstorganisation stark fordert, dabei aber mitunter beeindruckend kreative Outputs zur Verbindung von Fachperspektive mit BNE entstehen. Als durchgängiges Muster in den Angeboten hat sich herausgestellt, dass die Studierenden als Kontext für eine konkrete Problemstellung der nachhaltigen Entwicklung von Konflikten zwischen ökonomischer, sozialer und ökologischer Perspektive ausgehen. An diesen Konflikten wird dann beleuchtet, inwiefern die physikalische Sicht, mitsamt Möglichkeiten und Grenzen, neue Einsichten in den jeweiligen Konflikt bietet. Das Gelingen der Verbindung zwischen der Fachperspektive und BNE hängt dann entscheidend davon ab, ob tatsächlich das kontextstrukturierte Vorgehen durchgehalten wird; denn es besteht durchgängig das Risiko, dass die Studierenden die Kontexte lediglich als Aufhänger für die Auseinandersetzung mit Physik nutzen und den Kontext später nicht wieder aufgreifen. Das wäre ein Kapitalfehler, auf den die Dozierenden unbedingt achten müssen. Die Studierenden müssen dazu bewegt werden, den Kontext ins Zentrum zu stellen und ihn durchzuhalten.

### 3. Fazit

Die Ansätze zeigen, dass man sich unter Nutzung vorhandener Veranstaltungsformate und Module der Bildung für nachhaltige Entwicklung nähern kann. Solche Ansätze können somit die nötige Schaffung neuer Studienmodule und Veranstaltungsformate ergänzen, um das Bestreben, BNE in die universitäre Lehre zu integrieren, bestmöglich zu flankieren. Zum einen können Ringveranstaltungen, Kolloquien etc., die bislang additiv disziplinbezogene Beiträge vereinten, unter ein BNE-Motto gestellt werden; dieses kann sich aus den 17 SDGs speisen. Im Effekt kann dann aus einer Multidisziplinarität am Ende eine Interdisziplinarität entstehen, wenn sowohl die Dozierenden als auch die Studierenden in den inhaltlichen Austausch kommen und zur Perspektivübernahme bereit sind. Zum anderen können disziplinäre Veranstaltungen mit einer geeigneten Kontextualisierung ‚über ihren Tellerrand‘ hinaussehen sowie hinausgehen und dabei eine BNE anbahnen.

### Literatur

- Bloemen, A. & Porath, J. (Hrsg.) (2012). *Dimensionen und Referenzpunkt von Energiebildung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik*. Hampp.
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a Framework for improving Teaching and Learning Science. In D. Jorde & J. Dillon (Hrsg.), *Science Education Research and Practice in Europe. Retrospective and Prospective* (S. 13–37). Sense Publishers.
- Freckmann, J., Niesel, V. & Komorek, M. (2016). Modul ‚Energie interdisziplinär‘. In J. Menthe, D. Höttecke, T. Zabka, M. Hammann & M. Rothgangel (Hrsg.), *Befähigung zur gesellschaftlichen Teilhabe. Beiträge der fachdidaktischen Forschung* (S. 317–322). Waxmann.
- Gallego Carrera, D., Ruddat, M. & Rothmund, S. (2013). *Gesellschaftliche Einflussfaktoren im Energiesektor – Empirische Befunde aus 45 Szenarioanalysen*. Universität Stuttgart.
- Haan, G. de (2008). Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In I. Bormann & G. de Haan (2008). *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 23–43). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Hattingh, J. (2004). Speaking of Sustainable Development and Values ... a Response to Alistair Chadwick's Viewpoint Responding to Destructive Interpersonal Interactions: A way forward for school-based environmental educators. *Southern African Journal of Environmental Education*, 21, 157–165.
- Komorek, M., Bliesmer, K., Richter, C. & Sajons, C. (2023). Modell adaptiv-zyklischen Forschenden Lernens für die Professionalisierung angehender Physiklehrkräfte. In H. Rautenstrauch (Hrsg.), *Forschendes Lernen in der Universität – Ein fach- und fachrichtungsbezogener Blick auf die Lehrkräftebildung* (S. 198–207). wbg.
- Komorek, M., Freckmann, J., Hofmann, J., Niesel, V. & Richter C. (2018). Moderne Physik und Energiebildung als Beispiele für die Vernetzung von Fach und Fachdidaktik. In I. Glowinski, A. Borowski, J. Gillen, S. Schanze & J. von Meien (Hrsg.), *Kohärenz in der universitären Lehrerbildung – Vernetzung von Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaften* (S. 53–75). Universitätsverlag Potsdam.

- Komorek, M., Niesel, V. & Rebmann, K. (Hrsg.) (2011). *Energiebildung für eine gestaltbare Zukunft*. BIS-Verlag.
- Labudde, P. (2003). Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: eine zu wenig genutzte Chance. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 1(2), 48–66.
- Labudde, P. (2014). Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht – Mythen, Definitionen, Fakten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 20(1), 11–19.
- Nawrath, D. (2010). *Kontextorientierung. Rekonstruktion einer fachdidaktischen Konzeption für den Physikunterricht*. BIS-Verlag.
- Nentwig, P. & Waddington, D. (2005). *Making it relevant. Context based learning of science*. Waxmann.
- Pufé, I. (2012). *Nachhaltigkeit*. UTB.
- Raworth, K. (2012). *A Safe and Just Space for Humanity: Can we live within the doughnut?* Oxfam.
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M. & Duit, R. (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Springer.
- Serageldin, I. & Steer, A. (1994). *Making Development Sustainable. From Concepts to Actions*. World Bank.
- United Nations (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/70/1)*. Verfügbar unter: [https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A\\_RES\\_70\\_1\\_E.pdf](https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf)
- Vogt, M. (2020). Qualitative Forschung in den naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken. In E. Kircher, R. Girwidz & H. E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik. Methoden und Inhalte* (S. 37–65). Springer.
- Wilhelm, M., Amacker, V. & Rehm, M. (2022). Das Viabilitätsmodell: vom Konzept der «sensitiven Nachhaltigkeit» in Hinblick auf die digitale Transformation lernen. In J. Weselek, F. Kohler & A. Siegmund (Hrsg.), *Digitale Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 9–21). Springer.



Onlinematerial

Kai Bliesmer, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Carl-v.-Ossietzky-Str. 9-11, 26129 Oldenburg  
 kai.bliesmer@uni-oldenburg.de

Michael Komorek, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Carl-v.-Ossietzky-Str. 9-11, 26129 Oldenburg  
 michael.komorek@uni-oldenburg.de

Jonas Tischer, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Carl-v.-Ossietzky-Str. 9-11, 26129 Oldenburg  
 jonas.tischer@uni-oldenburg.de