

Physikbezogene BNE didaktisch rekonstruiert

Kai Bliesmer*, Michael Komorek*

* Universität Oldenburg, Carl-von-Ossietzky-St. 9-11, 26129 Oldenburg
kai.bliesmer@uni-oldenburg.de, michael.komorek@uni-oldenburg.de

Kurzfassung

Im Verbund der Oldenburger Lehr-Lern-Labore (OLELA) richtet die Physikdidaktik zurzeit ein Schüler:innen- und Bürger:innenlabor zur Energie- und Klimabildung ein. Da es sich hierbei um Themen handelt, die über große Relevanz für die Transformation in eine nachhaltige Gesellschaft verfügen, besteht in den Lehr-Lern-Angeboten des Labors die Chance, eine Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) zu erreichen. Diese Chance soll ergriffen werden, indem perspektivisch viele Fächer ihren jeweiligen disziplinären Beitrag zu einem solchen Lehr-Lern-Labor im Hinblick auf eine BNE beisteuern sollen. Hieraus erwächst für die Physikdidaktik die Fragestellung, wie ihr disziplinärer Beitrag zu einem solchen Labor aussehen könnte. Ein möglicher Beitrag, der darauf setzt, Studierende mit dem Ziel Lehramt Physik im Rahmen ihrer Lehrkräfteprofessionalisierung in die fachdidaktisch fundierte Entwicklung und Erprobung entsprechender Angebote einzubinden, wird im Folgenden vorgestellt. Er beruht auf einer Verknüpfung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion (Duit et al., 2012) mit dem Ansatz der Kontextstrukturierung nach Nawrath (2010), der auf nachhaltigkeitsbezogene Frage- und Problemstellungen ausgerichtet wird.

1. Ausgangslage

Bereits seit vielen Jahren engagiert sich die Physikdidaktik Oldenburg für die Verankerung von Elementen einer BNE in die Hochschulbildung und die regionale Bildungslandschaft. Bisher wurden diesbezüglich Lehrexporte in den Professionalisierungsbereich angestrengt, wie z. B. das Modul "Energie interdisziplinär" (Freckmann, Niesel & Komorek, 2016). In dem Modul wird mit verschiedensten anderen Disziplinen (Fachdidaktik und Fachwissenschaft) zusammengearbeitet und in jeder Sitzung im Seminar eine andere, fachbezogene Perspektive auf das Thema Energie vorgestellt, um die Charakteristika der Perspektive und ihre diesbezügliche Bedeutung zu erarbeiten. Highlights des Moduls sind Exkursionen und Vernetzungsübungen, in denen die vorab herausgearbeiteten Perspektiven aufeinander bezogen werden. So wird eine Multidisziplinarität erreicht, die für die Realisation einer BNE unabdingbar ist. Des Weiteren wurden in einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekt sog. BNE-Unterrichtsexkursionen mit der einer Schule auf Spiekeroog sowie mit verschiedenen Schulen in Oldenburg umgesetzt (Bliesmer & Komorek, 2021), um diese beim Wunsch nach BNE-Angeboten zu unterstützen.

Die zunehmende Bedeutung einer BNE, die sich im Land Niedersachsen insbesondere durch den BNE-Erlass (Niedersächsisches Kultusministerium, 2021) zeigt, hat dazu bewogen, BNE stärker in die physikdidaktische Lehre zu integrieren, damit alle Studierenden mit dem Ziel Lehramt Physik während ihres Studiums mit dem Konzept in Kontakt kommen und sich so die Bedeutung auch der Physik für die nachhaltige Entwicklung erschließen können. Um dieses

Vorhaben umzusetzen, wurde beschlossen, ein Schüler:innen- und Bürger:innenlabor zur Energie- und Klimabildung einzurichten, das als Lehr-Lern-Labor (Priemer & Roth, 2020) in die Lehre integriert wird. Die Idee hierbei ist, dass Studierende der Masterphase unter Anleitung selbst entsprechende Bildungsangebote für das Lehr-Lern-Labor entwickeln und erproben. Dort wird über die Themengebiete Energie und Klima sowohl ein Bezug zur Physik als auch ein Bezug zu einer nachhaltigen Entwicklung hergestellt. So machen die Studierenden sich einerseits mit der Verbindung von Physik und Nachhaltigkeit in Lehr-Lern-Angeboten vertraut und andererseits stehen für die Bevölkerung BNE-Angebote an der Universität zur Verfügung.

2. Herleitung einer Lesart von BNE

Um die Themengebiete Energie und Klima aus physikalischer Sicht an einer BNE auszurichten, ist es zunächst nötig, die Lesart von BNE darzustellen, die wir im Hinblick auf entsprechende Lehr-Lern-Angebote vertreten. Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass es im Folgenden nicht darum geht, vollumfänglich zu klären, was BNE ist oder eine Definition zu formulieren. Denn eine Definition, auf die sich alle einigen können, erscheint wegen der Breite des Konzepts und wegen unterschiedlicher Schwerpunktsetzungen der BNE-Akteur:innen nur schwierig möglich. Jedoch sollte jede Person, die eine BNE zu realisieren sucht, ihre eigene literaturbasierte Lesart ausformulieren, also beantworten, was BNE aus ihrer Sicht auszeichnet.

2.1. Modelle der nachhaltigen Entwicklung

Es folgt nun eine Übersicht über Modelle der nachhaltigen Entwicklung, die meist in grafischer Form

dargestellt werden. Es sind daher stets entsprechende Links zu den Quellen eingepflegt, sodass die grafischen Darstellungen eingesehen werden können.

Die im vorliegenden Beitrag vorherrschende Lesart von BNE fußt im Wesentlichen auf Ideen zur nachhaltigen Entwicklung, die von Serageldin und Steer (1994) erdacht wurden. Beide konstatieren, dass bei Frage- und Problemstellungen der nachhaltigen Entwicklung meist drei zentrale Perspektiven im Konflikt stehen, bei denen es sich um Ökologie, Ökonomie und Soziales handelt. Ihre Ideen haben Serageldin und Steer (1994, S.5) pointiert grafisch in Form eines Dreiecks dargestellt. Es handelt sich dabei um das Original einer gemeinhin als Nachhaltigkeitsdreieck bekannten Abbildung ([Link](#)). Zwei Jahre später wurde das Modell insofern weiterentwickelt, als die wechselseitigen Bezüge zwischen den zentralen Perspektiven deutlicher herausgestellt wurden (Serageldin, 1996, S.3) ([Link](#)).

Ausgehend vom Nachhaltigkeitsdreieck sind in den Folgejahren neue Darstellungen entstanden, wie beispielsweise das Drei-Säulen-Modell, das zusätzlich rechtliche Rahmenbedingungen für nachhaltige Entwicklung aufnimmt, oder das Dreiklangmodell, das jeweils Schnittmengen einer nachhaltigen Entwicklung zwischen den drei zentralen Perspektiven beschreibt. Diese Modelle wurden von Pufé (2012, S.115) vergleichend diskutiert und sind bei Kropp (2019, S.11) einsehbar ([Link](#)).

Weitere Modelle hierarchisieren die drei üblicherweise aufgeführten Perspektiven und stellen die Bedeutung der ökologischen Perspektive heraus, indem argumentiert wird, dass ohne ökologische Nachhaltigkeit keine Nachhaltigkeit im Sozialen oder Ökonomischen zu erreichen sei. Das Vorrangmodell von Hattingh (2004, S.161) ist die erste Variante einer so hierarchisierten Darstellung ([Link](#)).

Eine von den bisherigen Darstellungen stark abweichende Variante ist von Raworth (2012) vorgeschlagen worden und wird als Donut-Modell bezeichnet ([Link](#)). Das Modell basiert auf den Arbeiten von Rockström und Kolleg:innen (2009) zu den planetaren Grenzen der Erde. Das Modell ist in verschiedene für die nachhaltige Entwicklung relevante Kategorien segmentiert und sagt aus, dass das Ziel nachhaltiger Entwicklung bedeutet, eine ausreichende Versorgung der Bevölkerung sicherzustellen, die eine Mindestgrenze ("social foundation") nicht unterschreitet, aber gleichzeitig die ökologischen Grenzen ("environmental ceiling") nicht überschreitet. Das impliziert eine begrenzte Zone, in der das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung erreicht ist. Außerdem kann je nach Kategorie geprüft werden, in welche Richtung vom Ziel abgewichen wird.

Obwohl alle Modelle sich im Detail unterscheiden, so implizieren sie im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung doch stets eine Multiperspektivität, die auf Dilemmata und Ambiguitäten abhebt und damit illustriert, dass für Frage- und Problemstellungen der

nachhaltigen Entwicklung keine einfachen Antworten bzw. Lösungen existieren, sondern jene von der Perspektive abhängen, unter denen die Frage- und Problemstellungen betrachtet werden. Multiperspektivität, die sich in den drei zentralen Perspektiven Ökologie, Soziales und Ökonomie ausdrückt, wird von der UN (2015, S.1) in ihrer Resolution A/RES/70/1 als Charakteristikum der dort verabschiedeten Sustainable Development Goals (SDGs) betont: "The 17 Sustainable Development Goals [...] are integrated and indivisible and balance the three dimensions of sustainable development: the economic, social and environmental". Hallitzky (vgl. 2008, S.159) unterstreicht, dass Multiperspektivität und daraus resultierende Dilemmata der nachhaltigen Entwicklung hohes didaktisch-pädagogisches Potenzial aufweisen, weil sich daran BNE-Schlüsselkompetenzen wie z. B. das Aushalten von Komplexität ausbilden lassen.

2.2. Orientierung an überzeitlichen Ideen

Die Lesart von BNE eher am Umgang mit Multiperspektivität und Dilemmata festzumachen und den Inhalten diesbezüglich dienende Funktion zuzuweisen, erscheint auch mit Blick auf das von Ladenthin (vgl. 2005, S.18) formulierte Didaktische Zukunftsparadox angezeigt. Mit diesem Begriff kritisiert er, dass gegenwärtige Bildungsinhalte häufig durch Zukunftsentwürfe motiviert werden, obwohl niemand mit Sicherheit beurteilen kann, wie die Zukunft sein wird. Zudem charakterisiert Ladenthin (vgl. 2005, S.134) solche aus Zukunftsentwürfen abgeleitete Bildungsinhalte als unzulässige Instrumentalisierung der Lernenden, weil das Ziel von Bildung darin bestehe, Lernende zu befähigen, ihre Zukunft selbst zu gestalten und nicht ein in der Gegenwart erdachtes Zukunftsbild zu verwirklichen.

Dass hinsichtlich BNE durchaus eine Gefahr besteht, einem solchen Didaktischen Zukunftsparadox anheimzufallen, wird auch anhand der Aussagen von Künzli David, Bertschy und Di Giulio (vgl. 2010, S.218) deutlich, die der BNE eine starke Visionsorientierung attestieren. Im Einklang mit den Mahnungen von Ladenthin (2005) fordern Künzli David & Bertschy (2013, S.38), demnach dass "sich das pädagogische Handeln im Rahmen einer BNE an der überzeitlichen regulativen Idee und nicht an deren zeitlich bedingten Konkretisierungen orientiert".

2.3. Fazit

Für uns bedeuten diese Mahnungen bzw. Empfehlungen, dass für unsere Lesart einer BNE nicht die Auswahl von (zeitabhängigen) Themen BNE legitimiert. Zwar sind die Themen durchaus wichtig, aber sie haben stets dienende Funktion, um überzeitliche Aspekte zu adressieren, wie die in den vielen Modellen dargestellte Auseinandersetzung mit verschiedenen Perspektiven und das Eruiere ihrer Bedeutung für die nachhaltige Entwicklung sowie der Umgang mit unklaren, durch Zielkonflikte und Ambiguitäten (Holst, 2022) geprägten Situationen.

3. Anbahnung von Multiperspektivität

Obwohl gemäß der hergeleiteten Lesart Multiperspektivität für die Realisierung einer BNE entscheidend ist, darf daraus nicht übergeneralisierend gefolgert werden, einzelne (Fach-)perspektiven hätten für BNE keine Bedeutung mehr. Ganz im Gegenteil: Die angestrebte Multiperspektivität setzt auf die Stärken disziplinärer Zugänge, die jeweils durch ihre eigenen Modi der Weltbegegnung (Baumert, 2002) gekennzeichnet sind. Andernfalls verliert sich BNE im Allgemeinen und im Oberflächlichen. Multiperspektivität muss jedoch angebahnt werden, indem die (Fach-)perspektiven mit ihren jeweils einzigartigen Zugängen im Hinblick auf Möglichkeiten und Grenzen des Beitrags zu einer BNE ausgeleuchtet werden. Für uns besteht diese Aufgabe hinsichtlich der Physik.

Erst eine solche Feststellung legitimiert die Integration von BNE in die physikdidaktische Pflichtlehre. Denn dort sollen die Studierenden sich mit physikalischen Konzepten in Vermittlungssituationen auseinandersetzen. Diese Bedingung ist auch im hier vorgestellten Ansatz der BNE-Integration erfüllt, wobei nun jedoch zusätzlich die Spezifika des physikalischen Zugangs und seine Bedeutung für Frage- und Problemstellungen nachhaltiger Entwicklung ausgeleuchtet werden. Es wird also geprüft, wie sich physikalische Inhalte und Themen der nachhaltigen Entwicklung gegenseitig befruchten können.

4. Adaption von fachdidaktischen Konzepten

Wie bereits geschildert, wird zur Thematisierung des Verhältnisses zwischen BNE und der physikalischen Perspektive ein Lehr-Lern-Labor zur Energie- und Klimabildung eingerichtet, für das die Studierenden im Rahmen ihrer Professionalisierung Bildungsangebote entwickeln und erproben. Das Thema des Labors hat stets dienende Funktion, um daran die Bedeutung der physikalischen Perspektive für nachhaltige Entwicklung erschließen zu können. Der thematische Rahmen ist eng genug, um einen Bezug zur Physik sicherzustellen, trotzdem aber auch ausreichend breit, sodass die Studierenden unterschiedliche Angebote entwickeln und verschiedene Schwerpunkte setzen können. Um diesem Vorhaben eine Struktur zu verleihen und die Studierenden zu unterstützen, wurden etablierte Konzepte der Fachdidaktik, die bereits seit jeher in der Lehre vorkommen, adaptiert und aufeinander bezogen.

4.1. Kontextstrukturierung

In den Lehr-Lern-Angeboten soll eine Orientierung an Kontexten (Nentwig & Waddington, 2005; Duit & Mikelskis-Seifert, 2010) erfolgen. Das bedeutet, lebensweltbezogene Frage- oder Problemstellungen in die Angebote zu integrieren. Eine solche Integration kann unterschiedlich umgesetzt werden, wie Nawrath (2010) betont. Er unterscheidet zwei Vorgehen der Kontextorientierung. Das ist zum einen das fachsystematische Vorgehen, wo nach wie vor

die (physikalischen) Sachstrukturen im Vordergrund stehen. Kontexte haben hier dienende Funktion und werden zur Motivation oder zur Verdeutlichung herangezogen. Es kann zum anderen aber auch das umgekehrte Vorgehen angewendet werden, das er als Kontextstrukturierung bezeichnet. Hier wird vom Kontext ausgegangen und das primäre Ziel besteht darin, Wissen und Fertigkeiten hinsichtlich des Kontexts aufzubauen. Die fachbezogenen Inhalte nehmen in dem Fall die dienende Rolle ein. Sie werden entlang der Auseinandersetzung mit dem Kontext vermittelt, um die dort auftretenden lebensweltbezogenen Frage- und Problemstellungen beantworten bzw. bearbeiten zu können. Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt beide Varianten der Kontextorientierung am Beispiel der Physik, kann aber auch auf andere Fächer übertragen werden.

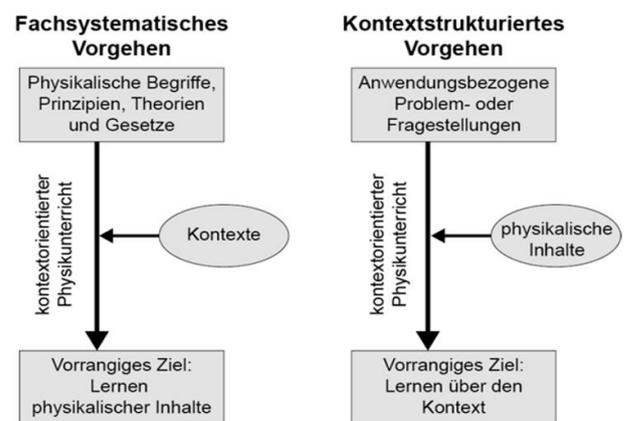


Abb. 1: Die zwei Varianten der Kontextorientierung (Nawrath, 2010, S.21)

Um die physikalische Perspektive und Themen der nachhaltigen Entwicklung wechselseitig aufeinander zu beziehen, erscheint insb. das kontextstrukturierte Vorgehen passend. Wird dieses entsprechend adaptiert, dann sind nun entsprechende Kontexte interessant, die bezüglich des feststehenden thematischen Rahmens (Energie und Klima) nachhaltigkeitsbezogene Frage- und Problemstellungen aufwerfen. In Anlehnung an Kontextprojekte wie z.B. Physik im Kontext "piko" (Duit & Mikelskis-Seifert, 2010) ließe sich eine solche Adaption mit der Bezeichnung Nachhaltigkeit als Kontext "NaKo" fassen. Denn nun sind die nachhaltigkeitsbezogenen Kontexte gesetzt und daran werden unterschiedliche Fachperspektiven (hier: Physik) angelegt, um sich den Kontext besser erschließen zu können. Für solche Lehr-Lern-Angebote ist entscheidend, deren didaktische Strukturierung an Kontexten auszurichten, die nachhaltigkeitsbezogene Frage- oder Problemstellungen repräsentieren. Dabei ist im Sinne des kontextstrukturierten Vorgehens wichtig, den Kontext während der gesamten Lehr-Lern-Situation durchzuhalten. Ihn lediglich als Einstieg für das Erlernen physikalischer Sachverhalte einzusetzen und ihn dann fallenzulassen, ist nicht zulässig. In dem Fall wäre das kontextstrukturierte Vorgehen nicht realisiert.

Die Abbildung 2 zeigt die Adaptionidee des kontextstrukturierten Ansatzes mit Blick auf BNE.

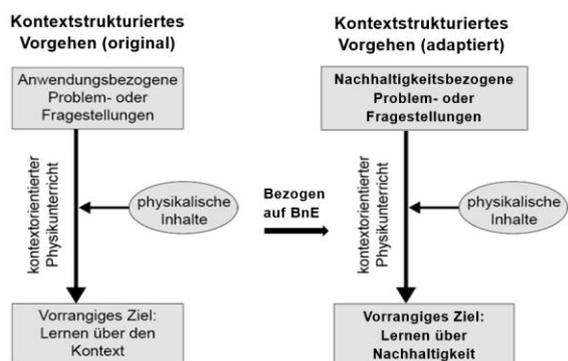


Abb. 2: Das adaptierte kontextstrukturierte Vorgehen

4.2. Didaktische Rekonstruktion

Sind scheinbar geeignete Kontexte identifiziert worden, müssen sie fachdidaktisch aufbereitet und Angebote didaktisch strukturiert werden. Hierfür wird das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek & Parchmann, 2012) eingesetzt. Gemäß Kattmann (2023) gehören zu einer fachdidaktischen Aufbereitung eines Inhalts bzw. Kontexts drei Aufgaben: eine analytische, eine empirische und eine strukturierende. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion konkretisiert die Aufgaben in Form einer fachlichen Klärung (analytische Aufgabe), der Erfassung von Lernendenperspektiven (empirische Aufgabe) sowie der Erzeugung einer didaktischen Strukturierung (strukturierende Aufgabe) und bezieht sie aufeinander. Um bei den drei Aufgaben zu unterstützen, sind von Kattmann, Duit, Gropengießer und Komorek (vgl. 1997, S.11f.) obligatorische Fragen für jede Aufgabe formuliert worden, von denen einige exemplarisch vorgestellt werden:

- **Fachliche Klärung:** Welche fachwissenschaftlichen Aussagen liegen zum gewählten Thema vor und wo zeigen sich deren Grenzen?
- **Erfassung von Lernendenperspektiven:** Welche Vorstellungen von fachwissenschaftlichen Konzepten haben Lernende zu dem Thema? Woher stammen sie?
- **Didaktische Strukturierung:** Welche Korrespondenzen und unterrichtlichen Möglichkeiten eröffnen sich aus dem Vergleich der fachwissenschaftlichen Aussagen mit den Vorstellungen der Lernenden?

Die obligatorischen Fragen sind allerdings für sachstrukturelle und nicht kontextstrukturierte Zugänge in Lehr-Lern-Situationen formuliert worden. Entsprechend gilt es, das Modell der Didaktischen Rekonstruktion auf ein kontextstrukturiertes Vorgehen auszurichten. So wird aus dem üblichen Ziel einer didaktischen Strukturierung das Ziel einer 'didaktischen Kontextstrukturierung'; dies ist dargestellt in Abbildung 3.



Abb. 3: Auf eine Kontextstrukturierung ausgerichtete Modell der Didaktischen Rekonstruktion

Für das Ansinnen eine BNE-bezogene Kontextstrukturierung zu erreichen, wurden die obligatorischen Fragen (vgl. Kattmann et al. 1997, S.11f.) angepasst. Die Anpassung drückt aus, dass immer das Wechselspiel und die gegenseitige Bedeutung von Fachperspektive (hier: Physik) und Kontext (hier: nachhaltige Entwicklung) ins Auge gefasst werden muss.

- **Fachliche Klärung:** Welche fachwissenschaftlichen Aussagen sind für den gewählten Kontext bedeutsam und wo zeigen sich deren Grenzen? Welche fachwissenschaftlichen Aussagen besitzen Relevanz für die Beurteilung ökonomischer, ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit in diesem Kontext?
- **Erfassung von Lernendenperspektiven:** Inwiefern fassen Lernende den Kontext als nachhaltigkeitsbezogen und frag-würdig auf? Welche Bezüge zwischen der Fachperspektive und dem Kontext erkennen sie? Welche Vorstellungen von fachwissenschaftlichen Konzepten haben sie, die für den Kontext relevant sind?
- **Didaktische Strukturierung:** Welche Korrespondenzen und Möglichkeiten für Lehr-Lern-Situationen eröffnen sich aus dem Vergleich der Ergebnisse der fachlichen Klärung mit den Vorstellungen der Lernenden?

Für die Studierenden besteht während der Entwicklung und Erprobung ihres Lehr-Lern-Angebots für das Schüler:innen- und Bürger:innenlabor zur Energie- und Klimabildung die Aufgabe, einen geeigneten Kontext auszuwählen und ihn entlang der obligatorischen Fragen in forschendem Habitus (vgl. Komorek, Bliesmer, Richter & Sajons, im Druck) didaktisch zu rekonstruieren. In nachhaltigkeitsbezogenen Kontexten soll so an einem konkreten Lerngegenstand ein physikalischer Modus der Weltbegegnung (vgl. Baumert, 2002) erschlossen werden, um diesbezügliche Potenziale und Grenzen der physikalischen Perspektive für die nachhaltige Entwicklung auszuloten. Dabei fordern wir die Studierenden auf, gewisse Qualitätskriterien bei der didaktischen

Kontextstrukturierung einzuhalten: die Lehr-Lern-Situation soll einerseits frag-würdig (Klafki, 2007) bzw. problemorientiert ausgerichtet sein und sie soll Lernenden andererseits ermöglichen, experimentieren und ausprobieren zu können, mithin autonomieorientiert sein (vgl. Sajons, 2020).

5. Umsetzungsbeispiele und Verfahrensweisen

Lehr-Lern-Angebote wurden und werden auf der Grundlage des hergeleiteten Schemas vornehmlich von Studierenden in ihren Masterarbeiten entwickelt und untersucht. Es hat sich bei den Angeboten ein Muster herausgebildet, bei dem jeweils bzgl. eines physikalischen und nachhaltigkeitsrelevanten Themas von einer Dilemma-Situation zwischen der ökologischen, ökonomischen und sozialen Perspektive ausgegangen wird. Der Einstieg kann z.B. durch den Ansatz einer Anchored-Instruction (The Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990) geschehen, in der Lernende durch einen gespielten Rat aus Vertreter:innen von Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft mit einem Dilemma/Zielkonflikt konfrontiert werden, das aus einer fachbezogenen (hier: physikalischen) Perspektive beleuchtet werden soll, um das Dilemma bzw. den Zielkonflikt auszuschärfen, also besser verstehen und mündig bewerten zu können. Im Folgenden werden zwei Kontexte vorgestellt.

5.1. Beurteilung von Flüssigsalzreaktoren

Als geeigneter Kontext hat sich u. a. die Beurteilung des Baus von neuartigen Flüssigsalzreaktoren für die nachhaltige Entwicklung erwiesen. Wie von Völkel (2022) erläutert wird, müssen neue Technologien im Hinblick auf ihren sozialen, ökonomischen und ökologischen Impact bewertet werden, um im Spannungsfeld der drei Perspektiven beurteilen zu können, inwiefern solche Technologien der nachhaltigen Entwicklung dienlich sind oder nicht. Hier ist (ebenfalls) die physikalische Sicht von Belang, um zu erschließen, inwiefern sich diese Reaktoren von herkömmlichen unterscheiden, um daran zu ergründen, welche Gefahren kleiner werden, welche gleich bleiben oder welche neuen Gefahren eventuell sogar resultieren. Diese Erkenntnisse aus der physikalischen Sicht werden sodann auf das zu Beginn aufgeworfene Spannungsfeld zwischen Ökonomie, Soziales und Ökologie bezogen, um es auszuschärfen und mündig Bewertungen sowie Entscheidungen im Kontext der nachhaltigen Entwicklung treffen zu können.

5.2. Beispiel 2: Infraschall bei Windkraftwerken

Bei einem weiteren geeigneten Kontext handelt es sich um ein Spannungsfeld bezüglich Windkraftanlagen (Hermanns, i. V.): Wengleich sie als wichtiges Element einer nachhaltigen Energieversorgung gelten (ökologische Perspektive), treffen sie in der Bevölkerung dennoch auf Vorbehalte (soziale Perspektive). Das sind z. B. befürchtete Infraschall-Emissionen, weshalb von Teilen der Bevölkerung gefordert wird, große Abstände zu bewohnten Gebieten einzuhalten. Dieses Spannungsfeld kann

durch eine physikalische Sicht gut befruchtet werden, indem betrachtet wird, was (Infra-)Schall ist und wie man ihn messen kann. Das Messen ist ein Charakteristikum des naturwissenschaftlichen Modus der Weltbegegnung (Baumert, 2002), sodass die Lernenden im Angebot unter Anleitung eigene Infraschall-Sensoren bauen und selbst Messungen durchführen, um Windkraftanlagen mit anderen Schallquellen zu vergleichen. Diesbezügliche Erkenntnisse aus der physikalischen Sicht werden schlussendlich auf das eingangs eröffnete Spannungsfeld zurückgespiegelt, um den dort dargestellten Zielkonflikt auszuschärfen und besser bewerten zu können.

6. Herausforderungen und Ausblick

Bei der Aufbereitung von nachhaltigkeitsbezogenen Kontexten haben sich zwei Problemstellen aufgetan, auf die man achten sein sollte, um die Studierenden hier in besonderem Maße unterstützen und motivieren zu können

6.1. Kontextstrukturierung durchhalten

Als erste Herausforderung hat sich gezeigt, dass für das Gelingen oder das Misslingen des Vorhabens eine angemessene Umsetzung des kontextstrukturierten Vorgehens entscheidend ist. Für die Studierenden ist der gedankliche Switch nur schwierig umsetzbar, die Lehr-Lern-Situation nicht mehr von der Sachstruktur ausgehend zu strukturieren, sondern vom Kontext. Selbst wenn sie den Kontext an den Beginn der Lehr-Lern-Situation stellen, kommt es oftmals vor, dass sie den Kontext nicht bis zum Ende durchhalten, sondern ihn lediglich als Sprungbrett in die physikalische Denk- und Erfahrungswelt nutzen und darin verbleiben. Wird der Kontext jedoch nicht mehr aufgegriffen, konterkariert dies die Grundidee des kontextstrukturierten Vorgehens. Die Dozierenden müssen also einen genauen Blick darauf haben, wie die Studierenden die Kontexte einzusetzen gedenken, wie stark die Kontexte also in ihre didaktische Strukturierung eingewoben sind, um dadurch überhaupt erst eine didaktische Kontextstrukturierung zu legitimieren.

6.2. Vergleich von fachlicher und Lerner Sicht

Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass die Studierenden im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion zwar pflichtbewusst fachliche Klärungen leisten sowie Lernendenperspektiven erfassen (und dabei durchaus beeindruckende Ergebnisse erzielen), aber beides im Zuge der didaktischen Kontextstrukturierung nicht oder nur implizit aufeinander beziehen. Das Aufeinanderbeziehen ist für die Studierenden eine Herausforderung, bei der sie Unterstützung brauchen (vgl. Bliesmer & Komorek, 2023). Oftmals scheint es so, dass die mühsam von den Studierenden erfassten Lernendenperspektiven gar nicht in ihre didaktische Kontextstrukturierung einfließen, dadurch überflüssig erscheinen und somit zur lästigen Pflichtaufgabe degradiert werden. Dass bei den Studierenden ein solcher Eindruck entsteht, muss in je-

dem Fall vermieden werden. Dabei hat sich die Strategie als zweckmäßig erwiesen, der didaktischen (Kontext-)strukturierung eine Zwischenaufgabe vorzuschalten, die aus dem Vergleich der fachlichen Sicht und der Lernendensicht besteht: Die Studierenden sollen zur Vorbereitung des Vergleichs das Ergebnis ihrer fachlichen Klärung ganz konkret in Form von Grundideen – also Elementaria (Bleichroth, 1991) – notieren. Nach gleichem Muster sollen sie das Ergebnis ihrer Erfassung von Lernendenperspektiven niederschreiben, indem sie erhobene Vorstellungen in kurzen Aussagesätzen kondensieren. Diese Vorbereitung ermöglicht einen kompakten und systematischen Vergleich, weil sich die in kurzen Aussagen formulierten Elementaria bzw. Lernendenvorstellungen gut miteinander vergleichen lassen. Auf Grundlage dieses Vergleichs wird dann schließlich eine didaktische Kontextstrukturierung vorgenommen, die auf der fachlichen Sicht und der Lernendensicht fußt.

6.3. Ausblick

Da das thematische Dach ("Energie und Klima") des Lehr-Lern-Labors sehr breit ist, besteht das mittelfristige Ziel, dass sich auch andere Fächer mit ihren jeweiligen Perspektiven beteiligen. Dass eine solche Zusammenarbeit gelingen kann, zeigt das genannte Modul "Energie interdisziplinär" (Freckmann, Niesel & Komorek, 2016), in dem eine solche interdisziplinäre Zusammenarbeit bereits gelebt wird. Da sich das Modul jedoch nur an Mitglieder der Hochschule richtet, besteht der nächste logische Schritt darin, ein äquivalentes Format in Form eines Schüler:innen- und Bürger:innenlabors aufzubauen, um die Allgemeinbevölkerung zu erreichen. Hier möchte die Physikdidaktik Oldenburg mit dem beschriebenen Ansatz einerseits einen ersten Schritt machen, um auch andere Fächer zur Mitarbeit zu motivieren. Andererseits soll durch die Ansätze gezeigt werden, dass die der BNE inhärente Multi- bzw. Interdisziplinarität nicht als Argument dienen kann, Fachperspektiven aufzulösen, sondern – im Gegenteil – als Aufforderung zu verstehen ist, die Stärken der jeweiligen disziplinären Zugänge herauszuschälen und im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung nutzbar zu machen. Eine so verstandene Multi- bzw. Interdisziplinarität muss jedoch angebahnt werden. Das gelingt, indem die einzelnen Fachperspektiven Potenziale und Grenzen ihres jeweiligen Zugangs für eine nachhaltige Entwicklung klären und diese z. B. im Lehr-Lern-Labor kommunizieren. Haben mehrere Fachperspektiven eine solche Klärung vorgenommen und kooperieren im Anschluss miteinander, um ihre Zugänge aufeinander zu beziehen, besteht die Chance eine qualitativ hochwertige BNE zu erreichen, die sich nicht im Allgemeinen und im Oberflächlichen verliert, sondern auf die Stärken ihrer Bezugsdisziplinen rekurriert.

7. Literatur

- Baumert, J. (2002). Deutschland im internationalen Bildungsvergleich. In N. Killius, J. Kluge & L. Reisch (Hrsg.), *Die Zukunft der Bildung* (S. 100-150). Suhrkamp.
- Bleichroth, W. (1991). Elementarisierung, das Kernstück der Unterrichtsvorbereitung. *Naturwissenschaft im Unterricht. Physik*, 2(6), 4-11.
- Bliesmer, K. & Komorek, M. (2021). Klimawandel und die physikalische Dynamik des Wattenmeeres als Gegenstand schulischer und außerschulischer Umweltbildung. Abschlussbericht über ein Bildungsprojekt, gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt unter dem Az: 31530/01. DBU.
- Bliesmer, K. & Komorek, M. (2023). Mit dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion fachdidaktische Denkweisen, Arbeitsweisen und Haltung kommunizieren. In K. Bliesmer & M. Komorek (Hrsg.), *Didaktische Rekonstruktion – fachdidaktischer Ansatz für aktuelle Bildungsaufgaben* (S. 25-42). BIS-Verlag.
- 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.
- Duit, R. & Mikelskis-Seifert, S. (Hrsg.) (2010). *Physik im Kontext. Konzepte, Ideen, Materialien für effizienten Physikunterricht*. Friedrich-Verlag
- 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.
- Hallitzky, M. (2008). Forschendes und selbstreflexives Lernen im Umgang mit Komplexität. In I. Bormann & G. de Haan (Hrsg.), *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde* (S. 159-178). Wiesbaden: 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. Verfügbar unter: <https://www.ajol.info/index.php/sajee/article/view/122690/112236>

- Hermanns, S. (i. V.). Dilemmata rund um Windkraftanlagen als Kontext für eine physikalische Bildung für nachhaltige Entwicklung im Lehr-Lern-Labor. Masterarbeit: Universität Oldenburg.
- Holst, J. (2022). Nachhaltigkeit & BNE in der Beruflichen Bildung: Dynamik in Ordnungsmitteln, Potentiale bei Berufen, Lernorten und in der Qualifizierung von Auszubildenden. Kurzbericht des Nationalen Monitorings zu Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). Freie Universität Berlin.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3-18.
- Kattmann, U. (2023). Entwicklung und Weiterentwicklung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion. In K. Bliesmer & M. Komorek (Hrsg.), *Didaktische Rekonstruktion – fachdidaktischer Ansatz für aktuelle Bildungsaufgaben*. BIS-Verlag.
- Klafki, W. (2007). Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik. Beltz.
- Komorek, M., Bliesmer, K., Richter, C. & Sajons, C. (im Druck). 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*. Europa-Universität Flensburg.
- Kropp, A. (2019). Grundlagen der Nachhaltigen Entwicklung. Handlungsmöglichkeiten und Strategien zur Umsetzung. Springer Gabler.
- Künzli David, C., Bertschy, F. & Di Giulio, A. (2010). Bildung für eine Nachhaltige Entwicklung im Vergleich mit Globalem Lernen und Umweltbildung. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 32(2), 213-231.
- Künzli David, C. & Bertschy, F. (2013). Bildung für nachhaltige Entwicklung. Kompetenzen und Inhaltsbereiche. In B. Overwien & H. Rode (Hrsg.), *Bildung für nachhaltige Entwicklung. Lebenslanges Lernen, Kompetenz und gesellschaftliche Teilhabe* (S. 35-46). Verlag Barbara Budrich.
- Ladenthin, V. (2005). Zukunft und Bildung. Entwürfe und Kritiken. Peter Lang.
- Nawrath, D. (2010): Kontextorientierung. Rekonstruktion einer fachdidaktischen Konzeption für den Physikunterricht. DiZ-Verlag der Universität Oldenburg.
- Nentwig, P. & Waddington, D. (2005). Making it relevant. Context based learning of science. Waxmann.
- Niedersächsisches Kultusministerium (2021). Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) an öffentlichen allgemein bildenden und berufsbildenden Schulen sowie Schulen in freier Trägerschaft. RdErl. d. MK v. 1.3.2021. Online verfügbar: https://www.mk.niedersachsen.de/download/165832/BNE-Erlass_Niedersachsen.pdf
- Priemer, B. & Roth, J. (Hrsg.) (2020). *Lehr-Lern-Labore. Konzepte und deren Wirksamkeit in der MINT-Lehrpersonenbildung*. Springer.
- Pufé, I. (2012). Nachhaltigkeit. UTB. Verfügbar unter:
- Raworth, K. (2012). A Safe and Just Space for Humanity: Can we live within the doughnut? Oxfam. Verfügbar unter: https://www-cdn.oxfam.org/s3fs-public/file_attachments/dp-a-safe-and-just-space-for-humanity-130212-en_5.pdf
- Rockström et al. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*. 14(2), 1-32.
- Sajons, C.-M. (2020). Kognitive und motivationale Dynamik in Schülerlaboren. Logos.
- Serageldin, I. & Steer, A. (1994). Making Development Sustainable. From Concepts to Actions. World Bank. Online verfügbar unter: <https://elibrary.worldbank.org/doi/epdf/10.1596/0-8213-3042-X>
- Serageldin, I. (1996). Sustainability and the wealth of nations. World Bank. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/profile/Ismael-Serageldin/publication/243780946_Sustainability_and_the_Wealth_of_Nations_First_Steps_in_an_Ongoing_Journey/links/54e470a40cf282dbed6fc3b8/Sustainability-and-the-Wealth-of-Nations-First-Steps-in-an-Ongoing-Journey.pdf
- The Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1990). Anchored instruction and its relationship to situated cognition. *Educational Researcher*, 19(6), 2-10.
- UN (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
- Völkel, M. (2022). Bildung für nachhaltige Entwicklung mit dem Physikunterricht verknüpfen. Ein kontextstrukturierter Ansatz am Beispiel der Didaktischen Rekonstruktion von Thorium-Reaktoren. Masterarbeit: Universität Oldenburg.

Danksagung

Wir danken den Studierenden Michael Ginsel, Marcia Gloy, Linus Hartong, Simon Hermanns, Julian Hillebrand, André Hochstein, Jonathan Naber und Markus Tomczyszyn für ihre Mitarbeit am Projekt!