

Moderne Physik und Energiebildung als Beispiele für die Vernetzung von Fach und Fachdidaktik

*Michael Komorek, Janine Freckmann, Josefine Hofmann,
Verena Niesel & Chris Richter*

Universität Oldenburg

1 Biographieorientierte und phasenübergreifende Lehrerbildung in Oldenburg

Lehrerbildung stellt heute einen der zentralen Aspekte im deutschen Bildungssystem dar. Als mindestens so entscheidend für die Realisierung eines qualitativ hochwertigen Unterrichts, wie die Rahmenbedingungen in den Schulen (Räume, Geld, Struktur der Curricula) zu verbessern, wird derzeit die Rolle der Lehrkräfte eingestuft. Meier (2015, S. 12) sieht in Lehrkräften die „verantwortlichen Akteure für die zukünftig besseren Leistungen der Schüler“; Hattie (2012, S. 22) bezeichnet Lehrkräfte als „major players in the education process“. Baumert (2007, S. 15) kritisiert in diesem Zusammenhang, dass die universitäre Phase der Lehrerbildung nicht befriedigend auf die notwendigen Kompetenzen im Lehrerberuf vorbereitet. Insbesondere stelle die Verzahnung von theoretischen Wissensselementen und Praxiserfahrungen noch einen Schwachpunkt dar. Auch die teilweise mangelhafte Integration von fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Anteilen im Lehramtsstudium stellt ein Problem dar. Lösungsbeispiele hierfür stellt dieser Artikel vor.

An der Universität Oldenburg ist im Rahmen der *Qualitätsoffensive Lehrerbildung* das Projekt OLE⁺ entstanden, das die Strukturen und Curricula in der Lehrerbildung zu optimieren sucht (vgl. Carl von Ossietzky Universität Oldenburg,

2015). Es soll die Professionalisierung angehender Lehrkräfte verbessert werden, indem Konzepte, Curricula, Module sowie Lehr-Lern-Formate weiterentwickelt und evaluiert werden. Das Projekt zielt darauf, dass Lehrerbildung *biographieorientiert* ablaufen soll, was bedeutet, dass Bildungsangebote in Abhängigkeit von der biographischen Situation und der Berufserfahrung bereitgestellt werden. In der Konsequenz sind die „drei Phasen“ der Lehrerbildung im Zusammenhang zu sehen. Damit ist insbesondere gemeint, dass die Hochschule sich in der Lehrerfortbildung engagiert und dass Akteure des Referendariats und Hochschullehrende ihre Expertisen ergänzen. Folgende Maßnahmen werden in Oldenburg umgesetzt:

- Die Beratung von Studierenden an neuralgischen Punkten ihres Studiums: Es ist ein Beratungskonzept entwickelt worden, das spezielle freiwillige Angebote an den Stellen des Studiums bereithält, an denen Studierende Entscheidungen treffen müssen oder Unsicherheiten wahrnehmen, wie in der Studieneingangsphase, beim Wechsel vom Bachelor- zum Masterstudium oder in der Phase des Studienabschlusses mit Übergang ins Referendariat.
- Theorie-Praxis-Räume bilden einen weiteren Schwerpunkt. In den naturwissenschaftlichen Fächern sind dies die Lehr-Lern-Labore, also Schülerlabore an der Universität, die explizit in die Lehrerbildung implementiert sind. Die Lehr-Lern-Labor-Aktivitäten werden an verschiedenen Stellen des Curriculums mit spezifischen Aufgaben fest verankert: In einer frühen Studienphase soll der Kontakt zu Schüler/innen und deren Denkwelt hergestellt werden; in der späten Bachelorphase sollen die Studierenden lernen, die Denk- und Lernprozesse von Schülerinnen systematisch zu diagnostizieren und ihr eigenes Lehrverhalten daraufhin anzupassen; und im Master sollen sie die Effekte eigener Interventionen im Lehr-Lern-Labor untersuchen (vgl. Komorek & Smoor, 2018; im Druck).

Ein weiterer Schwerpunkt bildet die bessere Verknüpfung von fachlichen und fachdidaktischen Anteilen des Studiums. An der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät haben SWOT-Analysen gezeigt, dass eine systematische Verzahnung von Fach und Fachdidaktik zu wenig ausgeprägt ist. Die Studierenden müssen die Vernetzungsleistung weitgehend selbst erbringen.

Um diese dritte Maßnahme zu realisieren, sind beispielhafte Module entwickelt und erprobt worden. Zur Einordnung ist zu sagen, dass es in Oldenburg insbesondere im Fach Physik einen hohen Anteil an Fachveranstaltungen gibt, die explizit für Lehramtsstudierende angeboten werden (vgl. Forderungen im so genannten „Großmann-Papier“ der Deutschen Physikalischen Gesellschaft: Großmann et al., 2006). Diese werden von den Studierenden gut angenommen und helfen, die Qualität im Lehramtsstudium Physik zu erhöhen. Module, die fachliche Anteile mit fachdidaktischen Anteilen verknüpfen, werden meist von den Fachdidaktiken angeboten, z. B. unter der Bezeichnung „Experimentalpraktikum mit Berufsbezug“ (anderenorts als Demopraktikum oder Schulgerätepraktikum bekannt). Module, die von Fachwissenschaftler/innen und Fachdidaktiker/innen gemeinschaftlich gestaltet und durchgeführt werden, sind sehr selten.

Zwei Beispiele sollen hier vorgestellt werden, das Modul *Moderne Physik und ihre didaktische Umsetzung*, das im Master of Education Physik angesiedelt ist, und das Modul *Energie interdisziplinär*, das als Modul des so genannten Professionalisierungsbereichs Studierenden aller Fachrichtungen im Bachelor und im Master offensteht.

2 Das Modul *Moderne Physik und ihre didaktische Umsetzung*

2.1 Konzept des Moduls

Das Modul „Moderne Physik und ihre didaktische Umsetzung“ ermöglicht es, Studierenden des Master of Education (Gymnasium und GHR), einen vertieften Einblick in Gebiete aktueller physikalischer Forschung an der Universität Oldenburg zu erlangen. Im WiSe 2017/18 sind die Arbeitsgruppen der Kosmologie, Astrophysik, Medizinphysik, Rastersondenmikroskopie, Umwelt- und Meeresforschung, Windenergieforschung und der Computational Physics beteiligt. Modulverantwortlich ist die Physikdidaktik. Die Prozesse im Modul sind theoretisch durch das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek & Parchmann, 2012) fundiert (s. u.).

Im aktuellen Durchgang liegt das jeweilige Energieverständnis der mitwirkenden Arbeitsgruppen im Fokus. Die Energiekonzepte der beteiligten Forschungsgebiete basieren zwar alle auf *dem* Energiekonzept der Physik, allerdings liegen

spezifische Konzepte der Energiewandlung, des Transports von Energie oder ihrer Lokalisierung vor. Energievorstellungen der Kosmologie unterscheiden sich z. B. deutlich von denen der medizinischen Strahlenphysik oder der Windforschung. Man könnte von unterschiedlichen „Energiedialekten“ sprechen.

Dass physikalische Forschung bzw. die Vermittlung ihrer Erkenntnisse viel mit einer Versprachlichung von Wissen und Können zu tun hat, sollen die beteiligten Studierenden lernen und selbst erfahren. Sprache und die Transformation fachwissenschaftlicher Erkenntnisse in die Konzeption und Anfertigung von Lernmaterialien für Schüler/innen stehen daher im Mittelpunkt des Moduls. Der Auftrag für die Studierenden besteht darin, in Gruppen ein fachliches Themengebiet zunächst für sich selbst aufzuarbeiten, um dann für eine bestimmte Lerngruppe (Schüler/innen, interessierte Laien, Besucher außerschulischer Lernorte...) didaktisches Lernmaterial (Lernheft, Lesebuch, Interaktive CD, Youtube-Film, Schüler-vorlesung, Ausstellungsobjekt etc.) zu entwickeln und zu erproben.

2.2 Aufgabenverteilung im Vernetzungsprozess

2.2.1 Beitrag der Fachphysik

Die fachwissenschaftlichen Kollegen/innen des Instituts für Physik weisen eine ausgesprochen offene Haltung gegenüber Lehramtsstudierenden auf. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg der Kooperation, denn nur wenn Fachwissenschaftler/innen die Lehramtsausbildung an einem Institut als etwas Wichtiges wahrnehmen und Lehramtsstudierenden nicht als „Studierende zweiter Klasse“ einstufen und wenn sie gleichzeitig anerkennen, dass die fachlichen Voraussetzungen der Lehramtsstudierenden aufgrund der Struktur ihres Studiums begrenzt sind (z. B. was mathematisches Wissen angeht), kann eine fruchtbare Interaktion aller Beteiligten stattfinden.

Die Aufgabe im vorliegenden Modul besteht für die Fachwissenschaftler/innen zunächst darin, ein Thema aus ihrem Forschungsbereich zu definieren, das im Rahmen des 6KP-Moduls von Studierenden aufgearbeitet werden kann. Ein Beispiel aus der Medizinphysik wäre der Aspekt der Energieübertragung von elektromagnetischer oder Teilchenstrahlen in menschlichem Gewebe in Abhängigkeit von der Eindringtiefe der Strahlung; diese lässt sich durch bestimmte Verfahren so einstellen, dass einem Tumor beizukommen ist, ohne gesundes Gewebe

zu sehr zu schädigen. In einer Infoveranstaltung zu Beginn des Moduls stellen die Fachkollegen/innen ihre Themen als Angebote vor, so dass sich die Studierenden je nach Interesse oder auch Schwierigkeitsgrad den Themen zuordnen können.

Dann finden so genannte paper clubs statt: Der fachwissenschaftliche Hochschullehrende trifft sich dabei mit „seiner“ Gruppe, hat zuvor passende Literatur zusammengestellt, die nachvollziehbar und vom Schwierigkeitsgrad her angemessen ist, u. a. englischsprachige Literatur. Diese Literatur wird im paper club, also der Kleingruppe aus 3–4 Studierenden und dem Hochschullehrenden, analysiert, erklärt und diskutiert; es finden z. T. kleine Vorlesungen für die Gruppen statt, in denen reichlich nachgefragt werden kann. Die Gruppe vertagt sich, so dass die Studierenden die Forschungsliteratur und die Lehrbuchtexte für sich fachlich klären und Fragen herausarbeiten können, bevor ein nächstes Treffen stattfindet.

In der späteren Phase des Moduls beraten die Fachwissenschaftler/innen die Studierenden bei fachlichen Fragen zu deren Lernmaterialien; sie prüfen auch die fachliche Korrektheit, denn bei der didaktischen Strukturierung eines Themas müssen notwendigerweise Vereinfachungen und die Einbettung in Kontexte stattfinden, was immer eine Gradwanderung zwischen verständlicher Darstellung und fachlicher Richtigkeit bedeutet.

Ein Beispiel für ein Produkt im Bereich der Medizinphysik ist eine Informationsbroschüre, die Kindern mit Tumoren mithilfe von Bildern und kurzen Texten den Weg durch die Strahlentherapie erklärt. In diesem Heft sind fachliche Aspekte der Strahlentherapie in kindgerechter Weise didaktisch rekonstruiert worden. Der betreuende Fachwissenschaftler (Prof. Björn Poppe) hat hier im Entstehungsprozess kontinuierlich geprüft, ob die fachliche Richtigkeit der Broschüre gegeben ist.

Letzte Aufgabe der fachwissenschaftlichen Kollegen/innen ist es, bei der Vorstellung der entstandenen Lernmaterialien im Plenum anwesend zu sein, um abschließende fachliche Fragen zu klären und seine Sicht auf das entstandene Produkt mitzuteilen.

2.2.2 Beitrag der Physikdidaktik

Den Fachdidaktiker/innen im Modul kommen mehrere Aufgaben zu. Zunächst geht von ihnen die Ansprache der fachwissenschaftlichen Kollegen/innen aus. Dadurch, dass in vorangegangenen Durchgängen gute und brauchbare Lernmaterialien entstanden sind, lässt sich gut an die bisherige Kooperation anknüpfen. Im aktuellen Durchgang im WiSe 2017/18 legte die fachdidaktische Seite den Fokus auf die unterschiedlichen Energiekonzepte und auf das Thema der Versprachlichung fest.

Zum Modul gehört ein durchgängiges Seminar, das von der Physikdidaktik angeboten wird. Die erste Sitzung dient dazu, für die Idee der Erstellung von Lernmaterialien zu begeistern und dies als ein wesentliches Element auf dem Weg der Professionalisierung zur Lehrkraft zu verdeutlichen. Hinzu kommt, den Studierenden die Bedeutung von Sprache bei der Vermittlung fachlicher Kenntnisse und fachlichen Könnens hervorzuheben. Die derzeit viel diskutierte Sprachsensibilität, die für die Erstellung von Lernmaterial benötigt wird, wird nachdrücklich thematisiert. Denn insbesondere Physikstudierende haben aufgrund ihres Sozialisierungsprozesses im Studium in erster Linie die „Sachlogik“ eines Themas im Blick und weniger die „Lernlogik“. Lernprozesse folgen aber einer eigenen Dynamik, bei der aufeinander aufbauende Denk- und Lernoperationen durch Sprache (hier die geschriebene Sprache) eingeleitet und aufrecht erhalten werden müssen.

In weiteren Sitzungen des Seminars (zeitlich parallel zu den paper club-Treffen) werden Kriterien von Textverständlichkeit thematisiert. So wird das Hamburger Verständlichkeitskonzept (Langer, von Thun & Tausch, 2011) vorgestellt, das den Studierenden zu beurteilen erlaubt, wodurch ein Text verständlich wird. Übungen, bei denen Studierende unverständliche Texte in besser verständliche transformieren, folgen. Auch die Gestaltung multimedialer und Hypertextstrukturierter Lernmaterialien mit geeigneter Text-Bild-Koordination (u. a. Niegemann, Domagk, Hessel, Hein, Hupfer & Zobel, 2008) wird im Seminar thematisiert und von den Studierenden selbst geübt.

Jede der Studierendengruppen stellt im Seminar die fachliche Seite ihres Themas vor und nachfolgend ihre Ideen für die Gestaltung ihrer Lernmaterialien. Die Fachdidaktiker/innen beraten die Studierenden bei der Materialentwicklung und

ermöglichen den Zugang zu fachdidaktischen Wissensbeständen in Bezug auf Lernmaterialien. Ebenso werden die Studierenden methodisch angeleitet, wenn es um die Erprobung der Materialien geht und wie dabei Diagnosedaten gewonnen werden können, die die Optimierung des Materials erlauben.

2.2.3 Abstimmung zwischen Fach und Fachdidaktik

Es wird deutlich, dass das Modul eine komplexe Struktur aufweist, die nur gelingt, wenn es eine gute Abstimmung zwischen den Fachwissenschaftler/innen und den Fachdidaktiker/innen gibt. Schon die Auswahl desjenigen fachlichen Ausschnitts, den eine Studierendengruppe bearbeiten könnte, findet in gemeinsamer Absprache statt. Ein kontinuierlicher Kontakt zwischen beiden Gruppen von Hochschullehrenden ist dabei unerlässlich. In Oldenburg funktioniert dies im Institut für Physik sehr gut, weil man sich gegenseitig als Experten/innen anerkennt und gemeinsam agiert auf dem Weg zu einer qualitativ hochwertigen Physiklehrerbildung.

Die Abstimmung bezieht sich auch auf den Schwierigkeitsgrad, den ein fachliches Thema haben darf, damit es durch die Studierenden mit ihren begrenzten fachlichen Möglichkeiten bearbeitet werden kann, denn schließlich geht es bei den Themen um aktuelle Physik, die sich in vielen Fällen noch gar nicht in Lehrbüchern des Studiums wiederfindet. Es muss auch der Konsens gefunden werden, dass es überhaupt sinnvoll ist, Studierende mit dieser offenen Situation zu konfrontieren. Auch muss abgesprochen werden, welcher Akteur in welchem Bereich berät und wie man zu einer gemeinsamen Bewertung und Benotung der studentischen Leistungen kommt.

2.2.4 Der Beitrag der Studierenden

Wie bereits dargestellt, ist es die Aufgabe der Studierenden, ein adressatengerechtes Lernmaterial zu erstellen und es im kleinen Rahmen mit der jeweiligen Zielgruppe auch zu erproben. Den Arbeiten liegt dabei das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek & Parchmann, 2012) zugrunde, das drei eng verzahnte Komponenten umfasst:

Fachliche Klärung und Elementarisierung. Dies geschieht, indem sich die Studierenden in den paper clubs mit den fachlichen Themen auseinandersetzen, diese zunächst für sich verstehen und dabei die fachlichen Kerne herausarbeiten.

Hier helfen die Fachwissenschaftler/innen; in der Reflexion der herausgearbeiteten fachlichen Kerne und deren Bedeutung unterstützen auch die Fachdidaktiker/innen. Letztlich ist es aber eine Aufgabe, die die Studierenden selbst bewältigen sollen.

Bestimmung des Lernpotentials. Hier ist die Einwicklung der Sensibilität gegenüber der Verständlichkeit von Texten und der Nachvollziehbarkeit der Gestaltung von Lernmaterialien anzusiedeln. Die Studierenden müssen Kriterien entwickeln und dann einsetzen, wenn sie ihr Material mit Schüler/innen oder interessierten Laien erproben. Wissen über Lernervorstellungen in bestimmten Bereichen (z. B. aktuell im Bereich des Energieverständnisses von Schüler/innen) arbeiten die Studierenden auf und nutzen dabei die von den Fachdidaktiker/innen bereitgestellte Literatur.

Didaktische Strukturierung von Lernmaterialien. Gefordert ist die Kreativität, das neu kennengelernte fachliche Thema (z. B. die Wirkung von Protonenstrahlung in der Medizin) in ein ansprechendes Lernmaterial umzuwandeln. Die Studierenden führen dabei zwei herausfordernde Transformationen durch: Sie müssen das noch unvertraute Thema für sich selbst erschließen, neue Begriffe mit vorhandenen verknüpfen und das Thema anderen Studierenden präsentieren. Sie müssen es dann didaktisch neu strukturieren, so dass ein Lernmaterial entsteht. Dieses muss das fachlich Wesentliche (z. B. den Energieübertrag in der Tiefe von menschlichem Gewebe) in einem relevanten, kognitiv anregenden Kontext (z. B. der Vorbereitung von Erkrankten auf eine Strahlentherapie) adressatengerecht (z. B. 15–17jährige Jugendliche) darstellen und dabei bestimmte Gestaltungskriterien beherzigen. Bei dieser Herausforderung stehen zwar die Hochschullehrenden unterstützend zur Seite; die Studierenden sollen aber alle Teilprozesse selbst aktiv durchlaufen und schließlich ihre Produkte kritisch fachlich-fachdidaktisch reflektieren.

2.3 Prozesse und Produkte

Die skizzierten Aufgaben der drei Akteursgruppen werden innerhalb von vier Monaten in einen interaktiven Prozess umgesetzt. Die oft gestellte Frage, welchen Mehrwert Fachwissenschaftler/innen darin sehen könnten, sich in der Lehrer-

bildung und in Kooperationsprojekten stärker zu engagieren, kann auf mehrfache Weise beantwortet werden:

- Im Modul *Moderne Physik und ihre didaktischen Umsetzung* haben die Fachwissenschaftler/innen Kontakt zu kleinen Gruppen von Lehramtsstudierenden und sehen darin eine stärkere Wirkung auf diese Studierendenklientel als in den großen Einführungsveranstaltungen, die sie üblicherweise betreuen. Auch hegen sie die Hoffnung, dass der eine oder die andere Studierende durch den Kontakt zur fachlichen Forschung ggf. Interesse an einem Fachmasterstudium oder einer Fachpromotion entwickelt.
- Im Modul stehen die Forschungsthemen des Fachkollegen/innen im Fokus. Hier besteht die intrinsische Motivation, die eigene Forschung interessierten Studierenden, die für die Themen relativ viel Zeit investieren können, nahezubringen. Es ist auch für die Fachkollegen/innen interessant, ihr Fachgebiet didaktisch aufbereiten zu lassen und dieses mitzugestalten. Der Kontakt zu fachdidaktischen Ideen ist für die Fachkollegen/innen, die immer selbst auch hochschuldidaktisch tätig sind, anregend.

In den drei Jahrgängen, seitdem das Modul im OLE⁺-Projekt verortet ist, sind Materialien zu vielen verschiedenen Themen entstanden, so etwa zu Strahlentherapie, Exoplaneten, Sand als granulare Materie, Gravitationswellen, Stabilität von Stromnetzen, Windenergie, Laserphysik, Umweltphysik, Oberflächenphysik, Windforschung, Kohärente Dynamik, Strömungsphysik, Chaosphysik (vgl. Abb. 1). Teilweise haben die Materialien einen konkreten Einsatz erfahren. So wurde ein Leseheft zum Thema Exoplaneten an die Besucher einer Kinderuni-Veranstaltung zum Thema verteilt. Die Broschüre zur Strahlentherapie wird regelmäßig Tumor-Patienten des Pius-Hospitals in Oldenburg bereitgestellt. Die Aufgabenstellung des Moduls ist für die Studierenden zunächst unvertraut, weil sie hohe Selbständigkeit bei großer Offenheit fordert. Aber die Studierenden stellen sich der Herausforderung und setzen kreatives Potential frei, das im Studium oft verborgen bleibt.



Abb. 1: Lernmaterialien zu verschiedenen physikalisch aktuellen Themen, gestaltet von Physik-Lehramtsstudierenden

Begleitforschung. An den aktuellen Durchgang ist das Promotionsprojekt von Josefine Hofmann angekoppelt. Sie untersucht die Entwicklung von Sprachsensibilität (vgl. Leisen, 2015) von Studierenden bzgl. der Vermittlung von Energiekonzepten (vgl. Fenkart, Lembens & Erlacher-Zeitlinger, 2010). Sie führt dazu zu drei Zeitpunkten qualitative, halbstrukturierte und fokussierte Leitfadeninterviews mit einzelnen Studierenden und mit Studierendengruppen. Die Fragestellungen sind

- wie die Studierenden ihre eigenen sprachlichen Möglichkeiten und ihre Sensibilität für sprachliche Repräsentationen in der Auseinandersetzung mit der Materialienentstehung entwickeln,
- wie sie ihr Wissen über Textverständlichkeit und über die Probleme, die Lernende mit der Entschlüsselung fachlicher Vorstellungen und mit Fachsprache haben, bei ihrer Materialgestaltung einsetzen
- und schließlich, wie sie ihre eigenen Produkte aus sprachlicher Sicht begründen und reflektieren.

Die Studie läuft derzeit (2018) noch; eine erste Sicht auf die Daten lässt aber vermuten, dass es für die Studierenden eine sehr große Herausforderung ist, sich in die fachlichen Themen einzuarbeiten und sie daher zunächst ohne große Rücksicht auf eine bewusste Sprachsensibilität die fachlichen Aspekte für sich selbst in reduzierter Weise darzustellen versuchen. Sprachsensibilität im fachlich unvertrauten Terrain walten zu lassen, scheint die Studierenden an ihre Grenzen zu bringen.

2.4 Fazit

Die Studierenden erleben im Modul die Interaktion fachlichen und fachdidaktischen Denkens, sowie den fruchtbaren Austausch zwischen Fachwissenschaftler/innen und Fachdidaktiker/innen. Die Rückmeldungen der Studierenden zeigen, dass sie die Herausforderungen des Moduls dabei unterstützen, den Wert der Kombination der fachlichen und der fachdidaktischen Anteile ihres Studiums zu erkennen und als pragmatisch wahrzunehmen. Damit scheinen wesentliche Ziele des Projekts OLE⁺ erreicht zu werden.

Auf Seiten der Lehrenden ist eine Kooperationskultur entstanden, die für eine Verstetigung des Moduls auch über das Projektende hinaus sorgen wird. Durch die Mitwirkung ist kein großer Mehraufwand für die Lehrenden verbunden; schätzungsweise beträgt der Aufwand pro Fachwissenschaftler/in 0,3 SWS. Insgesamt fördert das Modul im Institut für Physik die Diskussion über die Ziele des Physik-Lehramtsstudiums; das Modul führt den beteiligten Fachwissenschaftler/innen vor Augen, dass die Leistungsbereitschaft und das Engagement der Lehramtsstudierenden höher einzuschätzen ist, als dies im Rahmen ihrer üblichen Veranstaltungen wahrnehmbar ist.

3 Beispiel *Modul Energie interdisziplinär*

3.1 Das verfolgte Konzept

Dieses 6KP-Modul thematisiert Energie in einem breiten Sinne, von den fachlichen Energiekonzepten verschiedener Disziplinen über das Alltagsverständnis von Energie bis hin zu technischen und ökonomischen Fragen der (nachhaltigen) Energieversorgung und Energienutzung. Das Wissen über Energie, die Fähigkeit und das Wollen, dieses Wissen einzusetzen, kann zusammenfassend als „Energiekompetenz“ bezeichnet werden (vgl. Freckmann, Niesel & Komorek, 2016). Diese Energiekompetenz wird heutzutage in allen Berufen benötigt, um die Chancen und Risiken der Energieversorgung fundiert beurteilen und ihre Herausforderungen annehmen zu können. Damit Schüler/innen – wie es die Curricula fordern – energiekompetent werden, muss Energiekompetenz bereits in einer phasenübergreifenden Lehrerbildung systematisch angelegt sein. Studierende des Lehramts müssen daher an energetische Fragestellungen auch aus Perspektiven, die über ihre beiden Fächer hinausgehen, herangeführt werden.

Energiekompetenz kann als eine Umsetzung von „Gestaltungskompetenz“ (de Haan, 2008) im Sinne einer Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) aufgefasst werden (de Haan, 2002; Komorek, Niesel & Rebmann, 2011; Bloemen & Porath, 2012; Deutsche UNESCO-Kommission, 2014). Das Modul *Energie interdisziplinär* zielt darauf, angehende Lehrpersonen beim Aufbau ihrer Energiekompetenz zu unterstützen; es beleuchtet das Thema Energie aus naturwissenschaftlich-technisch-informatischen, ökonomischen und ethischen-philosophischen Perspektiven (vgl. Abb. 2).

3.2 Perspektiven auf Energie

Auch dieses Modul orientiert sich am Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek & Parchmann, 2012). Die Aufgabe, die fachlichen Seiten zu klären, bezieht sich im Modul vor allem auf die Herausarbeitung der unterschiedlichen wissenschaftlichen und alltagsweltlichen Perspektiven auf Energie. Prominent zu nennen sind folgende Perspektiven:

Gesellschaftliche/soziale Perspektive. Sie umfasst das geregelte Zusammenleben in der Gesellschaft. Die allgemeine „Lebensqualität“ spielt dabei eine große Rolle (vgl. Gallego Carnera et al., 2013), was Familie, Kultur und Sicherheitsfragen einschließt. Änderungen auf dem Sektor der Energieversorgung berühren das soziale Zusammenleben etwa durch die Lage von Kraftwerken, den gerechten und bezahlbaren Zugang zu Energie und durch weitreichende Versorgungsszenarien.

Politische Perspektive. Politische Entscheidungen im Energiesektor, wie die zum Ausstieg aus der Kernenergie und zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien, haben direkten Einfluss auf gesellschaftliche Prozesse und das Nutzungsverhalten bzgl. Energie des Einzelnen. Interessenskonflikte haben meist auch eine politische Dimension.

Ökologische Perspektive. Hierbei werden Wechselbeziehungen zwischen den Lebewesen und ihrer Umwelt und den Lebensgrundlagen des Menschen betrachtet. Die Bewertung ökologischer Nachteile von Energiequellen, ihrer Erschließung und der Auswirkungen ihrer Nutzung auf Natur und Umwelt stehen im Blick. Auch Solar- und Windenergienutzung sind ökologisch nicht unumstritten.

Medizinische Perspektive. Medizinische Aspekte von Energienutzung sind immer dann relevant, wenn eine bestimmte Energieform oder die Nutzung von Energie krank machen, sei es durch Strahlung, durch Lärm oder durch Klimaveränderungen.

Moralische/ethische Perspektive. Bewertungen der Art und Weise, wie Mensch und Gesellschaft Energie nutzen, im welchem Umfang, durch welche Quellen, mit welchen Gefährdungen, finden immer auf Basis moralischer Grundsätze und Wertvorstellungen bzgl. Klimaschutz, Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Finanzierbarkeit statt. Diese können von Mensch zu Mensch oder von Gesellschaft zu Gesellschaft unterschiedlich sein und auf Dilemmata oder sogar zu Kriegen führen.

Ökonomische Perspektive. Energie ist auch eine Ware und gehorcht damit den Gesetzen des Marktes mit Angebot und Nachfrage. Kästner und Kiesling (2009, S. 73) argumentieren, dass eine „sichere Energieversorgung zu angemessenen Preisen [...] das Rückgrat von wirtschaftlichem Wachstum und Wohlstand [...] darstellt“. Der Zugang zu knappen Energieträgern wird so zur Existenzfrage für ganze Volkswirtschaften.

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.

Klimatische Perspektive. Sie ist eine wichtige Perspektive mit politischen, wirtschaftlichen und naturwissenschaftlichen Facetten. Die Nutzung fossiler Energieträger führt zu einem zusätzlichen Eintrag von CO_2 in die Atmosphäre; der menschengemachte Klimawandel hat einen direkten Zusammenhang zur Energienutzung.

Chemische, biologische, physikalische Perspektiven. Von den naturwissenschaftlichen Perspektiven wird ein wesentlicher Beitrag zum Verstehen von Energie als Konzept und von Grundlagen für die technische Nutzung von Energie erwartet. Naturwissenschaften werden zudem oft für die durch Raubbau von Ressourcen und durch Technisierung veränderte Welt verantwortlich gemacht.

Technische/technologische Perspektive. Sie ist die Perspektive der Nutzung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse für eine technologische Umsetzung. Sie bezieht sich nicht allein auf die Frage bestehender Kraftwerke und ihrer Nutzung oder auf die technische Seite der Energiewende, sondern auch auf Fragen der theoretischen, numerischen und experimentellen Innovationen wie z. B. im Bereich der Elektromobilität.

Weitere Perspektiven lassen sich anführen wie die historische, die juristische, die ökotrophologische oder die philosophische/religiöse. Jede liefert eine spezifische Konzeptualisierung von Energie.



Abb. 2: Vielfältige Perspektiven auf Energie (Foto: Komorek)

3.3 Kooperationen zwischen Fach, Fachdidaktik und externen Fach-Experten

Das Modul wird gemeinsam von der Physikdidaktik und dem Didaktischen Zentrum verantwortet. Je Durchgang agieren rund sieben Fachdidaktiker/innen und sieben Fachwissenschaftler/innen bzw. externe fachwissenschaftliche Experten aus Energie-Firmen oder Einrichtungen der Oldenburger Region miteinander. Für jeden der Termine im Modul steht jeweils ein Experte als Ansprechperson für eine Gruppe von Studierenden mit Informationen und Material bereit.

Die Studierendengruppe organisiert jeweils einen Seminartermin, der Experte übernimmt darin Anteile. Mehrere Exkursionen zu Energiestandorten der Region sind vorgesehen (Kraftwerke, Firmen der Energie-Branche, Energie-Forschungseinrichtungen). Nach etwa zwei Drittel der Termine führen die Studierenden eine Vernetzungsübung durch, bei der sie die bis dahin kennengelernten Perspektiven aufeinander beziehen. Dabei nehmen die Studierenden vielfältige Positionen zum Thema Energie und Energieversorgung ein, arbeiten Widersprüche und Dilemmata heraus und formulieren diese. Folgende Perspektiven und Kooperationen werden realisiert:

- Bewertungskompetenz im Biologieunterricht am Beispiel von Windenergieanlagen (Biologiedidaktik)
- Energie an außerschulischen Lernorten und Energieexperimente (Physikdidaktik)
- Energiemeteorologie: Messung, Vorhersage, Versicherung (in Kooperation mit der Firma Energy & Meteo Systems, Oldenburg)
- Projektunterricht zu Energie-Klima-Fragen – Einblick in die Schulpraxis
- Energiespeicher-Forschung (Forschungsinstitut NEXT-Energie an der Universität Oldenburg)
- Energieinformatik – von der Strommessung bis zum Smart Grid (Arbeitsgruppe Energieinformatik)
- Die ethisch-moralische Perspektive auf die Nutzung von Energie (Philosophiedidaktik)

- Die Ware Energie – der ökonomische Blick auf Energie (Institut für Ökonomische Bildung an der Universität Oldenburg)
- „Wo fängt man an?“ – Energie im Sachunterricht (Sachunterrichtsdidaktik)
- Physikalische Forschung und Qualifizierung im Themenfeld „Wind“ (AG Windforschung)
- Dirty data – wie klimaschädlich ist die Nutzung von google, facebook & Co? (Informatikdidaktik)
- Energienutzung in der Postwachstumsökonomie (Betriebswirtschaftslehre)
- Projekt Windanlage – der lange Weg bis zur ersten kWh (in Kooperation mit der Firma Projekt GmbH, Oldenburg)

Die generelle Erfahrung mit dem Modul zeigt, dass es die Studierenden stark herausfordert, die Perspektiven ihrer Fächer zu verlassen und zu überschreiten. Ein Grund ist, dass die beteiligten Fachwissenschaftler/innen und die externen Firmenexperten andere Begrifflichkeiten und unvertraute pragmatische Zugänge nutzen. Diese weichen oft vom kanonisch aufgebauten Wissen ab, das die Studierenden bislang im Studium kennengelernt haben. Trotz dieser Schwierigkeit ermöglicht ihnen das Modul, charakteristische Fälle und Situationen im Lichte bislang fremder Disziplinen so zu betrachten, dass sie eine übergreifende Energiekompetenz aufbauen können. Wie weit dies im Detail gelingt, ist in der Masterarbeit von Janine Freckmann (2015) untersucht worden.

3.4 Begleitforschung

In der Studie von Freckmann (2015; vgl. auch Freckmann, Niesel & Komorek, 2016) wird untersucht, wie Studierende im Modul die verschiedenen Energiekonzepte nachvollziehen und miteinander verknüpfen können. Im Sinne des Modells der Didaktischen Rekonstruktion dient diese Studie dazu, Studierendenperspektiven auf Energie und die fachlich geklärten Perspektiven (3.2) zu vergleichen und systematisch aufeinander zu beziehen. Es stellt sich die Frage, inwiefern die Studierenden, angeregt durch die Aktivitäten und Impulse im

Modul, ihre Sicht auf das Thema Energie erweitern. Um diese kognitiven Prozesse zu untersuchen, sind die Studierenden mithilfe eines qualitativen, fokussierenden, teilstrukturieren Leitfadenterviews (vgl. Flick, 2014) zu Beginn und nach Beendigung des Moduls befragt worden. Die Interviews verfolgten folgende Leitfragen:

- Über welche Vorstellungen von unterschiedlichen Energie-Konzepten und von der Nutzung von und der Versorgung mit Energie verfügen die Studierenden? Welche Erwartungen an das Modul und welche Motivation zur Mitwirkung haben sie?
- Über welches fachliche Vorwissen aus unterschiedlichen Perspektiven auf Energie verfügen sie?
- Wie verknüpfen die Studierenden die verschiedenen Perspektiven und inwieweit unterstützt sie das Modul dabei? Inwieweit haben sich die Erwartungen der Studierenden an das Modul erfüllt?

Zusätzlich sollten die Studierenden mit Hilfe von Concept-Maps ihre Verknüpfungen grafisch darstellen und kommentieren.

Die Interviews sind mithilfe Qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) analysiert und angelehnt an das Codierungsverfahren nach Froschauer und Lueger (2003) ausgewertet worden. So steht die Bildung von Denkkategorien der Studierenden bzgl. der Konzeptualisierung von Energie im Mittelpunkt der Analyse. In vielen Fällen zeigen die Transkripte, dass anschlussfähige fachliche Vorstellungen durchaus vorliegen, dass diese aber unvollständig verbalisiert und benannt werden. Die Analyse der Concept Maps klärt, inwiefern es den Studierenden gelingt, mehrere Konzeptualisierungen von Energie zu verknüpfen, also Gemeinsamkeiten oder Kontraste herauszuarbeiten. Welche Perspektiven miteinander verknüpft werden und in welcher Weise, wird ebenfalls untersucht.

Ergebnisse. Es ist zu erkennen, dass durch das Modul ein deutlicher Wissenszuwachs und eine erweiterte Fähigkeit, unterschiedliche Perspektiven auf Energie begründet zu verknüpfen (Tab. 1), entstanden sind. 17 Studierende nahmen an der Befragung teil. Während die Befragten zu Beginn des Moduls lediglich zwei bis neun Perspektiven auf Energie nennen konnten, sind es nach Abschluss des Moduls mindestens doppelt so viele. Die Anzahl der Verknüpfungen, die

zwischen Perspektiven hergestellt werden können, versechsfacht sich teilweise. Bei einzelnen Verknüpfungen kann es sein, dass die Befragten sehr viele Perspektiven in einen Zusammenhang bringen, maximal fünf Perspektiven in der Eingangsbefragung, später bis zu viermal so viele (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Überblick über gedankliche Verknüpfungen von Energieperspektiven zu Beginn und nach Abschluss des Moduls

| | Prä-Befragung | Post-Befragung |
|--|---------------|----------------|
| Anzahl genannter Perspektiven auf Energie pro befragter Person | 2–9 | 8–17 |
| Anzahl erstellter Verknüpfungen pro befragter Person | 2–6 | 12–49 |
| Maximale Anzahl verknüpfte Perspektiven pro Verknüpfung | 5 | 22 |

In der Prä-Befragung stellen die Studierenden mit hohem Interesse an der Thematik verschiedene Perspektiven dar; ihr Wissen zum Thema ist fundiert und weitgehend konsistent. Sofern ihr Studium eine Nähe zum Thema Energie hat, fokussieren sie meist auf *nur eine* Fachperspektive. Falls das nicht der Fall ist, z. B. bei Studierenden aus dem Bereich des Sachunterrichts, ist die Bandbreite der genannten Perspektiven überraschend groß, dafür aber die Argumentationstiefe eher gering. Zu Beginn des Moduls formulieren die meisten Studierenden Verknüpfungen eher zwischen lediglich zwei Perspektiven.

In der Post-Befragung können die befragten Studierenden fünfmal mehr „Argumentationslinien“ aufzeigen, wobei in ihrem Concept Maps Perspektiven über mehrere Vernetzungsknoten hinweg verknüpft werden. Diese Verbindungen können sie anhand von Beispielen und Dilemmata illustrieren. Die Studierenden können am Ende des Seminars größere Argumentationsnetze bilden, wobei die messbare Argumentationstiefe insgesamt zugenommen und sich das Verständnis einzelner Perspektiven erweitert hat. Zusätzlich liefern die Studierenden zahlreiche begründete Verbesserungsvorschläge für die Weiterentwicklung des Moduls.

3.5 Fazit

Trotz erwarteter Deckeneffekte aufgrund der Auswahlstichprobe (alle Teilnehmer hatten bereits eine gewisse Affinität zum Thema Energie und auch Vorwissen) haben die Studierenden im Seminar zahlreiche Perspektiven neu kennengelernt und probeweise übernommen. Eine Verdopplung der benennbaren Perspektiven und eine Versechsfachung der Verknüpfungen von Perspektiven pro Studierenden deuten auf eine hohe Wirkung des Seminaransatzes hin. Ein Grund mag darin liegen, dass das Modul zunächst fachspezifische Perspektiven herausarbeitet und ausschärft, bevor deren Anwendung in komplexen Kontexten und Dilemmata stattfindet. Übungen zur Vernetzung an bestimmten Punkten im Modul unterstützen die Studierenden; dieses Vorgehen wird als durchgängige Begleitung wahrgenommen. Dennoch wünschen sich die Studierenden mehr handlungsorientiertere Sitzungen, eine stärkere Thematisierung der ethisch-moralischen Perspektive und teilweise tiefgründigere Betrachtungen einzelner Fragestellungen, z. B. der nach Lebensstilen.

4 Resümee

Beide Module stellen praktikable und erprobte Beispiele für die Kooperation von Fachwissenschaft und Fachdidaktik dar, die von den angehenden Lehrkräften als sehr positiv und sinnstiftend wahrgenommen werden und die über die Laufzeit des Projekts OLE⁺ weitergeführt werden. In beiden Fällen basieren die Entwicklungsaufgaben für die Studierenden und die Begleitforschung auf dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion, was die Konsistenz aller Aktivitäten in den Modulen unterstützt. Und in beiden Fällen spielt die Fachdidaktik die Vermittlerrolle in den Modulen; dies ist generell eine der Stärken und der Aufgaben von Fachdidaktik, zwischen Fach, Bildungswissenschaften und Schulpraxis zu vermitteln (und gleichzeitig als eigenständige Wissenschaft und als Handwerk zusätzliche Impulse zu liefern). Die vorgestellten Module verdeutlichen die zentrale Rolle der Fachdidaktik in der Qualitätsoffensive Lehrerbildung und zeigen kreative Lösungen, wie Vertreter/innen aus Fach und Fachdidaktik bestens kooperieren können, wenn man sich gegenseitig wertgeschätzt.

Literatur

Baumert, J. (2007). Beitrag zur Podiumsdiskussion ‚Neue Wege in der Lehrerbildung – staatliche und universitäre Verantwortlichkeiten‘. In D. Lemmermöhle, M. Rothgangel, S. Bögeholz, M. Hasselhorn, & R. Watermann (Hrsg.), *Professionell lehren – erfolgreich lernen*, Münster: Waxmann, 23–50.

Bloemen, A., & Porath, J. (Hrsg.) (2012). *Dimensionen und Referenzpunkt von Energiebildung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik*. München: Rainer Hampp.

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg (2015). Biographieorientierte und phasenübergreifende Lehrerbildung in Oldenburg – das Projekt OLE+. Abgerufen am 06.01.2018 von https://www.uni-oldenburg.de/fileadmin/user_upload/lehre/OLE/PRAESENTATION_OLE__20.09.pdf

Deutsche UNESCO Kommission (Hrsg.). (2014). *Bonner Erklärung 2014 – UN-Dekade mit Wirkung – 10 Jahre Bildung für eine nachhaltige Entwicklung in Deutschland*. Bonn: Deutsche UNESCO Kommission e. V.

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)*. Rotterdam: Sense Publishers.

Fenkart, G., Lembens, A., & Erlacher-Zeitlinger, E. (Hrsg.). (2010). *Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften*. Innsbruck: Studien Verlag.

Flick, U. (2014). *Qualitative Sozialforschung: eine Einführung*. Reinbek: Rowohlt.

Freckmann, J. (2015). *Empirische Untersuchung der Entwicklung und Vernetzung von Perspektiven auf das Thema Energie – Zur Evaluation des Moduls ‚Energie Interdisziplinär‘*. Masterarbeit. Oldenburg: Universität Oldenburg.

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. Reihe: Beiträge der fachdidaktischen Forschung, Band 10*. Münster: Waxmann, 317–322.

Froschauer, U., & Lueger, M. (2003). *Das qualitative Interview*. Wien: Facultas.

Gallego Carrera, D., Ruddat, M., & Rothmund, S. (2013). Gesellschaftliche Einflussfaktoren im Energiesektor – Empirische Befunde aus 45 Szenarioanalysen. *Stuttgarter Beiträge zur Risiko- und Nachhaltigkeitsforschung* 27. Stuttgart: Universität Stuttgart.

Großmann, S., G. Berg, W. Demtröder, M. Euler, D. Fick, A. Haase, B. Kretschmer, R. Lehn, A. Müller, P. Richter, G. Sauer, H. Schecker, W. Schneider, E. Sumfleth, E. Umbach, K. Urban, M. Vollmer, M. Welzel, M. Wilkens, & W. Zimmermann (2006). *Thesen für ein modernes Lehramtsstudium im Fach Physik*. Bad Honnef: Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V. (DPG). Abgerufen am 05.01.2018 von http://www.dpg-physik.de/static/info/lehramtsstudie_2006.pdf

Haan, G. de (Hrsg.). (2002). Was ist Bildung für Nachhaltigkeit? In F. Brickwedde & U. Peters, *Umweltkommunikation. Vom Wissen zum Handeln*. Berlin: Schmidt, 259–267.

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. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde*. Wiesbaden: VS, 23–43.

Hattie, J. (2012). *Visible Learning for teachers: Maximizing impact on learning*. London: Routledge.

Kästner, T., & Kießling, A. (2009). *Energie in 60 Minuten – Ein Reiseführer durch die Stromwirtschaft*. Heidelberg: Springer.

Komorek, M., Niesel, V., & Rebmann, K. (2011). *Energiebildung für eine gestaltbare Zukunft. Tagungsband zum Symposium*. Oldenburg: Universität Oldenburg.

Langer, I., von Thun, F. S., & Tausch, R. (2011). *Sich verständlich ausdrücken*. München: Reinhardt.

Leisen, J. (2015). *Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis*. Stuttgart: Klett.

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Beltz.

Meier, S. (2015). *Kompetenzen von Lehrkräften*. Münster: Waxmann.

Niegemann, H., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M., & Zobel, A. (2008). *Kompendium multimediales Lernen*. Heidelberg: Springer.

Smoor, S. (im Druck). Lehr-Lern-Labore als Instrument der Professionalisierung im Lehramtsstudium Physik. Dissertation. Oldenburg: Universität Oldenburg.

Smoor, S., & Komorek, M. (2018). Zyklisches Forschendes Lernen im Lehr-Lern-Labor empirisch untersuchen. In C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätvoller Chemie- und Physikunterricht - normative und empirische Dimensionen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Regensburg 2017*. (S. 536). Regensburg: Universität Regensburg.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Das diesem Aufsatz zugrundeliegende Vorhaben wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1613 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Autor*innen

Janine Freckmann, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Physik der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Arbeitsschwerpunkte: Lehrerprofessionalisierung, Sprache und Kommunikation in der Physiklehrerbildung, Prozesse der Planung von Physikunterricht

E-Mail: janine.freckmann@uni-oldenburg.de

Josefine Hofmann, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Physik der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Arbeitsschwerpunkte: Lehrerprofessionalisierung, Sprache in der Physiklehrerbildung, Energiebildung, Bildung für eine nachhaltige Entwicklung

E-Mail: josefine.hofmann@uni-oldenburg.de

Prof. Dr. Michael Komorek, Professor für Physikdidaktik an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Arbeitsschwerpunkte: empirische Lehr-Lern-Forschung, Lehrerprofessionalisierung, Didaktische Rekonstruktion, außerschulisches Lernen, kontextorientierter Physikunterricht, Energiebildung, Bildung für nachhaltige Entwicklung im Physikunterricht

E-Mail: michael.komorek@uni-oldenburg.de

Dr. Verena Niesel, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Didaktischen Zentrum der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Arbeitsschwerpunkte: Forschungscoordination, Energiebildung, Lehr-Lern-Forschung, Konzeption und Umsetzung von Lehrerfortbildungen

E-Mail: verena.niesel@uni-oldenburg.de

Dr. Christiane Richter, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Physik der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Arbeitsschwerpunkte: Kontextorientierter Physik- und Chemieunterricht, Aufgabenkultur, Lehrerprofessionalisierung, empirische Lehr-Lern-Forschung

E-Mail: christiane.richter@uni-oldenburg.de