

Die folgenden Original-Seiten der Zeitschrift „MNU-Journal“ wurden mit Genehmigung des Verlages Klaus Seeberger auf die Webseite www.thomas-wilhelm.net gestellt.
Vielen Dank für die Erlaubnis.

Die exakte Quellenangabe des Zeitschriftenartikels ist:

DOPATKA, L.; SPATZ, V.; SCHUBATZKY, T.; HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER, C.; BURDE, J.-P.; WILHELM, T.;
IVANJEK, L.; HOPF, M.

Kontextstrukturierte Unterrichtsmaterialien zur Elektrizitätslehre. Entwicklung einer Unterrichtsreihe für die Sekundarstufe I

MNU-Journal 74, Heft 1, 2021, S. 11 - 15

Kontextstrukturierte Unterrichtsmaterialien zur Elektrizitätslehre



Entwicklung einer Unterrichtsreihe für die Sekundarstufe I

LIZA DOPATKA – VERENA SPATZ – CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER – THOMAS SCHUBATZKY – JAN-PHILIPP BURDE – THOMAS WILHELM – LANA IVANJEK – MARTIN HOPF

Als Anregung für Lehrkräfte wird die Entwicklung kontextstrukturierter Unterrichtsmaterialien vorgestellt, welche eine Erarbeitung physikalischer Inhalte anhand konkreter Fragestellungen ermöglichen. Für die Materialien wurden vorrangig Kontexte ausgewählt, die sich an Phänomenen der Humanbiologie, Medizin, Gesellschaft und Natur orientieren, um das Interesse der Lernenden anzusprechen. Diese Materialien wurden im Rahmen einer Begleitstudie in der Schulpraxis erprobt.

1 Einleitung und Motivation

Die Entwicklung der kontextstrukturierten Unterrichtsmaterialien für die Elektrizitätslehre basiert auf bildungspolitischen Forderungen und fachdidaktischen Erkenntnissen, die bisher wenig Berücksichtigung in der Schulpraxis finden. Einerseits ist durch die Beschlüsse der Kultusministerkonferenz von 2004 (KMK, 2004) das Einbinden von Kontexten in den Physikunterricht ein schriftlich verankerter Anspruch und wird durch die Kerncurricula der jeweiligen Bundesländer präzisiert. Der Erwerb von Kompetenzen soll anhand „*persönlich oder gesellschaftlich relevanter Themen*“ (Hessisches Kultusministerium, 2011, 14) stattfinden, was Kontexte als festen Bestandteil von Unterricht voraussetzt. In vielen Arbeitsmaterialien und Schulbüchern werden Kontexte bisher jedoch nur in Form von Anwendungen genannt oder auf Extraseiten, losgelöst von der Erarbeitung physikalischer Inhalte, beschrieben. Unterrichtsmaterial, welches das Lernen mit Hilfe von Kontexten anhand einer möglichst konkreten, authentischen Fragestellung und Problemsituation in den Mittelpunkt rückt, existiert in der Elektrizitätslehre kaum. Diese Voraussetzungen erschweren Lehrkräften kontextorientiert zu unterrichten, um die bildungspolitische Forderung in der Praxis umzusetzen.

Andererseits bieten die Erkenntnisse fachdidaktischer Studien zum Interesse von Lernenden eine empirische Grundlage für die Erstellung kontextstrukturierter Materialien. So sind etwa aus der IPN- oder ROSE-Studie von Schüler/innen als interessant bewertete Themen bekannt, etwa aus dem Bereich *Mensch und Natur* (siehe 2.1) (HOFFMANN, HÄUßLER & LEHRKE, 1998; SJØBERG & SCHREINER, 2010). Diese Themen waren nach Aussage der Lernenden im Unterricht jedoch stark unterrepräsentiert (HOFFMANN et al., 1998), wodurch dieser an den Bedürfnissen vieler Lernender vorbeiging. Dies kann ein Grund für die seither dokumentierte Unbeliebtheit des Faches, vor allem bei Mädchen, sein (MERZYN, 2008; MÜLLER, 2010). In der Elektrizitätslehre kommt erschwerend hinzu, dass Kontexte aus dem Bereich *Technik* relativ nahe liegen, wofür sich wiederum nur ca. 20 % der Lernenden, hauptsächlich Jungen, interessierten (HOFFMANN et al., 1998). Mit der hier vorgestellten Unterrichtsreihe wird eine Vorlage angeboten, die Lehrkräften die Integration von Kontexten in den Elektrizitätslehreunterricht erleichtert und dabei solche Themen aufgreift, welche Schüler/innen als interessant wahrnehmen. Die Unterrichtsreihe wurde von 22 Lehrkräften in ihrem regulären Physikunterricht erprobt. Im Folgenden werden die Materialien und einzelne Bewertungen vorgestellt.

2 Die Unterrichtsmaterialien

2.1 Auswahl der Kontexte

Die ausgewählten Kontexte orientieren sich an drei Aspekten: den Interessen der Lernenden, den physikalischen Inhalten sowie daran, dass der Kontext eine konkrete Fragestellung in angemessener Komplexität ermöglicht.

Aus der IPN-Studie ist bekannt, dass die folgenden Interessensbereiche im Allgemeinen unterschieden werden können: (A) Physik und Technik, (B) Mensch und Natur sowie (C) Gesellschaft. Dabei interessieren sich 55 % aller Lernenden am stärksten für den Bereich (B) Mensch und Natur, 25 %, hauptsächlich Mädchen, interessieren sich in erster Linie für (C) Gesellschaftsthemen und nur 20 %, hauptsächlich Jungen, für alle drei Bereiche (A, B, C), aber vorwiegend für technische Aspekte. Die ROSE-Studie bestätigt diese Ergebnisse weitestgehend, so dass für die meisten Lernenden humanbiologische und medizinische Themen sowie gesellschaftsrelevante Kontexte am interessantesten sind (ELSTER, 2007). Die kontextstrukturierten Arbeitsmaterialien orientieren sich an diesen fachdidaktischen Erkenntnissen und stellen diese Themen daher in den Vordergrund. Hierdurch soll das individuelle Interesse möglichst vieler Lernender angesprochen oder situationales Interesse geweckt werden. Genderaspekte finden hierbei Berücksichtigung. Technikbasierte Kontexte sind ebenfalls enthalten, um die Relevanz von physikalischem Fachwissen für alle Bereiche widerzuspiegeln.

Der zweite Aspekt der Kontextauswahl betrifft die Passung von physikalischem Inhalt und Kontext. Dieser muss inhaltlich, aber auch vom Umfang und der Komplexität so gestaltet sein, dass hieran eine Erarbeitung physikalischen Fachwissens und ein Erwerb von Kompetenzen möglich ist. Dazu dürfen die Informationen eines Kontextes nicht zu sehr vom physikalischen Inhalt ablenken und dessen Authentizität sollte trotz notwendiger Elementarisierungen erhalten bleiben.

Für die zielgerichtete Erarbeitung physikalischer Inhalte wird in jedem Material innerhalb eines Kontextes eine konkrete Frage- oder Problemstellung beantwortet. Die Fragestellungen stammen vorwiegend aus den zuvor identifizierten Interessensbereichen und wurden in der IDa-Studie mit 960 Lernenden der Jahrgangsstufen 7–9 konkret formuliert (DOPATKA et al., 2019). Aus den fast 150 formulierten Fragestellungen unterschiedlichster Kontexte (z.B. Funktionsweise eines Elektrozauns, Messung von Luft- und Wasserqualität, Elektrizität im Straßenverkehr) wurden die in Tabelle 1 aufgelisteten Fragen von Jun-

Rang		Die drei interessantesten Fragestellungen:
Jungen	Mädchen	
1	3	Wie erzeugen elektrische Fische (z.B. der Zitteraal) Elektrizität?
2	2	Warum töten Zitteraale sich nicht selbst durch ihre Stromschläge?
3	1	Wie wird beim Lügendetektor darauf geschlossen, dass es sich bei einer Aussage um eine Lüge handelt?

Tab. 1. Die drei interessantesten Fragestellungen für Jungen und Mädchen aus der IDa-Studie

gen und Mädchen fast gleichermaßen mit den höchsten Mittelwerten hinsichtlich der Interessanzheit bewertet. Der aus Sicht beider Geschlechter interessanteste Kontext bezieht sich auf elektrische Fische (Tab. 1). Hohe Interessanzheitswerte erreichte außerdem der Kontext Lügendetektor (Tab. 1).

2.2 Fachdidaktische Gestaltungskriterien

Die Materialien sind als Lernaufgaben nach FINKELSTEIN (2005) konzipiert, in denen jeweils die Beantwortung einer konkreten Frage im Zentrum steht. In diesem Zusammenhang ist die kontextstrukturierte Gestaltung der Materialien besonders hervorzuheben, bei welcher der Kontext die „storyline“ vorgibt (NAWRATH, 2010). Physikalische Inhalte werden beim Lernen über den Kontext erworben und sind zur Beantwortung der Frage notwendig. Die Unterrichtsmaterialien gehen somit über die Benennung von Anwendungen und Beispielen hinaus. An ihnen wird das Fachwissen direkt erarbeitet, angewendet und/oder vertieft.

Ein Kontext führt dabei immer genau einen physikalischen Inhalt ein. Die einzelnen Kontextmaterialien können somit wie Mikrokontexte (KUHN, MÜLLER, MÜLLER & VOGT, 2010) unabhängig voneinander eingesetzt werden. Diese modulare Struktur ist für die Schulpraxis von großer Bedeutung, da sie eine notwendige Flexibilität in inhaltlicher, aber auch methodischer Hinsicht bietet. Je nach Bundesland, Schulcurriculum und Jahrgangsstufe weichen die physikalischen Inhalte voneinander ab und der Unterricht kann durch die Auswahl an Themen methodisch leichter variiert werden.

2.3 Physikalische Inhalte

Die physikalischen Inhalte zur Einführung in die Elektrizitätslehre in der Sekundarstufe I (vorrangig Jahrgangsstufe 7 und 8) werden in 18 Unterrichtsmaterialien abgebildet, die in Tabelle 2

Physikalischer Inhalt	Titel des Unterrichtsmaterials
Geschlossener Stromkreis und Schaltsymbole	Der heiße Draht, Elektriker
Schalter und Schaltungen	Hotelzimmer, Hotelföhn, Chamäleon, Krabbenspinne
Wirkungen des elektrischen Stroms und Modell elektrischer Leitfähigkeit	Mülltrennung, Modell elektrischer Leitfähigkeit
Elektrische Stromstärke	Nebelschlussleuchte
Elektrische Leitfähigkeit von Flüssigkeiten	Lügendetektor, Elektrophotherapie
Elektrischer Widerstand	Anatomie des Zitteraals, Geoelektrik
Reihen-/Parallelschaltung von Widerständen	Stromunfall im Haushalt
Elektrische Spannung	Blitz, Reiseföhn, Zitteraal als Spannungsquelle
Zusammenfassung Elektrizitätslehre	Defibrillator

Tab. 2. Übersicht über die physikalischen Inhalte und Materialien der Unterrichtsreihe

dargestellt sind. Diese gehen vom einfachen Stromkreis über Schalter und Schaltungen hin zu den elektrischen Größen Stromstärke, Widerstand und Spannung sowie ihrem wechselseitigen Zusammenhang. Die qualitative Betrachtung dieser Größen und ihres Zusammenhangs steht im Vordergrund. Die Materialien bieten zusätzlich Anregungsideen für Experimente und Aufgaben zur Vertiefung.

3 Materialbeispiel: Die Anatomie des Zitteraals

Für einen besseren Einblick in das Material wird im Folgenden exemplarisch der Kontext „Anatomie des Zitteraals“ näher beschrieben, durch den die physikalische Größe elektrischer Widerstand eingeführt wird. Die konkrete Fragestellung dieses Kontextes stammt aus der IDa-Studie (siehe Tab. 1) und ist in das Unterrichtsmaterial wie in Abbildung 1 eingebunden: „Warum lähmen Zitteraale mit den verursachten Stromschlägen den Beutefisch, aber nicht sich selbst?“.

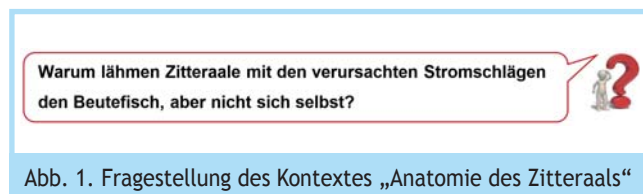


Abb. 1. Fragestellung des Kontextes „Anatomie des Zitteraals“

Der Zitteraal

Der Zitteraal ist ein faszinierendes Tier mit einer einzigartigen Anatomie, die sich über Millionen von Jahren optimiert hat.

Hier sitzen alle wichtigen **Organe**. Der Körper ist leicht verdickt.

Restlicher Körper besteht aus umgebauten Muskelzellen, die Elektrizität erzeugen können, den sogenannten **Elektrozyten**.

Im Kopfbereich hat er viele **Sinnesgruben**, mit denen er elektrische Signale wahrnimmt.

Der Beutefang

Der amerikanische Biologe Catania hat herausgefunden, dass Zitteraale ihre Beute durch einen Stromstoß lähmen. Durch den Strom verkrampft die Muskulatur der Beute. Der Zitteraal hat dann leichtes Spiel: Er saugt seine wehrlose Beute an und schluckt sie im Ganzen herunter, da er keine Zähne hat.

Aufgabe 1) Der Zitteraal im Zoo

Weil der Zitteraal so faszinierend ist, kann man ihn [Zitteraal - Aquariumsinformation](#) in Zoos bestaunen.

Erkläre, warum in vielen Zoos am Aquarium des Zitteraals für die Zoobesucher eine Glühlampe angebracht ist.

Aufgabe 2) Der Stromkreis beim Beutefang

Hat der Zitteraal seine Beute geortet, gibt er den Elektrozyten über das Nervensystem ein Signal. Er ist dann wie eine große Batterie (≈ 600 Volt): der Pluspol befindet sich am Kopf, der Minuspol am Schwanzende. Hierdurch ist es möglich, dass ein Strom fließen kann.

Skizziere in die Abbildung einen möglichen Stromkreis, wenn er den Beutefisch durch den Strom lähmt.

Abb. 2. Erste Seite des Kontextes „Anatomie des Zitteraals“

Zur Motivation dieser Frage werden zunächst die Anatomie des Zitteraals mit den drei wichtigsten Regionen und der Vorgang des Beutefangs vorgestellt (Abb. 2). Ein Zusammenhang zur Lebenswelt der Lernenden wird durch den Hinweis auf einen Zoo in Aufgabe 1 hergestellt und zusätzlich eine weitere Information zum Zitteraal gegeben, wie sie als Infotafel am Zoo-Aquarium hängen könnte (siehe Online-Beilage). Hierdurch ist es auch möglich, mehr über den Kontext an sich zu lernen. Aufgabe 1 aktiviert zudem das physikalische Vorwissen des bereits gelernten „geschlossenen Stromkreises“. In Aufgabe 2 wird dieses Fachwissen auf den vorliegenden Kontext übertragen und beim Beutefang in einer Skizze konkretisiert. Über die Erarbeitung des unterschiedlichen elektrischen Widerstandes verschiedener Gewebe kann die Anatomie des Zitteraals verstanden und die Eingangsfrage schließlich beantwortet werden. Die anschließenden optionalen Zusatzaufgaben bieten die Möglichkeit, das physikalische Fachwissen über den elektrischen Widerstand anhand dieses Kontextes und anderer Kontexte anzuwenden und zu vertiefen. Ein Beispiel für eine solche Zusatzaufgabe ist in Abbildung 3 zu sehen.

Aufgabe 6) Fett- und Muskelgewebe des Menschen

Viele Menschen trainieren im Fitnessstudio, um abzunehmen. Bis ein Gewichtsverlust mit der Waage messbar ist, vergeht jedoch einige Zeit. Zunächst einmal wird Fett- in Muskelgewebe umgewandelt. Auf der Waage wird dann sogar eine größere Masse angezeigt, da Muskeln mehr wiegen als Fett (bei gleichem Volumen). Ohne dieses Wissen sind viele Leute über ihre Trainingseffekte deprimiert.

- Beschreibe ein Experiment, um von drei Personen A, B und C herauszufinden, welche den größten Muskelanteil / größten Fettgehalt hat.
- Nimm an, dass Person A einen größeren Fettgehalt als B besitzt und Person C den größten Muskelanteil. Ordne die Personen begründet nach ihrem Körperwiderstand von *klein* zu *groß*. Gib außerdem an, bei welcher Person die größte/kleinste Stromstärke im Experiment gemessen wird.
- Die Personen A, B und C sind in einen Stromunfall verwickelt. Erkläre, welche Personen vermutlich unter größeren Verletzungen leiden wird.

Abb. 3. Beispiel einer Zusatzaufgabe aus dem Kontext „Anatomie des Zitteraals“

4 Bewertung der Materialien durch Lehrkräfte

Die Unterrichtsmaterialien wurden im Rahmen einer Begleitstudie von 22 Lehrkräften in ihrem Regelunterricht erprobt. 18 dieser Lehrkräfte haben nach der Erprobung einen Fragebogen zur Gestaltung der Unterrichtsmaterialien ausgefüllt und mit wiederum 17 Lehrkräften konnte zusätzlich ein leitfadengestütztes Interview geführt werden. Im Fragebogen wurden die Lehrkräfte unter anderem gebeten, das Unterrichtskonzept hinsichtlich verschiedener Aussagen zu bewerten. Die Aussagen betreffen vier Kategorien: die Gestaltung der Unterrichtsmaterialien, ihre Anwendbarkeit in der Praxis, die Kontext-Themen sowie der wahrgenommene Einfluss der Kontexte auf den Unterricht und die Lernenden. Die Kategorien konnten auf einer fünfstufigen Skala von „trifft auf alle Kontexte zu“ bis „trifft auf keinen Kontext zu“ angekreuzt werden. Die Anzahl der Nennungen für die Kategorie „Gestaltung der Arbeitsmaterialien“ ist in Abbildung 4 dargestellt.

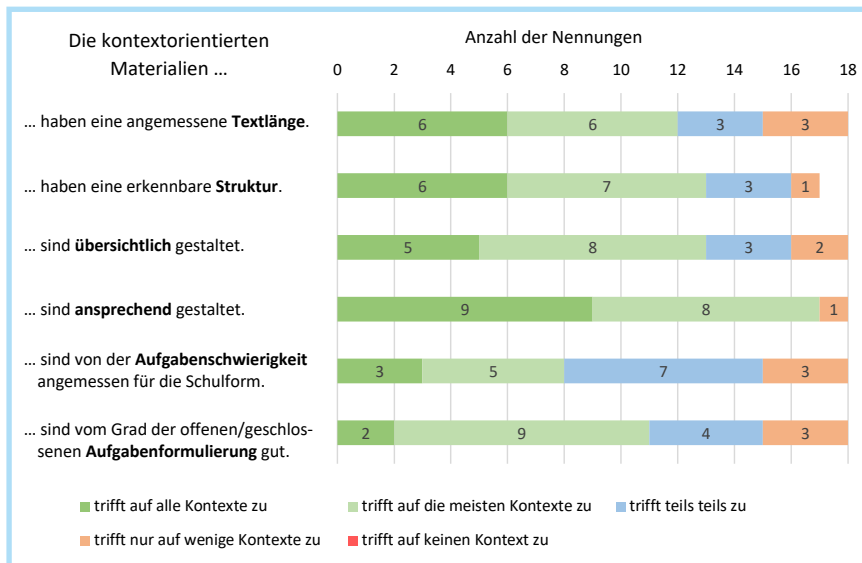


Abb. 4. Bewertung der Gestaltung der kontextstrukturierten Unterrichtsmaterialien durch die Lehrkräfte

Allgemein fällt auf, dass die Gestaltung der Materialien überwiegend gut beurteilt wird. Keine Lehrkraft bewertet diese mit „trifft auf keinen Kontext zu“. Die Mehrheit der Lehrkräfte bescheinigt den Unterrichtsmaterialien eine angemessene Textlänge, eine gute Struktur (roter Faden), eine übersichtliche und vor allem optisch ansprechende Gestaltung sowie eine gute Formulierung der Aufgaben. Dies ist im Rahmen von Kontexten eine wichtige Beurteilung, da sie häufig einen größeren Textumfang als übliche Lehrmaterialien aufweisen. Uneinig sind sich die Lehrkräfte hingegen bei der Aufgabenschwierigkeit. Aus den Interviews wird deutlich, dass Lehrkräfte sich diese für gymnasiale Klassen beider Jahrgangsstufen (7 und 8) höher wünschen. Insgesamt beurteilen die Lehrkräfte die kontextstrukturierten Unterrichtsmaterialien mit der Schulnote 2,2 (SD = 0,9). In Abbildung 5 ist zusätzlich die Anzahl der Lehrkräfte aufgetragen, die die Unterrichtsmaterialien weiterempfehlen würden. 78 % der Lehrkräfte, die die Materialien erprobt haben, würden diese weiterempfehlen, zwei Lehrkräfte nur in Teilen und lediglich zwei Lehrkräften haben die Materialien nicht zugesagt.

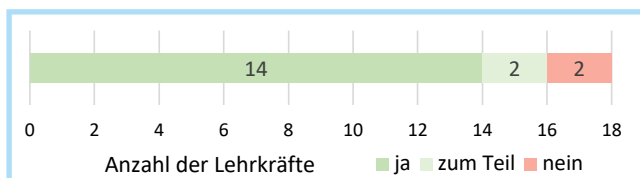


Abb. 5. Weiterempfehlung des Unterrichtsmaterials an Kolleginnen und Kollegen

5 Fazit und Ausblick

Die kontextstrukturierten Unterrichtsmaterialien für die Elektrizitätslehre des Anfangsunterrichts der Sekundarstufe I wurden von den Lehrkräften als gut bewertet und die überwiegende Mehrzahl würde die Materialien ihren Kollegen/innen weiterempfehlen. Dies zeigt, dass die hier vorgestellte Form kontext-

orientierter Arbeitsmaterialien gut in der Schulpraxis einsetzbar ist und von den Lehrkräften akzeptiert wird. Unser Vorgehen kann somit eine Anregung bieten, physikalische Inhalte anhand von Kontexten zu erarbeiten, die sich an den Interessen von Lernenden orientieren.

Die Lehrkräfte heben in den Interviews zusätzlich die Kontextideen positiv hervor, die bisher kein Bestandteil regulären Unterrichts waren: „Der Zitteraal, fand ich auch, war ein geniales Beispiel, so nach dem Motto ‚Knochenschild – da geht der Strom halt nicht in den Körper rein‘ und er verpasst sich selbst auch keinen tödlichen Schlag“ (Lehrkraft im Interview). Hierzu gehört beispielsweise auch das Chamäleon als Modell der ODER-Schaltung. Überarbeitungsbedarf gibt es hinsichtlich des Schwierigkeitsgrads der Aufgaben, diese können für das

Gymnasium kognitiv anspruchsvoller werden.

Das Material zum Zitteraal ist in der Online-Beilage verfügbar. Alle weiteren Materialien stehen im Laufe dieses Jahres 2020 im Brigg-Verlag zur Verfügung.

Literatur

DOPATKA, L., SPATZ, V., BURDE, J.-P., WILHELM, T., IVANJEK, L., HOPF, M., HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER, C. & SCHUBATZKY, T. (2019). Kontexte in der Elektrizitätslehre im Rahmen des Projekts Epo-Eko. In C. MAURER (Hg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe* (S. 217–220). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Kiel 2018. Universität Regensburg.

ELSTER, D. (2007). In welchen Kontexten sind naturwissenschaftliche Inhalte für Jugendliche interessant? Ergebnisse der ROSE-Erhebung in Österreich und Deutschland. *Plus Lucis*, (3), 2–8.

FINKELSTEIN, N. (2005). Learning physics in context: A study of student learning about electricity and magnetism. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 27(10), 1187–1209.

Hessisches Kultusministerium (2011). *Bildungsstandards und Inhaltsfelder: Das neue Kerncurriculum für Hessen. Sekundarstufe I – Gymnasium. Physik*. https://kultusministerium.hessen.de/sites/default/files/media/kerncurriculum_physik_gymnasium.pdf (10.12.2019).

HOFFMANN, L., HÄUSSLER, P. & LEHRKE, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik*. Kiel: IPN.

KUHN, J., MÜLLER, A., MÜLLER, W. & VOGT, P. (2010). Kontextorientierung im Physikunterricht - Konzeptionen, Theorien und Forschung zu Motivation und Lernen. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule*, 59(5), 13–25.

Kultusministerkonferenz (KMK). (2004). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)*. Beschluss vom 16.12.2004.

https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf (10.12.2019).

MERZYN, G. (2008). *Naturwissenschaften Mathematik Technik – immer unbeliebter?* Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

MÜLLER, R. (2010). Kontextorientierung und Alltagsbezug. In H. F. MIKELSKIS (Hg.), *Physik Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (S. 102–119). Berlin: Cornelsen.

NAWRATH, D. (2010). *Kontextorientierung: Rekonstruktion einer fachdidaktischen Konzeption für den Physikunterricht (Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion)*. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.

SJØBERG, S. & SCHREINER, C. (2010). *The ROSE project: An overview and key findings*. <https://roseproject.no/> (10.12.2019).



Die Autor/inn/en sind ein Projektteam von fünf Universitäten in Deutschland und Österreich, das an der forschungsbasierten Entwicklung und Erprobung von unterrichtlichen Zugängen zur Elektrizitätslehre arbeitet.

LIZA DOPATKA, liza.dopatka@tu-darmstadt.de, ist Studienrätin an der Georg-Büchner-Schule und wiss. Mitarbeiterin an der TU Darmstadt. Die im Rahmen ihrer Promotion erstellten kontextorientierten Unterrichtsmaterialien wurden von „LEIFIPhysik unterstützt Ihre Unterrichtsidee“ 2018 gefördert.

Jun.-Prof. Dr. VERENA SPATZ, verena.spatz@tu-darmstadt.de, ist Juniorprofessorin für Didaktik der Physik an der TU Darmstadt.

Univ.-Prof. Mag. Dr. CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER, claudia.haagen@uni-graz.at, ist Professorin für Fachdidaktik Physik an der Univ. Graz.

Mag. THOMAS SCHUBATZKY, PhD, thomas.schubatzky@uni-graz.at, ist Universitätsassistent am Fachbereich Physikdidaktik der Univ. Graz.

Jun.-Prof. Dr. JAN-PHILIPP BURDE, jan-philipp.burde@uni-tuebingen.de, ist Juniorprofessor für Didaktik der Physik an der Eberhard Karls Univ. Tübingen.

Univ.-Prof. Dr. THOMAS WILHELM, wilhelm@physik.uni-frankfurt.de, ist Professor für Didaktik der Physik an der Goethe-Univ. Frankfurt am Main.

Dr. LANA IVANJEK, lane.ivanjek@univie.ac.at, ist Senior Lecturer am Fachbereich Physikdidaktik der Univ. Wien.

Univ.-Prof. Dr. MARTIN HOPF, martin.hopf@univie.ac.at, ist Professor für die Didaktik der Physik an der Univ. Wien. ■