

Konzeption eines Forschungsprojekts zu kontextbasiertem traditionellen Unterricht zu einfachen Stromkreisen

Benedikt Gottschlich*, Jan-Philipp Burde*, Liza Dopatka⁺, Verena Spatz⁺, Thomas Schubatzky[°], Claudia Haagen-Schützenhöfer[°], Lana Ivanjek^x, Thomas Wilhelm[#], Martin Hopf[^]

*Eberhard Karls Universität Tübingen, AG Didaktik der Physik, Auf der Morgenstelle 14, 72076 Tübingen;

⁺Physikdidaktik, TU Darmstadt, Institut für Physik, Hochschulstraße 12, 64289 Darmstadt;

[°]Karl-Franzens-Universität Graz, Institut für Physik, Physikdidaktik, Universitätsplatz 5, 8010 Graz;

^xTU Dresden, Fakultät Physik, Professur Didaktik der Physik, Helmholtzstraße 10, 01069 Dresden;

[#]Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Didaktik der Physik, Max-von-Laue-Straße 1, 60438 Frankfurt;

[^]Universität Wien, Österreichisches Kompetenzzentrum für Didaktik der Physik, Porzellangasse 4, 1090 Wien;

benedikt.gottschlich@uni-tuebingen.de, jan-philipp-burde@uni-tuebingen.de,

liza.dopatka@physik.tu-darmstadt.de, verena.spatz@physik.tu-darmstadt.de, thomas.schubatzky@uni-graz.at,

claudia.haagen@uni-graz.at, lana.ivanjek@tu-dresden.de, wilhelm@physik.uni-frankfurt.de,

martin.hopf@univie.ac.at

Kurzfassung

Trotz der enormen Bedeutung der Elektrizität für unser heutiges Leben wird der Unterricht zur elementaren Elektrizitätslehre von den Lernenden häufig als abstrakt und wenig interessant wahrgenommen, inhaltliche Lernziele werden zudem vielfach nicht erreicht. Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen des Gesamtprojekts EPo-EKo ein kontextbasiertes Unterrichtskonzept zu einfachen Stromkreisen entwickelt („EKo-Konzept“). Anknüpfend an Vorarbeiten im Projekt werden in dem erstellten Schulbuch Kontexte wie „elektrische Fische“ oder „Geelektrik“ behandelt, um das Interesse von Mädchen und Jungen gleichermaßen zu fördern. Im Gegensatz zu anderen Teilstudien des Gesamtprojekts EPo-EKo orientieren sich die in der EKo-Teilstudie entwickelten Materialien an der Sachstruktur des traditionellen Elektrizitätslehreunterrichts. Im Rahmen des Forschungsprojekts soll die Frage beantwortet werden, inwiefern Unterricht auf Basis des kontextstrukturierten Unterrichtskonzepts bei den Lernenden mit einem höheren Interesse und einem besseren konzeptionellen Verständnis einhergeht. Der Artikel stellt neben der Einbettung in das Gesamtprojekt EPo-EKo und in den aktuellen Stand der Forschung hierzu das Forschungsdesign und konkrete Beispiele für verwendete Kontexte vor.

1. Hintergrund

Das Leben in unserer Industriegesellschaft ist geprägt von Elektrizität; für nicht wenige Alltagssituationen und in einer Vielzahl beruflicher Umgebungen ist ein grundlegendes Verständnis der Zusammenhänge im elektrischen Stromkreis unabdingbar. Dies lässt dem Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht, der in den gymnasialen Curricula in Deutschland und Österreich in der Regel in der 7. oder 8. Jahrgangsstufe verortet ist, eine große Bedeutung zukommen. Trotz zahlreicher wissenschaftlicher Erkenntnisse aus den letzten Jahrzehnten und der Anstrengung von Lehrenden gelingt es Schülerinnen und Schülern allerdings vielfach nicht, ein angemessenes Verständnis einfacher elektrischer Stromkreise zu erzielen (Burde, 2018). Vielmehr zeigt die fachdidaktische Forschung, dass Schülerinnen und Schüler auch nach dem Unterricht zum einfachen Stromkreis häufig noch Vorstellungen vertreten, die fachlich problematisch sind (z.B. Shaffer & McDermott, 1992; Engelhardt & Beichner, 2004; Burde, 2018).

Die Motivation für ein kontextbasiertes Vorgehen im Elektrizitätslehreunterricht basiert auf der Erkenntnis, dass Schülerinnen und Schüler zwar allgemein ein vergleichsweise geringes Interesse am Physikunterricht haben, physikalische Inhalte jedoch für interessant erachten, sofern diese in entsprechende Kontexte eingebettet sind (Hoffmann et al., 1998). Die Forschung ist sich weitgehend einig, dass kontextbasierter Unterricht einen positiven Einfluss auf das Interesse von Schülerinnen und Schülern hat (Bennett et al., 2003). Der Einfluss auf das konzeptionelle Verständnis ist jedoch bislang nicht eindeutig geklärt (Taasobshirazi & Carr, 2008).

Die Integration von Kontexten in den Physikunterricht wird schon seit längerer Zeit für wichtig erachtet und seit 2004 auch in den Richtlinien der Kultusministerkonferenz gefordert (KMK, 2005). Allerdings stehen Lehrkräfte vor der Herausforderung, dass zur Elektrizitätslehre der Sekundarstufe I kaum ausgearbeitete kontextbasierte und insbesondere keine kontextstrukturierten Unterrichtsmaterialien zur Verfü-

gung stehen, auf die sie für ihren Unterricht zurückgreifen können (Dopatka et al., 2019). Dies steht im Gegensatz zu den empirischen Erkenntnissen aus fachdidaktischen Studien, die bereits seit längerer Zeit ein differenziertes Fundament für die Entwicklung von kontextbasierten Unterrichtsmaterialien darstellen (Hofmann et al., 1998; Schreiner & Sjøberg, 2004). Leicht zu findende Anwendungen und Kontexte für die Elektrizitätslehre stammen zudem überwiegend aus der Technik (Dopatka et al., 2019); dieser Bereich ist allerdings nur für etwa ein Fünftel der Lernenden, darunter überwiegend Jungen, von Interesse (Hoffmann et al., 1998; Herbst et al., 2016). Diese Ausführungen zeigen, dass thematisch vielseitige, für Mädchen und Junge interessante, kontextbasierte Materialien eine wichtige Ergänzung für den Elektrizitätslehreunterricht darstellen können. Diesem Ansatz folgt auch die in diesem Beitrag vorgestellte EKO-Teilstudie.

2. Das Gesamtprojekt EPo-EKo

Die Implementierung und Evaluation der EKO-Teilstudie ist eingebettet in das deutsch-österreichische Projekt „Elektrizitätslehre mit Potenzial – Elektrizitätslehre mit Kontexten“ (EPo-EKo) der sechs Universitäten Darmstadt, Dresden, Frankfurt, Graz, Tübingen und Wien. Wie Abb. 1 zeigt, untergliedert sich das Forschungsdesign des Gesamtprojekts, das an Vorarbeiten von Burde und Wilhelm (2015) anknüpft, in die beiden Teilstudien EPo und EKO (siehe Abb. 1).

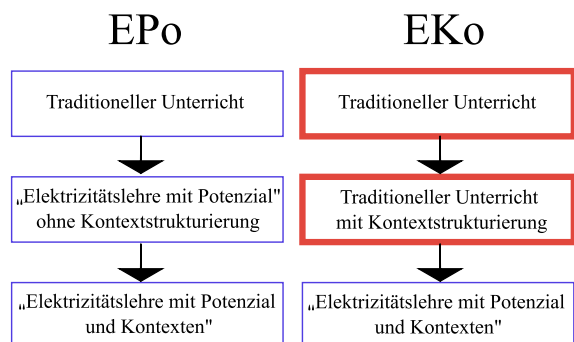


Abb. 1: Das Studiendesign des Gesamtprojekts EPo-EKo (das in diesem Artikel vorgestellte Teilprojekt ist rot umrandet dargestellt)

Das Kooperationsprojekt EPo-EKo verfolgt zwei zentrale Ziele (Haagen et al., 2019): Einerseits sollen unterschiedliche Zugänge zur Elektrizitätslehre in Bezug auf deren Erfolgsbedingungen empirisch evaluiert werden; andererseits soll durch die Entwicklung von insgesamt drei Unterrichtskonzepten und deren Implementierung im Schulbuchformat auch ein unmittelbarer praktischer Nutzen für die schulische Praxis erzielt werden. Die Überwindung der oft beklagten Research-Practice-Gap (Reinmann, 2005) zwischen fachdidaktischer Forschung und Unterrichtspraxis ist somit für das Projekt von integraler Bedeutung. Das Projekt folgt hierbei dem Ansatz des Design-Based Research, indem es Lösungen für

Probleme aus der unterrichtlichen Praxis im Rahmen eines theoriegeleiteten Prozesses anstrebt, um anschließend in einem Re-Design die gefundene Lösung weiter zu verbessern (Wilhelm & Hopf, 2014). Vor diesem Hintergrund basiert das EKO-Konzept an vielen Stellen auf Vorarbeiten und Forschungsergebnissen aus dem bisherigen Verlauf des EPo-EKo-Gesamtprojektes.

An der EPo-Teilstudie beteiligte Lehrkräfte aus Deutschland und Österreich unterrichteten im ersten Jahr die elementare Elektrizitätslehre in ihrer gewohnten Art und Weise. Im zweiten Jahr erfolgte der Unterricht unter Verwendung des Unterrichtskonzepts auf Basis des Elektronengasmodells (Burde et al., 2019). In diesem Konzept („EPo-Konzept“) wird die Spannung in Anlehnung an Luftdruckunterschiede explizit als elektrischer Druckunterschied eingeführt. Damit soll der Problematik begegnet werden, dass viele Lernende über kein eigenständiges Spannungskonzept verfügen, sondern die Spannung als Eigenschaft bzw. Bestandteil des elektrischen Stroms betrachten (Rhöneck, 1986). Der Unterricht im dritten Jahr soll von den Lehrkräften auf Basis eines Unterrichtskonzepts durchgeführt werden, welches weiterhin auf einer Sachstrukturebene die Idee des Elektronengasmodells verfolgt, aber gleichzeitig durchgängig kontextstrukturiert vorgeht (Burde et al., 2020). Die Datenerhebung im dritten Jahr zum Unterrichtskonzept „Eine Einführung in die Elektrizitätslehre mit Potenzial und Kontexten“ konnte jedoch pandemiebedingt noch nicht stattfinden.

Die Erhebungen der EKO-Teilstudie, die von der Universität Tübingen aus koordiniert werden, sollen ab dem Schuljahr 2021/22 in Baden-Württemberg stattfinden (siehe 4.2.). Auch in dieser Studie unterrichten Lehrkräfte zunächst in ihrer gewohnten Art und Weise, bevor die gleichen Lehrkräfte im zweiten Durchgang mit dem zur Verfügung gestellten Schulbuch kontextstrukturiert auf Basis einer an den traditionellen Unterricht angelehnten Sachstruktur unterrichten. Es ist intendiert, dass auch diese Lehrkräfte in einem dritten Durchgang mit dem kontextstrukturierten Unterrichtskonzept auf Basis des Elektronengasmodells unterrichten, das auch im dritten Jahr der EPo-Teilstudie genutzt wird.

3. Das EKO-Konzept

Mit der EKO-Teilstudie ist die Erstellung eines Schulbuchs „Eine Einführung in die Elektrizitätslehre mit Kontexten“ verbunden, welches sich in Format und Design an den bereits bestehenden Schulbüchern aus der EPo-Teilstudie orientiert und im „Traditionellen Unterricht mit Kontextstrukturierung“ (vgl. Abb. 1) eingesetzt wird. Die Sachstruktur des EKO-Konzepts ist an den traditionellen Elektrizitätslehreunterricht angelehnt, was Lehrkräften die Einbindung in ihren Unterricht vereinfachen soll. Im Folgenden wird dargestellt, welche Einflüsse die inhaltliche Grundlage für das EKO-Konzept bilden.

3.1 Kontexte und Kontextstrukturierung

Im Rahmen dieses Artikels und des Forschungsprojektes bezeichnet ein Kontext einen „konkreten physikalischen Anwendungsbezug, der aus dem Alltag der Schülerinnen oder Schüler kommt, gesellschaftliche Relevanz oder Bedeutung für Technik und Wissenschaft hat“ (Nawrath, 2010, S. 21). In dem entwickelten Unterrichtskonzept wird mit Mikrokontexten (Kuhn et al., 2010) gearbeitet, wobei jeweils ein Kontext einem Kapitel zugeordnet ist. Der Vorteil dieses Ansatzes ist sowohl die erhöhte Flexibilität in der schulpraktischen Anwendung als auch die Tatsache, dass für jedes Kapitel ein passender Kontext ausgewählt werden kann. Der Kontext wird hierbei nicht nur als Anwendungsbeispiel am Rande vorgestellt, sondern gibt den „roten Faden“ eines Kapitels vor; die fachlichen Inhalte werden entlang des Kontextes erlernt. Dieser Ansatz entspricht nach Nawrath (2010, S. 21) der Definition eines kontextstrukturierten Vorgehens, bei dem „Kontexte Ausgangspunkt und Zielpunkt physikalischen Lernens im Unterricht sind“.

3.2. Traditioneller Elektrizitätslehreunterricht

Die Sachstruktur des EKo-Konzepts, welche dem traditionellen Unterricht zum einfachen Stromkreis folgen soll, basiert im Wesentlichen auf den Erkenntnissen der Dissertation von Schubatzky (2020), der die Sachstruktur zum Anfangs-Elektrizitätsunterricht von 32 Lehrkräften in Deutschland und Österreich erhob und systematisierte. Wie erwartet zeigten sich hierbei Unterschiede in Bezug auf die behandelten Themen und deren Abfolge; gewisse Muster erwiesen sich jedoch trotzdem als unter Lehrkräften verbreitet (Schubatzky, 2020, S. 221). Neben der Passung zu dieser Erhebung war die Parallelität zum Unterrichtskonzept „Eine Einführung in die Elektrizitätslehre mit Potenzial und Kontexten“ und den dort behandelten Themengebieten ein wichtiges Kriterium in der Entwicklung des EKo-Konzepts. Tab. 1 zeigt dessen Kapitelstruktur:

	Themenabfolge
1	Elektrischer Stromkreis
2	Elektrische Leitfähigkeit
3	Elektrische Stromstärke
4	Elektrische Spannung
5	Elektrischer Widerstand
6	Parallelschaltungen
7	Reihenschaltungen
8	Ohm'sches Gesetz

Tab. 1: Kapitelstruktur des EKo-Unterrichtskonzepts

Mit Blick auf die potenziell im Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht zu behandelnden Themen (Schubatzky, 2020, S. 212) wird deutlich, dass obige Themenabfolge die elementare Elektrizitätslehre nicht bis in alle Details abdeckt. Dies ist aber keineswegs das Ziel: Vielmehr soll ein Schulbuch entstehen, welches Physiklehrkräfte in verschiedenen (Bundes-)Ländern

einsetzen und zur Erfüllung des jeweiligen Bildungs- bzw. Lehrplans flexibel durch eigene Materialien – z.B. zum nicht abgedeckten Bereich der Elektrostatik – ergänzen können. Da das EKo-Konzept empirisch mit Lehrkräften in Baden-Württemberg evaluiert wird, wurde in der Erarbeitungsphase allerdings ein besonderes Augenmerk auf die Erfüllung des dortigen Bildungsplans gelegt, was eine relevante Grundlage für die Genehmigung des Forschungsprojekts durch die Kultusadministration darstellte.

3.3. Auswahl der Kontexte

Grundlage für die Auswahl von Kontexten im Rahmen des EPo-EKo-Gesamtprojekts waren bisherige Ergebnisse der Forschung zu Interessen im naturwissenschaftlichen Unterricht, wie der IPN-Studie (Hoffmann et al., 1998) oder der ROSE-Studie (Schreiner & Sjöberg, 2004). Entsprechend der Ergebnisse der Interessensforschung wurden gezielt gesellschaftsrelevante, alltägliche sowie den Menschen und die Natur betreffende Kontexte erarbeitet – auf diese Weise wurde sichergestellt, dass technische Kontexte keine dominierende Stellung einnehmen. Hierbei wurde auf die Ergebnisse der im Rahmen des Gesamtprojekts in Darmstadt durchgeführten IDa-Studie (Dopatka et al., 2019) sowie entsprechende Unterrichtsmaterialien (Dopatka et al., 2020) zurückgegriffen. Nachdem für das Unterrichtskonzept „Eine Einführung in die Elektrizitätslehre mit Potenzial und Kontexten“ bereits eine Umsetzung der ausgewählten Kontexte in ein Schulbuchformat stattfand, wurde bei der Erarbeitung des EKo-Konzepts aus Gründen der Vergleichbarkeit darauf Wert gelegt, dass dieses die gleichen Kontexte nutzt. Ausnahmen bilden die Kontexte „Türklinke“ und „Fußball“, weil diese nur im Zusammenhang mit dem Elektronengasmodell sinnvoll eingebunden werden konnten. Im Folgenden werden beispielhaft zwei der verwendeten Kontexte vorgestellt:

Anhand der Geoelektrik (Abb. 2), die als einziger Kontext in zwei Kapiteln verwendet wird, werden die Themen Leitfähigkeit und elektrischer Widerstand vermittelt: Die gemessene Stromstärke hängt von der Beschaffenheit des Erdreichs ab bzw. davon, welche Objekte sich darin befinden. Dabei gilt, dass die Erklärungen des Kontexts allgemein und auch die Grafik eine starke Elementarisierung gegenüber einer realistischen geoelektrischen Anwendung darstellen, um einen ausreichend einfachen Zugang für Schülerinnen und Schüler der 7. und 8. Jahrgangsstufe zu gewährleisten (Kunert et al., 2017).

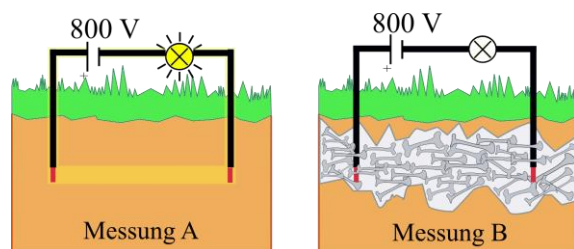


Abb. 2: Der Kontext „Geoelektrik“

Mittels des elektrischen Weidezauns (Abb. 3) werden Parallelschaltungen diskutiert. Zentrale Frage dieses Kapitels ist, wie sich die Elektronenströmungen durch die Wölfe verhalten, wenn zwei oder mehr Wölfe gleichzeitig einen elektrischen Zaun berühren. Die – in Bezug auf den Kontext stark elementarisierte – Erkenntnis ist hierbei, dass die Elektronenströmung durch einen einzelnen Wolf nicht davon abhängt, ob noch andere Wölfe gleichzeitig den Zaun berühren.

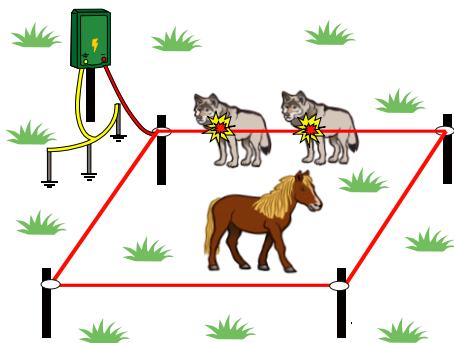


Abb. 3: Der Kontext „Elektrischer Weidezaun“

Weitere nach aktuellem Stand der Planung verwendete Kontexte sind der Autoscooter (elektrischer Stromkreis), der Zitteraal (elektrische Spannung) und der Reiseföhn (ohmsches Gesetz).

Im Rahmen der Entwicklung des EKo-Unterrichtskonzepts wurden, konform zum Ansatz des Design-Based Research, auch die Rückmeldungen von Lehrkräften aus der EPO-Teilstudie zu Kontexten im Konzept „Eine Einführung in die Elektrizitätslehre mit Potenzial und Kontexten“ berücksichtigt. Nachdem die Kontexte Nebenschlussleuchte und Reizstrombehandlung als vergleichsweise ungeeignet für die Unterrichtspraxis aufgefasst wurden, finden aktuell leitfadengestützte Befragungen mit unterrichteten Schülerinnen und Schülern statt, um zusätzlich einen Zugang zur Schülerperspektive zu haben. Sollten sich die von den Lehrkräften geäußerten Vorbehalte gegen die zwei Kontexte Nebenschlussleuchte und Reizstrombehandlung manifestieren, wird dies im Rahmen eines entsprechenden Re-Designs auch für das Konzept „Eine Einführung in die Elektrizitätslehre mit Potenzial und Kontexten“ berücksichtigt.

4. Durchführung des Forschungsprojekts

Im Folgenden sollen die für die hier vorgestellte EKo-Teilstudie zugrunde liegenden Fragestellungen sowie die zeitliche und inhaltliche Struktur der Erhebungen vorgestellt werden.

4.1. Zentrale Fragestellungen

Der Fokus des Forschungsprojekts liegt auf der Beantwortung der Fragen, wie der Unterricht zum einfachen Stromkreis auf Basis eines kontextstrukturierten Unterrichtskonzepts ...

- das konzeptionelle Verständnis der Schülerinnen und Schüler;
- das Interesse der Schülerinnen und Schüler;

- das physikbezogene Selbstkonzept der Schülerinnen und Schüler

im Vergleich zum traditionellen Unterricht beeinflusst.

Um diese Fragen zu beantworten, wird die Entwicklung von konzeptionellem Verständnis, Interesse und Selbstkonzept mithilfe von standardisierten Testinstrumenten sowohl im Rahmen vom traditionellen als auch begleitend zum kontextstrukturierten Unterricht erhoben. Aus den Ergebnissen vorheriger Studien (Taasobshirazi & Carr, 2008) und da die verwendeten Kontexte überwiegend auf Basis der Ergebnisse von Interessensstudien entwickelt wurden (Hoffmann et al., 1998; Schreiner & Sjöberg, 2004; Dopatka et al., 2019), ist ein positiver Einfluss der Kontextstrukturierung auf Interesse und Selbstkonzept zu erwarten. Unklar nach bisherigem Forschungsstand ist jedoch die Frage, inwiefern durch die Kontextstrukturierung nicht nur das Interesse, sondern auch das konzeptionelle Verständnis gefördert werden kann (Taasobshirazi & Carr, 2008).

4.2. Zeitplan

Obwohl auf Vorarbeiten im Rahmen des EPO-EKo-Gesamtprojektes und auf die Expertise der sechs an der Studie beteiligten Standorte zurückgegriffen wird, ist ein Überarbeitungszyklus für die Entwicklung von hochwertigen Unterrichtsmaterialien notwendig. Wie Abb. 4 darstellt, werden hierfür nicht nur Akzeptanzbefragungen mit einzelnen Schülerinnen und Schülern durchgeführt, sondern es wird zusätzlich das EKo-Konzept auch in einzelnen Pilotklassen eingesetzt, um Rückmeldungen von Lehrkräften zum Einsatz des Konzepts in der Unterrichtspraxis zu erhalten. Sowohl die Schüler- als auch die Lehrerückmeldungen sollen im Rahmen eines Re-Designs in der im Anschluss zu erstellenden finalen Version des EKo-Schulbuchs berücksichtigt werden.

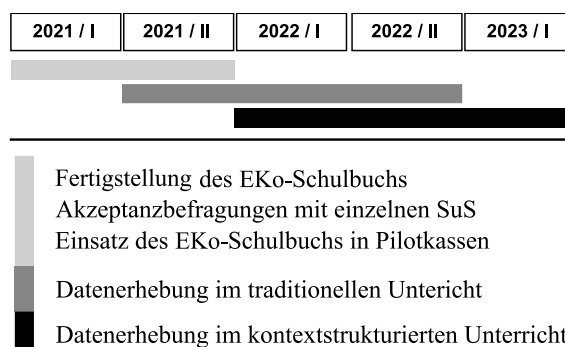


Abb. 4: Zeitplan des EKo-Projekts (Zeitangaben beziehen sich auf Kalenderhalbjahre)

Im eigentlichen Datenerhebungsprozess der Studie nimmt jede beteiligte Lehrkraft mit ihren Klassen in einem quasi-experimentellen Format an zwei Erhebungsdurchgängen teil: In einem ersten Durchgang unterrichtet sie auf ihre gewohnte Art und Weise; im zweiten Durchgang gestaltet sie ihren Unterricht auf Basis des zur Verfügung gestellten kontextstrukturierten Unterrichtskonzepts. Es ist zentral, dass eine

teilnehmende Lehrkraft aufeinanderfolgend in beiden Konfigurationen unterrichtet, um mögliche Selektionseffekte auf Lehrkraftseite auszuschließen. Die entsprechende Unterrichtseinheit „Grundgrößen der Elektrizitätslehre“ aus dem Bildungsplan des Landes Baden-Württemberg wird üblicherweise in der 8. Jahrgangsstufe unterrichtet. Der Unterricht der teilnehmenden Lehrkräfte zum einfachen Stromkreis wird in beiden Durchgängen jeweils ergänzt durch drei Erhebungen: einen Vortest vor der Einheit, einen Nachtest unmittelbar danach und einen Follow-Up-Test etwa 10 Wochen nach Abschluss der Unterrichtseinheit. Diese Tests führen die Lehrkräfte im Unterricht mit den Schülerinnen und Schülern durch. Die Lehrkräfte werden außerdem gebeten, in beiden Durchgängen ein Tagebuch über die unterrichteten Inhalte zu führen. In Bezug auf den traditionellen Unterricht zum einfachen Stromkreis kann somit die Frage geklärt werden, ob sich dieser in Baden-Württemberg strukturell von den in Schubatzky (2020) betrachteten anderen deutschen und österreichischen Ländern unterscheidet. Bezüglich des kontextstrukturierten Unterrichts erlaubt das Tagebuch, einen Einblick in die Art und Weise zu erhalten, wie Lehrkräfte das EKo-Konzept im Unterricht einsetzen. Da das Forschungsprojekt intendiert, einen Beitrag zur unterrichtlichen Praxis zu leisten, ist zudem auch die Frage der Akzeptanz des Konzepts durch die Lehrkräfte von großer Relevanz. Deswegen sind Lehrkräfte nicht nur im Re-Design des Unterrichtskonzepts involviert, sondern werden auch nach der eigentlichen Datenerhebung systematisch nach ihrer Einschätzung gefragt.

4.3. Erhebungsmethodik und -instrumente

Die Erhebung des konzeptionellen Verständnisses der Schülerinnen und Schüler, die zu allen drei Testzeitpunkten den größten Umfang im Testheft einnimmt, wird mithilfe eines im Rahmen der EPo-EKo-Studie entwickelten Testinstruments durchgeführt (Ivanjek et al., eingereicht). Die Erstellung eines neuen Testinstruments war nötig, weil bereits existierende Testinstrumente das Thema Spannung nur unzureichend abdecken (Urban-Woldron & Hopf, 2012). Das verwendete Testinstrument arbeitet ausschließlich mit zweistufigen Items. Das bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler zusätzlich zu ihrer Antwort auf die gestellte Frage auf der zweiten Stufe auch eine Begründung auswählen müssen. Dieser Ansatz erlaubt es, neben der Anzahl korrekter Items auch einen Einblick in die existierenden Schülervorstellungen zu erhalten. Da vor der Unterrichtseinheit von keinem substantiellen Vorwissen zu Stromkreisen ausgegangen wird, sind im Vortest nur 11 Items zum Konzeptverständnis zu bearbeiten im Vergleich zu 18 Items im Nach- und Follow-Up-Test. Wie Tab. 2 darstellt, werden neben dem Konzeptverständnis noch weitere Konstrukte erhoben. Das verbale und figurale Denkvermögen, die wegen der angenommenen Konstanz während der Studie nur im Vortest getestet werden, wird mit Items aus dem

Berliner Intelligenzstrukturtest für Jugendliche erhoben (Jäger et al., 2006). Die Skalen für das Sach- und Fachinteresse an der Physik sind der PISA-Studie entnommen (Frey et al., 2009), während für die Erhebung des physikbezogenen Selbstkonzepts auf Skalen der IPN-Studie (Hoffmann et al., 1998) zurückgegriffen wird. In der EKo-Teilstudie werden somit aus Gründen der Vergleichbarkeit die gleichen Testinstrumente benutzt, die auch schon in der EPo-Teilstudie verwendet wurden. Pro Testzeitpunkt wird eine Bearbeitungszeit von 30–45 Minuten erwartet.

Vortest	Nach- & Follow-Up-Test
Verbales und figurales Denkvermögen	
Interesse	
Physikbezogenes Selbstkonzept	
11 grundlegende zweistufige Items zum Konzeptverständnis	
	7 weitere zweistufige Items zum Konzeptverständnis

Tab. 2: Inhalte des auszufüllenden Testhefts zu den drei Erhebungszeitpunkten

5. Nächste Schritte und Ausblick

Die EKo-Teilstudie, welche in diesem Artikel vorgestellt wird, bildet den zweiten Strang des Gesamtprojekts EPo-EKo. Entsprechend dem Zeitplan (siehe 4.2.) sind die nächsten Schritte des hier vorgestellten EKo-Projektes nach der Fertigstellung des EKo-Unterrichtskonzepts die Durchführung von Akzeptanzbefragungen mit einzelnen Schülerinnen und Schülern sowie der Einsatz des EKo-Konzepts in Pilotklassen. Daran anschließend soll das im Rahmen der EKo-Teilstudie entwickelte, kontextstrukturierte Unterrichtskonzept wie oben beschrieben im Hinblick auf seine Verständnis- und Interessenförderlichkeit quantitativ-empirisch evaluiert werden. Ferner ist geplant, auch das Unterrichtskonzept „Eine Einführung in die Elektrizitätslehre mit Potenzial und Kontexten“ mit den an der EKo-Teilstudie beteiligten Lehrkräften quantitativ-empirisch zu evaluieren. Nach Beendigung der Erhebungen innerhalb dieses Strangs wird das EPo-EKo-Gesamtprojekt mit seinem 2x2-Design, wobei Lehrkräfte mit/ohne Elektronengasmodell bzw. mit/ohne Kontextstrukturierung unterrichten, abgeschlossen sein.

6. Literatur

- Bennett, J., Hogarth, S. & Lubben, F. (2003). A systematic review of the effects of context-based and Science-Technology-Society (STS) approachers in the teaching of secondary science. University of York.
- Burde, J.-P. & Wilhelm, T. (2015). Mit elektrischem Druck die Spannung verstehen lernen. Plus Lucis, 1-2, 28-33.
- Burde, J.-P. (2018). Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen

- Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells. Berlin: Logos.
- Burde, J.-P., Wilhelm, T., Schubatzky, T., Haagen-Schützenhöfer, C., Ivanjek, L., Hopf, M., Dopatka, L. & Spatz, V. (2019). Re-Design des Frankfurter Unterrichtskonzepts im Rahmen von EPO-EKo. *PhyDid-B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*, 253-260.
- Burde, J.-P., Dopatka, L., Spatz, V., Hopf, M., Wilhelm, T., Schubatzky, T., Haagen-Schützenhöfer, C. & Ivanjek, L. (2020). Ein kontextstrukturiertes Unterrichtskonzept mit Potenzial. *PhyDid-B - Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*, 227-233.
- 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 (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe*, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Kiel 2018, 217-220.
- Dopatka, L., Keursten, F. & Spatz, V. (2020). *Elektrizitätslehre in Kontexten (Band 1 & 2)*. Friedberg: Brigg.
- Engelhardt, P. & Beichner, R. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72(1), 98-115.
- Frey, A., Taskinen, P., Schütte, K., Prenzel, M., Anrtelt, C., Baumert, J., Blum, W., Hammann, M., Klieme, E. & Pekrun, R. (2009). *PISA-2006-Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Münster: Waxmann.
- Haagen, C., Burde, J.-P., Hopf, M., Spatz, V. & Wilhelm, T. (2019). Using the electron-gas-model in lower secondary schools – a binational design-based research project. In E. McLoughlin & P. v. Kampen (Hrsg.), *Concepts, Strategies and Models to Enhance Physics Teaching and Learning (S. 3-12)*. Springer Nature Switzerland.
- Herbst, M., Fürtbauer, E.-M. & Strahl, A. (2016). Interesse an Physik. *PhyDid-B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Jahrestagung*.
- Hoffmann, L., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik*. Kiel: IPN.
- Ivanjek, L., Morris, L., Schubatzky, T., Hopf, M., Burde, J.-P., Haagen-Schützenhöfer, C., Dopatka, L., Spatz, V. & Wilhelm, T. (eingereicht). Development of a two-tier instrument on simple electric circuits. Manuskript eingereicht zur Publikation.
- Jäger, A., Holling, H., Preckel, F., Schulze, R., Vock, M., Süß, H. & Beauducel, A. (2006). *Berliner Intelligenzstrukturtest für Jugendliche: Begabungs- und Hochbegabungsdiagnostik*. Göttingen: Hogrefe.
- 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 (2005). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- Kunert, P., Wilhelm, T. & Junge, A. (2017). Ein Modellversuch zur Geoelektrik. *Plus Lucis*, 3, 41-43.
- Nawrath, D. (2010). *Rekonstruktion einer fachdidaktischen Konzeption für den Physikunterricht*. Oldenburg.
- Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research Ansatz. *Unterrichtswissenschaft*, 33(1), 52-69.
- Rhöneck, C. v. (1986). Vorstellungen vom elektrischen Stromkreis und zu den Begriffen Strom, Spannung und Widerstand. *Naturwissenschaft im Unterricht - Physik*, 34(13), 10-14.
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M. & Duit, R. (Hrsg.) (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht*. Springer-Spektrum.
- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2004). Sowing the seeds of ROSE. Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The Relevance of Science Education). Oslo: University of Oslo.
- Schubatzky, T. (2020). *Das Amalgam Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht. Eine multiperspektivische Betrachtung in Deutschland und Österreich*. Berlin: Logos.
- Shaffer, P. & McDermott, L. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*, 60(11), 1003-1013.
- Taasoobshirazi, G. & Carr, M. (2008). A review and critique of context-based physics instruction and assessment. *Educational Research Review*, 3, 155-167.
- Urban-Woldron, H. & Hopf, M. (2012). Entwicklung eines Testinstruments zum Verständnis in der Elektrizitätslehre. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 201-227.

Danksagung

Das in diesem Artikel vorgestellte Projekt „EKO – Elektrizitätslehre in Kontexten“ wird von der Deutschen Telekom Stiftung unterstützt. Hierfür bedanken wir uns herzlich.