

FLORIAN SCHÜTTE

Vernetzt mit elektrischem Strom umgehen – Elektrischer Strom als Sache des Sachunterrichts unter dem Leitbild von „Bildung für nachhaltige Entwicklung“

Abstract

The study of electricity has a long tradition in science lessons. Usually, scientific and technical approaches are in the centre of attention. Against the background of the central didactic principle of multi-perspectivity in general sciences lessons, this is an abbreviated view of the subject. This article shows how an examination of electricity can be organised in such a way that a variety of perspectives are taken on the subject. The framework for this is provided on the one hand by the guiding principle of education for sustainable development and on the other hand by the educational framework of subject teaching, which formulates ways of dealing with the world as the subject of learning. Along with this, an orientation towards subject perspectives as a central structuring element of subject teaching is rejected. With this framework, electricity is no longer a matter of scientific and technical learning, but rather a matter that children deal with in an open-ended and exploratory way. Finally, concrete suggestions are formulated as to how tasks can be designed that follow this understanding of general knowledge teaching and at the same time the guiding principle of education for sustainable development.

Keywords:

Umgangsweisen, Vernetzung, elektrischer Strom, Bildung für nachhaltige Entwicklung, Sachunterricht

1. Einführung und Problemaufriss

Kahlert formuliert als Ziel des Sachunterrichts „Umwelt erschließen“ (vgl. Kahlert, 2006). Auch im Perspektivrahmen Sachunterricht der GDSU wird dieses Verständnis aufgegriffen. Sachunterricht soll Kinder unterstützen, ihre Umwelt sachbezogen zu verstehen, sie bildungswirksam zu erschließen, um sich schließlich in der Umwelt zu orientieren, darin mitzuwirken und zu handeln (vgl. GDSU, 2013). Sachunterricht soll im Sinne einer doppelten Anschlussfähigkeit einerseits an die Lernvoraussetzungen der Kinder anknüpfen und andererseits einen Anschluss an das Wissen der Fachkulturen ermöglichen. Dabei ist eine

vielperspektivische Betrachtung der Inhalte des Sachunterrichts zentral (vgl. GDSU, 2013). Köhnlein (2012) beschreibt Vielperspektivität als Prinzip der Vielfalt aufeinander bezogener Inhalte, Betrachtungsweisen und Methoden. Dieses Prinzip bezeichnet zum einen die didaktische Option, nach Maßgabe der Perspektiven des Sachunterrichts (z. B. naturwissenschaftlich, technisch, geografisch, historisch, sozialwissenschaftlich) auf Sachen zuzugreifen, und zum anderen auch eine sachbezogene Offenheit für das Suchen und Denken der Kinder. Es müssen also verschiedene Zugänge und Betrachtungsweisen zu den Sachen und Phänomenen des Sachunterrichts ermöglicht werden. Dabei ist auch die Partizipation der Lernenden von großer Bedeutung. So ist nach Pech und Simon (2018) neben einer strukturellen Partizipation eine fachliche Partizipation, die Zugangsmöglichkeiten zur Sache für alle bietet, zentral. „Fachliche Partizipation beinhaltet dabei nicht die Orientierung an standardisierten Bildungszielen im Fach, sondern vielmehr an den Fähigkeiten, derer es bedarf, um ‚etwas‘ im Fach erfassen zu können.“ (Pech & Simon, 2018, S. 3).

Die Auseinandersetzung mit elektrischem Strom und dem elektrischen Stromkreis hat im Sachunterricht eine lange Tradition (vgl. z. B. Schütte, 2019; Heran-Dörr, 2011; Glauert, 2010). Werden Materialien und Lernangebote zum elektrischen Strom für den Sachunterricht betrachtet, fällt auf, dass eine vielperspektivische oder perspektivvernetzende Betrachtung oftmals ausbleibt. In der Regel erfolgt die Auseinandersetzung mit elektrischem Strom und dem elektrischen Stromkreis aus einer klärenden naturwissenschaftsbezogenen („Wie funktioniert eine Batterie?“) oder einer zweckgebundenen technischen Perspektive („Bring die Lampe zum Leuchten.“) (vgl. Schütte, 2019). Vor dem Hintergrund des zentralen didaktischen Prinzips der Vielperspektivität für den Sachunterricht scheint dies allerdings eine verkürzte Sicht auf die Sache zu sein. Es wird daher vorgestellt, wie eine wirklich vernetzte Auseinandersetzung mit elektrischem Strom ermöglicht werden kann.

Ein Planungsinstrument, um Inhalte für einen komplexen und vielperspektivischen Sachunterricht zu strukturieren, ist das Modell der inklusionsdidaktischen Netze, welches fachliche Perspektiven auf eine Sache mit sensomotorischen, kognitiven, kommunikativen und emotionalen Entwicklungsbereichen vernetzt (vgl. Kahlert & Heimlich, 2012). In der vernetzten Sicht entsteht möglicherweise etwas Eigenes, nichtsdestotrotz sind Fachperspektiven und damit auch Methoden und Inhalte der Fachwissenschaften das zentrale Strukturierungsmerkmal von Sachen. Eine alternative Herangehensweise im Sachunterricht könnte eine stärkere Berücksichtigung verschiedenster Perspektiven sowie eine offene, explorative Gestaltung der Lernprozesse vorsehen. Perspektiven sind dabei nicht ausschließlich als fachbezogene Perspektiven zu verstehen.

In diesem Beitrag wird aufgezeigt, wie über den sachunterrichtsdidaktischen Ansatz der „Umgangsweisen“ (vgl. Pech & Rauterberg, 2013) und das Leitbild von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) eine vernetzende Auseinandersetzung mit dem elektrischen Strom im Sachunterricht ermöglicht werden kann. Wesentlicher Bestandteil einer nachhaltigen Entwicklung ist das Prinzip der Retinität. Probleme sind immer vielperspektivisch (sozial, ökologisch und ökonomisch) und vernetzt zu betrachten (vgl. z. B. Wulfmeyer, 2020; de Haan, 2008). Hier zeigen sich bereits Parallelen zum Sachunterricht. Zentrales Anliegen dieses Bildungsverständnisses ist es, Menschen zu befähigen, Zukunft zu gestalten und eine umfassende Problemsicht zu erlangen (vgl. de Haan & Harenberg, 1999). Der Gestaltungsbegriff scheint anschlussfähig an den Ansatz der „Umgangsweisen“. Gemeinsam ist das Umgehen, das Gestalten, das Reflektieren von Welt. Rauterberg und Pech (2013) haben im Bildungsrahmen Sachlernen eine Konzeption von Sachunterricht entwickelt, in der Umgangsweisen als Gegenstand des Sachlernens verstanden werden. Für das Verständnis der Ausführungen von Pech und Rauterberg (2013) ist es wichtig, zwischen Gegenstand und Sachen des Sachunterrichts zu unterscheiden. Das, worauf sich der Umgang bezieht, sind die Sachen des Sachunterrichts. Umgangsweisen sind dabei nicht mit Methoden oder Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen gleichzusetzen, da diese in der Regel als fachbezogene bzw. wissenschaftliche Werkzeuge des Erkenntnisgewinns angesehen werden (vgl. Pech & Rauterberg, 2013). Der Ansatz der „Umgangsweisen“ fußt nicht auf einer fachbezogenen Auseinandersetzung mit Welt, sondern sieht die Sachen des Sachunterrichts als „Streitsachen“ (Tänzer, 2014, S. 62). Kern des Ansatzes ist es demnach nicht, dass Kinder ein (vor)bestimmtes fachliches Wissen erlangen. Vielmehr geht es um die Vielfalt der Deutungsmöglichkeiten einer Sache, die im Unterricht gemeinsam und widerstreitend ausgehandelt werden können (vgl. Tänzer, 2014). Dabei werden auch unterschiedliche Perspektiven auf Sachen und Welt eingenommen, die aber nicht fachlich oder gar fachwissenschaftlich sein müssen, sondern für die Lernenden individuell bedeutsam. Die sachunterrichtsdidaktische Konzeption der Umgangsweisen erscheint vielversprechend, wenn es darum geht, eine vielfältige und vernetzte Auseinandersetzung mit dem elektrischen Strom anzuregen.

Im Folgenden wird dargestellt, wie der elektrische Strom gewöhnlich als Sache des Sachunterrichts thematisiert wird. Anschließend wird das Leitbild einer Bildung für nachhaltige Entwicklung beschrieben und aufgezeigt, welche Möglichkeiten dieses als Rahmung für eine vernetzte Auseinandersetzung mit elektrischem Strom bietet. Abschließend wird die Konzeption der Umgangsweisen genauer dargestellt, um deutlich zu machen, welches Potenzial dieser Ansatz für eine Auseinandersetzung

mit elektrischem Strom hat, in der unterschiedliche Zugänge und vielfältige Bedeutungszuschreibungen ermöglicht werden

2. Elektrischer Strom als Sache des Sachunterrichts I – Elektrischer Strom als Sache des naturwissenschaftlichen und technischen Lernens

Elektrizität und der elektrische Strom¹ sind klassische Inhalte des naturwissenschaftsbezogenen Sachunterrichts (vgl. z. B. Heran-Dörr, 2011). Ihre Bedeutung als Sachen des Sachunterrichts wird über unterschiedliche Zusammenhänge begründet. Einerseits ist Elektrizität ein fester Bestandteil der Lebenswelten von Kindern, da elektrische Geräte überall zu finden sind und alles Handeln prägen. Zudem geht von Elektrizität und elektrischem Strom eine gewisse Faszination aus (vgl. Möller, 1997; Landwehr, 2016). Die Begründung erfolgt demnach über das vermeintliche Interesse der Kinder und die Bedeutung für das alltägliche Handeln des Individuums. Andererseits finden sich Begründungen für seine Relevanz als Lerngegenstand über gesellschaftliche Bedeutungszusammenhänge. Elektrizität ist von großer Bedeutung für unsere heutige Gesellschaft und insbesondere für ökonomischen Wohlstand. Zudem bestimmt die Art und Weise der Produktion elektrischen Stromes die gesellschaftspolitische Diskussion. Das Thema weist sowohl einen ausgeprägten Gegenwartsbezug als auch eine klare Relevanz für die Zukunft auf (vgl. Klafki, 2005).

Interessant ist vor diesen vielfältigen Begründungszusammenhängen, dass der elektrische Strom im Sachunterricht in der Regel aus einer naturwissenschaftlichen

¹ Die Begriffe werden oft im gleichen Zusammenhang genutzt, sind aber voneinander abzugrenzen, da sie, auch wenn sie eng miteinander verbunden sind, unterschiedliche Konzepte bezeichnen. Elektrizität bezeichnet eine Form von Energie, die durch das Vorhandensein von elektrischen Ladungen entsteht. Sie kann auf unterschiedliche Weisen erzeugt werden: durch chemische Prozesse (Batterie, Solarzelle), Reibung (Elektrostatik) oder durch elektromagnetische Induktion (Generator, Dynamo). Elektrischer Strom bezeichnet den Fluss elektrischer Ladungen durch einen Leiter. Erst in einem geschlossenen Stromkreis aus elektrischer Energiequelle (bspw. Solarzelle), Leitern (bspw. Kabeln) und elektrischem Gerät (bspw. Motor) kann der Strom fließen (vgl. Harten, 2021). Im Rahmen der Elektrizitätslehre setzen sich Kinder auch mit elektrischem Strom und dem elektrischen Stromkreis auseinander (vgl. Murmann, 2016; Landwehr, 2016). Eine weitere begriffliche Abgrenzung ist zwischen elektrischem Strom und Energie vorzunehmen. Die Begriffe werden von Kindern oftmals synonym verwendet bzw. wird elektrischer Strom mit Energie gleichgesetzt (vgl. Reimer, 2020). Allerdings ist Energie ein viel weiter gefasstes übergeordnetes Konzept, wohingegen die elektrische nur eine Form von Energie ist. Andere Energieformen sind bspw. kinetische Energie, potenzielle Energie, thermische Energie oder chemische Energie (vgl. Harten, 2021). Energieformen können in andere umgewandelt werden und sind an bestimmte Energieträger gebunden (vgl. Reimer, 2020).

Perspektive betrachtet wird. Typische Inhalte sind dabei: der einfache Stromkreis, Analogien und Modelle, elektrische Leitungen, Leiter/Nichtleiter oder Wirkungen und Gefahren des elektrischen Stromes (vgl. weltwissen Sachunterricht, 2007; Praxis Grundschule, 2019; Grundschule Sachunterricht: Strom, 2016). Die Auseinandersetzung erfolgt teilweise über Sachtexte und Fragen zum Text, Lückentexte, Zuordnungsaufgaben und Beschriftungsaufgaben, oftmals aber auch im Zusammenhang mit Schüler*innenexperimenten, lässt sich der elektrische Strom(-kreis) doch gut experimentierend erkunden. Kinder sollen selbst einfache Stromkreise bauen oder überprüfen, welche Materialien den Strom leiten. Dabei sind die Fragestellungen in der Regel vorgegeben: „Nimm diese Materialien.“ „Bring die Lampe zum Leuchten.“ (Hierbei handelt es sich nicht um Fragestellungen, sondern um Handlungsaufforderungen.) Teilweise ist auch die Vorgehensweise in Experimentieranleitungen geleitet oder wird durch Schaltzeichnungen oder Abbildungen eines geschlossenen Stromkreises vorgegeben. Diese Ansätze und Zugänge sind oftmals nicht ausgangs- und gestaltungsoffen und ermöglichen somit nur wenig strukturelle und fachliche Partizipation (vgl. Pech & Simon, 2018). Es ist gesetzt, was Kinder wie zum elektrischen Strom(-kreis) erkunden sollen.

Auffällig ist, dass die Materialien, mit denen Kinder experimentieren sollen – wie auch die Inhalte – seit Dekaden nahezu unverändert sind. Es stehen Kabel, Glühlampen mit Fassung und 4,5-V-Flachbatterien zur Verfügung. Starauschek, Rubitzko und Bullinger (2016) haben den Vorschlag erbracht, neuere Alltagsbezüge stärker einzubinden und – statt Batterien und Glühlampen – LEDs und Knopfzellen zu verwenden, da herkömmliche Batterien und vor allem auch Glühlampen immer mehr verschwinden. Mit ihnen zu experimentieren, erscheint nicht mehr zeitgemäß. Sie stellen dann eine Versuchskartei vor, die verschiedene Versuche und Explorationsmöglichkeiten bietet. Die vorgeschlagenen Inhalte der Auseinandersetzung mit elektrischem Strom bleiben aber gleich: der einfache Stromkreis, Leiter/Nichtleiter, Parallel- und Reihenschaltung. Im Fokus stehen eine physikalische Auseinandersetzung und Begriffsbildung (vgl. Starauschek et al., 2016).

Es zeigt sich, dass der elektrische Strom im Sachunterricht zumeist eine Sache des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts ist. Das scheint auch gar nicht verwunderlich, ist doch die Elektrizitätslehre ein Teilgebiet der Physik. Die naturwissenschaftsbezogene Auseinandersetzung mit elektrischem Strom lässt sich über eine Orientierung an Basiskonzepten der Naturwissenschaften als Sache des Sachunterrichts begründen. Basiskonzepte können als übergeordnete Fachkonzepte (vgl. Wodzinski, 2011) oder Gesetzmäßigkeiten (vgl. Demuth & Rieck, 2005) verstanden werden, die in besonderer Weise das naturwissenschaftliche Wissen strukturieren. Die Auswahl der Sachen des Sachunterrichts kann darüber

begründet werden, inwiefern sie geeignet sind, um Basiskonzepte zu erschließen. Für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht werden drei Basiskonzepte vorgeschlagen: Auf der Welt geht nichts verloren; Mit Energie kann ich etwas tun; Dinge beeinflussen sich gegenseitig (vgl. Wodzinski, 2011; Demuth & Rieck, 2005). Mit der Orientierung an Basiskonzepten können Lernende einen Blick für übergeordnete Zusammenhänge bekommen und sie bieten – im Sinne der Anschlussfähigkeit des Sachunterrichts (vgl. GDSU, 2013) – eine Basis, an die an der weiterführenden Schule angeknüpft werden kann. Die Auseinandersetzung mit und das Erkunden von Elektrizität und elektrischem Strom können in Leitideen von Energie münden (mit Energie kann ich etwas tun, Energieformen können sich wandeln). Dabei sei allerdings darauf verwiesen, dass elektrische Energie nur eine Form von Energie ist und somit durch das Erkunden des Stromkreises in der Regel kein umfassendes fachliches Verständnis des komplexen Konzeptes von Energie erarbeitet werden kann (vgl. Reimer, 2020). Es deutet sich hier bereits an, dass es sich bei Basiskonzepten um komplexe, wenig greifbare Elementarvorstellungen handelt, denen auch das Potenzial innewohnt, verwirren zu können, anstatt eine Struktur zu bieten, um belastbare Vorstellungen aufzubauen (vgl. Wodzinski, 2011). Bei vielen Angeboten scheint es allerdings fraglich, ob tatsächlich die Orientierung an der Entwicklung eines Verständnisses von Basiskonzepten im Vordergrund steht. Vielmehr wirken die Angebote und Materialien so, als ob ein feststehender vorgegebener Inhalt der Elektrizitätslehre perspektivenbezogen gelernt werden soll. Das zugrundeliegende Verständnis von naturwissenschaftlichem Lernen zielt auf den Erwerb fachlich richtigen Wissens ab. Das, was gelernt werden soll, steht von vornherein fest.

Ob dieses Verständnis von Lernen und eine fachlich physikalische Thematisierung der Sache elektrischer Strom den Ansprüchen eines vielperspektivischen Sachunterrichts gerecht wird, ist fraglich, da die Berücksichtigung von Lebenswelten, die Pluralität von Deutungen sowie der Bildungsanspruch des Sachunterrichts (vgl. Pech, 2009) keine Rolle spielen. Daher stellt sich die Frage, wie eine andere Thematisierung des elektrischen Stromkreises im Sachunterricht aussehen kann, die einen vernetzten Umgang ermöglicht.

Zur Beantwortung dieser Frage ist es gewinnbringend, sich das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung genauer anzusehen, da auch hier Aspekte der Vernetzung zentral sind. Es soll herausgearbeitet werden, wie BNE eine vielperspektivische und vernetzte Auseinandersetzung mit dem elektrischen Strom im Sachunterricht rahmen kann.

3. Elektrischer Strom als Sache des Sachunterrichts II – elektrischer Strom unter dem Leitbild von BNE

Ein wesentlicher Auftrag „nachhaltiger Entwicklung“ ist der rücksichtsvolle Umgang mit Ressourcen zur elektrischen Energiegewinnung sowie auch die Entwicklung bzw. der Ausbau neuer Technologien zur elektrischen Energiegewinnung und zur effizienten Nutzung von Energie (vgl. Wulfmeyer, 2020). Es existieren vielfältige neuere Vorschläge zur Thematisierung von (elektrischer) Energie im Sachunterricht, bspw. allgemein zum Thema Energiegewinnung oder zu Vor- und Nachteilen von Energieformen oder auch zur Energieumwandlung (vgl. Haider & Haider, 2023; Ritter, 2023; Reimer, 2022). Allerdings wird erneuerbaren Energien nur wenig Raum eingeräumt, wenn es um das physikalische Deuten und technische Verstehen von elektrischen Stromkreisen und Elektrizität geht. Werden im Zusammenhang mit erneuerbaren Energien Versuche und Experimente durchgeführt, beziehen diese sich in der Regel nicht auf das physikalische Phänomen des elektrischen Stroms und auf das technische Verstehen von Stromkreisen (vgl. Schütte, 2019), sondern eher auf Aspekte wie bspw. „Wind hat Kraft.“ oder Unterschiede zwischen erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energien. Dieser Befund scheint noch immer aktuell zu sein. Interessanterweise lässt sich das andersherum genauso festhalten: BNE spielt im Zusammenhang mit Experimenten zu elektrischem Strom (im Zusammenhang mit physikalischem Deuten) kaum eine Rolle (vgl. dazu auch Kosler, 2016).

3.1 Sachunterricht und Bildung für nachhaltige Entwicklung

In den letzten Jahrzehnten haben „nachhaltige Entwicklung“ und „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“ zusehends an Bedeutung im gesellschaftlichen und auch im pädagogischen Diskurs gewonnen. Hinter dem Ansatz stecken zwei zentrale Grundannahmen. Zum einen das Prinzip der intergenerativen Gerechtigkeit, welches beinhaltet, Wirtschaft und Politik so zu gestalten, dass künftige Generationen und Gesellschaften in lebenswerten Verhältnissen existieren können. Zum anderen wird das Prinzip der sozialen Gerechtigkeit verfolgt. Alle Menschen sollen gleiche Möglichkeiten und den gleichen Zugang zu vorhandenen Ressourcen haben, unabhängig davon, wo und wie sie leben. Es soll also Verteilungsgleichheit gegeben sein (vgl. de Haan, 2008). Zentral im Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung ist es, Probleme vernetzt zu sehen und verschiedene Dimensionen (ökologisch, ökonomisch, sozial) zusammenzudenken (vgl. de Haan, 2008; Gräsel, 2010).

In der Agenda 2030 wurden 17 Ziele nachhaltiger Entwicklung formuliert, die 2016 in Kraft traten und die erreicht werden sollen, um Transformationsprozesse im Sinne einer „nachhaltigen Entwicklung“ umzusetzen (vgl. UNESCO, 2017). Bildung

ist dabei ein zentraler Faktor zum Erreichen der Ziele und gleichzeitig auch eines der Ziele selbst (SDG 4: chancengerechte und hochwertige Bildung ermöglichen). Die Bedeutung von Bildung im Zusammenhang mit „nachhaltiger Entwicklung“ wurde bereits 1992 in der Agenda 21 festgehalten. Damals wurde die Neuausrichtung von Bildung auf eine „nachhaltige Entwicklung“ hin festgelegt (vgl. Wulfmeyer, 2020). Dabei ist insbesondere die Ausbildung von Gestaltungskompetenz zentral. Lernende sollen Kompetenzen zur aktiven Mitgestaltung und Partizipation entwickeln. Dieser Ansatz geht über die Inhalte, mit welchen sich Kinder beschäftigen sollen, hinaus und beschreibt, über welche Handlungskonzepte und Problemlösungsstrategien sie verfügen sollen (de Haan, 2008).

Für die Grundschule wurden acht Teilkompetenzen der Gestaltungskompetenz formuliert, in denen sich auch die konzeptionellen Grundlagen des Sachunterrichts, Partizipation und Vielperspektivität, wiederfinden. So lautet eine Teilkompetenz bspw. „An kollektiven Entscheidungsprozessen teilhaben können“ oder „Weltoffen und neue Perspektiven integrierend Wissen aufzubauen“ (vgl. de Haan, 2008; Wulfmeyer, 2020).

BNE sollte nicht lediglich als weiteres Querschnittsthema betrachtet werden, sondern als ganzheitlicher Ansatz, der eine andere Schulkultur ermöglicht. Zentral ist es dabei, Lernformen bereitzuhalten, die Denken und Handeln ermöglichen, sowie Fragen global und vernetzt zu diskutieren anstatt Wissen zu reproduzieren (vgl. Wulfmeyer, 2020). Die Passung von Sachunterricht und BNE wurde an unterschiedlicher Stelle schon diskutiert (vgl. Stoltenberg, 2004; Bolscho & Hauenschild, 2005; Wulfmeyer, 2020). Es gibt vielfältige Ansätze und Ideen, um BNE im Kindesalter und auch im Sachunterricht vernetzt umzusetzen (vgl. z. B. Wulfmeyer, 2020; Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2019b).

In einer Studie haben sich Kinder bspw. mit der Frage: „Dem Wasser auf der Spur: Wo steckt überall Wasser drin?“ auseinandergesetzt (vgl. Colberg & Brugger, 2019). Dabei wurden im Rahmen der BNE sowohl naturwissenschaftliche („Wieviel Wasser ist in der Erdbeere?“) als auch sozialwissenschaftliche Zugänge ermöglicht („Wieviel Wasser ziehe ich am Morgen an?“), um einen vernetzten Blick auf die Sache Wasser werfen zu können. Die Forschungsergebnisse zeigen, dass Kinder „in der Lage [sind], den physikalisch messbaren Wassergehalt experimentell zu erkunden, ihn getrennt von einem virtuellen Wassergehalt zu betrachten und die sozial-gesellschaftlichen Folgen von virtuellem Wasser zu erkennen und zu diskutieren.“ (Colberg & Brugger, 2019, S. 54f.) Diese Auseinandersetzung mit Wasser ist gut gewählt, werden hier doch naturwissenschaftliche und sozialwissenschaftliche Fragen an einer Sache unter dem Leitbild von BNE vernetzt.

Es konnten vielversprechende Vorschläge identifiziert werden, die eine Verknüpfung von Sachunterricht, naturwissenschaftsbezogenem Lernen und sozialwissenschaftlichem Lernen im Rahmen von BNE vorsehen. Diese Ansätze können dazu beitragen, ein ganzheitliches Verständnis von Nachhaltigkeit zu fördern. Allerdings gibt es ja – orientiert man sich am Perspektivrahmen der GDSU – noch weitere Perspektiven, die bei einer vernetzten Thematisierung im Sachunterricht eingenommen werden können.

Wenn es auch unterschiedliche Vorschläge gibt, Sachunterricht und BNE zusammenzudenken, ist doch festzuhalten, dass sich das Leitbild von nachhaltiger Entwicklung trotz diverser Bildungsprogramme nicht in der Schullandschaft etabliert hat, da es einerseits als zu komplex für Kinder und andererseits als zu wenig fachlich systematisiert angesehen wird (vgl. Wulfmeyer, 2020, S. 1). Erschwerend kommt hinzu, dass neuere Konzepte, die von außen oder von übergeordneter Stelle initiiert werden, oftmals nicht in die Praxis und den Alltag integriert werden (vgl. Doff, Komoss & Sørensen, 2017). Hier besteht also weiterer Handlungsbedarf.

3.2 Elektrischer Strom unter dem Leitbild von Bildung für nachhaltige Entwicklung aus der Perspektive von BNE

Wenn „nachhaltige Entwicklung“ als Leitbild von Bildung gesetzt und ernst genommen wird, ergeben sich auch Änderungen in der Auseinandersetzung mit dem elektrischen Strom im Sachunterricht. Die Impulse von Starauschek et al. (2016), LEDs und Knopfzellen zum Experimentieren im Zusammenhang mit dem elektrischen Stromkreis zu verwenden, waren richtig und wichtig. Eine weitergehende Auseinandersetzung könnte allerdings stärker auf die Erzeugung elektrischen Stromes eingehen – insbesondere im Zusammenhang mit Experimentier- oder Explorationsangeboten für Kinder. Dieser Blick spielte bei Starauschek et al. keine tragende Rolle, war die Rahmung doch eher, ein physikalisches Verstehen mit zeitgemäßen Materialien zu ermöglichen (vgl. Starauschek et al., 2016).

Technisches und physikalisches Lernen zum Thema elektrischer Stromkreis mit seinen klassischen Inhalten kann aber ebenso ermöglicht werden, wenn statt Batterien eine Solarzelle oder ein Windrad verwendet werden. Zum Aufbau einer Stromkreisvorstellung ist die verwendete elektrische Energiequelle nebensächlich. Darüber hinaus bringt diese Änderung oder Anpassung des Materials aber auch noch die Möglichkeit der Erweiterung und der Vertiefung der Auseinandersetzung mit elektrischem Strom und erneuerbaren Energien in Experimentier- und Explorationsphasen, wie folgende Beispiele zeigen.

Schütte (2019) ließ Grundschul Kinder im Rahmen einer Studie mit Materialien zum Thema elektrischer Stromkreis frei explorieren. Das heißt, sie haben in der Auseinandersetzung mit den Materialien keine konkrete Aufgabe und keine Vorgehensweise vorgelegt bekommen (vgl. Hartinger, Grygier, Tretter & Ziegler, 2013; Köster, 2006). Bei den zur Auswahl gestellten Materialien wurde dabei gänzlich auf Batterien verzichtet. Stattdessen standen den Kindern Solarzellen, Wind- und Wasserräder sowie LEDs und Solarmotoren zur Verfügung.² In Auseinandersetzung mit den Materialien haben die Kinder in der Regel versucht, Stromkreise zu bauen bzw. zu verändern, um eine LED zum Leuchten oder einen Motor zum Drehen zu bekommen. Inhalte, mit denen sich Kinder explorierend auseinandergesetzt haben, sind klassische Inhalte der Elektrizitätslehre, so wie sie auch von Starauschek et al. in ihren LED/Knopfzellen-Angeboten vorgeschlagen wurden: der einfache Stromkreis, elektrische Leitungen überwinden Entfernungen, Parallel- und Reihenschaltung. Es konnte aber auch gezeigt werden, dass Kinder im explorierenden Umgang mit den Materialien allgemein stärker elektrische Energiegewinnung thematisieren oder aber noch spezieller die Funktionsweise und die Funktionsbedingungen von Windrädern oder von Solarzellen und in diesem Zusammenhang auch die Umwandlung von Energieformen (vgl. Schütte, 2019). Das GOFEX Grundschullabor für offenes Experimentieren der Universität des Saarlandes bietet ebenfalls Auseinandersetzungsmöglichkeiten für Grundschul Kinder zu erneuerbaren Energien an (vgl. Peschel, 2017). Dabei wird u. a. die Aufgabe „Bring die Lampe zum Leuchten“ experimentierend nicht mit Batterien, sondern auch mit Handgeneratoren bearbeitet (vgl. Peschel, 2017). Zentral in den Angeboten des GOFEX ist trotz des offenen Charakters eine naturwissenschaftlich-technisch orientierte Zugangsweise, da insbesondere die Auseinandersetzung mit Energie im Vordergrund steht: Wandler, Formen, Träger. Kinder sollen genau beobachten und Schlussfolgerungen ziehen. Die Auseinandersetzung zielt ebenso auf naturwissenschaftlich-technisches Deuten ab. So wird unter anderem als Anspruch formuliert, physikalische Grundlagen zu verstehen und ein Grundverständnis des Themas Energie zu vermitteln (vgl. Peschel, 2017; Peschel & Diehl, 2016).

Ganz deutlich festgehalten werden muss aber auch, dass Unterricht zur Elektrizitätslehre nicht zwangsläufig zu einem Unterricht wird, der dem Leitbild von BNE gerecht wird, nur weil im Zusammenhang mit Schüler*innenexperimenten

² Das scheint auf den ersten Blick vielleicht gar nicht besonders innovativ, da bspw. in Materialempfehlungen von der Stiftung Kinder forschen zur Ausstattung einer „Stromwerkstatt“ auch Solarzellen und Solarmotoren genannt werden, allerdings tauchen diese in den konkreten Anregungen dann nur am Rande auf (vgl. Haus der kleinen Forscher, 2019a).

erneuerbare Energiequellen genutzt werden. Es ist aber ein Schritt hin zu einer umfassenderen Auseinandersetzung mit elektrischem Strom, die über das physikalische Deuten hinausgeht, da noch stärker die elektrische Energiegewinnung thematisiert wird.

Es gibt darüber hinaus auch Ideen der Auseinandersetzung mit elektrischem Strom, die nicht aus einer rein naturwissenschaftlichen oder technischen Perspektive stammen. So wird elektrischer Strom auch als eine Sache vorgeschlagen, über die mit Kindern philosophiert werden kann (vgl. Eberhard von Kuenheim Stiftung, 2012). Im Vordergrund steht dabei die Frage, ob Menschen ohne Strom leben können, und damit inhaltlich auch eine gesellschaftliche Dimension der Auseinandersetzung. Methodisch bietet das Philosophieren mit Kindern eine gute Möglichkeit, um offen, kreativ und unvoreingenommen nach Lösungsideen zu suchen und auch verschiedene Blickweisen einzunehmen. Damit lassen sich auch Verbindungen zum Konzept der Gestaltungskompetenz herstellen (vgl. Eberhard von Kuenheim Stiftung, 2012).

Die Rahmung von BNE für Sachunterricht ist vielversprechend, um eine Auseinandersetzung mit Strom zu ermöglichen, die über eine naturwissenschaftliche Perspektive hinausgeht und stattdessen perspektivenvernetzende Zugänge ermöglicht. Im nächsten Schritt soll dargestellt werden, wie mit elektrischem Strom als Sache des Sachunterrichts ganzheitlicher umgegangen werden kann, um weitere bedeutsame Zugänge zur Sache zu schaffen.

4. Elektrischer Strom als Sache des Sachunterrichts III – Vernetzt mit elektrischem Strom und elektrischer Energiegewinnung umgehen

Das im Perspektivrahmen der GDSU (2013) skizzierte Verständnis von Sachunterricht ist nur ein Sachunterrichtverständnis. Daher ist es gewinnbringend, zu schauen, wie ein Sachunterricht gestaltet sein kann, der auch zum Selbst-Gestalten befähigen kann. Dafür wird in einem letzten Schritt auf den „Bildungsrahmen Sachlernen“ eingegangen (vgl. Pech & Rauterberg, 2013), um aufzuzeigen, wie vielversprechend eine Orientierung an diesem sein kann, um die Sache elektrischer Strom vernetzt für den Sachunterricht aufzugreifen.

4.1 Bildungsrahmen Sachlernen

Der „Bildungsrahmen Sachlernen“³ ist ein anderer Entwurf zur Gegenstandsbestimmung des Sachlernens. Darüber hinaus bietet er für

³ Pech und Rauterberg nutzen den Begriff Sachlernen, da sie sich in ihren Überlegungen nicht nur auf die vier Sachunterrichtsjahre, sondern auch auf den Elementarbereich und auch die Klassen 5 und 6 beziehen (vgl. Pech & Rauterberg, 2013).

Sachunterricht Anhaltspunkte zur Curricularisierung von Inhalten (vgl. Pech & Rauterberg, 2013). Wesentlich ist, dass ganz bewusst eine Abgrenzung von einer Orientierung an Bezugsdisziplinen und an aus Fachwissenschaften deduzierten Inhalten vorgenommen wird. Es taucht auch hier der Begriff „Perspektivität“ auf, wenn es um die Beschreibung von Weltbildern geht, die den Überlegungen des Bildungsrahmens zugrunde liegen. Allerdings ist der Perspektivitätsbegriff anders gefüllt als im Perspektivrahmen der GDSU mit seinen Fachperspektiven. Wissen ist unterschiedlich, da es aus unterschiedlichen Perspektiven heraus entwickelt wird. Daher unterscheidet sich auch das Wissen von Erwachsenen und Kindern (vgl. Pech & Rauterberg, 2013). Die im Perspektivrahmen erwähnte Orientierung an den Vorstellungen der Kinder als Ausgangslage des Lernens wird ebenfalls kritisch gesehen, da kindliche Perspektiven oftmals nur dahingehend aufgegriffen und instrumentalisiert werden, um wissenschaftliches Wissen aufzubauen, welches Erwachsenenwelten entstammt. Kindliche Zugangsweisen mit Welt werden nicht ausreichend aufgegriffen bzw. nur als vorläufig angesehen (vgl. Pech & Rauterberg, 2013; Rauterberg, 2013). Sachunterricht als wissenschaftliche Disziplin sollte seinen Gegenstand nicht aus anderen Disziplinen übernehmen, sondern muss ihn selber generieren (vgl. Pech & Rauterberg, 2013). Dies kann über die Aufgabe des Faches – das Erschließen von Umwelt (vgl. Kahlert, 2006) – geschehen.

Der Gedanke hinter der Bestimmung von Umgangsweisen als Gegenstand des Sachlernens ist, dass eine Erkenntnis der Welt und kommunizierbares Wissen über Welt nicht nur an wissenschaftliche Methoden gebunden sind. Umwelt erschließen ist mehr als das Erschließen von Welten aus bestimmten fachwissenschaftlichen Perspektiven. Jedes Individuum hat eigene Umgangsweisen, sich in der Welt zu orientieren. Doch werden diese in der Didaktik des Sachunterrichts nicht ausreichend berücksichtigt. Meistens ist es so, dass sie nur als vorläufige und nicht tragfähige Modelle anerkannt werden, die durch fachliche Umgangsweisen ersetzt werden müssen (vgl. Pech & Rauterberg, 2013). Es zeigt sich in dieser gängigen Praxis also ein Primat der Fachlichkeit, der davon ausgeht, dass nur wissenschaftliche Erkenntnis „richtige“ Erkenntnis liefern kann (vgl. Krumbacher, 2009).

Auch im „Bildungsrahmen Sachlernen“ spielt Propädeutik eine Rolle, da das Lernen in der Grundschule immer auch einen vorbereitenden Charakter hat. Allerdings ist das zugrunde liegende Propädeutikverständnis nicht (ausschließlich) fachpropädeutisch zu verstehen, so wie es im Perspektivrahmen eher der Fall ist. „Schule ist insofern propädeutisch, als dass sie mit dazu beitragen soll, zunehmend an den Gesprächen der Erwachsenen in unterschiedlichen Kontexten teilnehmen zu können.“ (Pech & Rauterberg, 2013, S. 19) Diese Kontexte sind aber nicht zwangsläufig fachwissenschaftliche. Werden Umgangsweisen als Gegenstand des

Sachlernens gesetzt, müssen keine Inhalte als Lerngegenstände aus anderen Fachdisziplinen übernommen werden. Exemplarische Umgangsweisen sind bspw. Beobachten, Recherchieren, Interpretieren, Spielen, Gestalten oder sich positionieren (vgl. Pech & Rauterberg, 2013).

Wichtig ist, dass sich Umgangsweisen immer auf etwas beziehen. Sie können nicht für sich stehen und ohne einen konkreten Umgang entwickelt werden. „Das, worauf sich der Umgang bezieht bzw. das, was aus dem Umgang resultiert, bezeichnen wir als *Sache* des Sachlernens/Sachunterrichts.“ (Pech & Rauterberg, 2013, S. 24) An dieser Stelle wird der eingangs erwähnte Unterschied zwischen Gegenstand und Sache des Sachlernens deutlich. Je nachdem, wie mit der Sache umgegangen wird, ergeben sich unterschiedliche Bedeutungen. Das heißt, die Sache ist in einem Unterricht, der sich am „Bildungsrahmen Sachlernen“ orientiert, nicht von vornherein eine ganz bestimmte und vorgedeutete Sache. Pech und Rauterberg (2013) beschreiben das am Beispiel der Sache „Apfel“, der im Unterricht für gewöhnlich als eine ganz bestimmte Sache – nämlich als Kernobst – thematisiert wird. Der Apfel ist aber nicht von sich aus auf diesen Inhalt beschränkt. Der unterrichtliche Umgang bedingt diese Sichtweise auf den Apfel. „Ihre Bedeutung ergibt sich durch die Umgangsweise mit ihnen bzw. in Abhängigkeit von der Umgangsweise mit ihnen. Das heißt, der Apfel ist nicht als Lehrgegenstand bereits als Kernobst gedeutet, sondern nur und erst dann Kernobst, wenn die in der pädagogischen Situation prozessierte Umgangsweise dies hergibt, dies erkennen lässt.“ (Pech & Rauterberg, 2013, S. 28) Wird anders mit dem Apfel umgegangen, geraten andere Aspekte in den Blick. Wird der Apfel bspw. verköstigt, wird er nicht als Kernobst thematisiert. Wird recherchiert, wo er herkommt und wie er in die Läden kommt, ebenfalls nicht. Bedeutsam ist also, dass das Umgehen mit Sachen nicht auf bestimmte Fachperspektiven begrenzt ist und auch nicht zum Ziel hat, eine bestimmte vorgegebene Deutung zu erlangen, also ein bestimmtes Fachwissen aufzubauen, wie es bei einer Orientierung an Fachperspektiven in der Regel der Fall ist.

Es wurden bereits Unterrichtsmaterialien entwickelt und veröffentlicht, die sich an dem Ansatz der Umgangsweisen als zentralem Gegenstand des Sachlernens orientieren („Lernlandschaft Sachunterricht – Wetter und Klima“ (2009); „Nicht in die Schultüte gelegt – Schicksale jüdischer Kinder 1933–1942 in Berlin“ (2014)).

4.2 Vernetzt mit elektrischem Strom umgehen

Für eine vernetzte und vielfältige Auseinandersetzung mit der Sache elektrischer Strom im Sachunterricht, die sich am „Bildungsrahmen Sachlernen“ orientiert und weiterhin das Leitbild von BNE berücksichtigt, ergeben sich zusammenfassend

folgende Überlegungen zur Begründung der Sache und Impulse zur Gestaltung von Unterricht.

- Die Auswahl der Sachen erfolgt in einem an Umgangsweisen orientierten Unterricht nicht willkürlich. Sie werden über ihre Bildungsrelevanz ausgesucht und begründet (vgl. Pech & Rauterberg, 2013). Die Auseinandersetzung mit elektrischem Strom besitzt Bildungsrelevanz, lässt sie sich doch über Klafkis Schlüsselprobleme (Umwelt, Technikfolgen, Verteilungsgerechtigkeit (vgl. Klafki, 2005)) und insbesondere wie dargestellt über das Leitbild einer „nachhaltigen Entwicklung“ begründen.
- Wichtig ist zunächst festzuhalten, dass „die „Sachen des Sachunterrichts/Sachlernens“ in einem auf Umgangsweisen bezogenen Entwurf nicht durch aus Wissenschaften deduzierten Setzungen bestimmt werden [können].“ (Pech & Rauterberg, 2013, S. 54) Das bedeutet wiederum, dass elektrischer Strom, seine Erzeugung, seine Wirkungen und seine Nutzung nicht automatisch zu einer Sache des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts und des physikalischen Deutens werden, denn erst im Umgang mit den Sachen ergeben sich die Bedeutungen. Mit der Sache elektrischer Strom sollte also nicht nur auf eine bestimmte aus den Natur- und Technikwissenschaften entnommene Art und Weise umgegangen werden, um somit auf bestimmte vorgegebene Deutungen abzielen.
- Pech und Rauterberg schlagen vor, die Sachen als Phänomene oder als Begriffe einzubringen (vgl. Pech & Rauterberg, 2013). Das heißt also für den elektrischen Strom, dass dieser auch zunächst eingebracht werden muss. Nun ist es natürlich schwierig, elektrischen Strom einzubringen, weil dieser nicht sichtbar ist. Er ist nur in seinen Wirkungen wahrnehmbar (und dann noch insbesondere bei einem Wechsel: Licht an- oder ausschalten). Daher ist es eine Möglichkeit, den elektrischen Strom über seine Wirkung einzubringen: eine leuchtende LED, ein drehender Ventilator, ein glühender Draht. Andere Möglichkeiten zur Einbringung der Sache elektrischer Strom wären aber bspw. auch eine Auswahl an elektrischen Geräten bereitzustellen oder Bilder von Windkraftanlagen, Solarzellen oder Kraftwerken auszulegen. Zu Beginn könnte auch eine Frage stehen, die zum Philosophieren anregt („Was wäre, wenn es keinen elektrischen Strom geben würde?) Wichtig ist es, einen vielfältigen Umgang mit elektrischem Strom zu ermöglichen und sich nicht auf spezifische (naturwissenschaftliche oder technische) Zugangsweisen festzulegen, die von vornherein nur eine bestimmte Facette von elektrischem Strom thematisieren.
- Vor dem Hintergrund des Leitbildes von BNE ist es zentral, dass der Umgang mit elektrischem Strom nicht losgelöst von der elektrischen Energiegewinnung sein

kann. Das gilt insbesondere auch im Zusammenhang mit dem Experimentieren und Explorieren. Ein Umgang mit klassischen Inhalten kann auch so ermöglicht werden und gleichzeitig wird die Auseinandersetzung erweitert, da die Gewinnung elektrischer Energie und unterschiedliche elektrische Energiequellen stärker in den Hands-on-Aktivitäten berücksichtigt werden (vgl. Schütte, 2019).

- In Auseinandersetzung mit elektrischem Strom kann das übergeordnete (Basis-)Konzept der Energie thematisiert werden. Dabei ist es allerdings bedeutsam, einen vielperspektivischen und umfassenden Umgang mit Energie zu ermöglichen und nicht einen technischen Energiebegriff zu fokussieren (vgl. Reimer, 2020).
- In der konkreten Ausgestaltung von Angeboten und der Gestaltung von Lernumgebungen zur Sache elektrischer Strom muss darauf geachtet werden, dass vielfältigste Umgangsweisen eingesetzt und entwickelt werden können, um einerseits kindliche Zugänge aufzugreifen und zu stärken und um gleichzeitig eine weite Auseinandersetzung mit der Sache zu ermöglichen. Experimentieren und Explorieren sind bspw. sowohl wissenschaftliche Methoden als auch Methoden, die im Sachunterricht eingesetzt werden. Gleichzeitig sind sie auch Umgangsweisen. Insbesondere das Explorieren ist eine Umgangsweise, die im Umgang mit Materialien unterschiedliche Bedeutungszuschreibungen von Sachen zulässt (vgl. Köster, 2006; Schütte, 2019). Darüber hinaus sollten weitere Umgangsweisen aufgegriffen werden: Konstruieren, Beobachten, Recherchieren, sich positionieren etc. Mit einer Orientierung an Umgangsweisen wird eine wirkliche Vernetzung geschaffen, die nicht Gefahr läuft, auf ausgewählte Fachperspektiven beschränkt zu werden.
- Lernende müssen selbst aktiv werden und etwas für sie Bedeutsames im Umgang mit der Sache elektrischer Strom erfahren – losgelöst von einer fachwissenschaftlichen Orientierung. „Das Bild des Kindes erscheint nicht als ein belehrtes bzw. zu belehrendes, wohl aber als ein lern- und selbstbildungsfähiges. [...] Der hier intendierte didaktische Prozess wird in den seltensten Fällen bei wissenschaftlichen oder wissenschaftsnahen Aussagen enden, aber das Ergebnis, so wird konstatiert, kann ein für die Kinder sinnvolles und verständliches sein und vor allem: Es ist ihr Ergebnis und sie haben es – pädagogisch unterstützt – mit ihren Möglichkeiten erreicht.“ (Rauterberg, 2013, S. 42) Eine Orientierung an einem erkenntnistheoretischen Konstruktivismus (vgl. von Glaserfeld, 1996; Rauterberg, 2007; Klein & Oettinger, 2007) liegt diesem Verständnis zugrunde. Es geht nicht darum, fertige Antworten auf Fragen zu geben und dabei Inhalte als feststehende Wahrheiten zu deklarieren, sondern darum, dass Lernende selber Antworten auf Fragen finden und selber zu jeweils individuellen Konstruktionen

angeregt werden, die dann diskutiert werden können (vgl. Rauterberg, 2007). Damit kann eine inhaltliche, fachliche Partizipation ermöglicht werden.

- Der Idee von Gestaltungskompetenz liegt das Verb ‚gestalten‘ zugrunde. Gestalten ist im Bildungsbegriff von BNE also zentral. Insbesondere geht es dabei auch darum, Partizipationsfähigkeiten auszubauen und kritisch zu denken, indem Verknüpfungen der eigenen Lebenswelten mit weltweiten Entwicklungen reflektiert werden (vgl. Wulfmeyer, 2020). Um aktiv gestalten zu können, sind vielfältige Umgangsweisen mit Welt bedeutsam. Es geht also in der Auseinandersetzung mit elektrischem Strom dann nicht darum, ein wissenschaftliches Modell zu übernehmen, sondern darum, Fähigkeiten zu erlernen, die für das Gestalten von Zukunft wichtig sind, bspw. interdisziplinär arbeiten, planen und agieren, Lebensstil und Leitbilder reflektieren, um sich so auch zu positionieren und mündig zu sein.

Werden diese Aspekte aufgegriffen und berücksichtigt, ist eine vielfältige und vernetzte Auseinandersetzung mit elektrischem Strom im Sachunterricht möglich.

4.3 Ein Beispiel

Abschließend sollen exemplarische Impulse für die Auseinandersetzung von Grundschulkindern mit elektrischem Strom formuliert werden, die einerseits einem Sachunterrichtverständnis folgen, das dem Bildungsrahmen Sachlernen entspricht, und andererseits das Leitbild von BNE berücksichtigen. Es soll damit verdeutlicht werden, wie Aufgaben gestaltet sein können, die ganz konkret formuliert sind und gleichzeitig Raum für eigene Ideen und Zugänge bieten und dadurch eine offene, aber trotzdem durch die Sache vernetzte Auseinandersetzung mit elektrischem Strom ermöglichen können.

Es liegen wie weiter oben bereits erwähnt Unterrichtsmaterialien vor, die sich an Umgangsweisen als Gegenstand des Sachlernens orientieren. Die „Lernlandschaft Sachunterricht – Wetter und Klima“ thematisiert bspw. „Sachen“ wie: Wetterphänomene, Wetter früher und heute, Wetter und Technik, Klimazonen, Klimawandel und Klimaschutz (vgl. Schomaker, Pech & Lux, 2009). Gegenstand des Materials sind aber Umgangsweisen, die im Umgang mit der Sache Wetter und Klima angewendet und vertieft werden sollen. Die Aufgaben bauen nicht aufeinander auf und müssen nicht in einer spezifischen Reihenfolge bearbeitet werden. Sie lassen sich sowohl in einem offenen als auch in einem stärker strukturierten Unterricht einsetzen.

Für elektrischen Strom könnten folgende Auseinandersetzungsmöglichkeiten vorgeschlagen werden. Umgangsweisen sind jeweils hervorgehoben.

Eine Auswahl an Materialien (Solarzellen, Motoren, Kurbelgeneratoren, LEDs, Kabel, Schalter, ...) steht Kindern zur Verfügung.

- Mach etwas mit den Sachen. (*Explorieren*)
- Zeige anderen Kindern, was du gemacht hast. (*Präsentieren*)
- Erzähle, wie du vorgegangen bist. (*Erzählen*)
- Erfinde etwas, das mit Strom funktioniert: eine Alarmanlage, ein Kommunikationsmittel, ... (*Gestalten, Erfinden*)

Versuche eine LED zum Leuchten zu bringen. (*Experimentieren*)

- Vergleiche mit den anderen Kindern. (*Vergleichen*)
- Überlegt: Was braucht man mindestens, damit die LED leuchtet? (*Nachdenken*)
- Probiere aus: Was kann weggelassen werden? (*Ausprobieren*)

Probiere aus, mit einer Solarzelle einen Motor zum Drehen zu bringen.

- Teste aus, wo die Solarzelle liegen muss, damit der Motor sich drehen kann. (*Ausprobieren*)
- Finde den besten Platz für die Solarzelle. (*Erkunden*)

Finde heraus, wo es in der Nähe Solarzellen gibt. (*Recherchieren*)

- Wo sind die Solarzellen genau? (*Recherchieren*)
- Finde heraus, welchen Zweck die gefundenen Solarzellen haben. (*Recherchieren*)

Schau im Klassenzimmer nach: Welche Geräte funktionieren mit Strom?

- Schau genau hin: Wie kannst du feststellen, ob ein Gerät mit Strom funktioniert? (*Beobachten*)
- Filme in Zeitlupe, was passiert, wenn du einen Schalter auf „an“ und „aus“ stellst. (*langsam Beobachten*)
- Was wäre, wenn es keinen elektrischen Strom mehr geben würde? (*Philosophieren*)
- Was würde sich dann ändern? (*Philosophieren*)
- Was würde dir daran gut gefallen? Was würde dir daran nicht gefallen? (*Nachdenken*)

Viele Menschen sagen, dass Strom gespart werden muss.

- Was glaubst du, warum soll Strom gespart werden? (*Nachdenken*)
- Frag einen Erwachsenen nach seiner Meinung. (*Recherchieren*)
- Erstelle eine Liste mit den verschiedenen Meinungen. (*Dokumentieren*)
- Denk mal nach, wie Strom gespart werden kann. (*Nachdenken*)

- Erstelle gemeinsam mit einem anderen Kind ein Werbeplakat für eure Stromsparideen. (*Gestalten*)

Finde heraus, auf welche Weise Strom hergestellt werden kann. (*Recherchieren*)

- Erstelle eine Übersicht: Was ist an der jeweiligen Weise gut und was ist an der jeweiligen Weise nicht so gut. (*Dokumentieren/Vergleichen*)
- Welchen Punkt aus der Übersicht findest du besonders wichtig? (*sich positionieren*)
- Was finden die anderen besonders wichtig? (*Diskutieren*)

Es wird in diesen ersten Überlegungen deutlich, dass je nach Umgang mit elektrischem Strom verschiedene Sachaspekte in den Vordergrund der Auseinandersetzung geraten. Auf diese Weise lässt sich ein umfassender und vernetzter, ein „verzahnter“ (Pech & Rauterberg, 2013, S. 30) Blick auf elektrischen Strom einnehmen und vor allem wird die Auseinandersetzung persönlich bedeutsam, da die Lernenden selbstständig mit der Sache elektrischer Strom umgehen und etwas herausfinden.

5. Fazit

Eine vernetzte Betrachtung der Sache elektrischer Strom unter der Berücksichtigung des Leitbilds „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ erfolgt in diesem Vorschlag über Umgangsweisen. Durch einen vielfältigen Umgang ergeben sich vielfältige Inhalte und Bedeutungen. Auf diese Weise werden zentrale didaktische Grundprinzipien des Sachunterrichts wie Vielperspektivität (die nicht zwangsläufig in fachlichen Perspektiven zu denken ist!) und Partizipation (auch in Hinblick auf die inhaltliche Beteiligung) berücksichtigt. Des Weiteren lassen sich Parallelen zu Teilkompetenzen der Gestaltungskompetenz finden. Über Umgangsweisen lässt sich eine horizontale Vernetzung im Umgang mit der Sache herstellen und nicht zwangsläufig über Fachkulturen, die auf ein bestimmtes Wissen hinaus wollen, welches aus ihrer Fachlogik heraus gedacht relevant ist. Allerdings ergeben sich durch die Umgangsweisen bestimmte Auseinandersetzungsmöglichkeiten, die dann auch (wenn das denn gewollt ist) bestimmten Fachperspektiven (bspw. einer technischen, einer sozialwissenschaftlichen oder einer raumbezogenen) zugeordnet werden könnten. Das ist aber nicht das vorrangige Ziel des Ansatzes. Zentral ist das Ausbilden von Umgangsweisen.

In einer ersten Version ihres „Bildungsrahmens Sachlernen“ halten Pech und Rauterberg mit Bezug auf die Umgangsweise ‚beobachten‘ fest: „Das Beobachten der verfahrensorientierten Curricula war ein (curricular vorgegebenes) bestimmtes Beobachten mit dem (vorgegeben) Bestimmtes beobachtet werden sollte, um zu

einem (vorgegebenen) bestimmten Ergebnis zu kommen. Der zentrale Unterschied unseres Verständnisses liegt demnach im Ergebnis, denn dieses können (und wollen) wir nicht vorgeben; es ist kein Bestimmtes.“ (Pech & Rauterberg, 2008; vgl. auch Rauterberg, 2007). Diese Aussage ist auch für die vorgeschlagene Thematisierung von elektrischem Strom als Sache des Sachunterrichts zentral. Kinder sollen nicht etwas bestimmt Vorgegebenes zum Thema elektrischer Strom lernen, das aus den Fachwissenschaften und in der Regel aus den Naturwissenschaften stammt, sondern etwas Eigenes und für sie Bedeutsames. Auf diese Weise wird die Auseinandersetzung mit elektrischem Strom für alle Kinder sinnstiftend.

Eine Vernetzung findet in dem vorgestellten Vorschlag durch die Orientierung an Umgangsweisen sowie der Betonung der Eigenständigkeit des Faches Sachunterricht statt. Durch Umgangsweisen wird automatisch ein verzahnter und umfassender Blick eingenommen, da der Umgang mit einer Sache dem Ansatz entsprechend immer vielfältig ist und sich nicht auf eine Fachperspektive beschränkt, die dann erst mit anderen Fachperspektiven vernetzt werden muss. Geplant ist es, ein Material zur Sache elektrischer Strom zu entwickeln, das auf den skizzierten Überlegungen basiert.

Literatur

Anne Frank Zentrum (Hrsg.) (2014). *Nicht in die Schultüte gelegt – Schicksale jüdischer Kinder 1933–1942 in Berlin*. Berlin: Metropolis Verlag.

Bolscho, D. & Hauenschild, K. (2005). *Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule. Ein Studienbuch*. Frankfurt a. M.: Peter Lang.

Colberg, C. A. & Brugger, P. (2019). Systemisches Denken anhand des hypothetisch-deduktiven Erkenntnisweges im Sachunterricht fördern: Eine qualitative Einschätzung von Praxistauglichkeit und Mehrwert des HEAFAUS Planungsmodells. *GDSU-Journal*, 9, 44–57.

Demuth, R. & Rieck, K. (2005). *Naturwissenschaften Modul G 3: Schülervorstellungen aufgreifen – grundlegende Ideen entwickeln*. Kiel: IPN.

Deutsche UNESCO Kommission (2017). *Unpacking SDG 4 Fragen und Antworten zur Bildungsagenda 2030*. Bonn.

Doff, S., Komoss, R. & Sørensen, N. (2017). Old is not always gold – Wie finden Veränderungsprozesse in Schule und Unterricht statt? In S. Doff & R. Komoss

(Hrsg.), *Making Change Happen. Wandel im Fachunterricht analysieren und gestalten* (S. 141–156). Wiesbaden: Springer.

Eberhard von Kuenheim Stiftung (Hrsg.) (2012). *Wie wollen wir leben? Kinder philosophieren über Nachhaltigkeit*. Berlin: Oekom Verlag.

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V. [GDSU] (Hrsg.) (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht*. 2. Auflage. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

von Glaserfeld, E. (1996). *Radikaler Konstruktivismus. Ideen, Ergebnisse, Probleme*. Frankfurt a. M.: Piper.

Glauert, Esme (2010). Erkundungen und Erklärungen zur Elektrizität. Zum Sachverstehen und Sachlernen im Vorschulalter. In H.-J. Fischer, P. Gansen & K. Michalik (Hrsg.), *Sachunterricht und frühe Bildung* (S. 123–137). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Gräsel, C. (2010). Umweltbildung. In R. Tippelt, B. Schmidt (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (S. 845–859). Wiesbaden: Springer.

Grundschule Sachunterricht (2016). 69. Strom. Hannover: Friedrich Verlag.

de Haan, G. (2008). Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In I. Bormann & G. de Haan (Hrsg.), *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde* (S. 23–43). Wiesbaden: Springer.

de Haan, G. & Harenberg, D. (1999). Expertise: Förderprogramm Bildung für nachhaltige Entwicklung. Verfügbar unter: www.institutfutur.de/_service/download/expertise_bfne.pdf [22.05.2024].

Haider, M. & Haider, Th. (2023). Power – Laserschwert = Energie. Physikalische Aspekte des Energiebegriffs. *Praxis Grundschule*, 1, 10–13.

Harten, U. (2021) Elektrizitätslehre. In Ders. (Hrsg.), *Physik. Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler*. 8. Auflage (S. 221–309). Berlin: Springer.

Hartering, A., Grygier, P., Tretter, T. & Ziegler, F. (2013). *Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren*. Kiel: IPN.

Heran-Dörr, E. (2011). *Von Schülervorstellungen zu anschlussfähigem Wissen im Sachunterricht*. Kiel: IPN.

Kahlert, J. (2006). *Der Sachunterricht und seine Didaktik*. 2. Auflage. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kahlert, J. & Heimlich, U. (2012). Inklusionsdidaktische Netze – Konturen eines Unterrichts für alle (dargestellt am Beispiel des Sachunterrichts). In Dies. (Hrsg.),

Inklusion in Schule und Unterricht. Wege zur Bildung für alle (S. 153–190). Stuttgart: Kohlhammer.

Klafki, W. (2005). Allgemeinbildung in der Grundschule und der Bildungsauftrag des Sachunterrichts. *www.widerstreit-sachunterricht.de*, 4, 10 Seiten.

Klein, K. & Oettinger, U. (2007). *Konstruktivismus. Die neue Perspektive im (Sach-)Unterricht*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Kosler, T. (2016). *Naturwissenschaftliche Bildung im Elementar- und Primarbereich. Zum naturwissenschaftlichen Denken mit Kindern im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Köhnlein, W. (2012). *Sachunterricht und Bildung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Köster, H. (2006). Freies Explorieren und Experimentieren mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht. In G. Lück & H. Köster (Hrsg.), *Physik und Chemie im Sachunterricht* (S. 43–56). Braunschweig: Westermann.

Krumbacher, C. (2009). „Harte“ Naturwissenschaften im Sachunterricht – eine Diskussionsgrundlage. *www.widerstreit-sachunterricht.de*, 13, 6 Seiten.

Landwehr, B. (2016). Elektrizität fasziniert Kinder – und Erwachsene. Das Alltagsphänomen Strom im Sachunterricht. *Grundschule Sachunterricht* (69), 1, 2–4.

Möller, K. (1997). „Geht dir ein Licht auf?“. Entdeckendes Lernen am Beispiel „Elektrischer Strom“. *Die Grundschulzeitschrift* (11), 108, 12–16.

Murmann, L. (2016). Wir bauen eine Batterie. Eine Einführung in den einfachen elektrischen Stromkreis. *Grundschule Sachunterricht* (69), 1, 18–23.

Pech, D. (2009). Sachunterricht – Didaktik und Disziplin. Annäherung an ein Sachlernverständnis im Kontext der Fachentwicklung des Sachunterrichts und seiner Didaktik. *www.widerstreit-sachunterricht.de*, 13, 10 Seiten.

Pech, D. & Rauterberg, M. (2008). *Auf den Umgang kommt es an. „Umgangsweisen“ als Ausgangspunkt einer Strukturierung des Sachunterrichts – Skizze der Entwicklung eines „Bildungsrahmens Sachlernen“*. Berlin.

Pech, D. & Rauterberg, M. (2013). *Auf den Umgang kommt es an. „Umgangsweisen“ als Ausgangspunkt einer Strukturierung des Sachunterrichts – Skizze der Entwicklung eines „Bildungsrahmens Sachlernen“*. 2. Auflage. Berlin.

Pech, D. & Simon, T. (2018). Partizipation. In J. Frohn (Hrsg.), *FDQI HU Glossar*. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin. Verfügbar unter: <http://www.hu-berlin.de/fdqi/glossar> [22.05.2024].

Peschel, M. (2017). Erneuerbare Energien im praktischen Test. In LernortLabor – Bundesverband der Schülerlabore e. V. (Hrsg.), *Bildung für nachhaltige Entwicklung in Schülerlaboren* (S. 70–73). Berlin.

Peschel, M. & Diehl, A. (2016). (Erneuerbare) Energie im Grundschullabor für Offenes Experimentieren. In C. Maurer (Hrsg.), *„Authentizität und Lernen – das Fach in der Fachdidaktik“*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Berlin 2015 (S. 515–517). Universität Regensburg.

Praxis Grundschule (2019). 4. Der elektrische Strom. Elektrizität für Grundschulkindern. Braunschweig: Westermann.

Rafolt, S., Kaperlari, S. & Kremer, K. (2019). Kritisches Denken im naturwissenschaftlichen Unterricht – Synergiemodell, Problemlage und Desiderata. *ZfDN* 25, 63–75.

Rauterberg, M. (2007). Sachunterricht und Konstruktivismus – Analyse eines Verhältnisses – Otfried Hoppe, der mir konstruktivistisches Denken zugänglich machte, zum 71. Geburtstag. *www.widerstreit-sachunterricht.de*, 8, 12 Seiten.

Rauterberg, M. (2013). „Naturbildung in der Frühpädagogik“: Umgangsweisen mit Natur(en). In M. Rauterberg & S. Schumann (Hrsg.), *Umgangsweisen mit Natur(en) in der frühen Bildung* (S. 33–46). Berlin.

Reimer, M. (2020). *Ohne Energie wäre alles weg vom Fenster. Vorstellungen von Grundschulkindern zu Energie*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Reimer, M. (2022). „Ich wusste gar nicht, dass die so schlecht für die Umwelt sind“. Vor- und Nachteile von Windenergieanlagen und Kohlekraftwerken mithilfe eines Mysterys untersuchen. *Grundschule Sachunterricht*, 96, 15–22.

Ritter, A. (2023). Alle wollen Strom. Klimaschutz und Energiegewinnung. *Praxis Grundschule* 1, 18–25.

Schomaker, C., Pech, D. & Lux, J. (2009). *Lernlandschaft Sachunterricht – Wetter und Klima*. Stuttgart: VPM.

Schütte, F. (2019). *Freies Explorieren zum Thema elektrischer Stromkreis. Eine Suchraumrekonstruktion nach der dokumentarischen Methode*. Wiesbaden: Springer.

Starauscek, E., Rubitzko, Th. & Bullinger, M. (2016). „Wann leuchtet die LED?“. Neue Alltagsbezüge zur Elektrizitätslehre. *Grundschule Sachunterricht*, 69, 1, 8–12.

Starauscek, E. & Murmann, L. (2016). „Der Strom kommt von der Batterie.“ Kindervorstellungen zum einfachen elektrischen Stromkreis. *Grundschule Sachunterricht* (69), 1, 7.

Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.) (2019a). *Strom und Energie. Praxisideen, Anregungen und Hintergrundwissen für Kita, Hort und Grundschule*. 2. Auflage. Berlin.

Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.) (2019b). *Tür auf! Mein Einstieg in Bildung für nachhaltige Entwicklung*. Berlin.

Stoltenberg, U. (2004). Sachunterricht: Innovatives Lernen für eine nachhaltige Entwicklung. In A. Kaiser & D. Pech (Hrsg.), *Neuere Konzeptionen und Zielsetzungen. Basiswissen Sachunterricht. Band 2* (S. 58–66). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Stork, E. & Wiesner, H. (1981). Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre und Sachunterricht. *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe* (9), 6, 218–230.

Tänzer, S. (2014). Konzeptionen und Positionen der Didaktik des Sachunterrichts in der Gegenwart. In Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.), *Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e. V.* (S. 57–74). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

weltwissen Sachunterricht (2007). 3. Von Licht, Wärme und Bewegung: Energie. Braunschweig: Westermann.

Wodzinski, R. (2011). *Naturwissenschaftliche Fachkonzepte anbahnen – Anschlussfähigkeit verbessern*. Kiel: IPN.

Wulfmeyer, M. (Hrsg.) (2020). *Bildung für nachhaltige Entwicklung im Sachunterricht. Grundlagen und Praxisbeispiele. Basiswissen Grundschule Band 43*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

FLORIAN SCHÜTTE, Dr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Sachunterricht am Institut für Schulpädagogik und Grundschuldidaktik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.