

Eine Didaktische Rekonstruktion der Energiewende Lernhindernisse zu erneuerbaren Energien

Der Anstieg der Energienutzung durch die Menschheit ist stark mit dem Zeitalter des Anthropozäns und den damit verbundenen Folgen für die Erdsysteme verknüpft (Steffen, Broadgate, Deutsch, Gaffney, & Ludwig, 2015). Hier ist insbesondere der Anstieg der Treibhausgasemissionen als Ursache für die Klimakrise zu nennen. Die Grenzen dessen, was unser Planet in Bezug auf das Klima verkraften kann, sind bereits überschritten (Steffen, Richardson, u. a., 2015). Sowohl in der Wissenschaft als auch in der Politik wird die Energiewende als notwendige Maßnahme zur Eindämmung der Folgen für das Klima gesehen (UN, 2015; WBGU, 2011). Aufgrund dieser hohen gesellschaftlichen Relevanz sollte der Kontext der Energiewende neben dem curricular fest verankerten Energiekonzept eine feste Rolle im Unterricht der Naturwissenschaften spielen. In diesem Beitrag will ich mit Hilfe des Modells der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann, 2007) zeigen, welche Lernhindernisse und Lernchancen die Energiewende im naturwissenschaftlichen Unterricht mit sich bringt und wie diese gewinnbringend genutzt werden können.

Stand der Forschung

In jüngerer Zeit gibt es in der Lehr- und Lernforschung bezüglich erneuerbarer Energien und Energy Literacy im internationalen Raum eine Reihe von größtenteils quantitativen Studien (z.B. Çelikler & Aksan, 2015; DeWaters & Powers, 2011). In Bezug auf die Vorstellungen der Schüler_innen zeigen sich in diesen Studien durchgehend Probleme der Proband_innen verschiedene Energieträger als erneuerbar bzw. nicht erneuerbar zu identifizieren. Außerdem fällt es den Lerner_innen schwer, eine fachlich angemessene Definition des Begriffes „erneuerbare Energien“ aus vorgegebenen Items auszuwählen. Menthe (2006) fand bei Schüler_innen verschiedene Vorstellungen zu fossilen Brennstoffen (verursachen Umweltverschmutzung; sind endlich; sind nach der Verwendung weg) und erneuerbaren Energien (mehrfach nutzbar; natürlich). Allerdings wurden hier beispielhafte Zuordnungen vorgegeben, die von den Schüler_innen lediglich begründet werden mussten. Offen bleibt dabei die Frage, welche Vorstellungen hinter den Zuordnungen der Energieträger zu den Kategorien erneuerbar und nicht erneuerbar stehen.

Forschungsfragen und Untersuchungsdesign

Um diese Vorstellungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht nutzbar zu machen, verwende ich das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann, 2007). Dabei werden die Vorstellungen der Schüler_innen erhoben, analysiert und mit Vorstellungen von Wissenschaftler_innen kontrastiert, um Konsequenzen für die didaktische Strukturierung des Unterrichts abzuleiten. Daraus ergeben sich die Forschungsfragen, welche Vorstellungen Schüler_innen bzw. Wissenschaftler_innen zu erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energien haben und welche Lernhindernisse und Lernchancen sich aus deren Vergleich ergeben. Zur Erhebung der Schüler_innenvorstellungen führte ich eine leitfadengestützte Interviewstudie mit insgesamt 27 Achtklässler_innen (10 Partner_innen-, 7 Einzelinterviews) durch. Während des Interviews erhielten die Schüler_innen als narrativen Impuls acht Karten mit Energieträgern (Kohle, Erdgas, Erdöl, Uran, Sonne, Wind, Biomasse, Erdwärme). Zur Analyse der Vorstellungen der Wissenschaftler_innen zog ich zwei Gutachten des WBGU (2003, 2011) heran. Die Transkripte und Texte der Gutachten wurden mit der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) ausgewertet. Es wurden Textstellen codiert, die eine Aussage zur Charakterisierung erneuerbarer bzw. nicht erneuerbarer Energien enthalten.

Daraus wurden in Bezug auf die Interviews zunächst induktiv Kategorien gebildet. Diese Kategorien legte ich zur Analyse der Vorstellungen der Wissenschaftler_innen in einem nächsten Schritt deduktiv auf die wissenschaftlichen Texte an und ergänzte fehlende Kategorien induktiv.

Ergebnisse

Aus der Analyse der ausgewerteten Daten ergeben sich sechs übergeordnete Kategorien zu den Vorstellungen über erneuerbare und nicht erneuerbare Energieträger (Abb. 1).

Ausprägungen der Kategorien bei Schüler_innen		Übergeordnete Kategorien	Ausprägungen der Kategorien bei Wissenschaftler_innen		
Unbegrenzt	Begrenzt	Verfügbarkeit	Geograph.	Zeitlich	Stofflich
Reichlich	Knapp				
Sauber	Dreckig	Auswirkungen	Mensch	Umwelt	
Erzeugbar	Nicht erzeugbar	Produzierbarkeit	X ¹		
Erhaltung	Vernichtung	Erhaltung	(X) ²		
Natürlich	Künstlich	Natürlichkeit	X		
X		Kosten	Gestehungskosten	Folgekosten	

Abb. 1: Kategoriensystem der Vorstellungen von Schüler_innen und Wissenschaftler_innen zur Charakterisierung erneuerbarer und nicht erneuerbarer Energieträger

Die Schüler_innen und Wissenschaftler_innen charakterisieren die Energieträger über deren Verfügbarkeit, die Auswirkungen der Nutzung der Energieträger, die Produzierbarkeit, die Erhaltung der Energieträger nach ihrer Nutzung, ihre Natürlichkeit und die mit den Energieträgern verbundenen monetären Kosten. Die Schüler_innen denken über erneuerbare und nicht erneuerbare Energieträger innerhalb der übergeordneten Kategorien in stark dichotomen Ausprägungen.

Bezüglich der Verfügbarkeit lässt sich bei den Schüler_innen die Dichotomie finden, dass erneuerbare Energien unbegrenzt zur Verfügung stehen, während nicht erneuerbare Energien begrenzt sind. So sagt beispielsweise Olga³: „Erneuerbar {bedeutet}, dass die Ressourcen nicht aufbrauchbar sind [...] {Bei den nicht-erneuerbaren Ressourcen} ist der Vorrat begrenzt.“ Auch die Wissenschaftler_innen sehen die Verfügbarkeit nicht erneuerbarer Energieträger als stofflich begrenzt an (WBGU, 2011). Allerdings ist nach ihren Aussagen „[b]ei erneuerbaren Energien nicht [...] ihre Gesamtmenge, dafür aber die potenzielle Verfügbarkeit in einem bestimmten Zeitintervall, ihr Potenzial, begrenzt“ (WBGU, 2011: 118). Eine weitere Unterkategorie der Wissenschaftler_innenvorstellungen in Bezug auf die Verfügbarkeit erneuerbarer sowie nicht erneuerbarer Energieträger ist ihre geographische Determinierung (WBGU, 2011; 2003). Zur Kategorie der Verfügbarkeit kommt bei den Schüler_innenvorstellungen eine wertende Komponente hinzu, wenn man die Dichotomie

¹ X bedeutet, dass hierzu im Ausgangsmaterial keine entsprechenden Vorstellungen gefunden wurden.

² Die Wissenschaftler_innen charakterisieren die Energieträger nicht dadurch, dass sie erhalten bleiben oder vernichtet werden. Dennoch wird das Wort „verbrauchen“ im Zusammenhang mit Energieträgern verwendet.

³ Alle Namen wurden geändert.

reichlich/knapp betrachtet. Karin sagt beispielsweise: *„Erneuerbare Energien sind Stoffe, die es viel häufiger auf der Welt gibt, dass andere Mangelstoffe nicht knapp werden.“* Nach dem WBGU (2011) sind sowohl erneuerbare als auch nicht erneuerbare Energieträger reichlich verfügbar und *„[d]ie noch immer in großen Mengen vorhandenen fossilen Energieträger könnten sich [...] als Hemmnis der Transformation erweisen“* (WBGU, 2011: 118).

In Bezug auf die Auswirkungen der Nutzung erneuerbarer und nicht erneuerbarer Energieträger ließ sich bei den Schüler_innen die Dichotomie sauber/dreckig finden. So führt Anton an, erneuerbare Energieträger würden *„gar keine giftigen Abgase [machen]“* und Hugo spricht davon, dass nicht erneuerbare Energieträger *„schädlicher für die Umwelt [sind]“* und beispielsweise Erdöl die Luft verschmutzt. Diese klare Dichotomie lässt sich bei den Wissenschaftler_innen nicht finden. Hier werden für alle Energieträger Auswirkungen auf Mensch und Umwelt aufgeführt. Es wird explizit benannt, dass *„[d]ie Nutzung erneuerbarer Energien [...] mit Umweltfolgen oder unerwünschten sozialen Effekten verbunden sein [kann]“* (WBGU, 2011: 128), wobei auch der wissenschaftliche Beirat letztendlich zu der Bewertung kommt, dass *„[d]ie Nutzung erneuerbarer Energien [...] in der Regel mit erheblich niedrigeren Treibhausgasemissionen verbunden [ist]“* (WBGU, 2011: 125/126).

Diskussion

Die Vorstellungen der Schüler_innen zeigen, dass die Lernenden bei der Diskussion um erneuerbare und nicht erneuerbare Energieträger stark in Dichotomien denken. Dies könnte die Probleme bei der Zuordnung zu den Kategorien erneuerbar und nicht erneuerbar erklären, die in vorangegangenen Studien (Çelikler & Aksan, 2015; DeWaters & Powers, 2011) gefunden wurden. Möglicherweise wenden die Schüler_innen bestimmte Dichotomien, wie auch in den Interviews dieser Studie, konsequent an, um die Energieträger in erneuerbar und nicht erneuerbar einzuteilen. Die Ursache für die Dichotomien liegt zum Teil sicherlich im Begriffspaar erneuerbar und nicht erneuerbar selbst. Damit sich dies für den Unterricht nicht als hinderlich erweist, ist es wichtig, die Definition des Begriffes erneuerbarer Energien und die Unterschiede der einzelnen Energieträger zu thematisieren und die im allgemeinen Sprachgebrauch verwendeten Begriffe wie erneuerbar und nicht-erneuerbar kritisch zu hinterfragen. Des Weiteren ist es essentiell, typische Schülerinnen_vorstellungen, die in Bezug auf das Energiekonzept bereits gut erforscht sind, in die Planung eines Unterrichtes im Kontext der Energiewende mit einzubeziehen. So finden sich in den Dichotomien beispielsweise lange bekannte Vorstellungen wie das Vernichtungskonzept (z.B. Duit, 1984; Yuenyong, Jones, & Sung-Ong, 2011) wieder oder, dass Energie oft stofflich verstanden wird (z.B. Lancor, 2012; Pahl, 2013; Trauschke & Gropengießer, 2014). Im Hinblick auf die Förderung von Bewertungskompetenz können die Dichotomien durchaus als Lernchancen fungieren, wenn sie mit den Vorstellungen der Wissenschaftler_innen kontrastiert werden.

Letztendlich wird deutlich, dass es sich bei der Energiewende, wie z.B. in Hinblick auf die Verfügbarkeit und die Auswirkungen der einzelnen Energieträger auch um eine Bewertungsfrage handelt. Das Konzept des Anthropozäns kann hierbei als Orientierungsrahmen dienen.

Literatur

- Çelikler, D., & Aksan, Z. (2015). The opinions of secondary school students in Turkey regarding renewable energy. *Renewable Energy*, 75, 649–653. <http://doi.org/10.1016/j.renene.2014.10.036>
- DeWaters, J. E., & Powers, S. E. (2011). Energy literacy of secondary students in New York State (USA): A measure of knowledge, affect, and behavior. *Energy Policy*, 39(3), 1699–1710. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.049>
- Duit, R. (1984). Learning the energy concept in school - empirical results from The Philippines and West Germany. *Physics Education*, 19(2), 59–66. <http://doi.org/10.1088/0031-9120/19/2/306>
- Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion-eine praktische Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 93–104). Berlin: Springer.
- Lancor, R. A. (2012). Using Student-Generated Analogies to Investigate Conceptions of Energy: A multidisciplinary study. *International Journal of Science Education*, (May), 1–23. <http://doi.org/10.1080/09500693.2012.714512>
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (11. Aufl.). Basel: Beltz.
- Menthe, J. (2006). Urteilen im Chemieunterricht. Eine empirische Untersuchung über den Einfluss des Chemieunterrichts auf das Urteilen von Lernenden in Alltagsfragen. Dissertation, Osnabrück: Der Andere Verlag.
- Pahl, E. M. (2013). *Vorstellungen von Lehrpersonen aus dem Sach- und Physikunterricht zum Thema Energie und dessen Vermittlung*: Berlin: Logos.
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), 81–98. <http://doi.org/10.1177/2053019614564785>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... Sorlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855–1259855. <http://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Trauschke, M., & Gropengießer, H. (2014). „Sonnenstrahlung wird in Nahrung umgewandelt“. *Biologie verstehen: Energie in Ökosystemen. Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 9–24.
- United Nations (UN). (2015). Adoption of the Paris Agreement. Paris Climate Change Conference - November 2015, COP 21 (S. 32). <http://doi.org/FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1>
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU). (2003). *Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit*. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-55861-0>
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU). (2011). *Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*. Berlin: WBGU.
- Yuenyong, C., Jones, A., & Sung-Ong, S. (2011). Student Energy Conceptions. In M. M. H. Cheng & W. W. M. So (Hrsg.), *Science Education in International Contexts* (S. 3–16). Sense Publishers.