

## Schülervorstellungen zur Energie im Wandel der Zeit

### Motivation

Schülervorstellungen oder Präkonzepte sind, vor allem für den Anfangsunterricht, für das spätere Verständnis eines fachlichen Konzepts relevant. Bei dem für den naturwissenschaftlichen Unterricht zentralen Basiskonzept „Energie“ wurden gängige Schülervorstellungen und -konzepte bereits seit den 1980er Jahren sowohl in Deutschland (Duit, 1986) als auch international (Watts, 1983, Solomon, 1983, Trumper, 1993) untersucht. Dabei zeigte sich, dass Schülerinnen und Schüler Energie oft mit Treibstoffen assoziierten und diese häufig einem verbrauchbaren Antriebsstoff gleichsetzten. Neuere Untersuchungen (Crossley 2009, Burger, 2001) legen allerdings nahe, dass sich die primären Assoziationen der Schülerinnen und Schüler stark zu einem elektrischen Kontext hin gewandelt haben. Deswegen erscheint es naheliegend, dass auch in der Tiefenstruktur der den Assoziationen zugrunde liegenden Schülerkonzepte seit den ersten Untersuchungen ein Wandel stattgefunden haben kann. Dies ist aufgrund des starken medialen Fokus auf die Problematik der Energieversorgung auch nicht verwunderlich. Eine neuere Untersuchung der aktuellen Schülervorstellungen im Bereich Energie erscheint daher sinnvoll, um im Unterricht an den bestehenden Präkonzepten anknüpfen zu können. Da im Rahmen des Projekts „MINT – die Stars von Morgen“ zur außerschulischen Berufsorientierung im Workshop „Neue Technologien“ auch als Zielsetzung ein physikalisch anschlussfähiges Energiekonzept angeregt werden soll, bietet sich hier ein geeigneter Untersuchungsrahmen.

### Das Basiskonzept Energie

Die Energie nimmt im Physikunterricht spätestens seit der Definition der vier Basiskonzepte der deutschen Bildungsstandards eine wichtige Stellung ein: So regen Schulbücher beispielsweise an, durch die „Energiebrille“ zu betrachten, warum bestimmte Vorgänge ablaufen. Fachlich gesehen ist das Basiskonzept Energie jedoch ein sehr abstraktes und nicht selten rein quantifizierend genutztes Konstrukt. Dieser Diskrepanz zwischen fachlicher Nutzung und Verständlichkeit wird mit entsprechenden didaktischen Rekonstruktionen Rechnung getragen. Allgemein etabliert ist hier die Energiequadriga (Duit, 1986), die die vier Aspekte Energieumwandlung, Energietransport, Energieentwertung und Energieerhaltung als zentral für den Energiebegriff beschreibt. Weitere Aspekte, die im Rahmen des Physikunterrichts bedeutsam sind, sind die Energieformen und die Möglichkeit zur Energiespeicherung (Rincke, 2015). Das Verständnis dieser Aspekte wird als allgemeines Ziel im Physikunterricht anerkannt (Duit, 2007).

### Schülerrahmenkonzepte

Im Zuge der Untersuchungen zu Schülervorstellungen wurden häufig verwendete Argumentations- und Gedankenmuster der Schülerinnen und Schüler zu unterschiedlichen Rahmenkonzepten („Frameworks“) zusammengefasst. Da für den Rahmen des Workshops, aber auch für den Anfangsunterricht, curricular orientierte Konzeptkategorien (z.B. Liu & Mc Keough, 2005) als weniger passend angesehen werden und zudem im weiteren Rahmen der Untersuchungen zwischen gesellschaftlichen (z.B. Umweltproblematik) und fachbezogenen Konzepten unterschieden werden soll, wurden als Basis für die qualitative Inhaltsanalyse die Energy Frameworks von Watts herangezogen. Watts beschrieb im Zuge seiner Arbeit sieben zentrale Rahmenkonzepte zur Energie, auf deren Basis die Schülerinnen und Schüler Energie beschreiben:

- *Anthropozentrische Energie*: Energie ist eine Art Lebensenergie, die Lebewesen besitzen. Hierunter fällt auch das gefühlte „Energie haben“.
- *Funktionale Energie*: Energie tritt nicht auf natürlichem Weg auf, sie ist von Menschen für Menschen gemacht und für ein modernes Leben unabdingbar.
- *Produzierte Energie*: Energie ist ein Nebenprodukt von Vorgängen, sie wird zusätzlich zum eigentlichen Prozess emittiert, es kann zu einer Zusatzenergie kommen.
- *Energie als Aktivität*: Energie ist nur in Vorgängen vorhanden, diese Aktivitäten werden Energie gleichgesetzt.
- *Energie als Zutat*: Energie ist ein inerter Inhaltsstoff von Dingen, sie lässt sich nur durch Trigger (z.B. essen) aus den Dingen auslösen und nutzbar machen.
- *Gelagerte Energie*: Energie ist in Dingen vorhanden bzw. gespeichert. Sie kann in verschiedenen Formen auftreten und lässt sich verbrauchen, um etwas zu bewirken.
- *Transferierte Energie*: Energie kann unterschiedliche Erscheinungsformen haben, die jedoch gleichwertig und ineinander umwandelbar sind. Sie lässt sich von System zu System transferieren.

### **Forschungsfrage**

Aus den beschriebenen Vorüberlegungen ergibt sich für die vorliegende Untersuchung folgende Forschungsfrage: Welche Schülervorstellungen, persönlichen Einstellungen und Assoziationen haben Schülerinnen und Schüler heute zur Energie? Dabei gilt es auch, die Besonderheit des außerschulischen Rahmens der Befragung zu berücksichtigen.

### **Methodik**

Zur Untersuchung der aktuellen Schülervorstellungen zur Energie wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt, deren Inhalt anschließend einer qualitativen Inhaltsanalyse unterzogen wurde. Dazu wurden 17 Schülerinnen und Schüler der 6. - 9. Jahrgangsstufe aus Gesamt-, Real- und Gymnasialklassen aus dem Großraum Frankfurt in Einzelinterviews zu verschiedenen Aspekten des Energiebegriffs und ihres Umgangs damit befragt. Von dieser Gruppe hatten sechs das Thema Energie bereits im Physik- oder Nawi-Unterricht explizit behandelt. In den Interviews wurden die Schülerinnen und Schüler – analog zu den Untersuchungen von Duit und Crossley – nach ihren spontanen Beschreibungen und Assoziationen zum Begriff Energie gefragt, sollten entscheiden, ob bei einem Symbolbild Energie im Spiel ist, sollten erklären, wie man elektrische Energie verwenden kann und wo diese herkommt, und schließlich beschreiben, wie sie zur aktuellen gesellschaftlichen Debatte über die Problematik der Energieversorgung stehen.

Die transkribierten Aussagen aus den Interviews wurden dann einer deduktiv-induktiven Inhaltsanalyse unterzogen: Zunächst wurden die Aussagen über Energie mittels eines Kodierleitfadens den Rahmenkonzepten von Watts zugewiesen. In einem weiteren Schritt wurden diese Kategorien dann, je nach Bedarf, weiter angepasst und ausgeschärft. Anschließend wurden induktiv neue Kategorien für neue Rahmenkonzepte gebildet.

### **Ergebnisse**

Tatsächlich zeichnet sich bei den interviewten Schülerinnen und Schülern eine Veränderung in den Rahmenkonzepten im Vergleich zu früheren Untersuchungen ab. Auffallend ist, dass beinahe alle Schülerinnen und Schüler kontextabhängig aus verschiedenen Rahmenkonzepten heraus argumentieren. Die am häufigsten bedienten Konzepte waren dabei „Gelagerte Energie“, „Transferierte Energie“ sowie das neu beschriebene Konzept „Partiell transferierte Energie“. Wurde Energie als nicht gleichartig benannt, so verlief die Abgrenzung zwischen den „Energiearten“ oft entlang der Kontexte „belebter Natur“ im Gegensatz zu „unbelebter Natur“. Dies zeigte sich unter anderem darin, dass 65 % aller befragten Interviewten beispielsweise in den Kontexten Sport oder Nahrung auf das Konzept „Anthropozentrische

Energie“ zurückgriffen, auch wenn sie ansonsten mit physikalisch anschlussfähigeren Kategorien argumentierten. Kaum noch abbildbar waren die Konzepte „Energie als Zutat“ und „Energie als Aktivität“.

### **Neue Rahmenkonzepte**

Im Folgenden sollen die aus den Interviews neu entwickelten Rahmenkonzepte kurz skizziert werden.

#### *Energie als Katalysator*

Schülerinnen und Schüler, die mit diesem Konzept arbeiten, beschreiben die Energie als Antrieb oder Katalysator für Vorgänge und Aktivitäten, sie wird jedoch nicht als Inhaltsstoff von Körpern oder Objekten beschrieben (zum Beispiel in Form von Aktivierungsenergie bei chemischen Reaktionen). Die Energie kann in diesem Fall ohne Träger existieren, sie kann jedoch durchaus eine für die Schülerinnen und Schüler beschreibbare Form besitzen, zum Beispiel Feuer, Licht oder Wärme. Das Rahmenkonzept „Energie als Katalysator“ stellt somit den Gegenentwurf zum Konzept „Energie als Zutat“ dar. Im Gegensatz zur „funktionalen Energie“ fehlen die Beschränkung auf den menschlichen Komfort und der Fokus auf den menschengemachten, zweckgebundenen Charakter der Energie.

#### *Partiell transferierte Energie*

Das Konzept der „partiell transferierten Energie“ befindet sich konzeptuell zwischen der „Gelagerten Energie“ und der „Transferierten Energie“. Schülerinnen und Schüler argumentieren innerhalb dieses Rahmenkonzepts mit lokalem Energietransfer. Energie kommt in verschiedenen, explizit benannten Formen vor (analog zu „Gelagerter Energie“), die Formen müssen aber nicht qualitativ gleichwertig sein (beispielsweise kann „Lebensenergie“ gesondert genannt werden). Gewisse Formen von Energie lassen sich außerdem verkettet ineinander umwandeln. Im Gegensatz zur „Transferierten Energie“ wird hier aber kein stringentes Konzept zum Fluss von Energie durch verschiedene Systeme erklärt. Beispielsweise kann der durch verschiedene Energieumwandlungen „hergestellte“ Strom immer noch „verbraucht“ werden oder es kommt zum Bruch in einer Energieumwandlungskette, bei der Energie zuerst „verbraucht“ wird, dann aber an anderer Stelle wieder „auftaucht“.

### **Erkenntnisse und Ausblick**

Schülerinnen und Schüler verfügen in ihren Schülervorstellungen heute über veränderte Rahmenkonzepte im Vergleich zu den „großen Untersuchungen“ der 1980er Jahre. Besonders eindrucksvoll ist, dass selbst jüngere Schülerinnen und Schüler dabei unter anderem auf physikalisch anschlussfähigere Konzepte zurückgreifen – im Vergleich zu den stark anthropozentrisch geprägten Vorstellungen früherer Untersuchungen (Solomon, 1983). Dies mag daran liegen, dass der Begriff Energie heute in vielen Medien vertreten ist und sich die Schülerinnen und Schüler einer breiten Landschaft an Informationsquellen bedienen.

Die neu entwickelten und ausgeschärften Rahmenkonzepte sowie die Aussagen der Schülerinnen und Schülern aus den Interviews sollen im nächsten Schritt zur Entwicklung von Items für ein Testinstrument dienen, das die vorhandenen Energie-Rahmenkonzepte der Probanden bestimmen soll. Mit Hilfe dieses Testinstruments soll dann in einer weiteren Untersuchung im Prä-Post-Design geklärt werden, ob eine außerschulische Lerngelegenheit dazu in der Lage ist, Veränderungen in den Rahmenkonzepten der Teilnehmenden auszulösen.

**Literatur**

- Behle, J., & Wilhelm, T. (2016). Energie für die Insel – Ein Experimentierworkshop mit „Neuen Technologien“. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung(im Druck)*
- Boyes, E. & Stanisstreet, M. (1990). Pupil's ideas concerning energy sources. *International Journal of Science Education* Vol.12, Iss. 5
- Burger, J. (2001): Schülervorstellungen zu „Energie im biologischen Kontext“ – Ermittlungen, Analysen und Schlussfolgerungen. Dissertation Universität Bielefeld.
- Crossley, A., Hirn, N. & Staraschek, E. (2009): Schülervorstellungen zur Energie – Eine Replikationsstudie. In: Nordmeier, V. & Grötzebauch, H. (Hrsg.), *Didaktik der Physik - Bochum 2009*, Lehmanns Media – LOB.de, Berlin
- Duit, R. (1986): Der Energiebegriff im Physikunterricht. Habilitationsschrift. Universität Kiel.
- Duit, R. (2007). Energie: Ein zentraler Begriff der Naturwissenschaften und des naturwissenschaftlichen Unterrichts. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 18(5), S. 4-7
- diSessa, A. (1988) Knowledge in pieces. In: Forman, G.; Pufall, P., *Constructivism in the Computer Age*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 49–70
- Liu, X., McKeough, A. (2005), Developmental growth in students' concept of energy: Analysis of selected items from the TIMSS database. *J. Res. Sci. Teach.*, 42: 493–517
- Rinke, K. (2015): (Elektrische) Energie – Unterrichten zu einem schwierigen Begriff mit großer Bedeutung. In: *Unterricht Physik* 146, Jg 26, S.2-10
- Solomon, J. (1983). Learning about energy: How pupils think in two domains. In: *European Journal of Science Education*, 5, S.49-59.
- Trumper, R. (1993) Children's energy concepts: a cross-age study. *International Journal of Science Education*, 15:2, S. 139-148
- Watts, D. (1983): A study of alternative frameworks in school science. Dissertation, University of Surrey.