

Energiekonzepte angehender Chemielehrkräfte

Ausgangslage

In der Alltagssprache ist der Begriff *Energie* in vielerlei Kontexten vorhanden. Alltagsverständnis finden sich oftmals die klassischen Misskonzepte des *Energieverbrauchs* und der *Energiegewinnung*. Im Kontrast dazu stehen die naturwissenschaftlichen Konzepte der *Energieerhaltung* und der *Energieumwandlung*, die sich auch beispielsweise in den Bildungsstandards in einem Basiskonzept wiederfinden (Schmidkunz, Parchmann 2011, KMK 2004). Schon alleine durch diese begrifflichen Unklarheiten scheint es kaum verwunderlich, dass im Rahmen der länderübergreifenden Energiebildungsstudie (Euler 2013) festgestellt wurde, dass die „Energiebildung“ in allen Schulstufen intensiviert werden muss.

Die Grundlagen des Energieverständnisses legen die zentralen Aspekte *Energieformen*, *Energieumwandlung*, *Energieentwertung* und *Energieerhaltung* (Chen et al. 2014). Zusätzlich zu diesen Aspekten werden in der Chemie vermehrt Energieprozesse auf Teilchenebene betrachtet. Ebenfalls spielt die chemische Energie und deren Umwandlung in andere Energieformen im Hinblick auf den Chemieunterricht eine tragende Rolle. Problematisch stellt sich jedoch dar, dass Energie an sich aber auch gerade die chemische Energie wenig anschaulich ist. Oftmals stellt dieser Mangel an Anschaulichkeit, gepaart mit Ausdrucksweisen der Alltagssprache eine Hürde bei der Ausbildung und Versprachlichung fachwissenschaftlich angemessener Vorstellungen dar (Barke 2006). Besonders der sprachliche Aspekt ist beachtenswert, da die Sprache im Fachunterricht das primäre Medium zur Vermittlung von Inhalten darstellt. Fachinhalte und Sprache sind untrennbar miteinander verknüpft und beeinflussen sich somit gegenseitig.

Für die LehrerInnenbildung ist insbesondere bemerkenswert, dass die bei der Energiebildungsstudie bundesweit befragten LehrerInnen die Notwendigkeit einer besseren fachlichen und fachdidaktischen Ausbildung im Bereich der Energie an der Hochschule sehen. Im Hinblick auf die Wirkung von LehrerInnenbildung (Terhart 2012) ist es notwendig, dass die Lehramtsstudierenden der naturwissenschaftlichen Fächer schon in der Phase der universitären Lehramtsausbildung ein (theoretisches) Energiekonzept für den späteren Unterricht aufbauen.

Für die allgemeine Betrachtung des fachdidaktischen Wissens in der universitären Ausbildung angehender Chemielehrkräfte wurden bereits zusätzlich zu den bestehenden Vorgaben u.a. der KMK (KMK 2008) weitere Beiträge zur Standardentwicklung geleistet (vgl. u.a. Großbrahm 2013), die sich auch auf einzelne fachliche Themen und den Umgang damit übertragen lassen.

Zielsetzung und Fragestellung

Im Bereich der Physikdidaktik liegen bereits umfangreiche Forschungsergebnisse zum Energieverständnis von SchülerInnen sowie LehrerInnen vor (vgl. u.a. Duit 2014, Pahl 2013). In der Chemiedidaktik gibt es ebenfalls Ergebnisse und Überlegungen zu SchülerInnenvorstellungen im Bereich Energie (vgl. u.a. Barke 2006), jedoch stellen ähnliche Untersuchungen insbesondere im Bereich der Hochschuldidaktik noch weitestgehend ein Desiderat dar.

Aus diesem Grund sollen Energiekonzepte angehender Chemielehrkräfte, die sich am Ende ihrer universitären Ausbildung befinden, erfasst werden.

Die Beschreibung der Energiekonzepte der Studierenden geschieht auf folgenden Ebenen:

- Fachlicher Hintergrund zum schulrelevanten Wissen über Energie
- Fachdidaktisches Wissen bezogen auf den Themenbereich Energie
- Versprachlichung des Energiekonzeptes

Konkret sollen hierbei folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

- Über welches fachliche, schulrelevante Wissen im Themengebiet *Energie* verfügen Lehramtsstudierende der Chemie am Ende ihrer universitären Ausbildung?
- Über welches fachdidaktische Wissen im Themengebiet *Energie* verfügen Lehramtsstudierende der Chemie am Ende ihrer universitären Ausbildung?
- Inwiefern versprachlichen die Studierenden ihr Energiekonzept?

Methodisches Design

Um den relevanten fachlichen Hintergrund der Energiethematik im Chemieunterricht zu erfassen, wurde eine Schulbuchanalyse von für den Chemieunterricht in Hessen zugelassenen Schulbüchern durchgeführt. Es wurde nach dem Prinzip der inhaltlichen Strukturierung (Mayring 2014) vorgegangen. Als Grundlage diente ein deduktives Kategoriensystem, das aus den theoretischen Erkenntnissen zum physikalischen Energiekonzept sowie deren Bearbeitungen in der Biologiedidaktik abgeleitet wurde (vgl. dazu (Duit 2014), (Viering 2012), (Wernecke et al. 2016)). Um dieses Energiekonzept auf die Chemiedidaktik zu erweitern, wurden die Inhalte, die sich nicht dem physikalischen Konzept zuordnen lassen, mittels induktiver Kategorienbildung gegliedert. Die deduktiv/induktiv erarbeiteten Kategorien sind die Basis zur Erfassung des fachlichen Hintergrunds der Energiethematik im Chemieunterricht. Aus den Elementen des fachdidaktischen Wissens für die universitäre Ausbildung angehender Chemielehrkräfte (Großbrahm 2013) wurden diejenigen Facetten ausgewählt, die sich themenspezifisch auf die Energie beziehen lassen. Nicht beachtet wurden Facetten, die einen allgemeinen Aspekt des Chemieunterrichts abdecken (beispielsweise *Wissen über die Lerngruppe*).

Um alle drei Ebenen des Energiekonzepts von Lehramtsstudierenden der Chemie zu erfassen, wurde eine Interviewstudie basierend auf jeweils zwei Leitfadenterviews durchgeführt. In einer ersten Befragung definieren die Studierenden die in der Schulbuchanalyse entwickelten Facetten des relevanten fachlichen Wissens und geben jeweils Beispiele (fachchemisch, alltagsbezogen) an. Die qualitative Auswertung (induktive Kategorienbildung (Mayring 2014)) dieser Befragung stellt die Grundlage für die folgenden Interviews dar. Neben der Abfrage des fachlichen Hintergrunds wird in diesen ebenfalls auf die grundlegenden, fachinhaltsbezogenen Facetten des fachdidaktischen Wissens eingegangen. Die Interviews werden durch *visual elicitation* (Zehe, Belz 2016) mit Leitfragen aufgrund von Schulbuchseiten und Sequenzen aus Unterrichtsvideos durchgeführt. Die Auswertung beider Interviewdurchgänge erfolgt ebenfalls mittels induktiver Kategorienbildung nach Mayring. Dabei kann es durchaus passieren, dass fachliches Wissen und Versprachlichung nicht korrelieren. Um diese Aspekte in die Analyse miteinzubeziehen, wird an einzelnen interpretationsbedürftigen Textstellen eine Kontextanalyse (Explikation (Mayring 2014)) durchgeführt.

Ausgewählte Ergebnisse

Bei der Betrachtung des fachlichen Hintergrunds wurden aufgrund der Ergebnisse der vorangegangenen Schulbuchanalyse begrifflich folgende Facetten betrachtet:

Energieformen, Energiequellen, Energieträger, Energiewandler, Energieumwandlung, Energieerhaltung, Energieübertragung und Energieentwertung. Beispielhaft wird ein Blick auf den Aspekt *Energiequelle* geworfen. In der fachlichen Literatur findet sich als Definition für eine Energiequelle: „Energiequellen umfassen das technisch und wirtschaftlich nutzbare, in der Natur vorkommende Energieangebot.“ (Schufft 2007, S.16).

Die Studierenden wurden in der Erhebung zunächst nach einer Definition und Beispielen aus der Chemie und dem Alltag zur Facette *Energiequelle* gefragt. Anschließend wurde ihnen im Interview eine Zeichnung eines Leuchtmittels vorgelegt. Anhand derer sollten sie erläutern, wo sich der Begriff Energiequelle zuordnen lässt. Die Antworten zweier ausgewählter Studierender der gesamten Befragungen finden sich in Tabelle 1.

Studentische Definitionen auf dem Fragebogen	Erläuterungen im Interview	Beispiele aus der Chemie	Beispiele aus dem Alltag
„Eine Energiequelle ist ein Ursprung für eine Energieform.“	„Dann die Energiequelle. Die würde, weil man das ja aus der Logik heraus kennt, wie ich eben erzählt habe, Netzteil oder so dann hier vorne vielleicht stehen. So als zum Beispiel Steckdose.“	Netzteil	Steckdose
„Etwas, das Energie produziert.“	„Energiequelle ist eben der elektrische Strom und der kommt dann aus der Steckdose und vorher aus dem Atomkraftwerk zum Beispiel oder so.“	Batterie	Sonne, Steckdose, Batterie

Tabelle 1: Ausgewählte Zitate zur Facette Energiequelle

Die Studierenden versprachen eine Energiequelle als Ausgangspunkt der Energie. Auch wenn die Studierenden, das wird insbesondere bei der Betrachtung der anderen fachlichen Facetten deutlich, den Energieerhaltungssatz kennen, das Konzept verstanden haben und anwenden können, könnten sich die Zitate zu den studentischen Definitionen in Tabelle 1 so deuten lassen, als würde Energie erzeugt werden. Bezieht man nun noch die Beispiele mit ein, so ergibt sich bei der rein sprachlichen Betrachtung der Antworten: Energie wird in der Energiequelle, das ist beispielsweise eine Steckdose, produziert. Fragt man genauer nach, so wird klar, dass die Studierenden wissen, dass die Steckdose nicht den Ursprung der (elektrischen) Energie darstellt, sondern noch weitere Zwischenschritte vorgelagert sind.

Bei der Betrachtung der Zitate fällt auf, dass eine deutliche Diskrepanz zwischen den kurzen schriftlichen Definitionen der Studierenden sowie der Ausformulierung und Explikation und zwischen dem tatsächlichen fachlichen Verständnis der Studierenden besteht.

Diskussion und Ausblick

Die Auswertung der Interviews erstreckt sich bisher nur auf eine erste Sichtung der fachlichen Facetten und soll nun auf die Facetten des fachdidaktischen Wissens ausgeweitet werden. Hierbei soll der Fokus der Versprachlichung auch auf die Aspekte des fachdidaktischen Wissens ausgeweitet werden. Ebenfalls bezieht sich Interviewstudie momentan ausschließlich auf Studierende der Goethe-Universität Frankfurt und wird in einem nächsten Schritt auf weitere Universitäten erweitert. Dies soll eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse und ein allgemeineres Bild gewährleisten.

Literatur

- Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik: Diagnose und Korrektur von Schilervorstellungen*. Berlin: Springer.
- Chen, R.F., Eisenkraft, A., Fortus, D., Krajcik, J., Neumann, K., Nordine, J.C., Scheff, A. (2014). *Teaching and Learning of Energy in K-12 Education*. Berlin: Springer.
- Duit, R. (2014). Teaching and Learning the Physics Energy Concept. In: Chen, R.F.; Eisenkraft, A.; Fortus, D.; Krajcik, J.; Neumann, K.; Nordine, J.; Scheff, A. (Hrsg.): *Teaching and learning of energy in K-12 education*. New York: Springer, 67–85.
- Euler, M. (o.J.). Maßnahmen zur Stärkung der Energiebildung. Verfügbar unter: <https://www.lehreronline.de/artikel/seite/fa/energiebildung-an-schulen-aus-der-sicht-von-Lehrkraeften/massnahmen-zur-staerkung-der-energiebildung/>, Stand vom 04.08.2017.
- Großbrahm, N. (2013). *Elemente fachdidaktischen Wissens in der universitären Ausbildung angehender Chemielehrkräfte: Ein Beitrag zur Standardentwicklung*. Dissertation Universität Duisburg-Essen.
- KMK (Hrsg.) (2004). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. Beschluss vom 16.12.2004.
- KMK (Hrsg.) (2008). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i.d.F. vom 16.09.2010.
- Mayring, P. (2014). *Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution*. Klagenfurt. URL: <http://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/39517>, Stand vom 27.07.2017.
- Merzyn, G. (2008). Sprache und Chemie lernen. *Naturwissenschaften im Unterricht*, 19 (106/107), 94–97.
- Pahl, E.-M. (2013). *Vorstellungen von Lehrpersonen aus dem Sach- und Physikunterricht zum Thema Energie und dessen Vermittlung*. Berlin: Logos.
- Schmidkunz, H.; Parchmann, I. (2011). Basiskonzept Energie. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie* 22 (121), 2-7.
- Schufft, W. (2007). *Taschenbuch der elektrischen Energietechnik*. Leipzig: Hanser.
- Terhart, E. (2012). Wie wirkt Lehrerbildung? Forschungsprobleme und Gestaltungsfragen. In: *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 2, 3-21.
- Viering, T. (2012). *Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I. Validierung eines Kompetenzentwicklungsmodells für das Energiekonzept im Bereich Fachwissen*. Berlin: Logos.
- Wernecke, U.; Schwanewedel, J.; Schütte, K.; Harms, U. (2016). Wie wird Energie im Biologieschulbuch dargestellt? – Entwicklung eines Kategoriensystems und exemplarische Anwendung auf eine Schulbuchreihe. In: *ZfDN*, 22, 215-229.
- Zehe, A.; Belz, F.-M. (2016). Video Elicitation Interviews in Organizational and Management Research: Application in a Field Study (June 2, 2016). Paper presented at the European Academy of Management (EURAM), 16th Conference, 1st-4th June 2016, Paris.