

## **Verstehensprozesse bei Lehramtsstudierenden im Fach Chemie initiieren**

Innovative Bildungsgestaltung orientiert sich an der Lebens- und Arbeitswelt. Das Ziel besteht darin, Kinder und Jugendliche so zu bilden, dass sie als Erwachsene an der Gesellschaft als mündige Bürger und kompetente Fachkräfte oder Akademiker teilhaben können. Diese Zielvorgaben werden in den Bildungsstandards, welche die Grundlage für die Planung und Realisierung von Unterricht bilden, gespiegelt. Unterrichtsqualität<sup>1</sup> zeichnet sich im Wesentlichen in der kognitiven Aktivierung der Lernenden ab. D. h. im Unterricht müssen Lerngelegenheiten geschaffen werden, welche Lernende veranlassen, sich aktiv mit den Inhalten auseinanderzusetzen. Unterricht mit diesem Anspruch zu konzipieren, erfordert von Lehrenden eine tiefgründige Auseinandersetzung mit den Fachinhalten. Zunächst müssen die sachlogischen Bezüge hergestellt werden, die dann der Inszenierung von Erkenntniswegen im Unterricht zu Grunde gelegt werden können (vgl. Niethammer, 2015, S. 35-53). Bei der Planung und Realisierung von Lehr- und Lernprozessen sind somit die Inhalts- und Methodenauswahl von zentraler Bedeutung. Aus der Perspektive der Lehrerbildung stellt sich die Frage, wie Studierende hierzu befähigt werden können, und zwar unter der Maßgabe, dass sie Unterricht so gestalten, dass Lernende in ihren Denkprozessen aktiviert werden.

### **Problematik der Inhaltsanalyse und -aufbereitung**

Lernende im Unterricht kognitiv aktivieren zu können, setzt voraus, dass Lehrende ein vertieftes Verständnis über die Wissensstrukturen haben. Aufgabe der Fachdidaktik ist es, eine Verknüpfung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen bei Studierenden so zu initiieren und zu unterstützen, dass diese die Fachinhalte nicht nur als solche verinnerlichen, sondern so abstrahieren können, dass sie die zugrundeliegenden Inhaltsstrukturen erkennen und didaktisch bewerten können. Diese sachlogischen Bezüge sind die Basis, um mögliche Wege der Erkenntnisgewinnung für den Unterricht zu operationalisieren. Studierende haben häufig Probleme, die Verknüpfung zwischen inhaltlichen Zusammenhängen und den daraus abzuleitenden Erkenntniswegen herzustellen, was sich in den Unterrichtskonzepten in der geringen kognitiven Aktivierung der Lernenden niederschlägt. Die Gründe hierfür können an einer unzureichenden inhaltlichen Auseinandersetzung mit dem zu unterrichtenden Sachverhalt festgemacht werden. Um diesen Problemen zu begegnen, sind aus hochschuldidaktischer Sicht zum einen die Wissensquellen und zum anderen die inszenierten Lernanlässe, über die die Auseinandersetzung mit einem Sachverhalt initiiert wird, zu überdenken. Die Wissensquellen, auf die Studierende bei der Bedeutungsaushandlung zurückgreifen, sind überwiegend Texte aus Fach- und Lehrbüchern. Die Texte dienen nicht nur zur Aneignung von Faktenwissen, sondern auch von fachlichen Zusammenhängen, die für die Unterrichtsgestaltung herauszuarbeiten sind. Es geht um das Erkennen und vertiefte Verständnis der Inhaltsstrukturen (vgl. Ball, 2008, Hill, Loewenberg Ball, Bass, Blunk, Brach et al., 2011. Sprache ist hierbei Mittel zum Zweck.

---

<sup>1</sup> Für ein tiefergreifenderes Verständnis erfolgreichen Unterrichts sind in den letzten Jahren einige Studien zur Kompetenzmodellierung des Professionswissens von Lehrkräften durchgeführt worden (vgl. Woitkowski 2015, Woitkowski, Riese & Reinhold, 2011, Riese 2009, Riese, & Gramzow & Reinhold, 2016). Dabei zeichnet sich ab, dass das fachdidaktische Wissen ein Prädiktor für die kognitive Aktivierung der Lernenden im Unterricht ist. Das Fachwissen ist dabei die Moderatorvariable (notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung) (vgl. Baumert & Kunter 2006; Krauss et. al. 2008; Stender, Brückmann & Neumann, 2014 in Niethammer 2015, S. 36).

Exemplarisch werden solche sachlogischen Strukturierungen an einer Prozesseinheit dargestellt. Eine Prozesseinheit ist Element eines technischen Systems, in welchem eine definierte Änderung am Arbeitsgegenstand realisiert wird. Die in Abb. 1 dargestellten Relationen kennzeichnen die Beziehungen zwischen den Begriffen, die den Aneignungsgegenstand charakterisieren. Diese zu erkennen, ist Voraussetzung dafür, im Unterricht nicht nur Fakten, sondern Zusammenhänge zu thematisieren. Das Erschließen von Zusammenhängen fordert das logische Denken heraus und sichert die kognitive Aktivierung der Lernenden.

Die Relationen zwischen der stofflichen, operationellen und apparativen Seite umfassen sowohl Aspekte der äußeren Prozessbeschreibung als auch Zusammenhänge zur Charakterisierung der ablaufenden physikalischen Vorgänge oder chemischen Reaktionen, wodurch das Wirkprinzip bzw. der Mechanismus untersetzt wird (vgl. Komplexitätsstufen nach Bernholt, 2010, S. 123).

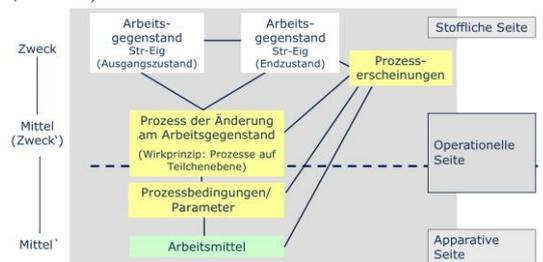


Abb. 1: Sachlogische Strukturierung der Inhalte einer Prozesseinheit, z. B. eines Trennverfahrens (vgl. Storz & Wirsing, 1987; Niethammer, 2006, Frank, Bernholt & Parchmann, 2016)

Betrachtet man das Quellenmaterial, das als Wissensgrundlage für die Inhaltsanalyse und -aufbereitung zur Verfügung steht, wird deutlich, dass im deutschen Quellenmaterial, ob Lehr- oder Fachbücher, nach didaktischen Gesichtspunkten noch einiger Aufbereitung bedürfen, wenn die Offenlegung der sachlogischen Bezüge zwischen den Inhalten zum Maßstab genommen wird.

Beim Vergleich ausgewählter englischer und deutscher Fachtexte aus Lehr- und Fachbüchern wird deutlich, dass englische Texte didaktisch besser aufbereitet sind. Englische Texte weisen eine bessere Adressatenorientierung<sup>2</sup> gegenüber deutschen auf, z. B. durch eine stärkere Verwendung metasprachlicher Elemente (advance organisers), eine bessere Ausgewogenheit in der Ausführung einzelner Propositionen und eine eher lineare Diskursstruktur (vgl. Göpferich, 1995: 446-447). Zudem fällt auf, dass die Inhalte so angeordnet sind, dass eine didaktische Linienführung<sup>3</sup> abgebildet wird, die unmittelbar auf den Unterricht übertragen werden kann. Hieraus ergibt sich die Annahme, dass englischsprachiges Material eine bessere Basis bietet, die fachlichen Tiefenstrukturen zu erkennen.

<sup>2</sup> Die Ausprägung dieser Kriterien ist je nach Textsorte (Zeitschriftenartikel, Fach-/Lehrbuchtexte, enzyklopädische Texte, Normschriften) unterschiedlich. Für die betrachteten Lehr- und Fachbuchtexte können die in den Analysen von akademischen Texten der Soziologie/Linguistik herausgestellten Unterscheidungsmerkmale (vgl. Diskursanalysen von Kaplan, 1980, Clyne, 1981, 1984, 1987a, 1987b, 1991, 1993 in Göpferich, 1995: 446-447) nachvollzogen werden.

<sup>3</sup> Verglichen wurden z. B. zwei Lehrbuchtextabschnitte der Sekundarstufe I zur Erdölfractionierung, die unmittelbar mit dem Verfahren der Erdölaufbereitung zu tun haben. Augenfällig ist, dass der englische Text der Logik des Schemas zur sachlogischen Strukturierung der Inhalte folgt. Der deutsche Text ist dagegen weniger konsistent verfasst und vernachlässigt das Wirkprinzip des Verfahrens. Beide Texte treffen Aussagen über den Prozess zur Änderung des Arbeitsgegenstandes (Erdöl) und die Prozesserscheinung (getrennte Erdölfractionen). Aber nur der englische Text untersetzt die sachlogischen Bezüge der Prozessparameter (Temperatur, Druck), die Voraussetzung für die Prozesserscheinung sind.

### **Forschungsfragen und Operationalisierung**

Vor diesen Überlegungen leitet sich die Forschungsfrage ab, wie Studierende methodisch geleitet werden können, damit sie für die Gestaltung von Unterrichtskonzepten die fachlichen Zusammenhänge erkennen, die für die Erkenntnisgewinnung der Lernenden im Unterricht zu operationalisieren sind. Dazu wird zum einen ein Lehrkonzept entwickelt, das Studierende veranlasst, sich vertieft mit den Fachinhalten auseinanderzusetzen. Zum anderen wird Textmaterial (hier aus einem englischen Fachbuch) zur Verfügung gestellt, das als Wissensquelle dient. Somit werden zwei Aspekte betrachtet:

- wie wirkt sich das Lehrkonzept auf die Inhaltsanalyse und -aufbereitung aus?
- wie spiegelt sich die Verwendung englischer Fachtexte in der Inhaltsanalyse und -aufbereitung wider?

Zur Operationalisierung der Forschungsfragen werden Studierende<sup>4</sup> mit einer Fallsituation konfrontiert, in der sie in Vorbereitung auf eine Vertretungsstunde, Ergebnisse eines Erkundungsexperimentes zur chromatografischen Trennung von Farbstoffen auswerten sollen. Sie sind somit gefordert, die sachlogischen Bezüge herzustellen, über die die experimentellen Ergebnisse begründet werden können. Die Wahl des Inhaltsbereiches „Chromatografie“ hat zwei Gründe:

- das Thema wird in der Schule und an der Universität in der Lehramtsausbildung des Faches Chemie nur in Ansätzen behandelt, sodass davon ausgegangen werden kann, dass Studierende zu diesem Inhaltsbereich nur geringe bis mittlere Vorkenntnisse haben und sich somit neues Wissen durch das Textmaterial aneignen müssen
- Chromatografie ist ein analytisches Trennverfahren, bei dem viele wechselseitige Bezüge zwischen den stofflichen Komponenten, die am Trennvorgang beteiligt sind, herzustellen sind; somit sind Fachinhalte unterschiedlicher Komplexität zu betrachten (vgl. Frank, 2015, Bernholt, 2010, Kauertz, 2008, Kauertz, Fischer, Mayer, Sumfleth & Walpuski, 2010)

Der Grad des fachlichen Tiefenverständnisses der Probanden wird nach fachlichen, fachdidaktischen und sprachlichen Aspekten analysiert und bewertet.

### **Zu erwartende Ergebnisse und Ausblick**

Noch liegen keine belastbaren Ergebnisse vor. Dennoch ist davon auszugehen, dass nicht nur in der schulischen, sondern auch in der fachdidaktischen Ausbildung zukünftiger Lehrer aktivierende Lehrkonzepte eine wichtige Voraussetzung für die Tiefenauseinandersetzung mit Fachinhalten sind. Englische Texte liefern implizit die Erkenntniswegstrukturen mit, die deutsche Texte z. T. vermissen lassen, und weisen (auch dadurch) eine bessere Lesbarkeit auf. Englische Fachtexte können somit eine Lücke schließen und langfristig den Fachdiskurs im deutschen Sprachraum bereichern. Darüber hinaus sind mit der Einbeziehung englischen Quellenmaterials positive Begleiterscheinungen zu erwarten wie die stärkere kognitive Verarbeitung der Inhalte durch die Auseinandersetzung in der Fremdsprache sowie die Förderung des englischen Spracherwerbs (vgl. Rüschoff, Sudhoff & Wolff, 2015). Auch deuten die neueren Entwicklungen in der Schreibprozessforschung zur Literalitätsförderung (Göpferich, 2015, 2016) auf eine stärkere Integration sprachlicher Aspekte in die Fachlehre hin. Somit ist nicht nur aus sprachdidaktischer Sicht ein *content integrated language learning (CLIL)* zu denken, sondern auch aus fachdidaktischer Sicht ein *language integrated content learning (LICL)*.

---

<sup>4</sup> Ausgewählt werden Studierende des 7. Fachsemesters, Lehramt Chemie. Sie verfügen über die nötigen fachdidaktischen Grundlagen.

### Literatur

- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What makes it special. *Journal of Teacher Education*, 59, 389-407, doi:10.1177/0022487108324554
- Bernholt, S. (2010). Kompetenzmodellierung in der Chemie: Theoretische und empirische Reflexion am Beispiel des Modells hierarchischer Komplexität. Berlin: Logos-Verlag
- Frank, C., Bernholt, S. & Parchmann, I. (2016). Modellierung des Zusammenhangs allgemeiner und beruflicher Kompetenzen für die Domäne Chemie. *ZfDN*. doi:10.1007/s40573-015-0040-x
- GEMEINSAMER EUROPÄISCHER REFERENZRAHMEN (GER); online verfügbar unter <<http://www.europaeischer-referenzrahmen.de>> (05.02.2016)
- Göpferich, S. (1995). Textsorten in Naturwissenschaften und Technik pragmatische Typologie, Kontrastierung, Translation (27). Tübingen: Narr
- Göpferich, S. (2006). Textproduktion im Zeitalter der Globalisierung Entwicklung einer Didaktik des Wissenstransfers. (2. Auflage ed. Vol. 15). Tübingen: Stauffenburg-Verlag
- Göpferich, S. (2015). Text competence and academic multiliteracy from text linguistics to literacy development (Band 16). Tübingen: Narr Verlag
- Göpferich, S. (2016). Sich Fachliches erschreiben: Förderung literaler Kompetenzen als Förderung des Denkens im Fach. In Ballweg, S. (Hrsg.), *Schreibberatung und Schreibförderung in Theorie, Empirie und Praxis. (Wissen - Kompetenz - Text 11)*. Frankfurt/M.: Lang, 275-296.
- Hill, H. C., Loewenberg Ball, D., Bass, H., Blunk, M., Brach, K. et al. (2011). Measuring the mathematical quality of instruction. (14(1)). Springer Netherlands, Dordrecht. doi:10.1007/s10857-010-9140-1
- Kauertz, A. (2008). Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben. Berlin: Logos-Verlag
- Kauertz, A., Fischer, H. E., Mayer, J., Sumfleth, E., & Walpuski, M. (2010). Standardbezogene Kompetenzmodellierung in den naturwissenschaften der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 135-153
- Niethammer, M. (2006). Berufliches Lernen und Lehren in Korrelation zur chemiebezogenen Facharbeit Ansprüche und Gestaltungsansätze (7). Bielefeld: Bertelsmann
- Niethammer, M. (2015). Kooperative Ausbildung im technischen Lehramt KATLA; kompetenzorientierte Lehrerbildung für berufsbildende Schulen im gewerblich-technischen Bereich (40). Bielefeld: WBV
- Riese, J. (2009). Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. (Bd. 97). Berlin: Logos-Verlag
- Riese, J., & Gramzow, Y.; & Reinhold, P. (2016). Analysen zum fachdidaktischen Wissen von angehenden Physiklehrkräften. Konferenzbeitrag
- Rüschhoff, B., Sudhoff, J.-T., & Wolff, D. (Eds.) (2015). *CLIL Revisited: Eine kritische Analyse zum gegenwärtigen Stand des bilingualen Sachfachunterrichts*. Frankfurt a. M.: Lang
- Storz, P., & Wirsing, G. (1987). *Unterrichtsmethodik Technische Chemie. Berufstheoretischer Unterricht*. Leipzig: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie.
- Woitkowski, D., Riese, J., & Reinhold, P. (2011). Modellierung fachwissenschaftlicher Kompetenz angehender Physiklehrkräfte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 289–313
- Woitkowski, D. (2015). Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung: Konzeptualisierung, Messung, Niveaubildung