

## **Erkenntnisgewinnung in Schulbüchern – Qualitative Inhaltsanalyse von Experimentieraufgaben**

Wissen und Kompetenz im Bereich der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung sind ein wichtiger Bestandteil der naturwissenschaftlichen Grundbildung (OECD, 2013; Roberts & Bybee, 2014). In den deutschen Bildungsstandards wird im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung der Schwerpunkt darauf gelegt, dass SchülerInnen die gedanklichen Handlungen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung im Zusammenhang mit dem Experimentieren erlernen (KMK, 2005). Die SchülerInnen sollen Fragestellungen erkennen oder selber stellen, Hypothesen aufstellen, Versuche planen, durchführen, auswerten und interpretieren. Diverse Studien haben jedoch gezeigt, dass diese Forderung nicht einfach so erfüllt werden kann. SchülerInnen fällt es schwer, sich während des Experimentierens mit etwas anderem als dem gegenständlichen Handeln auseinanderzusetzen (Abrahams & Millar, 2008). LehrerInnen haben Schwierigkeiten Experimente im Sinne eines Weges der Erkenntnisgewinnung aufzubereiten, wenn sie nicht speziell in dieser Richtung fortgebildet wurden (Schmitt, 2016; Strippel & Sommer, 2015). Im Sinne der Bildungsstandards aufbereitete Lehrmittel könnten hier möglicherweise zumindest auf Lehrerseite Entlastung bieten.

Gegenstand der vorliegenden Studie ist das Lehrmittel Schulbuch. Schulbücher sollen eine Umsetzung der Bildungsstandards und Lehrpläne in konkrete Inhalte und Aufgabenstellungen sein. Naturwissenschaftliche Schulbücher werden von Lehrern insbesondere in der Unterrichtsvorbereitung eingesetzt (Beerenwinkel & Gräsel, 2005). Es besteht also vorsichtiger Grund zur Annahme, dass die Aufbereitung von Experimentieraufgaben in Schulbüchern einen Einfluss auf den Einsatz von Experimenten im Unterricht haben könnte. Eine Analyse von Methodenseiten in deutschen Schulbüchern im Hinblick Erkenntnisgewinnung und eine weitere Analyse mit Fokus auf die der Erkenntnisgewinnung nahe stehenden Nature of Science-Inhalte haben nur eine schwache Repräsentation dieser Inhalte gezeigt (Marniok & Reiners, 2016; Strippel, Tomala, & Sommer, 2016). Um mögliche Änderungswünsche auf einer stabilen Grundlage diskutieren zu können, ist eine Analyse des Ist-Zustands notwendig, auch wenn die Erwartungen im Hinblick auf die Aufbereitung der Experimentieraufgaben durch die Ergebnisse der dargestellten Studien gedämpft werden. Daher wurde folgende Forschungsfrage gestellt:

- Auf welchen Niveaus werden ausgewählte Schritte der Erkenntnisgewinnung (Fragestellung, Design, Auswertung/ Interpretation) durch Experimentieraufgaben in deutschen Schulbüchern dargestellt?

Die Stichprobe umfasst N = 605 Experimentieraufgaben aus 13 nordrhein-westfälischen Schulbüchern (Alboteanu-Schirner et al., 2013; Arnold et al., 2008; Asselborn & Jäckel, 2013; Bohrmann-Linde et al., 2008a, 2008b, 2008c; Böker et al., 2013; Brennecke, Küster, Leienbach, & Post, 2013; Bresler et al., 2011; Cieplik et al., 2011; Friedrich et al., 2014; Hausfeld & Schulenberg, 2008; Sudeik & Vorwerk, 2006). Die Stichprobe repräsentiert 25% aller Experimentieraufgaben je Buch. Alle Bücher erschienen nach Einführung der Bildungsstandards, allerdings ist bei einigen nicht sicher, inwieweit die Bildungsstandards bereits bei der Entwicklung und/ oder Überarbeitung der Bücher berücksichtigt wurden.

Die Analyse der Texte erfolgte mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring, 2010). Es wurden drei Kategoriensysteme mit vier Stufen verwendet, die bereits in einer vorangegangenen Studie validiert wurden (Strippel et al., 2016, s. Tabelle 1). Die Kodierung erfolgte durch zwei unabhängige, geschulte Kodierer. Die Interkoder-Reliabilität für jedes Kategoriensystem ist  $>.8$ . In Fällen von Nicht-Übereinstimmung erfolgte eine endgültige Entscheidung durch den ersten Autor.

	<b>Fragestellung</b>	<b>Design</b>	<b>Analyse/ Interpretation</b>
<b>0</b>	nicht vorhanden	n.v.	n.v.
<b>1</b>	unspezifisch	Fakten erhebend	Ergebnis formulieren
<b>2</b>	nach Fakten fragend	A: Fakten erhebend, Qualitätsmerkmale befolgend B: Zusammenhänge erhebend	Interpretation der Ergebnisse formulieren
<b>3</b>	nach Zusammenhängen fragend	Zusammenhänge erhebend, Qualitätsmerkmale befolgend	Interpretation der Ergebnisse formulieren, Interpretation evaluieren

Tab. 1: Kategoriensysteme zur Erkenntnisgewinnung (gekürzt nach Strippel et al., 2016)

Die Verteilung der Niveaustufen über alle Kategoriensysteme zeigt zunächst ein recht erwartungsgemäßes Bild (s. Tabelle 2). In zwei Drittel aller Fälle fehlt eine Fragestellung völlig. Damit fehlt diesen Texten der entscheidende Ausgangspunkt der Erkenntnisgewinnung. Nur in 24 Texten (4%) findet sich eine Frage nach einem Zusammenhang. So fehlen insbesondere Beispiele für diese komplexeren Fragestellungen. Dies steht in besonderem Kontrast dazu, dass immerhin 24% der Experimentieraufgaben (Design-2B und -3) prinzipiell das Erheben von Zusammenhängen erlauben. Im Bereich Analyse/ Interpretation erfolgt in einem Drittel der Fälle keine Aufforderung hierzu. Immerhin sind die übrigen Fälle einigermaßen zufriedenstellend über alle Niveaustufen verteilt.

	<b>Fragestellung</b>	<b>Design</b>	<b>Analyse/ Interpretation</b>
<b>0</b>	64%	11%	35%
<b>1</b>	13%	54%	24%
<b>2</b>	19%	A: 11%, B: 19%	28%
<b>3</b>	4%	5%	13%
<b>1-3</b>	36%	89%	65%

Tab. 2: Verteilung der Niveaus der Erkenntnisgewinnung (N=605)

Betrachtet man die Ergebnisse nun noch einmal eingehend daraufhin, inwiefern ein (vereinfachter) vollständiger Weg der Erkenntnisgewinnung vorgezeichnet wird, verdüstert sich das Bild weiter. In Abbildung 1 ist zunächst die Passung von Fragestellung und in der Experimentieraufgabe dargestelltem Design gezeigt. Es liegen in 23% aller Fälle empirisch überprüfbare Fragestellungen vor, aber nur in 16% aller Fälle gibt es eine Passung zwischen Fragestellung und Versuchsdesign. Anders gesprochen: In jedem dritten Fall in dem eine Fragestellung vorliegt, ist es nicht die epistemisch zu diesem Versuch passende Fragestellung. Prüft man nun für die aus Sicht der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung als sinnvoll erachteten Experimentieraufgaben, ob diese eine Aufforderung zu Analyse und Interpretation beinhalten, ist dies in weniger als jedem zehnten Fall vorhanden (s. Abb. 2). Eine Betrachtung der Niveaus der Erkenntnisgewinnung und ihrer Verknüpfung untereinander nach individuellen Schulbüchern lässt keine klaren Muster erkennen. In jedem Buch finden sich einige wenige „Musterbeispiele“.

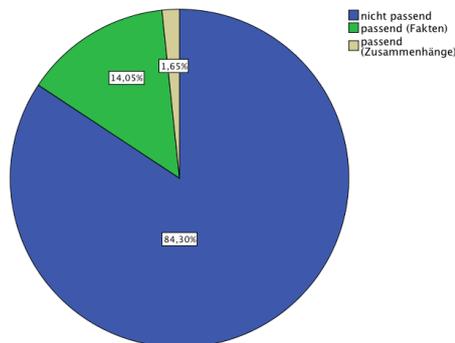


Abb. 1: Passung von Fragestellung und Design ( $N = 605$ )

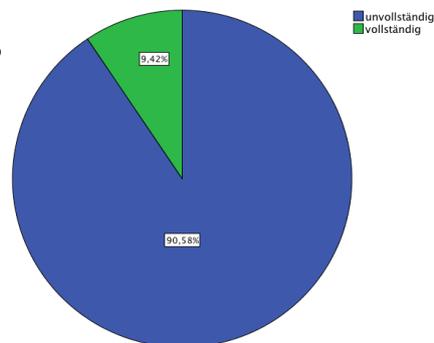


Abb. 2: Vollständiger Weg der Erkenntnisgewinnung ( $N = 605$ )

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Experimentieraufgaben in aktuellen nordrhein-westfälischen Schulbüchern keine konsequente Aufbereitung im Sinne der Erkenntnisgewinnung erkennen lassen. Im Lichte des aufgezeigten Forschungsstandes ist nicht zu erwarten, dass die Aufbereitung durch die Lehrkräfte ohne weiteres erfolgen wird. Aktuell sollte diskutiert werden, wie Fortbildungen in diesem Bereich flächendeckend angeboten werden können. Für die Zukunft sollte diskutiert werden, welchen Beitrag die universitäre Ausbildung leisten kann und soll. Welche Funktion des Experimentierens wird den StudentInnen implizit durch die oft nach Kochrezept verfahrenen fachlichen Praktika vermittelt? Kann dem Thema Erkenntnisgewinnung in der fachdidaktischen Lehramtsausbildung mehr Platz eingeräumt werden? Ein Ansatzpunkt hierfür könnten die verbreiteten Praktika und Seminare zu Schulversuchen bieten.

Keht man noch einmal zum Schulbuch zurück, so muss auch hier diskutiert werden, welche Weiterentwicklungen sinnvoll und machbar sind. Eine Änderung der Einsatzkultur von Schulbüchern wird kaum möglich sein. Es sollte aber möglich sein, Änderungen im Schulbuch herbeizuführen, die über ihren aktuellen Einsatzzweck (Vorbereitungsmittel für Lehrkräfte) positive Auswirkungen auf die Vermittlung von Erkenntnisgewinnung haben. Das kann bedeuten, dass mehr Experimentieraufgaben gezielt im Sinne eines Weges der Erkenntnisgewinnung aufbereitet werden. Es kann auch bedeuten, dass die Prozesse der Erkenntnisgewinnung häufiger explizit thematisiert und erklärt werden, wie dies bereits auf einigen wenigen Methodenseiten in aktuellen Schulbüchern der Fall ist (Strippel et al., 2016). Diese Fragen können aber nur geklärt werden, wenn Räume geschaffen werden für eine Diskussion zwischen Lehrkräften, Verlagen und Forschern. Es sollte um die Frage gehen, wie die von den Bildungsstandards gesetzten Ziele gemeinsam besser erreicht werden können – und damit geht es über die Erkenntnisgewinnung hinaus.

#### Dank

Die Autoren bedanken sich bei dem RESOLV Cluster of Excellence EXC 1069 (gefördert von der DFG) für die Unterstützung ihrer Forschung.

## Literatur

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969.
- Alboteanu-Schirner, A., Buric, R., Burisch, C., Emse, A., Lauterjung, D., Lauterjung, S., & Rübhelke, A. (2013). *Universum Physik*. Berlin: Cornelsen.
- Arnold, K., Volkmar, D., Arndt, B., Eberle, A., Kunze, S., Lüttgens, U., ... Ralle, B. (2008). *Fokus Chemie*. Berlin: Cornelsen.
- Asselborn, W., & Jäckel, M. (2013). *Chemie heute SI*. Braunschweig: Schroedel.
- Beerenwinkel, A., & Gräsel, C. (2005). Texte im Chemieunterricht: Ergebnisse einer Befragung von Lehrkräften. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 11, 21–39.
- Bohrmann-Linde, C., Domrose, A., Krees, S., Krollmann, P., Remus, L., Tausch, M., ... Wambach-Laicher, J. (2008a). *Chemie 2000+ NRW7*. (M. Tausch & M. von Wachtendonk, Eds.). Bamberg: C.C.Buchner.
- Bohrmann-Linde, C., Domrose, A., Krees, S., Krollmann, P., Remus, L., Tausch, M., ... Wambach-Laicher, J. (2008b). *Chemie 2000+ NRW8*. (M. Tausch & M. von Wachtendonk, Eds.). Bamberg: C.C.Buchner.
- Bohrmann-Linde, C., Domrose, A., Krees, S., Krollmann, P., Remus, L., Tausch, M., ... Wambach-Laicher, J. (2008c). *Chemie 2000+ NRW9*. (M. Tausch & M. von Wachtendonk, Eds.). Bamberg: C.C.Buchner.
- Böker, C., Freiling-Fischer, E., Harm, A., Lang, M., Ranieri, A., Schink, J., ... Wagner, W. (2013). *Fachwerk Chemie*. Berlin: Cornelsen.
- Brennecke, A., Küster, H., Leienbach, K.-W., & Post, M. (2013). *Biosphäre Sekundarstufe I*. Berlin: Cornelsen.
- Bresler, S., Heppmann, B., Hörter, C., Kleesattel, W., Lilienthal, M., Muckenfuss, H., ... Seufert, H. (2011). *Natur und Technik*. Berlin: Cornelsen.
- Cieplik, D., Dobers, J., Freundner-Huneke, I., Kirks, H.-D., Schulz, T. H., & Zeeb, A. (2011). *Natur plus*. Braunschweig: Schroedel.
- Friedrich, I., Gemballa, S., Küttner, R., Markl, J., Nolte, M., Roder, B., & Schmid, U. (2014). *Markl Biologie I*. (J. Markl & A. Gauss, Eds.). Stuttgart: Ernst Klett Verlag.
- Hausfeld, R., & Schulenberg, W. (2008). *BioSKOP SI*. Braunschweig: Westermann.
- Marniok, K., & Reiners, C. S. (2016). Die Repräsentation der Natur der Naturwissenschaften in Schulbüchern. *CHEMKON*, 23(2), 65–70.
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse* (11th ed.). Weinheim: Beltz.
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2013). *Pisa 2015 Draft Science Framework*.
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific Literacy, Science Literacy, and Science Education. In *Handbook of research on science education* (pp. 545–558). New York: Routledge.
- Schmitt, A. K. (2016). *Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung*. Berlin: Logos.
- Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK]. (2005). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand.
- Strippel, C. G., & Sommer, K. (2015). Teaching Nature of Scientific Inquiry in Chemistry: How do German chemistry teachers use labwork to teach NOSI? *International Journal of Science Education*, 37(18), 2965–2986.
- Strippel, C. G., Tomala, L., & Sommer, K. (2016). Are textbooks promoting scientific inquiry and nature of scientific inquiry? – The German situation. Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching.
- Sudeik, T., & Vorwerk, B. (2006). *Natur bewusst*. Braunschweig: Westermann.