

Orientierungen zu Technik und Verantwortung im Physikunterricht

Physik, Technik, Verantwortung – Eine kurze Einordnung

Das Verständnis der komplexen Beziehung zwischen Physik und Technik (Gardner, 1994; Spiegel, 1999) ist ein zentraler Bestandteil des Lernens über die Natur der Naturwissenschaft Physik (Hadjilouca et al., 2011; McComas, 2008; Osborne et al., 2003). Da Physik und Technik eingebettet sind in soziale und ökologische Zusammenhänge, ist die Fähigkeit zur verantwortungsvollen Mitgestaltung dieser Wechselbeziehungen Ziel naturwissenschaftlichen Unterrichts, welches durch zahlreiche Ansätze wie *Socioscientific Issues* (Vesterinen et al., 2014), ethisches Bewerten (Dittmer et al., 2016) und Bildung für nachhaltige Entwicklung (KMK & DUK, 2007) hervorgehoben wird. Eine entscheidende Rolle für den Erfolg dieser Ansätze spielt die Lehrperson (Lederman et al., 1998; Rubba & Harkness, 1993; Sadler et al., 2006). Diese Studie nimmt daher die impliziten Wissensstrukturen (Orientierungsrahmen) von Physik- und Techniklehrpersonen in den Blick.

Gegenstandstheorie zu Orientierungen und Orientierungsrahmen

Mit Neuweg lässt sich das Wissen von Lehrerinnen und Lehrern analytisch in drei Wissensarten trennen (Neuweg, 2011). Wissen 1 wird konzipiert als das „kodifizierte, mehr oder weniger systematische und insbesondere in der Ausbildung anzueignende *Professionswissen*“ (ebd., S. 452). Mit Wissen 2 fasst Neuweg die stark subjektiven, kognitiven Strukturen – ein Konstrukt mit „unscharfen Rändern“, welches auch „subjektive Theorien, Denkstile und epistemologische Überzeugungen [...] sowie professionelle Werthaltungen“ umfasst (ebd., S. 452). Charakteristisch für diesen Teil des Wissens ist, dass es implizit vorliegt, dem Lehrenden in der Handlung also nicht reflexiv zugänglich ist. Die eigentliche professionelle Handlung oder auch das Können bezeichnet Neuweg als Wissen 3. Alle drei Wissensarten stehen in komplexer Wechselwirkung miteinander und mit vielfältigen äußeren Einflüssen. Mit dem Konstrukt der Orientierungen und des Orientierungsrahmens kann an dieses Modell angeschlossen werden. Orientierungen werden als implizite, konjunktive und handlungsleitende Wissensstrukturen verstanden (Nohl, 2017). Damit wird die gegenstandstheoretische Fassung des Wissens von Lehrerinnen und Lehrern um eine soziologische Perspektive ergänzt, die Entstehung und Wirkung des Wissens im sozialen Raum in den Fokus nimmt. Der konjunktive, also geteilte Erfahrungsraum von Individuen prägt die gemeinsamen Orientierungen und wird *vice versa* durch die Handlungen der Individuen gestaltet. Diese doppelte, wechselseitige Strukturiertheit im Spannungsfeld zwischen Individualität und Kollektivität, ist auch im Konzept des *Habitus* nach Bourdieu verankert. Der *Habitus*, als Summe der internalisierten Denk-, Wahrnehmungs- und Handlungsmuster, kann demnach analog zum Orientierungsrahmen als die Gesamtheit der Orientierungen verstanden werden (Bohnsack et al., 2013).

In dieser Studie werden die Orientierungen von Physik- und Techniklehrkräften zur Beziehung von Physik und Technik und der Rolle von Verantwortung darin rekonstruiert.

Methodologie und Studiendesign: Dokumentarische Methode und Interviews

Als methodologischer Rahmen hierfür dient die Dokumentarische Methode, welche die Rekonstruktion impliziter Orientierungen theoretisch fundiert. Methodisches Instrument hierbei sind leitfadengestützte Interviews mit Physik- und Techniklehrkräften. Zentral für die Dokumentarische Methode ist die Unterscheidung zwischen zwei Sinnenebenen von

Kommunikation: Neben dem objektiven Sinn, der dem thematischen Inhalt einer Äußerung entspricht, trägt jede Äußerung noch einen dokumentarischen Sinn, der auf den modus operandi, auf grundlegende Orientierungen verweist, welche eine Aussage strukturieren (Nohl, 2017, S. 4–5). Diese Sinnebenen werden in zwei Auswertungsschritten analytisch getrennt. Zunächst wird in der formulierenden Interpretation der Text in thematische Sequenzen geteilt und der Inhalt mit eigenen Worten reformuliert. Im zweiten Schritt, der reflektierenden Interpretation, wird der Text sequenziell auf einer mikrosprachlichen semantischen, syntaktischen und pragmatischen Ebene analysiert und spezifische Muster identifiziert, welche den Text themenübergreifend strukturieren (Kruse, 2015). Dies geschieht komparativ, also vergleichend über (kontrastierende) Fälle hinweg sowie fallimmanent.

Im Rahmen dieser Studie wurden 19 leitfadengestützte Interviews mit Physik- bzw. Techniklehrkräften (5 w, 14 m) im Alter von 26 bis 52 Jahren geführt. Der Leitfaden besteht zum Großteil aus offenen Stimuli, welche den Interviewten eigene Relevanzsetzungen erlauben und die Entfaltung der eigenen Orientierungen in Erzählungen und Beschreibungen ermöglichen. Der Leitfaden strukturiert das Interview dabei in vier Teile: die persönliche Berufsbiographie, die Beziehung zwischen Physik und Technik, das Konzept Verantwortung und der Physik- bzw. Technikunterricht hierzu. Das Interviewmaterial ist transkribiert und wird derzeit ausgewertet. Die Interpretation des Materials nach beschriebenem Vorgehen findet dabei zum großen Teil in Interpretationsgruppen statt.

Fallvergleich Herr Schwarz und Herr Groß

Zwei besonders kontrastierende Fälle sollen hier exemplarisch analysiert werden. Herr Schwarz und Herr Groß sind beide junge Physiklehrer, die erst vor Kurzem ihren Vorbereitungsdienst abgeschlossen haben. Die beispielhafte und hier in der Darstellung verkürzte Analyse bezieht sich auf die Stelle im Interview, an der die Interviewten bereits über ihre Berufsbiographie, die Beziehung zwischen Physik und Technik und ihre Gedanken zum Begriff Verantwortung gesprochen haben. Beide Interviewten erhalten sehr ähnliche Stimuli, die an dieser Stelle nicht weiter analysiert werden:

Interviewer: hmm (.) ähm (.) d- kommen wir vielleicht nochmal auf (.) das zurück, worüber wir vorher gesprochen haben, also so physIK und TECHnik, [Schwarz: hmm] wie die so im verHÄltnis zueinander stehen (.) ähm (.) wie würdest du verantwortung mit mit diesem KONtext sozusagen in verbinding bringen (.) physIK und TECHnik.
Schwarz: hmm (2) so ganz sponTAN, dass man also, dass man die schüler (.) erstmal zu nem (2) und das is ja ein ganz GROßes thema immer im phy- wenn man experimenTIERT, äh (.) dass man den verantwortungsvollen UMGang mit technischen geräten auch erstmal äh (.) VORDERgründig [Interviewer: hmm.] vermittelt. ja, dann so (.) dass dass sie nich nur, also ich sach dann ich sach dann häufig: ok (.) passt auf, die geräte, die wir hier haben, die äh die wollen noch, die haben schon EINige schüler vor euch benutzt und wollen noch VIELE schüler nach euch benutzen, dass ihr mit der nötigen sorgfalt äh behandelt und ihr seid in dem moment dafür verantwortlich.

Interviewer: genau. ä:hm (2) genau. okay dann ä:hm (.) beziehen wir es vielleicht nochmal zurück, auf dieses auf dieses spektrum physik, technik verant- also die verantwortung, wo spielt das, spielt verantwortung aus deiner sicht da vielleicht ne rolle [Groß:oh.] in diesem bereich.
Groß: naja, ich meine (.) interessante (.)sache hat man ja geschichtlich (.) beim bau der atombombe. [Interviewer: mhm.] [...] wir SIND jetzt mittlerweile auch an nem PUNKT (.) natürlich durch die physik und die technik, die damit kommt, dass wir ebend (.) ja, letztendlich uns selbst vernichten KÖNnen. und vielleicht ist das unser schicksal. vielleicht ist das schicksal JEDER (.) intelligenten zivilisation, dass se irgendwann mal MÄCHtig genug wird (.) sich selber hochzujagen und dann brauchste nur genug spinner an=er richtigen position (.) dass das realisiert wird, aber ähm (.) dass is=ne sache, (2) de- die die pasSIERT. also die passiert einfach mit zunehmenden FORTschritt. das des lässt sich gar nicht (.) verHINDern. also es ist einfach nur (2) logisch zu ende gedacht.

Thematische Gliederung der Antworten

Die Antwort von Herrn Schwarz lässt sich in zwei Sequenzen unterteilen: zunächst die allgemeine Aussage, Schüler sollten einen verantwortungsvollen Umgang mit technischen Geräten lernen und dann die Anekdote, dass Herr Schwarz stets auffordert, die gemeinsam

genutzten Geräte verantwortungsvoll zu behandeln. Die Antwort von Herrn Groß gliedert sich thematisch in einen Abschnitt zum Bau der Atombombe, zur Ermöglichung der Selbstvernichtung durch Technik und Physik, zum schicksalhaften Untergang der Gesellschaft und zur Unausweichlichkeit dieses Schicksals mit zunehmendem Fortschritt.

Beispielhafte Analyse des Interviewauszuges

Da eine umfassende Analyse hier nicht darstellbar ist, soll das Interpretationsergebnis an dem Textauszug nur illustriert werden mit einem Fokus auf der semantischen Analyse der handelnden Subjekte, deren Tätigkeitsfelder und der Zeitperspektive. Es zeigt sich, dass die Antwort von Herrn Schwarz dem Muster der „Gestalteten Mitwelt“ folgt, die Antwort von Herrn Groß sich am „Globalen Schicksal“ orientiert. In der Antwort von Herrn Schwarz werden als handelnde Subjekte „Schüler“ und „ich“ (Herr Schwarz in der Rolle als Lehrer) genannt. Beide stehen in direktem oder vermittelt über Herrn Schwarz indirektem Kontakt miteinander. Die zeitliche Ordnung der Antwort wird über die benannten Schülergruppen („vor euch“, „nach euch“, „ihr [...] in dem moment“) definiert. Die den Akteuren zugeordneten Tätigkeiten, wie das „experimentieren“, „vermitteln“ und „geräte [...] benutzen“ und „mit sorgfalt [...] behandeln“ entsprechen alle dem Tätigkeitsfeld Schule. Örtlich wie zeitlich wird hier also die direkte Mitwelt beschrieben und den Akteuren in dieser eine gestaltende Rolle zugesprochen. In Herrn Groß Antwort werden dagegen als zentrale, handelnde Subjekte „wir“ und „jeder intelligenten Zivilisation“ angeführt. Die zeitliche Ordnung der Antwort orientiert sich an einer historischen, linearen und final ausgerichteten Entwicklung der gesamten Menschheit: Herr Groß bringt zunächst ein „geschichtlich[es]“ Beispiel (den Bau der Atombombe), sagt wo die Menschheit „jetzt mittlerweile“ ist und beschreibt wie die Entwicklung „letztendlich [...] irgendwann mal“ zum Untergang führt. Die beschriebenen Tätigkeiten „vernichten“, „hochzujagen“ und „nicht verhindern“ markieren einerseits eine destruktive Omnipotenz der Zivilisation, andererseits eine Machtlosigkeit gegenüber einer schicksalhaften Entwicklung. Die beschriebenen Subjekte und deren Tätigkeitsfeld weisen auf eine Orientierung an einer globalen Perspektive hin. Die zeitliche Ordnung und das Fehlen von handelnden Subjekten im letzten Abschnitt der Antwort verdeutlichen die geäußerte fatalistische Position.

Komparative Analyse der Erzählmuster

Die rekonstruierten Erzählmuster in den dargestellten Antworten wurden fallimmanant an weiteren Stellen im Interview überprüft, was eine stabile, grundlegende Orientierung hinter den Erzählfiguren nahelegt. Das Erzählmuster „Gestaltete Mitwelt“ von Herrn Schwarz findet sich auch in den Erzählungen am Beginn des Interviews („Leuten ohne Zugang zu Physik helfen“) als auch beim thematischen Block zum Verhältnis von Physik und Technik („Der Kran und das Hebelgesetz“). Ebenso ist das Erzählmuster „Globales Schicksal“ von Herrn Groß in diesen Abschnitten wiederzufinden („Faszination für Kosmologie“ und „Der Quantencomputer und Einstein“).

Fazit und Ausblick

Die hier dargestellten, mit Hilfe der Dokumentarischen Methode rekonstruierten Orientierungen sollen mit weiteren Orientierungen in Beziehung gesetzt werden und stellen somit die Basis für eine Typenbildung dar, welche ein grundlegendes Verständnis der impliziten Wissensstrukturen von Lehrpersonen zum Verhältnis von Physik und Technik und der Rolle von Verantwortung darin liefern kann.

Literaturverzeichnis

- Bohnsack, R., Nentwig-Gesemann, I. & Nohl, A.-M. (Hrsg.). (2013). Die dokumentarische Methode und ihre Forschungspraxis. Grundlagen qualitativer Sozialforschung (3., aktualisierte Aufl.). Wiesbaden: Springer VS.
- Dittmer, A., Gebhard, U., Höttecke, D. & Menthe, J. (2016). Ethisches Bewerten im Naturwissenschaftlichen Unterricht. Theoretische Bezugspunkte. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 22 (1), 97–108. doi:10.1007/s40573-016-0044-1
- Gardner, P. L. (1994). The Relationship between Technology and Science: Some Historical and Philosophical Reflections. Part I. International Journal of Technology and Design Education 4, 123–153.
- Hadjilouca, R., Constantinou, C. P. & Papadouris, N. (2011). The Rationale for a Teaching Innovation About the Interrelationship Between Science and Technology. Science & Education 20 (10), 981–1005. doi:10.1007/s11191-010-9332-1
- Kruse, J. (2015). Qualitative Interviewforschung. Ein integrativer Ansatz (Grundlagentexte Methoden). Weinheim: Beltz Juventa.
- Lederman, N. G., McComas, W. F. & Matthews, M. R. (1998). Editorial. Science & Education 7 (6), 507–509.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. Science & Education 17 (2-3), 249–263. doi:10.1007/s11191-007-9081-y
- Neuweg, G. H. (2011). Das Wissen der Wissensvermittler. Problemstellungen, Befunde und Perspektiven der Forschung zum Lehrwissen. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf (S. 421–477). Münster: Waxmann.
- Nohl, A.-M. (2017). Interview und Dokumentarische Methode. Anleitungen für die Forschungspraxis (Lehrbuch, 5., aktualisierte und erweiterte Auflage). Wiesbaden: Springer VS.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What „Ideas-about-science“ Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. Journal of Research in Science Teaching 40 (7), 692–720. doi:10.1002/tea.10105
- Rubba, P. A. & Harkness, W. L. (1993). Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about science-technology-society interactions. Science Education 77 (4), 407–431.
- Sadler, T. D., Amirshokohi, A., Kazempour, M. & Allspaw, K. M. (2006). Socioscience and Ethics in Science Classrooms. Teacher Perspectives and Strategies. Journal of Research in Science Teaching 43 (4), 353–376.
- Spiegel, R. (1999, 09. August). Technikbezug im Physikunterricht der mittleren und höheren Schulen. Eine Untersuchung zu den historischen Wurzeln, zum didaktischen Anspruch und zur Realität. Dissertation, Universität zu Köln. Köln.
- Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland KMK & Deutsche UNESCO-Kommission DUK (Hrsg.). (2007). Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule.
- Vesterinen, V.-M., Manassero-Mas, M.-A. & Vázquez-Alonso, Á. (2014). History, Philosophy, and Sociology of Science and Science-Technology-Society Traditions in Science Education: Continuities and Discontinuities. In M. R. Matthews (Hrsg.), International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching (S. 1895–1925). Dordrecht: Springer Netherlands.