

Frederik Bub
 Thorid Rabe
 Olaf Krey

Martin-Luther-Universität
 Halle-Wittenberg

Physik-Technik-Beziehungen im Kontext Verantwortung

Physikunterricht im technischen Zeitalter

Der Physiker Max Born stellte Ende der 60er Jahre düstere Prognosen zur Zukunft der Menschheit auf: wenn nicht durch Nuklearwaffen ausgelöscht, werde die Menschheit „zu einer Herde von stumpfen und törichten Kreaturen degenerieren unter der Tyrannei von Diktatoren, die sie mit Hilfe von Maschinen und elektronischen Computern beherrschen“ (Born, 1969, S.185). Wie ist diesem dystopischen Bild zu begegnen? Mündigkeit, Mitbestimmungsfähigkeit und Verantwortungsbewusstsein als Ziele einer naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung und Elemente einer scientific literacy können als Gegenentwurf zu der Stumpfheit und Torheit, die Born prognostizierte, verstanden werden. Aber welches für eine scientific literacy notwendige Verständnis der Beziehung zwischen Physik und Technik im Kontext von Verantwortung wird im Physikunterricht verhandelt?

Ein Geflecht von Physik – Technik – Verantwortung

Eine systematische und konsistente Unterscheidung (vgl. Bub, Rabe & Krey, 2017) zwischen Physik und Technik konnten Constantinou et al. bei Schülerinnen und Schülern sowie bei Lehramtsstudierenden nur vereinzelt feststellen. Auch die komplexe Beziehung zwischen Physik und Technik wird von Schülerinnen und Schülern, (angehenden) Lehrkräften aber auch in Schulbüchern häufig verkürzt dargestellt: Technische Innovation wird als reine Anwendung physikalischer Erkenntnis konzipiert. Die spezifischen Arbeitsweisen der Technik sowie die Rolle von Technik innerhalb physikalischer Forschung werden dabei vernachlässigt oder gar negiert (Gardner, 1999; Constantinou et al., 2010).

Welche Rolle im physikalisch-technischen Geflecht spielt Verantwortung, verstanden als eine normativ begründete In-Beziehung-Setzung zwischen Subjekten, Verantwortungsobjekten und einer Verantwortungsinstanz? Die normative wie ethische Dimension von Physik und Technik als Gegenstand von naturwissenschaftlichem Unterricht wurde und wird international unter den Schlagworten Science-Technology-Society (STS), Socioscientific Issues (SSI) oder auch Responsible Research and Innovation (RRI) breit diskutiert. Ein Verständnis der Wechselwirkung von Physik, Technik und Gesellschaft wird hierbei als zentral für eine scientific literacy angeführt (Vesterinen et al., 2014; Sadler et al., 2006). Durch den Kompetenzbereich „Bewerten“ wird auch im deutschsprachigen Raum die politische und emanzipatorische Dimension naturwissenschaftlichen Unterrichts betont (Dittmer, Gebhard, Höttecke & Menthe, 2016).

Hierauf aufbauend soll folgender Forschungsfrage nachgegangen werden: Welche impliziten Wissensbestände strukturieren die Darstellung des Verhältnisses von Physik und Technik im Kontext Verantwortung in Physikschulbüchern?

Zur Rolle des Physikschulbuchs

Während bei Analysen zu den Funktionen und Einsatzmöglichkeiten des Physikschulbuches bei der Planung und Durchführung von Unterricht (Merzlyn, 1994) das Buch vor allem als pädagogisches Medium im Fokus steht, soll hier ein wissenssoziologischer Ansatz gewählt werden, um so die sozialen Entstehungszusammenhänge des Schulbuchwissens in den Fokus zu nehmen. Schulbuchwissen wird damit als eine „Kondensierung von Beobachtungen“, als „soziales Wissen aus einem Universum möglicher Beschreibungen“ gefasst (Höhne, 2003, S.67). Schulbücher stellen somit eine Form von Diskursen dar, die nach Keller als Versuche

verstanden werden können, „Bedeutungszuschreibungen und Sinn-Ordnungen zumindest auf Zeit zu stabilisieren und dadurch eine kollektiv verbindliche Wissensordnung in einem sozialen Ensemble zu institutionalisieren“ (Keller, 2011, S.8). Dabei ist die besondere Stellung des Schulbuches im Vergleich zu anderen Diskursformen zu beachten: „ein spezifisches institutionelles Wissen um die Repräsentativität, die soziale Relevanz, die Objektivität [ist] in dieses Wissen stets schon eingeschrieben“ (Höhne, 2003, S.71). Sowohl bei Lernenden als auch Lehrenden genießt das Schulbuchwissen demnach besondere Autorität. Dabei ist „das im Schulbuch explizit artikuliert Wissen [...] implizit mit anderem Wissen und anderen Diskursen verkoppelt“ (ebd., S.132). Die Rekonstruktion der dem Schulbuchwissen „zugrunde liegende[n] Strukturmuster oder Regeln der Bedeutungs(re)produktion“ (Keller, 2011, S.8) steht im Fokus dieser Arbeit.

Wissenssoziologische, interpretativ-rekonstruktive Schulbuchanalyse

Methodologische Rahmung

Wie kann dieses Unterfangen methodologisch begründet und methodisch durchgeführt werden? Ott vermerkt hierzu: „From a linguistic point of view, no satisfactory answer can be gained for example by using content analysis only“ (Ott, 2015, S.254). Aufbauend auf der oben beschriebenen Argumentation zu den impliziten, sozialen Strukturmustern, die dem Schulbuchwissen zugrunde liegen, wird ein rekonstruktiver Ansatz gewählt. Die Dokumentarische Methode stellt hierfür ein ausgefeiltes Instrumentarium und ein solides methodologisches Gerüst basierend auf der Wissenssoziologie Mannheims zur Verfügung. Die Rekonstruktion von Orientierungsrahmen, als Ausdruck der impliziten, konjunkativen (also sozial geteilten) und handlungsleitenden Wissensstrukturen, wurde mit Hilfe der Dokumentarischen Methode bereits bei der Bildinterpretation, Gruppendiskussionen (Bohnsack, Nentwig-Gesemann & Nohl, 2013) und Interviews (Nohl, 2017) geleistet. Auch für die Interpretation öffentlicher Diskurse hat Nohl die Dokumentarische Methode nutzbar gemacht und dies methodologisch fundiert: „Es handelt sich bei unseren Überlegungen nicht einfach um die sogenannte ‚öffentliche Meinung‘, die auch im herrschenden Sprachgebrauch als eine Oberflächenerscheinung des geistigen Lebens empfunden wird, sondern um eine alle Poren des Daseins ausfüllende, die Außenwelt und unser Innenleben erfassende Sinnggebung“ (Mannheim, 1964c, S. 574, zitiert nach Nohl, 2016, S.121). Hierin angedeutet ist bereits die Unterscheidung von immanentem und dokumentarischem Sinngehalt von Sprachhandlungen, die sich methodisch in der formulierenden (immanenter, expliziter Sinn) und der reflektierenden Interpretation (dokumentarischer, impliziter Sinn) im Rahmen der Dokumentarischen Methode widerspiegelt.

Methodische Umsetzung

Die Korpusbildung zielte auf eine möglichst kontrastierende Darstellung in gleichzeitig weit verbreiteten Schulbüchern ab, so dass Schulbücher der vier großen deutschen Schulbuchverlage sowohl für die Anfangsphase des Physikunterrichts als auch die Sekundarstufe II zur Analyse herangezogen wurden. Innerhalb dieser wurden Texte ausgewählt, bei welchen thematische Bezüge zum Geflecht Physik-Technik-Verantwortung zu erwarten waren, z.B. Einleitungskapitel zur Naturwissenschaft Physik, Kapitel zur friedlichen wie militärischen Nutzung der Kernenergie oder zum anthropogenen Klimawandel. Für diese Kapitel wurde im Rahmen der formulierenden Interpretation eine thematische Struktur erarbeitet, welche den Denkinhalt zusammenfasst und eine textimmanente Sinnstruktur offenlegt, die „einen relevanten Hinweis auf den mitgeteilten, symbolisch verdichteten Sinn der Sprecher/innen bildet“ (Kruse, 2015, S. 477). Zur anschließenden rekonstruktiv-interpretativen Analyse, die vor allem in Interpretationsgruppen stattfand, wurde der Text einer (mikro-) sprachlichen Analyse unterzogen, die dem integrativen Basisverfahren (für qualitativ-rekonstruktive Interviewforschung) von Kruse

entlehnt ist: „Hier werden den Aufmerksamkeitsebenen der Pragmatik bzw. Interaktion, der Syntaktik und der Semantik folgend Textsequenzen (einzelne Zeilen) oder kleinere Textabschnitte (maximal 10 bis 20 Zeilen, die sich aus den Segmentabschnitten ergeben) umfassend beschrieben im Hinblick auf die sprachlich-kommunikativen Phänomene“ (ebd., S. 478).

Analysebeispiel

Eine umfassende Analyse ist an dieser Stelle nicht darstellbar, soll jedoch an zwei Textbeispielen illustriert werden. Die gegebenen Zitate stammen aus Einleitungskapiteln von Physikschulbüchern für die Oberstufe. Beide Texte handeln vom Verhältnis der Physik zur Technik. Eine Analyse der handelnden Akteure kann über die impliziten Sinnstrukturen Aufschluss geben. Auffällig hierbei ist die Personifizierung in Text A: Physik und Technik werden als selbst handelnd dargestellt. Sie „verändern“ die Welt und „ihre“ Errungenschaften sind bedeutend. Auch in Text B werden Entdeckungen, Erfindungen und technische Entwicklungen als aktiv konzipiert: Sie „geben uns“ Lebensqualität. Hier wird der Kontrast zwischen der aktiven Wissenschaft und Technik und dem passiven, empfangenden „uns“ deutlich. Bei der Verhandlung des Verhältnisses von Physik und Technik, zeichnet

Text A Physik als das *sine qua non*, als nicht nur die Grundlage von Technik, sondern (an anderer Stelle) auch aller Naturwissenschaften. Die Sonderstellung der Physik wird stets betont – außer bei der Beschreibung möglicher Gefährdungen. Text B zeigt demgegenüber auf expliziter Ebene zwei Wirkungsrichtungen auf, sowohl in Richtung neuer „Lebensqualität“ als auch zu neuen „Wege[n] der Erkenntnis.“ Hierbei findet keine Trennung zwischen Physik und Technik statt. Im Dreiklang werden stattdessen „Entdeckungen, Erfindungen und technische Entwicklungen“ genannt. Die Verknüpfung könnte dabei als Abbild einer engen Verflechtung von Physik und Technik als „Technoscience“ verstanden werden (Tala, 2009). Die Reihenfolge der genannten Begriffe könnte jedoch auch auf eine lineare Entwicklung hinweisen, an deren Anfang die Wissenschaft („Entdeckung“) steht und die Technik („Erfindung und technische Entwicklung“) dieser zeitlich folgt. Um die beschriebenen Lesarten zu bestätigen, müssen diese in der komparativen Analyse weiterer Textstellen überprüft werden. Zur Veranschaulichung der Methode soll dies jedoch genügen.

Zusammenfassung und Ausblick

Die ersten Analysen bestätigen in Teilen die eingangs widergegebenen Ergebnisse zu Physikschulbüchern: Eine differenzierte Auseinandersetzung mit dem Verhältnis von Physik und Technik im Kontext Verantwortung findet nicht statt. Die Rolle von (ethischen) Werten beim Umgang mit technischem Fortschritt wird zugunsten einer Überhöhung von physikalischem Fachwissen herabgesetzt. Die Konstruktion von Verantwortung reicht dabei von wissenschaftszentrierten bis zu demokratiezentrierten Ansätzen. Im Weiteren soll die Schulbuchperspektive ergänzt werden um die Orientierungen von Physiklehrerinnen und Physiklehrern, welche mit leitfadengestützten, narrativ angelegten Interviews rekonstruktiv erschlossen werden. Dies erlaubt einen umfassenden Einblick in die sozialen Wissensstrukturen, welche im Physikunterricht relevant werden.

Text A: „Die moderne Technik ist ohne die exakten Naturwissenschaften, insbesondere ohne die Physik, nicht denkbar. Naturwissenschaften und Technik haben die Welt verändert. Ihre Errungenschaften sind Bestandteil unserer modernen Zivilisation. Technik ist weitgehend angewandte Physik.“ (Grehn & Krause, 2009)

Text B: „Entdeckungen, Erfindungen und technische Entwicklungen geben uns aber nicht nur neue Lebensqualität, sondern zeigen auch neue Wege der Erkenntnis und deren Umsetzung auf.“ (Bredthauer, 2010)

Abbildung 1: Textbeispiele aus Einleitungskapiteln von Physikschulbüchern für die gymnasiale Oberstufe

Literatur

- Bohnsack, Ralf; Nentwig-Gesemann, Iris; Nohl, Arnd-Michael (Hg.) (2013): Die dokumentarische Methode und ihre Forschungspraxis. Grundlagen qualitativer Sozialforschung. 3., aktualisierte Aufl. Wiesbaden: Springer VS.
- Born, Max (1969): Die Zerstörung der Ethik durch die Naturwissenschaft. Überlegungen eines Physikers. In: H. Kreuzer (Hg.): Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz. Stuttgart, S. 179–186.
- Bredthauer, Wilhelm (Hg.) (2010): Impulse Physik. Oberstufe. Neubearb., 1. Aufl., [Nachdr.]. Stuttgart: Klett.
- Bub, Frederik; Rabe, Thorid; Krey, Olaf (2017): Das Verhältnis von Physik, Technik und Verantwortung. In: Christian Maurer (Hg.): Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Zürich 2016. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (37), S. 636–669.
- Constantinou, Costas; Hadjilouca, Rodothea; Papadouris, Nicos (2010): Students' Epistemological Awareness Concerning the Distinction between Science and Technology. In: International Journal of Science Education 32 (2), S. 143–172.
- Dittmer, Arne; Gebhard, Ulrich; Höttecke, Dietmar; Menthe, Jürgen (2016): Ethisches Bewerten im Naturwissenschaftlichen Unterricht. Theoretische Bezugspunkte. In: ZfDN 22 (1), S. 97–108.
- Gardner, Paul L. (1999): The representation of science-technology relationships in Canadian physics textbooks. In: International Journal of Science Education 21 (3), S. 329–347.
- Grehn, Joachim; Krause, Joachim (Hg.) (2009): Metzler Physik. 4. Aufl. Braunschweig: Schroedel.
- Höhne, Thomas (2003): Schulbuchwissen. Umriss einer Wissens- und Medientheorie des Schulbuches. Frankfurt am Main. Fachbereich Erziehungswissenschaften der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität (Frankfurter Beiträge zur Erziehungswissenschaft, 2).
- Keller, Reiner (2011): Diskursforschung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kruse, Jan (2015): Qualitative Interviewforschung. Ein integrativer Ansatz. Weinheim: Beltz Juventa (Grundlagentexte Methoden).
- Merzlyn, Gottfried (1994): Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht. Beiträge auf der Grundlage einer Befragung westdeutscher Physiklehrer. Kiel: IPN (IPN, 139).
- Nohl, Arnd-Michael (2016): Dokumentarische Methode und die Interpretation öffentlicher Diskurse. In: Zeitschrift für Diskursforschung (02), S. 115–136.
- Nohl, Arnd-Michael (2017): Interview und Dokumentarische Methode. Anleitungen für die Forschungspraxis. 5., aktualisierte und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Springer VS (Lehrbuch).
- Ott, Christine (2015): Das Schulbuch beim Wort nehmen. Linguistische Methodik in der Schulbuchforschung. In: Petr Knecht, Eva Matthes, Sylvia Schütze und Bente Aamotsbakken (Hg.): Methodologie und Methoden der Schulbuch- und Lehrmittelforschung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt (Forschung Klinkhardt).
- Sadler, Troy D.; Amirshokooi, Aidin; Kazempour, Mahsa; Allspaw, Kathleen M. (2006): Socioscience and Ethics in Science Classrooms. Teacher Perspectives and Strategies. In: J. Res. Sci. Teach. 43 (4), S. 353–376.
- Tala, Suvi (2009): Unified View of Science and Technology for Education. Technoscience and Technoscience Education. In: Sci & Educ 18 (3-4), S. 275–298.
- Vesterinen, Veli-Matti; Manassero-Mas, María-Antonia; Vázquez-Alonso, Ángel (2014): History, Philosophy, and Sociology of Science and Science-Technology-Society Traditions in Science Education: Continuities and Discontinuities. In: Michael R. Matthews (Hg.): International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching. Dordrecht: Springer Netherlands, S. 1895–1925.