

Frederik Bub¹
 Thorid Rabe¹
 Olaf Krey¹

¹Martin-Luther-Universität
 Halle-Wittenberg

Das Verhältnis von Physik, Technik und Verantwortung

Motivation und Zielstellung

„Die Wechselwirkung zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Anwendung bewirkt Fortschritte auf vielen Gebieten [...] birgt aber auch Risiken und kann ungeplante Wirkungen erzeugen. [...] Bei der Betrachtung gesellschaftsrelevanter Themen aus unterschiedlichen Perspektiven erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass Problemlösungen von Werteentscheidungen abhängig sind [...] und treffen Entscheidungen sachgerecht, selbstbestimmt und verantwortungsbewusst.“ (Ministerium für Bildung Sachsen-Anhalt, 2016)

Diese Ziele aus dem Fachlehrplan Physik für Gymnasien in Sachsen-Anhalt finden sich in ähnlicher Form bundesweit in den Lehrplänen für das Fach Physik. Schülerinnen und Schüler sollen sich die gesellschaftliche Dimension von Naturwissenschaft und Technik erschließen und so zu Verantwortungsträgerinnen und -trägern werden. Der Frage, wie Physikunterricht dies zu erreichen versucht, soll sich im Rahmen der hier beschriebenen Untersuchung angenähert werden. Im Folgenden werden der theoretische Rahmen des Wirkungsgefüges Physik-Technik-Verantwortung erläutert und die geplanten Arbeitsschritte zu einer empirischen Studie in diesem Themenfeld skizziert.

Physik und Technologie: Ein nicht mehr auflösbarer Komplex

Eine scharfe Trennung zwischen den Unternehmungen Physik – im Sinne einer reinen Naturwissenschaft – und der Technologie – verstanden als Wissenschaft der Technik – ist nur schwer möglich, da beide eng miteinander in Beziehung stehen. Auffassungen über die Art der Wechselwirkung zwischen den beiden Wissenschaftszweigen reichen von unidirektionalen Wirkzusammenhängen, wie der Technologie als Anwendung von Physik und der Technologie als Voraussetzung für neue physikalische Erkenntnisse, bis hin zu einem interdependenten Wirkungsgeflecht, wonach physikalische und technologische Entwicklungen sich stark gegenseitig beeinflussen (Constantinou, Hadjilouca & Papadouris, 2010; Gardner, 1994).

Trotz dieser Nähe können einige Unterscheidungskategorien für Naturwissenschaft und Technologie angeführt werden, wovon die **Zielperspektive** die am weitesten akzeptierte ist. Hiernach ist Naturwissenschaft erkenntnisorientiert (kausal), Technologie dagegen bedürfnisorientiert (final) tätig (Spiegel, 1999; Tesch, 2010). Bezüglich der **Arbeitsweise** werden als zentrale Tätigkeiten der Naturwissenschaft das Experimentieren zur Überprüfung von Theorien und der Technologie das Konstruieren zur Entwicklung und Optimierung von Artefakten genannt (Tesch, 2010). Diese Unterscheidung ist weniger auf einer Handlungsebene beobachtbar, als in der bereits genannten Zielstellung der Tätigkeit anzunehmen (Helen Quinn et al., 2012; Wagenschein, 1976). Der **Forschungsgegenstand** (Natur vs. Artefakt), als Unterscheidungskategorie zum Beispiel von Schülerinnen und Schülern angeführt (Constantinou et al., 2010), eignet sich nur bedingt, da Naturwissenschaft nicht (mehr) als reine Beobachtung natürlich ablaufender Phänomene zu charakterisieren ist (Tala, 2009).

Die (fortschreitende) Verflechtung von „science“ und „technology“ verbunden mit der beschleunigten Entwicklung der beiden Wissenschaftszweige wird mit dem Begriff „technoscience“ zu fassen versucht (Graube, 2014; Tala, 2009). Innovation und Erkenntnis sind demnach in technowissenschaftlichen Unternehmungen nicht getrennt zu betrachten

und auch Grundlagenforschung erhält ihre Legitimation nicht durch das generierte Verständnis von Natur, sondern durch die perspektivische Anwendung, also technische Nutzbarmachung der Forschungsergebnisse (Dürr, 1990; Graube, 2014).

Konzeption von Verantwortung

Verantwortung, kann als mehrstelliger Relationsbegriff aufgefasst werden: „Jemand (Subjekt) ist für etwas (Gegenstand) vor oder gegenüber jemandem (Instanz) aufgrund bestimmter normativer Standards (Normhintergrund) [...] verantwortlich.“ (Düwell, Werner & Hübenthal, 2006, S. 543) Diese grundsätzliche Fassung des Verantwortungsbegriffs ist in Abbildung 1 schematisch gezeigt.

Als **Verantwortungssubjekte** kommen Individuen ebenso wie Kollektive in Frage. Bei Arten kollektiver Verantwortung sind vielfältige Formen der Verantwortungsattribution möglich, von der Verantwortungslosigkeit bis zur ungeteilten Verantwortung jedes Einzelindividuums (Heidbrink, 2003; Nida-Rümelin, 2011). Je nach Orientierung an den konkreten Folgen (für Personen oder Güter) einer Handlung oder an den einer Handlung zugrunde liegenden Motiven kann zwischen einer Folgenverantwortung und einer Gesinnungsverantwortung unterschieden werden (Hubig, 1993). Die der Verantwortungsattribution zugrundeliegenden **Normen** können neben moralischen Wertvorstellungen auch Gesetze, Verträge oder gesellschaftlich geteilte Erwartungen sein. Als **Verantwortungsinstanzen**, gegenüber denen Verantwortungssubjekte eine Rechtfertigungspflicht haben, werden neben einzelnen oder Kollektiven von (vernunftbegabten) Wesen, auch Güter wie Natur oder das eigene Gewissen angeführt. (Düwell et al., 2006).

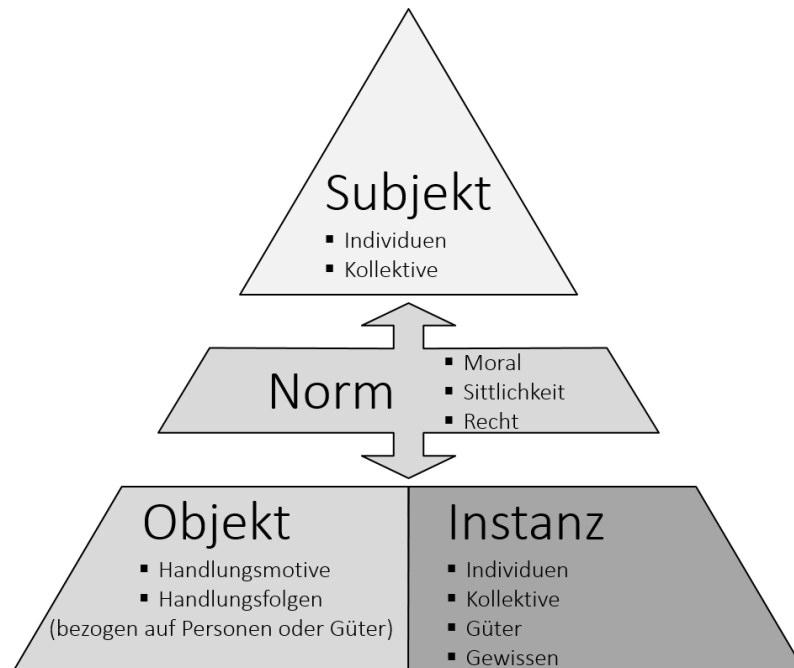


Abb. 1: Konzeption von Verantwortung als vierstelliger Relationsbegriff.

Wissenschaftsverantwortung

Je nach angenommener Reichweite der Verantwortung kann zwischen einer internen und einer externen Seite von Wissenschaftsverantwortung unterschieden werden. Die interne Verantwortung kann als eine Art innerwissenschaftliche Sorgfaltspflicht zu guter wissenschaftlicher Arbeit verstanden werden, die die Grundlage für den wissenschaftlichen Diskurs darstellt. Von einem weiter gefassten Wirkungsgefüge ausgehend, in dem (Natur-) Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft in einem interdependenten Verhältnis zueinander stehen (vgl. z.B. Vesterinen, Manassero-Mas & Vázquez-Alonso, 2014), ergibt sich eine externe, als gesamtgesellschaftlich verstehbare Form kollektiver Verantwortung (Heidbrink, 2003; Nida-Rümelin, 2011). Kritisch hierbei ist das Problem einer eindeutigen Zuschreibung von Verantwortung (**Subjektebene**) für Handlungsergebnisse, die durch die Entgrenzung sozialer Systeme wie Politik, Wirtschaft und Wissenschaft erschwert wird. Des Weiteren haben sich der menschliche Wirkungskreis und damit auch der zeitliche wie örtliche Verantwortungshorizont durch die Dynamisierung der wissenschaftlich-technischen Entwicklungen ausgeweitet (**Objektebene**) und umfassen letztlich das gesamte Ökosystem (Dürr, 1990; Jonas, 1992).

Untersuchungsschwerpunkte und Methoden

Wie das Verhältnis von Physik, Technik und Verantwortung im Physikunterricht konzipiert wird, soll unter der Perspektive des dargestellten Theorierahmens auf zwei Ebenen untersucht werden:

Wie wird das Verhältnis von Physik, Technik und Verantwortung in Schulbüchern dargestellt?

Schulbücher bieten vielseitige Funktionen für Lehrende wie für Lernende und können als Abbild des Lehrplans den Unterricht strukturieren (Bölsterli Bardy, 2015; Merzyn, 1994). Als „Produkt und Faktor gesellschaftlicher Prozesse“ sind sie immer verbunden mit Setzungen, die sich aus verschiedenen, unter anderem wissenschaftlichen, politisch-ökonomischen und pädagogisch-didaktischen Diskursen ergeben (Wiater, 2003, S. 12). Neben den häufig klar formulierten expliziten Lernzielen, transportieren die Texte auch implizites Wissen an Schülerinnen und Schüler (Geuenich, 2015), welches im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden soll. Beispielhaft für tiefergehend zu analysierende Themenbereiche seien hier aus einem Physiklehrbuch für die 9. Klasse Verkehrssicherheit, Energienutzung im Alltag und Kernenergie genannt, wo Konzeptionen von Verantwortungssubjekten („Fahrer und Beifahrer“, „Physiker“) sowie von Verantwortungsobjekten (Sicherheit von VerkehrsteilnehmerInnen, Energieverbrauch, Kernspaltungsbombe) zu finden sind (Gau, Meyer & Schmidt, 2005).

Welche Vorstellungen zum Verhältnis von Physik, Technik und Verantwortung sind bei Physiklehrenden rekonstruierbar?

Den gesellschaftlich ausgehandelten Konstrukten aus den Schulbüchern, sollen vergleichend Vorstellungen Physiklehrender zum Verhältnis von Physik, Technik und Verantwortung gegenübergestellt werden. Erhoben werden die Vorstellungen mit Hilfe narrativer Interviews. Als Auswertemethode ist ein rekonstruktiv, interpretatives Verfahren angedacht, welches ein umfassendes Verständnis der Vorstellungen der Lehrenden ermöglichen soll.

Ergebnisse der beschriebenen Untersuchungsvorhaben können eine Grundlage für die kritische Reflexion des Umgangs mit Technik und Technikwissenschaften im Rahmen der Lehrmittelgestaltung, der Lehramtsausbildung und des Physikunterrichts bilden.

Literatur

- Bölsterli Bardy, K. (2015). Kompetenzorientierung in Schulbüchern für die Naturwissenschaften: Eine Analyse am Beispiel der Schweiz. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Constantinou, C., Hadjilouca, R. & Papadouris, N. (2010). Students' Epistemological Awareness Concerning the Distinction between Science and Technology. *International Journal of Science Education*, 32 (2), 143-172.
- Dürr, H.-P. (1990). *Das Netz des Physikers: Naturwissenschaftliche Erkenntnis in der Verantwortung*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Düwell, M., Werner, M. H. & Hübenthal, C. (2006). *Handbuch Ethik* (2. Auflage). Stuttgart, Weimar: J.B. Metzler'sche Verlagsbuchhandlung und Carl Ernst Poeschel Verlag GmbH.
- Gardner, P. (1994). Representations of the Relationship between Science and Technology in the Curriculum. *Studies in Science Education*, 24 (1), 1-28.
- Gau, B., Meyer, L. & Schmidt, G.-D. (2005). *Physik: Lehrbuch für die Klasse 9 Sachsen-Anhalt Gymnasium* (1. Aufl.). Berlin: Duden-Patec-Schulbuchverlag.
- Geuenich, H. (2015). Migration und Migrant(inn)en im Schulbuch: Diskursanalysen nordrhein-westfälischer Politik- und Sozialkundebücher für die Sekundarstufe I. Wiesbaden: Springer VS.
- Graube, G. (2014). Wissenschaft und Technik. Zur Reflektion von Technoscience und Interdisziplinarität in der Allgemeinbildung. *Journal of Technical Education*, 2 (1), 129-148.
- Heidbrink, L. (2003). *Kritik der Verantwortung: Zu den Grenzen verantwortlichen Handelns in komplexen Kontexten* (1. Aufl.). Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Helen Quinn, Heidi Schweingruber, and Thomas Keller, Editors, Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards & National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- Hubig, C. (1993). *Technik- und Wissenschaftsethik: Ein Leitfadens*. Berlin: Springer.
- Jonas, H. (1992). *Das Prinzip Verantwortung: Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation* (2. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Merzyn, G. (1994). *Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht: Beiträge auf der Grundlage einer Befragung westdeutscher Physiklehrer*. Kiel: IPN.
- Ministerium für Bildung Sachsen-Anhalt (2016). *Fachlehrplan Gymnasium Physik*.
- Nida-Rümelin, J. (2011). *Verantwortung*. Stuttgart: Reclam.
- Spiegel, R. (1999). *Technikbezug im Physikunterricht der mittleren und höheren Schulen: Eine Untersuchung zu den historischen Wurzeln, zum didaktischen Anspruch und zur Realität*. Dissertation. Köln: Universität zu Köln, Erziehungswissenschaftliche Fakultät.
- Tala, S. (2009). Unified View of Science and Technology for Education: Technoscience and Technoscience Education. *Science & Education*, 18 (3-4), 275-298.
- Tesch, M. (2010). Experimentieren oder Konstruieren?: Zur Differenzierung naturwissenschaftlicher und technischer Bildung aus fachdidaktischer Perspektive. In *Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft*. Hannover.
- 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.
- Wagenschein, M. (1976). *Die pädagogische Dimension der Physik* (4. Aufl.). Braunschweig: Westermann.
- Wiater, W. (2003). Das Schulbuch als Gegenstand pädagogischer Forschung. In W. Wiater (Hrsg.), *Schulbuchforschung in Europa: Bestandsaufnahme und Zukunftsperspektive* (S. 11-22). Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt.