

Erik Heine¹
Gesche Pospiech¹

¹Technische Universität Dresden

Das NoS-Potenzial wissenschaftlicher Kontroversen und dessen Nutzung

Theoretischer Hintergrund

Ein bedeutendes Ziel des Physikunterrichts ist es, Schüler*innen im Sinne einer naturwissenschaftlichen Grundbildung zu gesellschaftlicher Teilhabe zu befähigen (KMK, 2005, S. 6; KMK, 2020, S. 8). Diese angestrebte „Scientific Literacy“ beinhaltet dabei auch ein adäquates Verständnis der Lernenden vom Wesen der Physik als Naturwissenschaft (Holbrook & Rannikmae, 2009; Lederman, Lederman & Antink, 2013). Vorstellungen von Schüler*innen zur *Nature of Science (NoS)* werden in der fachdidaktischen Forschung jedoch insgesamt als eher unangemessen beurteilt (Lederman, 2007). Höttecke (2001) sieht als Ursache der bestehenden Defizite die Darstellung physikalischer Gesetze oder Theorien als unveränderliche Wissensbestände bei gleichzeitiger Vernachlässigung sozialer Aspekte des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses im Physikunterricht.

Im Widerspruch dazu sind beispielsweise die Vorläufigkeit wissenschaftlichen Wissens sowie Aushandlungsprozess bei der Genese von Erkenntnissen natürliche Bestandteile wissenschaftlicher Praxis und zeigen sich in wissenschaftlichen Kontroversen. Diese haben in den Naturwissenschaften einen festen Platz (Dascal, 2006, S. 36; Weitze und Liebert 2006, S. 13), während sie in der Schule allerdings kaum abgebildet werden (Nehrdich, 2011, S. 15). Da wissenschaftliche Kontroversen mit der Unsicherheit bestehenden Wissens, der Subjektivität beim Interpretieren von Daten oder allgemein den Grenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse konfrontieren können, aber auch die Vielfalt an Untersuchungsmethoden und Ansätzen sowie die Entwicklung hin zu neuen Theorien veranschaulichen, stellt sich die Frage, inwiefern Lehrkräfte dieses Potenzial wissenschaftlicher Kontroversen für den Physikunterricht nutzen können, um Schüler*innen ein angemessenes Bild von *NoS* zu vermitteln.

Forschungsfragen

Weil die Nutzung des *NoS*-Potenzials wissenschaftlicher Kontroversen im Physikunterricht abhängig von den (zukünftigen) Lehrkräften sein wird, soll deren Perspektive anhand folgender Forschungsfragen untersucht werden:

- Welche *NoS*-Aspekte werden von den Befragten im Zusammenhang mit einer wissenschaftlichen Kontroverse im Unterrichtskontext thematisiert?
- Gibt es dabei Unterschiede zwischen Lehrkräften und Lehramtsstudierenden?

Methode

Zur Klärung der Forschungsfragen wurde eine explorative Laborstudie mit 33 Physiklehrkräften und 21 Physiklehramtsstudierenden durchgeführt. Unter den teilnehmenden Lehrkräften (28 Gymnasium, 3 Berufsbildende Schulen, 2 Sonstige) befanden sich sowohl einige mit bereits langjähriger Erfahrung in der Sekundarstufe II, als auch Lehrkräfte, die noch nicht in der gymnasialen Oberstufe unterrichtet haben. Die Studierenden des Lehramts für Gymnasien befanden sich überwiegend im 8. Fachsemester.

Als Kontext der Untersuchung wurde die Kontroverse um die Geschwindigkeitsabhängigkeit der Masse bzw. den Begriff der „relativistischen Masse“ ($m(v) = \gamma \cdot m_0$) in der Speziellen

Relativitätstheorie gewählt (z. B. Millette, 2017; Hecht, 2009; Jammer, 2000), da die Thematik aufgrund der Verortung in Lehr- und Bildungsplänen schulrelevant ist und für die Teilnehmenden auf geeignetem Niveau dargestellt werden kann.

In der Studie setzten sich die Teilnehmenden zunächst selbstständig mit zwei verschiedenen, gegensätzlichen Fachpositionen zur Verwendung der relativistischen Masse auseinander. Anschließend wurden vier Textvignetten zu Situationen im Schulkontext eingesetzt, um unter anderem zu analysieren, welche *NoS*-Aspekte von den Teilnehmenden dabei im Zusammenhang mit Physikunterricht thematisiert werden. Die so erhobenen schriftlichen Antworten wurden mithilfe der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018) ausgewertet.

Ergebnisse

Die Antworten zu den Textvignetten konnten in einem induktiv-deduktiv gebildetem Kategoriensystem (Abb. 1) erfasst werden, das sich mit einer Intercoder-Übereinstimmung im Vorhandensein der Kategorien von insgesamt 76% bewähren konnte.

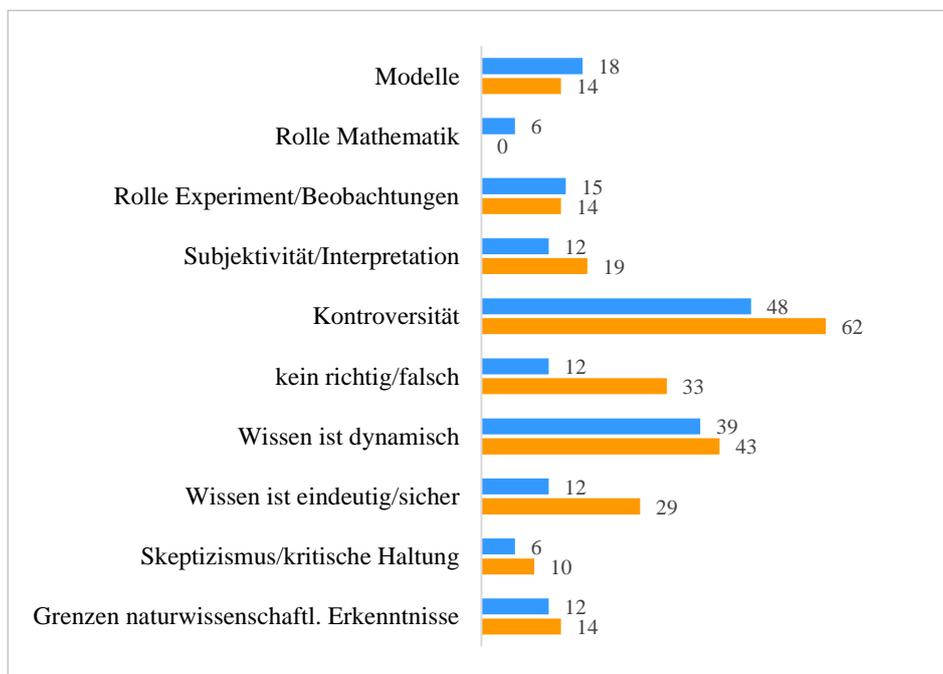


Abb. 1: Kategoriensystem und Anteil der *Physiklehrkräfte* bzw. *Physiklehramtsstudierenden* mit mindestens einer Codierung in der jeweiligen Kategorie in Prozent

Das Kategoriensystem zeigt, welche *NoS*-Aspekte von den Teilnehmenden im Unterrichtskontext (Vignetten) thematisiert werden (Forschungsfrage 1). Darunter finden sich Aspekte, die zu einem adäquaten *NoS*-Verständnis von Schüler*innen beitragen könnten, wie die *Subjektivität* wissenschaftlichen Wissens, insbesondere beim Interpretationsprozess von Daten, oder die immanenten *Grenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse*.

Bei der Kategorie *kein richtig/falsch* ergibt sich der deutlichste quantitative Unterschied im Anteil der Lehrkräfte und Studierenden mit dieser Kategorie. Hierbei wird ausgedrückt, dass eine eindeutige Differenzierung in „richtig“ und „falsch“ in der Physik als Naturwissenschaft nicht angewendet werden kann. Eine mögliche Erklärung für die ungleiche Frequentierung

könnte eine größere Offenheit der Studierenden gegenüber den unterschiedlichen kontroversen Fachpositionen sein, die sich insgesamt im Datenmaterial widerspiegelt. Im Folgenden werden die beiden am häufigsten vorkommenden Kategorie *Kontroversität* und *Wissen ist dynamisch* näher beleuchtet.

Kontroversität

Diese Kategorie besitzt zwei Unterkategorien (Abb. 2). Als „schwacher“ Aspekt von Kontroversität in der Wissenschaft wurde die Kategorie *Meinungsvielfalt* gebildet, in der beispielsweise das Coding „*beide Meinungen zur Zeit in der Wissenschaft vertreten*“ eingeordnet wurde, da hier das Vorkommen unterschiedlicher Fachmeinungen zu einem physikalischen Sachverhalt ausgedrückt wird. Aussagen, wie „*Ich würde sagen, dass diese beiden gegenteiligen Meinungen momentan unter den Physikern kontrovers diskutiert werden, es noch keine einheitliche ‚neue‘ Lehrmeinung gibt.*“, in denen stärker die diskursive Verhandlung von Erkenntnis unter Wissenschaftlern betont wird, sind der Kategorie *Kontroversen/Diskurse* zugewiesen. Bei dieser Unterkategorie zeigt sich ebenfalls ein klarer Unterschied zwischen Lehrkräften und Studierenden, der konsistent zu den Häufigkeitsverhältnissen der Kategorie *kein richtig/falsch* erklärt werden kann.

Wissen ist dynamisch

Zu dieser Kategorie gehören die beiden *NoS*-Aspekte *Entwicklung* wissenschaftlicher Erkenntnisse (z. B. „*darauf verwiesen werden, dass sich bestimmte Erkenntnisse entwickeln*“) und *Vorläufigkeit* wissenschaftlichen Wissens (z. B. „*auch in der Physik ist nicht alles abschließend geklärt*“), deren Häufigkeiten unter den Teilnehmenden in Abbildung 3 dargestellt sind. Beide Kategorien wurden logisch unterschieden, da bei einer (kumulativen) Weiterentwicklung wissenschaftlichen Wissens nicht zwangsläufig geltende Erkenntnisse verworfen werden. *Vorläufigkeit* wird im Vergleich zu den Studierenden von einem geringeren Anteil der Lehrkräfte thematisiert. Allerdings überwiegt der Studierendenanteil mit Codierungen im als kritisch anzusehenden Bereich *Wissen ist eindeutig/sicher* (Abb. 1).

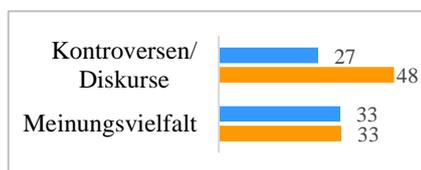


Abb. 2: Unterkategorien der Kategorie *Kontroversität*



Abb. 3: Unterkategorien der Kategorie *Wissen ist dynamisch*

Fazit

Anhand der Codierung der Textvignetten wird sichtbar, dass die Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Kontroversen im Physikunterricht zur Thematisierung vielfältiger, wichtiger *NoS*-Aspekte führt und damit Potenzial hat, positiv auf die *NoS*-Vorstellungen von Schüler*innen wirken zu können. Da einige *NoS*-Aspekte jedoch häufig nur bei einem kleinen Teil der Befragten codiert werden konnten und diese Aspekte mitunter explizit sowie reflexiv im Unterricht behandelt werden müssten, ist ein Lernerfolg der Schüler*innen im Bereich von *NoS* nicht ohne Weiteres zu erwarten. Für eine gezielte Nutzung wissenschaftlicher Kontroversen als *NoS*-Lerngelegenheit, sollten Lehrkräfte in Fortbildungen geschult werden, um das *NoS*-Potenzial wissenschaftlicher Kontroversen tatsächlich auszuschöpfen, sie als Diskussionsanlass und Lerngelegenheit im Unterricht einsetzen zu können.

Literatur

- Dascal, M. (2006). Die Dialektik in der kollektiven Konstruktion wissenschaftlichen Wissens. In Liebert, W.-A., Weitze, M.-D. (Hrsg.): *Kontroversen als Schlüssel zur Wissenschaft? Wissenskulturen in sprachlicher Interaktion*. Bielefeld: transcript Verlag, 19-38
- Hecht, E. (2009). Einstein never approved of relativistic mass. In *The Physics Teacher* 47, 336-341
- Holbrook, J., Rannikmae, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. In *International Journal of Environmental & Science Education* 4(3), 275-288
- Höttecke, D. (2001). Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der "Natur der Naturwissenschaften". In *ZfDN* 7, 7-23
- Jammer, M. (2000). *Concepts of Mass in Contemporary Physics and Philosophy*. Princeton: Princeton University Press
- KMK (2005). Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)*. München: Luchterhand
- KMK (2020). Sekretariat der Kultusministerkonferenz (Hrsg.). *Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife*. Berlin, Bonn
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. 4. Auflage. Weinheim Basel: Beltz Juventa
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In Abell, S. K., Lederman, N. G. (Hrsg.): *Handbook of research on science education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 831-880
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. In *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology* 1(3), 138-147
- Millette, P. A. (2017). On Time Dilation, Space Contraction, and the Question of Relativistic Mass. In *Progress in Physics* 13(4), 202-205
- Nehrdich, T. (2011). Kontroversität. Neue Herausforderungen für eine aktuelle Geographiedidaktik. In *GW-Unterricht* 124, 15-25
- Weitze, M.-D., Liebert, W.-A. (2006). Kontroversen als Schlüssel zur Wissenschaft – Probleme, Ideen und künftige Forschungsfelder. In Liebert, W.-A., Weitze, M.-D. (Hrsg.): *Kontroversen als Schlüssel zur Wissenschaft? Wissenskulturen in sprachlicher Interaktion*. Bielefeld: transcript Verlag, 7-18