

NATURE OF SCIENCE IM FACHKONTEXT PHYSIK

DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES

DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT

DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL

VORGELEGT VON

HANNO MICHEL

KIEL, 2018

1. Gutachter: Prof. Dr. Knut Neumann

2. Gutachterin: Prof. Dr. Ilka Parchmann

Tag der mündlichen Prüfung: 02.07.2018

ZUSAMMENFASSUNG

Neben der Vermittlung von Fachwissen wird – insbesondere im internationalen Kontext – viel darüber diskutiert, ob naturwissenschaftlicher Unterricht auch Vorstellungen über das Wesen, den Status und den Nutzen naturwissenschaftlichen Wissens vermitteln soll. In diesem Zusammenhang wird auch die Argumentation vorgebracht, ein Verständnis dieser unter „Nature of Science“ (NOS) zusammengefassten Aspekte könne das Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte befördern, indem es etwa eine bessere Einordnung neu erlernten Wissens in bereits Bekanntes ermöglicht oder das Interesse an den Naturwissenschaften steigert (Driver, Leach, Millar & Scott, 1996). Insbesondere wenn epistemologische Aspekte naturwissenschaftlichen Wissens als Teil konzeptuellen Verständnisses im Unterricht vermittelt werden sollen, scheint ein Zugang über NOS sinnvoll (Papadouris & Constantinou, 2017). Eine systematische empirische Untersuchung solcher Ansätze fand allerdings bisher kaum statt (Lederman, 2007; Peters, 2012).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird der mögliche Zusammenhang zwischen NOS-Verständnis und konzeptuellem Verständnis in den Naturwissenschaften von verschiedenen Seiten beleuchtet. Nach einem Überblick über das Themenfeld NOS und die Argumente, die für eine Thematisierung von NOS im Unterricht vorgebracht werden, werden vier zu diesem Promotionsprojekt zugehörige Publikationen vorgestellt. In der ersten dieser Publikationen wurde eine Synopse der bisherigen theoretischen Argumentation und der empirischen Untermauerung des lernpsychologischen Arguments (Driver et al., 1996) für eine Vermittlung von NOS erarbeitet. In einer darauf aufbauenden Interventionsstudie mit 82 Schülerinnen und Schülern der sechsten und siebten Jahrgangsstufe wurde zunächst der Zusammenhang zwischen NOS-Verständnis und der Entwicklung konzeptuellen Verständnisses während einer Einheit zum Energiekonzept untersucht (Publikation 2). Hierbei wurde zwischen Lernzuwächsen bzgl. fachlicher und epistemologischer Aspekte des Energiekonzepts unterschieden, wobei letztere nur implizit in der Unterrichtseinheit enthalten waren. Für eine zweite Studie wurden schließlich Aktivitäten entwickelt, in denen NOS-Aspekte und fachliche Aspekte des Energiekonzepts so miteinander verknüpft wurden, dass die epistemologischen Aspekte des Konzepts explizit thematisiert werden (Publikation 3). Die Wirkung einer entsprechenden integrierten Unterrichtseinheit wurde schließlich in einer zweiten Interventionsstudie mit 191 Schülerinnen und

Schülern der Oberstufe mit der Wirkung einer konventionellen Einheit zum Energiekonzept verglichen (Publikation 4).

In den Ergebnissen der Arbeit zeigt sich, dass die sinnvolle Begründung eines Zusammenhangs zwischen NOS-Verständnis und konzeptuellem Verständnis stark von der entsprechenden Konzeptualisierung abhängt. Werden über das Verständnis fachwissenschaftlicher Aspekte hinaus auch epistemologische Aspekte naturwissenschaftlicher Konzepte als Bestandteil konzeptuellen Verständnisses betrachtet (siehe Papadouris & Constantinou, 2017), kann ein NOS-orientierter Unterricht neue Perspektiven auf naturwissenschaftliche Konzepte wie Energie eröffnen, die sonst nur schwer zugänglich sind. Auch empirisch zeigt sich ein Zusammenhang zwischen NOS-Verständnis und Lernzuwachs bzgl. epistemologischer Aspekte des Energiekonzepts. Während sich einzelne epistemologische Aspekte (wie auch einzelne NOS-Aspekte) offenbar auch implizit vermitteln lassen, scheint ein explizit-reflektiver Ansatz hierfür deutlich effizienter.

ABSTRACT

Besides conveying an adequate understanding of science content knowledge, many scholars advocate that science education should also take views and beliefs about the nature, status, and value of scientific knowledge into account. In this context, Driver et al. (1996) argue that an understanding of this “nature of science” (NOS) could promote the learning of science content, for example by enabling students to make sense of newly acquired knowledge aspects and to integrate them into their conceptual understanding (“science learning argument”). If science education also takes into account epistemological aspects of science concepts as part of conceptual understanding, a NOS-oriented approach appears highly feasible (Papadouris & Constantinou, 2017). However, respective learning and teaching approaches have rarely been investigated empirically to date (Lederman, 2007; Peters, 2012).

In the dissertation at hand, the potential relation between NOS understanding and conceptual understanding in science is examined taking from different perspectives. After providing an overview on what constitutes NOS and which arguments are provided in the literature for an implementation of NOS in science teaching, four publications are presented, which are associated to this dissertation. The first of these publications presents a synopsis of the theoretical grounding and empirical substantiation of the science learning argument (Driver et al., 1996), which has been provided in the literature so far. Building on the findings, an intervention study with 82 middle school students was conducted to investigate the connection between NOS understanding and the development of conceptual understanding during a teaching unit on the energy concept (publication 2). To this end, learning gains regarding disciplinary content knowledge, as well as understanding of the epistemological aspects of energy (EAE), were examined, with the latter being only implicitly included in the teaching unit. Eventually, for a second empirical study, learning activities were designed that integrate both NOS and science content aspects in a way, in which they are thought to mutually promote each other, while at the same time explicitly focusing on EAE (publication 3). The effect of a respective integrated teaching unit – in comparison to a conventional unit on energy – was then investigated in an intervention study with 191 upper secondary school students (publication 4).

Overall, a meaningful argumentation for a relation between NOS understanding and conceptual understanding seems to substantially rely on the respective conceptualization of conceptual understanding itself. If, besides disciplinary aspects of science concepts, epistemological aspects are regarded as part of conceptual understanding as well (see Papadouris & Constantinou, 2017), a NOS-oriented teaching approach can open new perspectives on scientific concepts such as energy, which are otherwise hardly accessible. A relation between NOS understanding and learning gains regarding epistemological aspects of the energy concept can also be shown empirically. While certain epistemological aspects (just as certain NOS aspects) can be conveyed implicitly, an explicit-reflective approach seems considerably more efficient.