

## **Wissenschaftstheoretische Vorstellungen von Studierenden über das Wechselspiel von Experiment und Theorie**

### **Ausgangssituation und Fragestellung**

An einigen Universitäten im deutschsprachigen Raum (u.a. TU Dresden, FU Berlin, Universität Wien) werden für Lehramtsstudierende eigenständige Vorlesungen und Übungen in der Theoretischen Physik angeboten. Damit erfolgt im Sinne einer stärkeren Professionsorientierung eine Trennung zwischen zukünftigen Physikern und Lehrkräften. Dies entspricht ebenso der Forderung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft nach einem Lehramtsstudium *sui generis* (eigener Art), welches neben fachdidaktischen Begleit- und Vertiefungsveranstaltungen zu Experimentalphysikvorlesungen auch eigenständige Theorievorlesungen für Lehramtsstudierende vorsieht (vgl. DPG, 2006). Im Zusammenhang damit stellt sich gleichzeitig die Frage danach, was eine lehramtsspezifische Vorlesung und Übung in der Theoretischen Physik auszeichnet und vor allem, inwieweit sich diese von jener der Fachstudierenden unterscheidet. Sinnvoll und notwendig wäre hierbei vor allem eine zielgruppengerechte Konzeption anstelle einer bloßen Verdichtung und Kürzung der Inhalte. Die Vermittlung fachlicher Kompetenz ist mit Sicherheit in beiden Studiengängen von zentraler Bedeutung. Müller und Wilkens (unv.) stellen jedoch für die Theoretische Physik in der Lehrerbildung den Vermittlungs- und Bildungsauftrag in den Vordergrund. Für angehende Lehrkräfte sollte deshalb die Erarbeitung übergeordneter Themen eine zentrale Stellung einnehmen, um das Wesen der Physik zu verstehen. Solch ein „Überblickswissen“ impliziert beispielsweise die bewusste Aneignung von Aspekten wie dem Verhältnis von Theoretischer Physik und Experimentalphysik sowie Arbeitsstrategien und Denkformen der Theoretischen Physik.

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit soll empirisch überprüft werden, inwieweit Teilaspekte jenes „Überblickswissens“ bei sowohl Studierenden des Faches Physik als auch Lehramtsstudierenden vorhanden sind beziehungsweise wie ausgeprägt und differenziert das Bild über die Theoretische Physik ist und wie sich dieses im Laufe des Studiums verändert. Da die Dozenten einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Vorstellungen der Studierenden haben, werden darüber hinaus auch Expertenansichten erhoben und mit den Studierendenvorstellungen verglichen.

### **Studiendesign und Auswertungsmethode**

Zunächst erfolgte die Durchführung zweier Vorstudien, welche die Fragebogenkonstruktion für die Hauptstudie unterstützte. Jener Fragebogen enthält geschlossene Fragen zur Person sowie zum Interesse an Theoretischer Physik und Experimentalphysik als auch der Bedeutung beider Fachbereiche für die eigene berufliche Zukunft. Im Mittelpunkt stehen jedoch mehrere offene Fragen, welche eine strukturgebende Funktion für eine aufsatzähnliche Textproduktion zur Frage „Was ist eigentliche Theoretische Physik?“ aufweisen. Relevante Aspekte, die hierbei eine Rolle spielen, sind beispielsweise das Zusammenspiel von Experimental- und Theoretischer Physik, die Ziele oder auch Methoden der Theoretischen Physik sowie die Rolle der Mathematik. Die Hauptstudie umfasst schriftliche Befragungen von sowohl Studierenden des Lehramts (Vollerhebung, N=121) und des Faches (N=36) als auch Experten (N=17).

Die Texte der Befragten wurden mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet (vgl. Kuckartz, 2012). Ein zentraler Bestandteil ist dabei das deduktiv-induktiv entwickelte Kategoriensystem. Für die deduktive Kategorienbildung im Bereich des Wechselspiels von

Experimentalphysik und Theoretischer Physik war beispielsweise die Darstellung von David Hilbert zum Wechselspiel entscheidend (vgl. Hilbert, 1992). Seine Ausführungen zeigten eine gute Passung zu den empirischen Daten. Auf eine ausführliche Darstellung der Ansichten von Hilbert sowie des Kategoriensystems muss an dieser Stelle verzichtet werden (vgl. Heine, 2015). Mit Hilfe des Kategoriensystems konnte festgestellt werden, inwieweit die Studierenden das Wechselspiel linear oder ausgewogen beschrieben haben. Eine lineare Darstellung lag dann vor, wenn entweder das Experiment oder die Theorie als alleiniger Ausgangspunkt des Erkenntnisweges gesehen wurden. Um Regelmäßigkeiten hinter den Daten zu erkennen, wurden die Befragten in einem Diagramm verortet, welches das Fachsemester und die Art der Beschreibung des Wechselspiels als Merkmale umfasst.

### Ergebnisse

Die Studierenden stellten das Wechselspiel entweder linear oder ausgewogen dar. Bei Lehramtsstudierenden trat jedoch auch der Fall auf, bei dem das Wechselspiel *nicht* beschrieben wurde. Dies ist bei einigen eher auf eine Unwissenheit als auf Unlust zurückzuführen, da große Teile des Fragebogens umfassend und bemüht ausgefüllt wurden. Eine lineare Sichtweise eines Studenten des zweiten Semesters äußert sich beispielsweise in folgender Aussage: „Exphy benutzt die Erkenntnisse der TP für sich, ohne dabei so sehr in die Tiefe des Stoffs zu gehen. Im Sinne Prof. X sind die „EP“-ler „Bloody User“ der Physik.“ Hierdurch wird ebenso offensichtlich, dass die Ansichten der Dozenten einen entscheidenden Einfluss auf die Vorstellungen der Studierenden haben können. Im Gegensatz dazu gab es jedoch auch ausgewogene Beschreibungen des Wechselspiels, wie die eines Fachstudenten des zweiten Semesters: „Die TP versucht Ergebnisse der Experimentalphysik mit Theorien belegen zu können, um Modelle für die Realität zu schaffen. Gleichzeitig kann in der TP auch unabhängig von der EP nach Theorien für Modelle gesucht werden. Diese müssen dann im Nachhinein durch Experimente falsifiziert/verifiziert werden.“ Nach einer Verortung der Studierenden in einem Merkmalsraum, welcher durch die Art der Beschreibung und das Fachsemester charakterisiert ist, ergab sich folgendes Bild (s. Abb. 1).

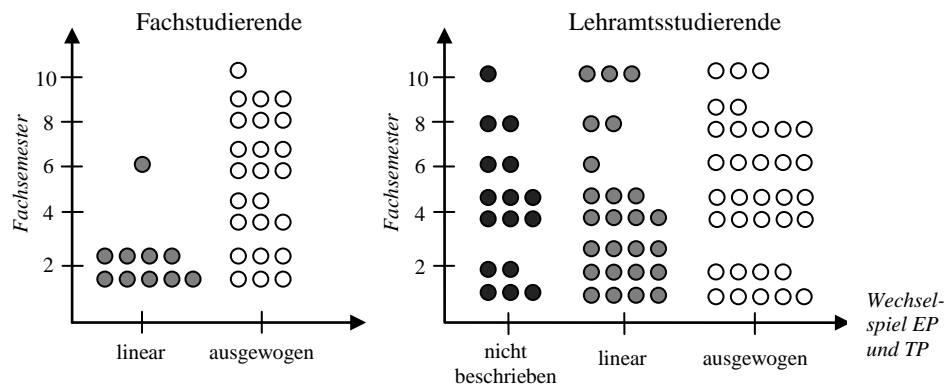


Abb. 1: Vorstellungen von Fach- und Lehramtsstudierenden unterschiedlicher Fachsemester über das Wechselspiel von Experimentalphysik und Theoretischer Physik

Daraus lässt sich zunächst erkennen, dass bei den Fachstudierenden eine ausgewogene Beschreibung des Wechselspiels überwiegt und lineare Darstellungen vor allem zu Beginn des Studiums vorhanden sind und danach nahezu vollkommen verschwinden. Im Gegensatz dazu zeigt sich bei den Lehramtsstudierenden ein etwas anderes Bild. Die linearen Vorstellungen nehmen zwar mit steigendem Semester ab, kommen jedoch in jeder Phase des

Studiums noch vor. Darüber hinaus gibt es unter den Lehramtsstudierenden auch Personen, die trotz eines bemühten Ausfüllens des Fragebogens, nicht in der Lage waren das Wechselspiel zu beschreiben. Teilweise griffen sie eher auf eine Charakterisierung beider Teilbereiche zurück, wobei jedoch der Zusammenhang und die Interdependenz unbeachtet blieben.

### **Diskussion**

Zwischen Lehramts- und Fachstudierenden zeigen sich deutliche und vor allem bedenkliche Unterschiede hinsichtlich der Vorstellungen zum Wechselspiel von Experiment und Theorie. Bei einer Interpretation der Ergebnisse muss allerdings beachtet werden, dass es sich bei den Lehramtsstudierenden um eine Vollerhebung handelt (befragt wurden alle Studierenden des Lehramts Physik). Im Gegensatz dazu ist bei den Fachstudierenden jedoch eine positive Selektion zu vermuten, da die Teilnahme an der Befragung mit einem freiwilligen Zusatztermin verbunden war.

Eine Möglichkeit den vorherrschenden inadäquaten Vorstellungen über das Wechselspiel von Experiment und Theorie zu begegnen, könnte eine Integration von wissenschaftstheoretischen Aspekten in Fachvorlesungen darstellen, um somit nicht nur fachliche Kompetenzen zu fördern, sondern auch das sogenannte Überblickswissen auf- und auszubauen. Dies wäre ein Aspekt, in dem sich eine lehramtsspezifische Fachvorlesung von jener für angehende Physiker unterscheiden könnte. Unter Umständen fehlt den angehenden Lehrkräften ein vertiefter Einblick in die Arbeit eines Physikers, was ebenso in Vorlesungen und Übungen stärker in den Fokus gerückt werden könnte. Eine weitere Gelegenheit, um Erfahrung mit physikalischer Forschung zu ermöglichen, bietet das Schreiben einer Abschlussarbeit im Fach mit expliziter Reflexion über „Nature of Science“ Aspekte, was derzeit an der Universität Hamburg erprobt wird (vgl. Uhden et al., 2015, in diesem Band).

### **Ausblick**

Den hier dargestellten Ergebnissen folgen weitere Auswertungsschritte. Zunächst soll die Gruppe von Studierenden mit linearen Ansichten genauer analysiert und eine mögliche Typisierung vorgenommen werden. Damit wird sich zeigen, ob empiristische Sichtweisen überwiegen oder vielmehr die Theorie als Ausgangs- und Mittelpunkt des Erkenntnisweges gesehen wird. Darüber hinaus erfolgt die Untersuchung auf mögliche Zusammenhänge zwischen den identifizierten Vorstellungen einerseits und Klausurnoten oder der Höhe des Interesses an Experimentalphysik und Theoretischer Physik andererseits.

### **Literatur**

- Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V. (Hrsg.) (2006). Thesen für ein modernes Lehramtsstudium im Fach Physik. Bad Honnef.
- Heine, A., Pospiech, G. (2015). Wissenschaftstheoretische Vorstellungen über die Theoretische Physik. Expertenansichten über das Verhältnis von Experimentalphysik und Theoretischer Physik. In PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung Wuppertal.
- Hilbert, D. (1992). Natur und mathematisches Erkennen: Vorlesungen, gehalten 1919-1920 in Göttingen. Ausarbeitung von Paul Bernays. Hrsg. Von David. E. Rowe. Basel [u.a.]: Birkhäuser.
- Kuckartz, U. (2012). Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Müller, A., Wilkens, M. (unveröffentlicht). Theoretische Physik im Lehrerinnenstudium – Ein Plädoyer.