

**Diagnose experimenteller Kompetenzen
in der laborpraktischen Chemielehrer*innenbildung**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Universität zu Köln

vorgelegt von

Fabian Poensgen

aus Köln

Köln 2022

Diese Arbeit wurde von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln als Dissertation angenommen.

Berichterstatter/in: Prof.' Dr.' Christiane S. Reiners

Prof.' Dr.' Katharina Groß

Tag der mündlichen Prüfung: 24.08.2022

Kurzzusammenfassung

Als elementarer Bestandteil naturwissenschaftlicher Grundbildung bilden experimentelle Kompetenzen den Ausgangspunkt und das Ziel laborpraktischer Lehrveranstaltungen. Dennoch besteht gerade im Hinblick auf die Spezifika des Fachs Chemie und der Chemielehrer*innenbildung ein Forschungsdesiderat. Die vorliegende Studie leistet dahingehend einen Beitrag, indem unter den Leitfragen „Was sollen die Studierenden können?“ und „Wie können wir feststellen, was die Studierenden können?“ ein Kompetenzmodell und ein Prüfverfahren experimenteller Kompetenzen in ihrer gegenseitigen Bedingtheit konzipiert, evaluiert und angewendet werden. In Abgrenzung zu bestehenden Teilprozessansätzen wird dabei ein holistischer Ansatz zur Modellierung und Erhebung experimenteller Kompetenzen verfolgt, bei dem Wissensbestände, Teilfähigkeiten und Fertigkeiten der Studierenden im Kontext eines selbstgestalteten Experimentierprozesses integriert und konzertiert erhoben werden.

Dazu wird zunächst auf breiter Literaturbasis ein Kompetenzmodell entwickelt und mithilfe einer Expert*innenbefragung und Videographien praktischer Prüfverfahren untersucht, inwiefern es sich zur Abbildung experimenteller Kompetenzen eignet. Nach mehreren Rückkopplungsschleifen mit dem Prüfverfahren und umfangreichen Revisionen bildet das Modell anhand von acht Dimensionen mit insgesamt 38 Aspekten auf je vier Niveaustufen einen validen, reliablen und empirisch bewährten Orientierungsrahmen zum Erwerb experimenteller Kompetenzen in Laborpraktika. Auf Basis dieser analytischen Grundlage werden Kodierleitfäden für drei unterschiedliche experimentelle Problemtypen erprobt, formativ evaluiert und weiterentwickelt. Diese erlauben dann die Auswertung der in den Prüfverfahren erhobenen Daten in Form von videographierten Handlungen, Äußerungen, Befragungen, Laborprotokollen und Selbsteinschätzungen unter Berücksichtigung der Gütekriterien qualitativer Forschung. Zur Evaluation und Revision der Instrumente werden insgesamt die Daten aus 33 Prüfverfahren von 26 Studierenden aus vier Kohorten herangezogen.

Anhand von weiteren 26 Prüfverfahren von 12 Teilnehmenden werden die sich als hinreichend bewährt herausgestellten Instrumente anschließend eingesetzt, um anhand typischer Handlungsmuster generelle Stärken und Schwierigkeiten von Chemielehramtsstudierenden beim Experimentieren zu diagnostizieren. Sechs der Teilnehmenden nahmen dabei zu drei Erhebungszeitpunkten und zwei zu jeweils zwei Zeitpunkten teil, sodass im Rahmen einer Langzeitfallstudie auch Entwicklungsverläufe untersucht werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Studierenden in der Lage sind, in geöffneten Prüfverfahren eigenständig Fragestellungen und Hypothesen zu formulieren, geeignete Experimente zu planen, Beobachtungen zu tätigen, angemessen auszuwerten und ihre Ergebnisse adäquat zu beurteilen. Diesbezüglich kann ein deutlicher

Kompetenzzuwachs beim experimentierspezifischen Wissen, prozessbezogene Fähigkeiten und vor allem den Fertigkeiten über den Verlauf des Bachelor-Studiums hinweg festgestellt werden. Es zeigt sich allerdings auch, dass Fragestellungen und Hypothesen oftmals um ein bekanntes Experiment herum konstruiert werden und somit auf rein bestätigende, eindeutige Effekte abzielen. In dieser Hinsicht mangelt es den Studierenden eher an epistemischen Einsichten und auch dem notwendigen Strategiewissen, um den Erkenntnisprozess gezielt und bewusst zu gestalten, Variablen systematisch zu benennen und zu kontrollieren sowie Fehler und Einschränkungen zu reflektieren. Zudem werden Entwicklungspotentiale beim sicheren und verantwortungsvollen Agieren im Zusammenspiel aus sicherheitsbezogenem Wissen und Fertigkeiten, Informationsverarbeitung sowie einem Sicherheitsbewusstsein deutlich. In einem Ausblick werden daher abschließend erste Möglichkeiten der zielgerichteten Förderung experimenteller Kompetenzen auf Grundlage des Kompetenzmodells und Prüfverfahrens skizziert.