

0 Verortung im Gesamtprojekt¹

Die im folgenden vorgestellte Studie ist Teil eines Projekts zur umfassenden Erfassung von Wirkungen von Lehrkräftefortbildungen zum Experimentieren. Die vorliegende Studie fokussiert im Rahmen des Gesamtprojekts den Zielbereich Unterrichtshandeln.

Zentrales Ziel des Gesamtprojekts ‚Entdeckendes Experimentieren‘ – Wirksamkeit einer Lehrerinnen- und Lehrerfortbildung im Format der Schulwerkstatt‘ (Emden & Baur, 2015) ist die Untersuchung der Wirksamkeit zweier Lehrkräftefortbildungsformate in den Zielbereichen Lehrkräftekognition, Beliefs und Unterrichtshandeln im Kontext eines kompetenzorientierten Unterrichts zum effektiven Experimentieren.

Die Zielbereiche leiten sich ab aus einem zugrundeliegenden Wirkungs- und Gestaltungsmodell für effektive Lehrkräftefortbildung (Emden & Baur, 2017, s. a. Kapitel 3.1). Gemäß dem Modell wurde die Fortbildung als langfristige Fortbildung (3 Fortbildungsphasen über 1,5 Schuljahre), mit dezidiertem inhaltlichem Schwerpunkt (geöffnetes Experimentieren) unter Berücksichtigung der bildungspolitischen (Lehrpläne) und lokalen Rahmenseetzungen (z. B. Ausstattung) konzipiert.

Die beiden Fortbildungsformate unterscheiden sich allein in der Tiefe der kollektiven Teilnahme (Emden & Baur, 2015)². In der Experimentalbedingung (sog. kokonstruktives Fortbildungsformat) wird dieser Aspekt im Vergleich zu der Kontrollbedingung (sog. individualisiert-konstruktives Fortbildungsformat) durch die Stellung und Bearbeitung kokonstruktiver Arbeitsaufträge besonders gestärkt. Die einzelnen Fortbildungsphasen sind zwischen den beiden Fortbildungsformaten vergleichbar gestaltet, um auf den Beitrag der kokonstruktiven Elemente Rückschlüsse ziehen zu können.

Im Gesamtprojekt wurden folgende Forschungsfragen untersucht:

1. Welche Wirkungseffekte zeigen die beiden Fortbildungsformate auf die Entwicklung:

- a. des Professionswissens zum effektiven Experimentieren?
- b. der Beliefs betreffend der Vermittlung eines effektiven Experimentierens im naturwissenschaftlichen Unterricht?

¹ Das Kapitel 0 wurde nach der Disputation hinzugefügt, um die Verortung im Gesamtprojekt darzustellen.

² In späteren Arbeiten wird diese Variation bevorzugt unter der Perspektive des ‚aktiven Lernens‘ besprochen, wobei die Argumentationen sich entsprechen. Die vorliegende Darstellung folgt dem originalen Antragstext, auf dessen Basis die berichtete Studie entstanden ist. Entsprechende Inkonsistenzen gegenüber folgenden Darstellungen sind jedoch eher terminologischer, denn substanzieller Natur.

c. des beobachtbaren Unterrichtshandelns zum entdeckenden Experimentieren?

2. Welchen differenziellen Wirkungseffekt haben die realisierten kokonstruktiven Elemente im Format der Schulwerkstatt im Vergleich zu einem individualisiert-konstruktiven Format auf die Zielbereiche?

3. Welche Wirkungseffekte zeigen die beiden Fortbildungsformate auf die Entwicklung der Schülerkognition?

In der hier vorgestellten Teilstudie wird auf Forschungsfrage 1 c) sowie Forschungsfrage 2, mit dem Fokus auf das Unterrichtshandeln, fokussiert. Erste Ergebnisse zu den weiteren Forschungsfragen finden sich bei Emden, Baur & Bewersdorff (2020).

1 Einleitung und Problemstellung

Trotz einer Vielzahl von Bemühungen seit den 1960er-Jahren haben Lernende immer noch oft ein fehlerhaftes Verständnis von *Nature of Science* und den Methoden naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung wie etwa dem Experimentieren (Abd-El-Khalick, 2006a; Lederman, 2006; McComas, Clough & Nouri, 2020).

Wie die Erfassung der Kompetenzbereiche des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) (vgl. Pant et al., 2013) auf Basis der 2004 von der KMK verabschiedeten Bildungsstandards (KMK, 2005a, KMK, 2005b, KMK, 2005c) zeigt, ist dieser Befund, bezüglich naturwissenschaftlicher Kompetenzen besonders im nicht-gymnasialen Bereich, weiter gültig (Emden & Baur, 2017; Köller, 2014).

Diese unbefriedigenden Kompetenzstände gehen vermutlich auf ein limitiertes Verständnis – und damit zwangsläufig ebensolches Unterrichtshandeln – der Lehrkräfte zurück. Naturwissenschaftlicher Unterricht ist noch immer häufig vor allem an der Vorstellung von Effekten und Phänomenen und der reinen Nachahmung naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung und impliziten Vermittlung orientiert (Capps & Crawford, 2012; Tesch & Duit, 2004).

Dieser Befund führt zu den Fragestellungen, welchen im Rahmen der hier vorliegenden Arbeit nachgegangen werden soll:

1. Was sind Aspekte effektiven Unterrichtshandelns von Lehrkräften bezüglich des Experimentierens? Zur Beantwortung dieser Fragestellung werden Unterrichtsprinzipien, welche in einer vorangegangenen Arbeit abgeleitet wurden (Baur, Emden & Bewersdorff, 2019), weiter empirisch fundiert und definitorisch präzisiert.

2. Lässt sich bei Lehrkräften das Unterrichtshandeln zum Experimentieren durch effektive Lehrkräftefortbildungen weiterentwickeln? Dazu wird in der vorliegenden Arbeit der Einfluss einer Lehrkräftefortbildung auf das Unterrichtshandeln untersucht. In assoziierten Teilprojekten werden Änderungen der Wertvorstellungen, des fachdidaktischen Wissens und der Schülerkognition untersucht. Ziel ist es, einen Beitrag zum Schließen des von Capps, Crawford & Constan (2012) identifizierten Desiderats zu leisten: “We recommend that future studies be designed to investigate the connections between the design of inquiry-focused PD, teacher knowledge, changes in teacher beliefs and practice, and student knowledge” (S. 307).

Aus der ersten Fragestellung („Was ist Unterrichtshandeln zum Experimentieren?“) und der zweiten Fragestellung („Ändert sich Unterrichtshandeln durch Fortbildungen?“) leitet sich die dritte zentrale Fragestellung dieser Arbeit ab:

3. Wie lassen sich Änderungen im Unterrichtshandeln zum Experimentieren erfassen? Hierzu werden Ansprüche an geeignete Instrumente beschrieben und existierende Erhebungsinstrumente bezüglich ihrer Eignung gesichtet. Darauf aufbauend werden geeignete Instrumente adaptiert oder neu entwickelt, auf ihre Güte geprüft und in dieser Studie erstmalig zur Anwendung gebracht.

2 Theoretischer Rahmen

Im Theorieteil wird ausgehend von einer Begriffsverortung der in dieser Arbeit (und im Gesamtprojekt) verwendete Experimentierbegriff vorgestellt (Kapitel 2.1). Die hier vorliegende Arbeit ist dabei Teil des DFG-Projekts ‚Entdeckendes Experimentieren. Wirksamkeit einer Lehrerinnen- und Lehrerfortbildung im Format der Schulwerkstatt‘ in welchem die Wirkungen einer Lehrkräftefortbildung umfassend analysiert werden (Emden & Baur, 2015). Die Lehrkräftefortbildung selbst wird in Kapitel 3.1 vorgestellt. Nach der Einführung des Experimentierbegriffs erfolgt anhand der in Baur et al. (2019) abgeleiteten Unterrichtsziele und -prinzipien die Identifikation von Aspekten potenziell effektiven Unterrichtshandelns (Kapitel 2.3).

Zur Bestimmung und Klassifizierung der Wirkungen von Lehrkräftefortbildung auf das Unterrichtshandeln (Transferformen und -wirkungen, Kapitel 2.4.1) folgt eine Zusammenschau von Studien zur Wirkungen von Lehrkräftefortbildungen speziell zum Unterrichtshandeln von Lehrkräften beim Experimentieren (Kapitel 2.4.2). Diese Zusammenschau dient dazu, aufgestellte Forschungsfragen und Hypothesen zu erwarteten Änderungen des Unterrichtshandelns (Kapitel 2.5) theoretisch zu verankern und die Studie zu verorten.

Existierende Rating- und Kodiermanuale werden in Kapitel 2.6 vorgestellt. Dieser Überblick dient später im Methodik-Teil der Arbeit der begründeten Auswahl geeigneter Erhebungsinstrumente.

2.1 Relevanz und Definition Experiment

Ausgehend von einer Darstellung der Relevanz der Vermittlung naturwissenschaftlicher Erkenntnismethoden als Beitrag zu naturwissenschaftlicher Grundbildung findet eine Verortung speziell des Experiments als Unterrichtskonzept statt. Unterrichtskonzepte werden im Folgenden als Gesamtorientierungen didaktisch-methodischen Handelns, in denen ein begründeter Zusammenhang von Ziel-, Inhalts- und Methodenentscheidungen hergestellt wird verstanden (Meyer, 1987, S. 208). Anschließend wird das „Entdeckende Experimentieren“ vorgestellt. Dieses Unterrichtskonzept bildet den zentralen Inhalt der Lehrkräftefortbildung, welche auf ihre Effektivität hin untersucht wurde.

2.1.1 Erlernen naturwissenschaftlicher Erkenntnismethoden als zentraler Beitrag zu naturwissenschaftlicher Grundbildung

Über die Notwendigkeit einer naturwissenschaftlichen Bildung besteht ein gesamtgesellschaftlicher und bildungspolitischer Konsens (Emden, Bewersdorff & Baur, 2019; Labudde & Möller, 2012). Bereits Dewey stellte heraus, dass naturwissenschaftliche

Bildung mehr ist als das Behalten von Fakten, vielmehr beinhaltet naturwissenschaftliche Bildung das Verständnis naturwissenschaftlicher Methoden und Konzepte und die Kompetenz, diese anzuwenden (Dewey, 1910, 1938).

Im Besonderen durch den Aufbau von Kompetenzen zum Verständnis, mit welchen Methoden naturwissenschaftliches Wissen erlangt wird, und zur Kritik von gewonnenen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen sowie deren Implikationen auf den Menschen und die Umwelt sollen die Lernenden befähigt werden, in der Wissensgesellschaft aktiv zu partizipieren.

Durch den Erwerb von Kompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung sollen Schüler lernen, wie naturwissenschaftliches Wissen erlangt wird, und somit wissenschaftliche Perspektiven verstehen und hinterfragen können, um in einer wissenschaftsdominierten Welt mit diesem Wissen kritisch umgehen zu können und Entscheidungen bspw. über ihre Alltagsgestaltung, ihre Gesundheit und über menschliche Eingriffe in die Natur treffen zu können. International wurde diese Kompetenz seit dem Beginn des neuen Jahrtausends unter dem Begriff *Scientific Literacy* zusammengefasst. Bybee (2002) definierte (und differenzierte) den Begriff bezogen auf die Naturwissenschaften in vier Dimensionen:

Nominale Scientific Literacy: Lernende auf dieser Stufe können Begriffe, Ideen und Themen aus den Naturwissenschaften mit diesen Gebieten assoziieren, wobei jedoch ein naives, fehlerhaftes oder unvollständiges Verständnis zugrunde liegt.

Funktionale Scientific Literacy: Lernende verwenden naturwissenschaftliche Begriffe korrekt und angemessen. Sie können Texte mit naturwissenschaftlichem Inhalt schreiben und lesen.³

Konzeptionelle und prozedurale Scientific Literacy: Lernende haben ein umfassendes Verständnis für Prozesse und Konzepte, welche die Grundlage der Naturwissenschaften bilden, sie können Informationen zu konzeptionellen Ideen in Beziehung setzen und können naturwissenschaftliche Fragen und Konzepte identifizieren, welche naturwissenschaftliche Untersuchungen leiten. Sie können in naturwissenschaftlichen Wirkzusammenhängen denken und ihr Verständnis in Erkenntnisprozessen anwenden.

³ Dieser Dimension wurde durch explizite Begriffsbildung jahrelang die zentrale Stellung bei der Vermittlung von *Scientific Literacy* zugesprochen bzw. sie wurde mit *Scientific Literacy* im Allgemeinen verwechselt (Bybee, 2002).

Multidimensionale Scientific Literacy: Lernende entwickeln vielfältige Perspektiven auf Naturwissenschaft und verstehen die Naturwissenschaft in ihren persönlichen, gesellschaftlichen und geschichtlichen Kontexten.

Um alle beschriebenen Facetten der *Scientific Literacy* zu fördern, sollte sich naturwissenschaftlicher Unterricht nach Hodson (2014) an vier grundlegenden Zielen orientieren – *learning science*, *learning about science*, *doing science* und *learning about socio-scientific issues* – und somit sowohl konzeptuelles Wissen (*learning science* und *learning about science*) als auch prozedurales Wissen (*doing science*) und integrativ über die Naturwissenschaften hinaus vernetzendes Wissen (*learning about socio-scientific issues*) vermitteln.

Die (divergierenden) Begründungen für die Vermittlung von *Scientific Literacy* sind sowohl das Heranbilden der Lernenden zu partizipierenden Staatsbürgern (*education for citizenship*) als auch die Ausbildung einer neuen Generation von Forschenden (OECD, 2017). Auch in Deutschland kam es, unter anderem ausgelöst durch die Ergebnisse der TIMSS- (Baumert, Bos & Lehmann, 2000) und im Wesentlichen durch die PISA-Studien (Baumert, 2012) zu einer Neuausrichtung des naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Während in Deutschland prozessbezogene Kompetenzen in den Lehrplänen zuvor nur eine implizite Rolle spielten und der Vermittlung von fachlichen Inhalten nachgeordnet waren (Labudde & Möller, 2012), werden diese Ziele in den Bildungsstandards nun explizit benannt (siehe jeweils S. 6: Konferenz der Kultusminister der Länder, 2005a, Konferenz der Kultusminister der Länder, 2005b, Konferenz der Kultusminister der Länder, 2005c). International hat sich die Zielvorgabe der Vermittlung von *Scientific Literacy* im naturwissenschaftlichen Unterricht inzwischen ebenfalls in den Curricula und Steuerungsdokumenten etabliert (Australian Curriculum, Assessment And Reporting Authority, 2016; Department for Education, 2014; Hazekorn et al., 2015; NRC, 2012, s. a. bei Emden 2011 und Baur et al., 2019).

Das Experimentieren als zentrale Erkenntnismethode der Naturwissenschaften (Darian, 2003; Labudde & Möller, 2012) erweitert somit seine Funktion im naturwissenschaftlichen Unterricht von einem vornehmlichen Vermittler von konzeptuellem Wissen, etwa über Demonstrationsexperimente, um den Aspekt des *expliziten* Lerngegenstands selbst zum Erlernen von prozeduralem (*learning science*) und konzeptuellem Wissen (*learning about science*).

In dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (KMK 2005a, 2005b, 2005c) sind die Lernleistungen noch nicht zufriedenstellend (Pant et al., 2013), weswegen die Frage nach dem effektiven Ausbau von Experimentierkompetenz ein zentrales Anliegen naturwissenschaftsdidaktischer Forschung ist.