

## **1 Einleitung**

Der Erwerb fachmethodischer Fähigkeiten im naturwissenschaftlichen Kontext (z. B. solcher, die mit dem Experimentieren in Verbindung stehen) ist mit dem Lernen in den Naturwissenschaften in der Grundschule (siehe GDSU, 2013), in den weiterführenden Schulen (siehe KMK, 2004) sowie im (naturwissenschaftsbezogenen) Studium (siehe z. B. GDSU, 2019) fest verbunden. Es gibt sehr viele Studien dazu, wie diese Fähigkeiten möglichst optimal gefördert werden können. Viele Forschungsarbeiten widmeten sich dabei der Frage danach, ob fachmethodische Fähigkeiten besser gelernt werden, wenn die Lernenden explizit instruiert werden. Die Forschungsarbeiten sind einerseits vergleichend (z. B. Chen & Klahr, 1999; Klahr & Nigam, 2004; Dean & Kuhn, 2007; Zohar & Peled, 2008; Vorholzer, 2016) und andererseits Metaanalysen (Ross, 1988; Schwichow, Croker, Zimmerman, Höffler, & Härtig, 2016a). Die Forschungsergebnisse sind sowohl hinsichtlich ihrer Auslegung der Begriffe explizit und implizit als auch im Hinblick auf ihre Ergebnisse nicht eindeutig.

Die vorliegende Studie soll einen Beitrag zur Klärung der oben genannten Fragestellung liefern. Die Lernwirksamkeit verschiedener eher expliziter und eher impliziter Instruktionkonzepte für fachmethodische Fähigkeiten wird vergleichend untersucht. Für die Studie wird eine in den bisher vorliegenden Forschungsarbeiten wenig untersuchte Zielgruppe fokussiert: erwachsene Lernende. Es sollen fachmethodische Fähigkeiten im naturwissenschaftlichen Zusammenhang, insbesondere jene, die mit dem Experimentieren in Verbindung stehen, gefördert werden. Dabei werden unterschiedliche fachmethodische Instruktionen eingesetzt, die miteinander verglichen werden. Eine Förderung von fachmethodischen Fähigkeiten geschieht immer in einem (mehr oder weniger komplexen) fachinhaltlichen Kontext. Bisher wurde wenig untersucht, wie sich unterschiedliche fachmethodische Instruktionen auf den Erwerb von fachinhaltlichen Fähigkeiten (des jeweiligen Kontextes) auswirken. Gerade für Zielgruppen, in welchen sowohl fachmethodische als auch fachinhaltliche Lernziele verfolgt werden, ist die Frage nach dem parallelen Erwerb essentiell. Sie ist aufgrund dessen ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

### **1.1 Rahmenbedingungen und übergeordnete Zielsetzung**

Die Studie ist in die Neuentwicklung eines physikalischen Experimentalpraktikums für Studierende des Sachunterrichts an der Universität Duisburg-Essen eingebunden. Diese ergibt sich aus der Umstellung des Studiengangs für das Grundschullehramt. Der neue Studiengang und insbesondere der bei der Umstrukturierung neu entstandene Lernbereich Sachunterricht wurden grundlegend neu strukturiert und auf die Bedürfnisse von Grundschullehrkräften abgestimmt (vgl. Universität Duisburg-Essen, o.J.; GDSU, 2019). Eine Besonderheit des Sachunterrichts besteht in seiner Struktur, die nachfolgend kurz

## 1 Einleitung

beschrieben und worauf aufbauend der Lernbereich Sachunterricht als Studienfach dargestellt wird.

Das Fach Sachunterricht ist ein Kernfach in der Grundschule (Blaseio, 2014, 30). Es ist formal gleichgestellt mit den Kernfächern Mathematik und Deutsch (ebenda) und damit „wesentlich an der Erfüllung des Bildungsauftrages der Grundschule beteiligt“ (GDSU, 2013). Der Sachunterricht versteht sich als vielperspektives Fach (GDSU, 2013). Hier werden fünf Perspektiven vereint, unter welchen sowohl die behandelten Inhalte als auch die Methoden bearbeitet werden:

- „*Sozialwissenschaftliche Perspektive (Politik – Wirtschaft – Soziales)*
- *Naturwissenschaftliche Perspektive (belebte und unbelebte Natur)*
- *Geographische Perspektive (Räume – Naturgrundlagen – Lebenssituationen)*
- *Historische Perspektive (Zeit – Wandel)*
- *Technische Perspektive (Technik und Arbeit)*“ (GDSU, 2013, 13)

Sachunterricht kann einerseits perspektivenbezogen sein, wenn eine Sache inhaltlich und/ oder methodisch aus einer Perspektive betrachtet wird (z. B. Magnetismus als Thema der naturwissenschaftlichen Perspektive). Sachunterricht kann und soll jedoch auch perspektivenübergreifend sein, sodass eine Sache inhaltlich und/ oder methodisch aus mehreren Perspektiven betrachtet wird (z. B. Mobilität als Thema, das aus vielen verschiedenen Perspektiven betrachtet werden kann).

Die Sachunterrichtslehrkräfte müssen dementsprechend grundlegende fachinhaltliche, aber auch fachmethodische Fähigkeiten in allen fünf Perspektiven aufweisen. Darüber hinaus müssen sie Möglichkeiten zur Verknüpfung der Perspektiven kennen und umsetzen können. Dies führt dazu, dass hohe Anforderungen an die Sachunterrichtslehrkräfte in Bezug auf die Breite ihrer fachinhaltlichen, aber auch ihrer fachmethodischen Fähigkeiten gestellt werden. Um auf diese Anforderungen des Faches vorzubereiten, gibt es verschiedene Varianten von Studienstrukturen für Sachunterrichtsstudierende (z. B. integrativ oder fachbezogen). Eine Übersicht über alle für den Sachunterricht qualifizierenden Studiengänge findet sich bei Schmidt (2015, 14 ff.).

An der Universität Duisburg-Essen wird die Ausbildung wie an allen anderen Universitäten in Nordrhein-Westfalen in einem integrativen Studiengang umgesetzt. In diesem Studiengang werden möglichst viele Disziplinen (z. B. Physik), die in Bezug zu den Perspektiven des Sachunterrichts stehen, im Studium eingebunden. In den ersten Semestern sollen die Studierenden vor allem grundlegende fachinhaltliche und fachmethodische Fähigkeiten erwerben (Universität Duisburg-Essen, 2012, 1). Dadurch steht pro Disziplin wenig Zeit zur Verfügung, um die grundlegenden Fachinhalte und Fachmethoden zu vermitteln. Es müssen Veranstaltungsformen gewählt und umgesetzt werden, in welchen fachinhaltliche und fachmethodische Fähigkeiten möglichst effizient vermittelt werden können.

## Theorie

### 2 Begriffsklärung

Um die in dieser Arbeit verwendeten Begrifflichkeiten zu definieren, beginnt der theoretische Hintergrund nachfolgend in Kapitel 2.1 mit einer Begriffsklärung der Begriffe fachinhaltliche und fachmethodische Fähigkeiten. Diese werden in der Literatur nicht immer einheitlich verwendet, sodass dieses Kapitel die Begrifflichkeiten aus der Literatur aufgreift und mit den hier verwendeten Begriffen vergleicht und gegeneinander abgrenzt. Anschließend wird der Fokus in Kapitel 2.2 auf die experimentellen Fähigkeiten als Teil der fachmethodischen Fähigkeiten gelegt. Es werden verschiedene Ansätze der Modellierung experimenteller Fähigkeiten dargestellt und verglichen. Abschließend wird dargestellt, wie diese in Bezug zu den Fähigkeiten stehen, die für die Studie, die dieser Arbeit zugrunde liegt, von Bedeutung sind.

#### 2.1 Fachinhaltliche und fachmethodische Fähigkeiten

In der vorliegenden Studie werden fachinhaltliche und fachmethodische Fähigkeiten von Sachunterrichtsstudierenden untersucht. Der Begriff *Fähigkeiten* wird hier klar vom Begriff *Wissen* abgegrenzt. Die Verwendung beziehungsweise Bedeutung dieser Begriffe im Rahmen der Arbeit werden im folgenden Abschnitt erklärt.

In Anlehnung an Bloom, Engelhardt, Furst, Hill und Krathwohl (1972, 41) kann *Wissen* „als etwas im Gedächtnis Gespeichertes“ verstanden werden. Im Gegensatz dazu beinhalten *Fähigkeiten* die Anwendung dieses Wissens (ebenda, 49).

***Fachinhaltliche Fähigkeiten*** werden als Anwendung von fachinhaltlichem Wissen, wie man es zum Beispiel als komprimierten, sortierten, gesicherten Wissensbestand in physikalischen Standardlehrwerken (z. B. Meschede, 2015; Tipler, 2000) findet, verstanden. Dazu zählt beispielsweise das Wissen über Phänomene, Begriffe, Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge in den verschiedenen Inhaltsbereichen der Physik.

***Fachmethodische Fähigkeiten*** werden als Anwendung von Wissen über fachspezifische Methoden verstanden. Dies beinhaltet ein Wissen über Vorgänge und Prozesse.

In diesem Sinne ist der beschriebene Begriff *fachinhaltlichen Fähigkeiten* sehr ähnlich zu verstehen wie der häufig verwendete Begriff *Fachwissen*. Dieser wird in den nationalen Bildungsstandards als einer von vier Kompetenzbereichen genannt und als Inhaltsdimension bezeichnet (KMK, 2004, 7). Die drei anderen Kompetenzbereiche *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* werden als Handlungsdimension bezeichnet (ebenda, 8) und können ähnlich zu den beschriebenen *fachmethodischen Fähigkeiten* verstanden werden.

## 2 Begriffsklärung

Im Perspektivrahmen Sachunterricht findet man eine ähnliche Trennung zwischen einer fachinhaltlichen und einer fachmethodischen Dimension in einem Kompetenzmodell (GDSU, 2013, 12). Hier werden diese Dimensionen als *Themenbereiche* (fachinhaltlich) und *Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen* (fachmethodisch) bezeichnet (ebenda). Allerdings wird die fachinhaltliche Dimension als eher deklarativ und die fachmethodische Dimension als eher prozedural verstanden (ebenda). Wild und Möller (2009, 4) definieren den Begriff deklarativ als „Wissen, dass“ und prozedural als „Können“. Im Rahmen des oben beschriebenen Begriffsverständnisses von Wissen und Fähigkeiten beinhalten sowohl die fachinhaltlichen Fähigkeiten als auch die fachmethodischen Fähigkeiten sowohl deklarative als auch prozedurale Komponenten.

Da der Begriff der fachmethodischen Fähigkeiten sehr weit gefasst ist, wird dieser nachfolgend auf den Bereich des Experimentierens eingeschränkt, da dieser im Fokus der vorliegenden Arbeit stehen soll. Im folgenden Kapitel wird aus diesem Grund vertieft darauf eingegangen, was unter experimentellen Fähigkeiten verstanden wird. Experimentelle Fähigkeiten sind dabei stets als Teilbereich der fachmethodischen Fähigkeiten zu verstehen.

### 2.2 Experimentelle Fähigkeiten

Aus wissenschaftstheoretischer Sicht gibt es keine universelle Definition, was unter einem Experiment und auch unter experimentellen Fähigkeiten verstanden wird (Gooding, 1997, 122; Höttecke & Rieß, 2015, 136). Experimente werden mit dem Ziel durchgeführt, sich um „Kongruenz experimenteller Praktiken mit theoretischen Annahmen“ (Höttecke & Rieß, 2015, 136) zu bemühen. Dieses Ziel kann jedoch über sehr viele verschiedene Wege erreicht werden.

Die fachdidaktische Sicht auf das Experimentieren als eine Fachmethode im naturwissenschaftlichen Unterricht und den damit verbundenen experimentellen Fähigkeiten ist im Gegensatz zur wissenschaftstheoretischen Sicht eingeschränkter. Im fachdidaktischen Diskurs gibt es verschiedene Ansätze zur Modellierung experimenteller Fähigkeiten. Dabei werden jeweils verschiedene Modellierungsentscheidungen zugrunde gelegt (Gut Metzger, Hild & Tardent, 2014, 2). Gut et al. nennen dabei die äußere und die innere Abgrenzung als grundlegende Entscheidungen, die bei der Modellierung getroffen werden müssen. Zur äußeren Abgrenzung gehört die Entscheidung darüber, was genau zu den experimentellen Fähigkeiten gezählt wird. Dies können experimentelle Fähigkeiten sein, die vor allem bei der Vorbereitung und Planung sowie bei der Auswertung eines Experimentes eine Rolle spielen und einen eher kognitiven Charakter aufweisen. Daneben können allerdings auch Fähigkeiten in einer konkreten experimentellen Handlungssituation also der Durchführung eines Experimentes als Teil experimenteller Fähigkeiten betrachtet werden. Experimentelle Fähigkeiten werden in dieser Arbeit als die Fähigkeiten verstanden, die zum Planen sowie zum Durchführen von Experimenten ebenso wie