

Beeinflusst eine professionsbezogene Lehre der Physik im Studium das schulpraktische Handeln?

Tilmann Steinmetz*, Erich Starauschek*

*PH Ludwigsburg, Reuteallee 46, 71634 Ludwigsburg
tilmann.steinmetz@ph-ludwigsburg.de

Kurzfassung

Der Professionsbezug gilt als wichtiger Aspekt der Physiklehrerbildung. Damit verbunden ist u. a. das Ziel, Studierende auf die Anforderungen der Schulpraxis vorzubereiten. Unsere Studie untersucht, ob und wie sich ein Professionsbezug auf das Handeln angehender Physiklehrkräfte im Physikunterricht in der Schulpraxis auswirkt. Eine vergleichende qualitative Interviewstudie mit Physik-Lehrerstudierenden im Schulpraxissemester umfasst zwei Gruppen: (1) Studierende mit sowie (2) Studierende ohne Professionsbezug in der physikalischen Fachausbildung des Grundstudiums. Bei den Studierenden der ersten Gruppe wurde der Professionsbezug durch das Konzept „kumulatives Lehren und Lernen im Lehramtsstudium Physik“ realisiert. Eine Typenbildung anhand einer qualitativen Inhaltsanalyse lässt erkennen, dass Studierende der ersten Gruppe eher schülerorientiert unterrichten, während Studierende der zweiten Gruppe eher inhaltsorientiert unterrichten. Ein expliziter Professionsbezug im Fachstudium könnte somit zur Sozialisation als Lehrkraft beitragen und fachdidaktische Kompetenzen fördern.

1. Einleitung

1.1. Welche Gründe für ein professionsbezogenes Physik-Lehramtsstudium sprechen

Die fachliche Physik-Lehrerbildung galt lange als kaum professionsbezogen. Exemplarisch dafür steht folgende Einschätzung aus einer Studie zur Ausbildung im Lehramt (LA) Physik der DPG (2014, S. 24): „Wenn sie am Physik-Fachstudium teilnehmen, fehlt den LA-Absolventen vieles LA-typische breitere Wissen, wenn auch zugunsten von mehr Spezialwissen.“ Professionsbezug in der Lehramtsausbildung sollte deshalb u. a. dazu führen, gezielt mehr relevantes Fachwissen für die Profession aufzubauen.

Als Professionswissen wird in den Bildungswissenschaften das für das Handeln im Unterricht notwendige und erwerbbar Wissen bezeichnet (z. B. Baumert & Kunter 2006). Die drei Facetten Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und psychologisch-pädagogisches Wissen gelten dabei in der internationalen Forschung als besonders relevant für den naturwissenschaftlichen Unterricht (z. B. Shulman 1987). Die vorliegende Arbeit fokussiert ausschließlich auf den physikalisch-fachlichen Professionsbezug, d. h. das physikalische Fachwissen wird im physikalischen Fachstudium professionsbezogen gelehrt. Es ist weiter üblich, das Fachwissen in drei Komponenten zu unterscheiden. Zwei dieser Komponenten lassen sich anhand von Curricula unterscheiden (z. B. Woitkowski & Borowski 2017): Das Schulwissen als Fachwissen, das in der Schule gelehrt und gelernt wird, sowie das universitäre Wissen, welches Gegenstand der universitären Fachausbildung ist. Zusätzlich lässt sich mit dem vertieften Schulwissen eine dritte Komponente einführen. Sie ist nicht curricular definiert, sondern anhand verschiedener fachlicher

Kompetenzen, die als spezifisch für das Lehren von Schulwissen gelten. Dazu gehört z. B. der Umgang mit den Grenzen schulrelevanter physikalischer Modelle unter stoffdidaktischen Gesichtspunkten (vgl. z. B. Woehlecke et al. 2017).

Schulwissen und vertieftes Schulwissen gelten als besonders relevant für kompetentes Handeln einer Physiklehrkraft im Schulunterricht (z. B. Kulgemeyer & Riese 2018). Allerdings werden diese Wissenskomponenten in der universitären Lehre oft unzureichend berücksichtigt, weshalb – wie eingangs behauptet – dem fachlichen Physik-Lehramtsstudium ein mangelnder Professionsbezug attestiert werden kann. Dies ist in Merzyn (2004) ausführlich begründet. Der mangelnde Professionsbezug zeigt sich u. a. darin, dass angehende Physiklehrkräfte trotz der universitären Lehre oft schülertypische Alltagsvorstellungen aufweisen (z. B. Abell 2007). Die Ursache liegt der DPG-Studie folgend in Fachvorlesungen, die eher auf den Erwerb von universitärem Wissen abzielen (DPG 2014). Der Erwerb von universitärem Wissen führt dabei ohne gezielte Lerngelegenheiten nicht automatisch zu einem effektiven Aufbau schulrelevanter Wissenskomponenten (für die Mathematik belegen dies Hoth et al. 2019; für die Physik liegt kein expliziter Forschungsstand vor).

1.2. Das Projekt „Kumulatives Lehren und Lernen im Lehramtsstudium Physik“

Inzwischen liegen viele verschiedene Ansätze an Universitäten vor, mit denen der Professionsbezug im Lehramtsstudium erhöht werden soll. Dabei werden oft fachdidaktische, fachliche und erziehungswissenschaftliche Inhalte in den Veranstaltungen vernetzt (z. B. Kreuz et al. 2020) oder die Fachvorlesungen werden inhaltlich stärker an der Lehramtsprofession

ausgerichtet (z. B. Albrecht & Nordmeier 2013, Woehlecke et al. 2017). Letzteres entspricht auch dem Ansatz eines von uns entwickelten Lehr- und Lernmodells: das Modell zum kumulativen Lehren und Lernen im Lehramtsstudium Physik (vgl. John & Starauschek 2020, Steinmetz & Starauschek einge.). Dieses Modell folgt der Forderung nach gezieltem fachlichem Professionsbezug und ergänzt dies durch lerntheoretische Aspekte zum kumulativen Lernen. Im Kern führt dies zu folgender Leitlinie für die universitäre Physiklehre: Schulrelevante Grundkonzepte sollen wiederholt und mit explizitem Schulbezug angewandt werden, während die curricularen Inhalte des Studiums variieren. Beispielsweise wird das mechanische Kraftkonzept auch in der Elektrodynamik in kumulativem Sinne angewandt und elaboriert.¹ Dabei werden insbesondere auch regelmäßig mit schultypischer Physik geübt. Dies können z. B. Aufgaben aus Schulbüchern sein, die gelöst und unter Einbezug der Perspektive eines vertieften Schulwissens besprochen werden.

Das Lehr- und Lernmodell wurde an der PH Ludwigsburg von zwei unabhängigen Dozenten als Intervention mit mechanischen Grundkonzepten umgesetzt und von den Entwicklern des Modells evaluiert (vgl. Abbildung 1 sowie Steinmetz 2021). Ein zentrales Ergebnis der Evaluation ist, dass der Erwerb von Schulwissen und vertieftem Schulwissen mit der Intervention effektiver erfolgte als bei „traditionellen“ Fachveranstaltungen, die i. d. R. universitäres Fachwissen ohne expliziten Professionsbezug lehren.



Abb. 1: Das Forschungsprojekt "Kumulatives Lehren und Lernen im Lehramtsstudium Physik". Dieser Artikel stellt erste Ergebnisse einer Folgestudie vor.

¹ Eine Anwendung des Kraftkonzepts in der Elektrodynamik ist an sich nichts Ungewöhnliches. Allerdings ist dabei die implizite Lehrannahme typisch, die Elaboration des Kraftkonzepts sei mit der Mechanikvorlesung abgeschlossen und könne nun bei der Behandlung von Bewegungen geladener Körper angewandt werden. Diese Annahme ist für die mathematische Anwendung des Kraftkonzepts, z. B. zum Aufstellen einer Bewegungsgleichung, oft gerechtfertigt. Die kumulative Leitlinie fordert aber, das Kraftkonzept auch in der Elektrodynamik qualitativ anzuwenden, um die Elaboration in diesem neuen inhaltlichen Kontext fortzusetzen. Ein Beispiel: Für die Bewegung eines geladenen Teilchens im

2. Forschungsvorhaben und Studiendesign

Das Ziel eines Professionsbezugs im Studium sollte die bessere Vorbereitung auf den späteren Schulunterricht sein. Bislang liegt kein belastbarer empirischer Forschungsstand zu der Frage vor, wie sich ein fachlicher Professionsbezug im Studium in der späteren Schulpraxis angehender Physiklehrkräfte auswirkt. Deshalb soll die hier vorgestellte Studie die Wirkung des Professionsbezugs unter folgender Fragestellung untersuchen:

Worin unterscheiden sich Physik-Lehramtsstudierende mit und ohne professionsbezogene Physiklehrer- und Lehramtsausbildung im Schulpraxissemester bei der Planung und Durchführung ihres Physikunterrichts?

Für diese Forschungsfrage wird eine qualitative, analytische Beobachtungsstudie² durchgeführt. Erkenntnistheoretisch bedeutet dies, die Wirkung einer Intervention retrospektiv zu untersuchen, indem qualitative Beobachtungsdaten einer Fall- und einer Vergleichsgruppe miteinander verglichen werden. Dazu wurde eine Interviewstudie mit zwei Gruppen während des Schulpraxissemesters durchgeführt: Eine Gruppe mit Studierenden, die ein professionsorientiertes Fachstudium besucht haben; dies ist die Interventionsgruppe der Evaluationsstudie zum Modell des kumulativen Lehrens (vgl. Abbildung 1). Für die zweite Gruppe, die als Vergleichsgruppe kein professionsbezogenes Fachstudium besucht haben soll, konnte eine Ad-hoc-Stichprobe mit Studierenden generiert werden, die im Bachelor ein Physik-Fachstudium abgeschlossen haben (B.Sc.) und für den Master in den gymnasialen Lehramtsstudiengang (M.Ed.) gewechselt sind. Für diese Gruppe ist die Annahme sinnvoll, dass sie keine professionsbezogenen Fachveranstaltungen besucht haben. Da es sich um eine Fallstudie handelt, sind mögliche Ergebnisse nur hypothetisch verallgemeinerbar.

3. Methode und Stichprobe

Die qualitative Interviewstudie nutzt problemzentrierte Leitfadenterviews (Witzel 1985). Der Interviewleitfaden besteht aus zwei Frageblöcken mit offenen Fragen: (1) Fragen zu den Unterrichtserfahrungen der Studierenden in ihrer Schulpraxis (z. B.: „Wie sind Sie beim Unterrichten vorgegangen?“, „Was ist Ihnen beim Unterrichten besonders schwergefallen?“). (2) Fragen mit Aufforderungen, das eigene Fachstudium retrospektiv zu bewerten (z. B.:

Magnetfeld können u. a. folgende mechanische Teilkonzepte qualitativ angesprochen werden: Resultierende Kraft, konstante Beschleunigung, Richtungsänderung, Actio/Reactio, Impulserhaltung. Ausführlichere Beispiele finden sich in Rubitzko et al. (2018) sowie John und Starauschek (2020).

² Vergleiche dazu Döring und Bortz (2007, S. 262). Der Begriff der analytischen Beobachtungsstudie ist aus der medizinischen Forschung entlehnt: Einflussfaktoren werden mit zwei Fall-Kontroll-Gruppen auf Basis von qualitativen oder quantitativen Beobachtungsdaten verglichen.

„Wie gut hat ihr Fachstudium Sie auf diese Unterrichtssituation vorbereitet?“, „Was ist Ihnen aus ihrem Fachstudium als besonders gut / schlecht in Erinnerung?“). Die Interviews wurden 3-6 Wochen nach Praktikumsstart online mit der Software Webex mit Video durchgeführt. Die Studierenden haben zu diesem Zeitpunkt bereits mehrere Unterrichtsstunden zur Physik gehalten (i. d. R. 2-5 Unterrichtseinheiten). Die Interviews wurden autographiert und inhaltlich-semantic transkribiert (Dresing & Pehl 2018, S. 21f.).

Die Auswertung des transkribierten Materials erfolgt mit einer inhaltlich-strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring 2010). Folgende zwei deduktiv gesetzte Kategoriensysteme wurden induktiv nach der Methode der Subsumption entwickelt: (1) Herausfordernde Aspekte beim Unterrichten, (2) Retrospektive Bewertung des Studiums. Anhand der Kodierungen kann anschließend eine Typenbildung vorgenommen werden.

Die Stichprobe setzt sich aus zwei Gruppen zusammen. Die erste Gruppe (Interventionsgruppe) umfasst $N = 10$ Studierende der PH Ludwigsburg. Diese Studierenden haben an der Intervention der professionsorientierten, kumulativen Lehre an der PH Ludwigsburg teilgenommen. Zum Zeitpunkt des Schulpraxissemesters befinden sich diese Studierenden im Studiengang M.Ed. mit Fach Physik für Haupt- und Realschulen. In der zweiten Gruppe (Vergleichsgruppe) finden sich $N = 9$ Studierenden, die einen B.Sc. im Fach Physik abgeschlossen haben und zum Zeitpunkt des Schulpraxissemesters einen M.Ed. für gymnasiales Physiklehramt studieren.

4. Ergebnisse

4.1. Herausfordernde Aspekte beim Unterrichten im Schulpraktikum

4.1.1. Ergebnis der Kodierung

Die induktive Kategorienbildung führt zu 36 Subkategorien. Eine Auswahl der Kategorien findet sich in Tabelle 1. Dort ist die Häufigkeit angegeben, wie oft Kodierungen pro Interviewtranskript ohne Mehrfachnennungen auftreten. Die Kategorien ZEITMANAGEMENT und KLASSENFÜHRUNG dienen als Beispiele für Kategorien, die für die Forschungsfrage nicht relevant sind. Die Kategorie FACHLICHE UNSICHERHEIT ist relevant, aber zu allgemein gefasst, um daraus etwas ableiten zu können: Sie umfasst alle Interviewpassagen, in welchen die Studierenden sagen, sich im Unterricht fachlich unsicher gefühlt zu haben. Damit bildet diese Kategorie ein breites Spektrum an möglichen fachlichen Unsicherheiten ab und

³ Für alle gezeigten Ergebnisse ist zu beachten, dass die deskriptiven Daten unter der Voraussetzung einer hohen internen Validität zunächst nur für die untersuchten Fälle gelten und nicht für die jeweiligen Gruppen repräsentativ sein müssen. Große Unterschiede

Ergebnis der Kodierung mit dem Kategoriensystem
HERAUSFORDERNDE ASPEKTE BEIM UNTERRICHTEN

Kategorie (Auswahl)	IG ($N = 10$)	VG ($N = 9$)
Klassenführung	5	2
Zeitmanagement	5	6
Fachliche Unsicherheit	6	6
Umgang mit Schülervorstellungen	5	1
Verwendung einer angemessenen Unterrichtssprache	7	2
Umgang mit fehlenden mathematischen Kompetenzen der SuS	1	4

Tab. 1: Kodierhäufigkeit ohne Mehrfachnennungen. Interventionsgruppe (IG): Studierende der PH Ludwigsburg, Vergleichsgruppe (VG): Studierende mit abgeschlossenem Fachbachelor (B.Sc.).

eine Häufigkeitsanalyse lässt keine Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen.

Ein Trend zeigt sich dagegen bei den unteren drei Kategorien aus Tabelle 1 (rot markiert). Die Studierenden der Interventionsgruppe geben dabei deutlich häufiger an, dass für sie der UMGANG MIT SCHÜLERVORSTELLUNGEN sowie die VERWENDUNG EINER ANGEMESSENEN UNTERRICHTSSPRACHE herausfordernd war.³ Exemplarisch dafür stehen die folgenden beiden typischen Interviewpassagen:⁴

Beispiel für die Kategorie UMGANG MIT SCHÜLERVORSTELLUNGEN: „Gegen Ende kam noch die Fehlvorstellung, dass die Gravitation nur von der Erde ausgeht. [...] Ich bin davon ausgegangen, dass das mit den Versuchen klar sein sollte [...] Ich habe tatsächlich nicht damit gerechnet, dass die Fehlvorstellung aufkommen sollte.“

Beispiel für die Kategorie VERWENDUNG EINER ANGEMESSENEN UNTERRICHTSSPRACHE: „Bei der E-Dynamik ist das ja so, dass man bei jedem Wort, das man sagt, aufpassen muss, dass man die richtigen Begriffe verwendet. Sowas wie ‚Leistung hat‘ oder ‚Leistung fließt‘ oder so. Das ist mir extrem schwergefallen, weil je nachdem wie man’s sagt, verstehen die Schüler das anders.“

4.1.2. Interpretation der Ergebnisse

Für die unterschiedliche Kodierhäufigkeit zwischen den Gruppen bei den in Tabelle 1 rot markierten Kategorien wäre die folgende naheliegende Interpretation zu unkritisch: „Für die Studierenden der Vergleichsgruppe sind der Umgang mit

können jedoch als hypothetisch verallgemeinerbarer Trend interpretiert werden.

⁴ Zum Zweck der besseren Lesbarkeit wurden die Interviewpassagen gekürzt und geglättet. Es wurde darauf geachtet, den grundsätzlichen Wortlaut zu erhalten.

Schülervorstellungen und Unterrichtssprache nicht herausfordernd, weil sie darin kompetenter sind.“ Diese Interpretation ist mit dem Argument zurückzuweisen, dass im Interviewleitfaden nie direkt nach Herausforderungen gefragt wird (z. B. wird nicht gefragt: „Hatten Sie Schwierigkeiten beim Umgang mit Schülervorstellungen?“). Alternativ kann Folgendes angenommen werden: Die Studierenden beschreiben im Interview bestimmte Situationen nicht deshalb als herausfordernd, weil sie wissen, dass sie nach allgemeinem didaktischem Wissen als kritisch gelten, sondern, weil sie sie selbst als herausfordernd erlebt haben. Tatsächlich argumentieren die Studierenden in den Interviews selten theoriegeitet (z. B. treten keine allgemeinen Aussagen der Form „Schülervorstellungen sind didaktisch relevant, deshalb habe ich im Unterricht darauf geachtet“ auf); damit lässt sich die obige Annahme begründen. Vor diesem Hintergrund ist der folgende Erklärungsversuch für die auftretenden Unterschiede angemessener: Die Studierenden der Interventionsgruppe nehmen Schülervorstellungen und Unterrichtssprache aus der Situation heraus als didaktisch kritisch wahr und reflektieren dies im Interview. Die Fähigkeit, diese Situationen als kritisch wahrzunehmen, ist Ausdruck eines impliziten Wissens über das diese Studierenden offenbar verfügen. Da langfristige Effekte der Intervention untersucht werden sollen, stellt sich die Frage, ob der Professionsbezug dazu beigetragen hat, dieses implizite Wissen zu erwerben. Diese Diskussion wird unter Einbezug aller Ergebnisse unten fortgeführt (vgl. Abschnitt 5).

4.2. Retrospektive Bewertung des Studiums

4.2.1. Ergebnis der Kodierung

Die induktive Kategorienentwicklung führt zu 25 Subkategorien. Diese lassen sich wiederum in positive (15) und negative (10) Kategorien unterteilen. Eine Auswahl relevanter Kategorien zeigt Tabelle 2. Große Unterschiede zwischen den Gruppen sind erkennbar. Alle Studierenden der Interventionsgruppe nennen die fachlichen Inhalte ihres Grundstudiums als grundsätzlich schulrelevant, wofür das folgende Beispiel exemplarisch ist:

Beispiel für die Kategorie INHALTE HABEN HOHE RELEVANZ FÜR SCHULUNTERRICHT: „Ich denke, dass ich eigentlich alles, was ich im Studium gemacht habe, größtenteils in der Schule wieder brauchen werde.“

Bei der Vergleichsgruppe ist diese Kategorie nur bei einer Person kodiert. Zudem bewerten es die Studierenden der Interventionsgruppe häufig als positiv, dass in den Vorlesungen Maßnahmen für eine kognitive Aktivierung ergriffen wurden:

Beispiel für die Kategorie MAßNAHMEN ZUR KOGNITIVEN AKTIVIERUNG IN DER VORLESUNG: „Wir

wurden in der Vorlesung immer gefragt mit so Abstimmgeräten⁵ und sollten unsere Meinung abgeben.“

Auch das QUALITATIVE PHYSIKLERNEN in den Fachvorlesungen wird von diesen Studierenden oft positiv bewertet. Dagegen beschreiben die Studierenden der Vergleichsgruppe ihre Fachveranstaltungen inhaltlich häufig als mathematiklastig und zu wenig qualitativ. Folgende gegensätzliche Interviewpassagen sind dafür typisch:

Beispiel für die Kategorie QUALITATIVES PHYSIKLERNEN: „Man benutzt irgendwie eine Formel, also bei den Newtonschen Axiomen, die kenn ich, die kann ich anwenden, das passt schon. Aber was das wirklich bedeutet für ein Beispiel. Also ich habe nach der Mechanik-Vorlesung jetzt das Gefühl, ich kann darüber reden. Davor [die Studentin bezieht sich hier auf ihr Schulwissen, Anm.] konnte ich rechnen, aber jetzt kann ich wirklich sagen was passiert, wenn die Kraft wirkt. Einfach so dieses qualitative Wissen.“

Beispiel für die Kategorie ZU MATHEMATISCH / ZU WENIG QUALITATIV: „Man hatte in der Experimentalphysik viel gerade mit dieser Formelei. Man sucht sich eine Formel, setzt da ein, kriegt einen Zahlenwert raus und fertig.“

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse aus Abschnitt 4.1 werden zudem die beiden Kategorien UMGANG MIT FACHSPRACHE sowie KONFRONTATION MIT EIGENEN ALLTAGSVORSTELLUNGEN besonders

Ergebnis der Kodierung mit dem Kategoriensystem
RETROSPEKTIVE BEWERTUNG DES STUDIUMS

Kategorie (Auswahl)	IG (N = 10)	VG (N = 9)
Inhalte haben hohe Relevanz für Schulunterricht	10	1
Umgang mit Fachsprache	6	0
Maßnahmen zur kognitiven Aktivierung in Vorlesung	7	0
Qualitatives Physiklernen	5	0
Konfrontation mit eigenen Alltagsvorstellungen	5	0
Vertieftes fachliches Lernen durch einen deduktiven Lehrstil	0	5
Tutorien	0	5
Zu mathematisch / zu wenig qualitativ	0	6

Tab. 2: Kodierhäufigkeit ohne Mehrfachnennungen. Interventionsgruppe (IG): Studierende der PH Ludwigsburg, Vergleichsgruppe (VG): Studierende mit abgeschlossenem Fachbachelor (B.Sc.). Grün: positive Bewertungen, rot: negative Bewertungen.

⁵ Die Person bezieht sich damit auf Aufgaben, die in der Vorlesung nach der Peer-Instruktion Methode von Mazur (1997) gestellt wurden.

relevant. Diese beiden Aspekte werden von den Studierenden der Interventionsgruppe häufig (6- bzw. 5-mal) als positiv beschrieben. Folgende Passagen sind typisch für diese beiden Kategorien:

Beispiel für die Kategorie UMGANG MIT FACHSPRACHE: „In den Vorlesungen wars immer so, dass auf die Begrifflichkeiten und die Sprache wirklich sehr viel Wert gelegt wurde.“

Beispiel für die Kategorie KONFRONTATION MIT EIGENEN ALLTAGSVORSTELLUNGEN: „Tatsächlich war es so, dass ich in den Vorlesungsinhalten das Gegenteil gezeigt gekriegt habe, wie ich es mir vorgestellt hatte. Und genauso wie ich, tanzen die Schüler auch mit Alltagsvorstellungen an.“

Die Beachtung sprachlicher Aspekte beim Physiklernen sowie die Konfrontation mit eigenen Alltagsvorstellungen in den Fachvorlesungen sind also didaktische Maßnahmen, die die Studierenden in ihrer Rolle als Lernende in der Fachvorlesung an sich selbst erfahren haben.

Die Studierenden der Vergleichsgruppe heben dagegen Tutorien, die i. d. R. begleitend zu den Fachvorlesungen angeboten werden, häufig als positiv hervor. Zudem beschreiben diese Studierenden einen eher deduktiven Stil der Fachvorlesungen, der einer klaren Fachsystematik folgt, als positiv und lernfördernd, wie die folgenden typischen Beispiele zeigen:

Beispiele für die Kategorie VERTIEFTES FACHLICHES LERNEN DURCH EINEN DEDUKTIVEN LEHRSTIL: „In der theoretischen Physik hat man alles hergeleitet. Da musste man sich reindenken, und ich finde, das hilft jetzt immer noch, dass man sich da mal reingedacht hat.“

„Da wurde halt alles bewiesen, von Grund auf. Dadurch konnte man es wirklich verstehen und nicht nur so Halbwahrheiten.“

4.2.2. Interpretation der Ergebnisse

Ein Vergleich der letzten beiden Interviewpassagen mit den obigen der Interventionsgruppe verdeutlicht, dass die Studierenden beider Gruppen sehr unterschiedliche Fachvorlesungen erlebt haben. Auf der einen Seite wird ein eher qualitativer Stil beschrieben, bei dem ein hoher Wert auf sprachliche Formulierungen gelegt wurde und der eine hohe

Lernendenorientierung aufweist (kognitive Aktivierung, Alltagsvorstellungen). Auf der anderen Seite steht ein deduktiver, an der Sachstruktur orientierter Stil mit vielen mathematischen Herleitungen und Beweisen. Beides könnte für die Studierenden als Vorbild für eigenen Physikunterricht dienen und dazu beitragen, welche didaktischen Ansätze sie (absichtlich oder implizit) wählen. In Abschnitt 5 wird diese Diskussion unter der Fragestellung fortgeführt, inwiefern dieser Vorbildcharakter einen Einfluss auf den eigenen Physikunterricht hat.

4.3. Typenbildung

4.3.1. Verfahren und Ergebnis der Typenbildung

Trotz der numerischen Unterschiede in einigen Kategorien lässt sich die Forschungsfrage, worin sich Studierende mit und ohne Professionsbezug bei ihrem Physikunterricht unterscheiden, nicht eindeutig beantworten; neben der Professionsorientierung beeinflussen auch personenbezogene Variablen den Unterricht der Studierenden. Um diesen Einfluss qualitativ zu untersuchen, ist es sinnvoll, mit einer Typenbildung innerhalb der Gruppen Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu finden. Damit soll ein vorläufiges Spektrum für mögliche Wirkungen von Professionsorientierung erzeugt werden. Die Typenbildung erfolgt induktiv am Interviewmaterial. Jedes transkribierte Interview wird auf bestimmte Merkmale hin induktiv untersucht. Im Prozess konnten zwei Merkmalsdimensionen identifiziert werden, hinsichtlich derer sich verschiedene Muster unter den Studierenden abzeichnen. Die beiden Dimensionen sind der LEHRSTIL sowie DIE NUTZUNG DES FACHWISSENS (konkreter: die Art und Weise, wie das erworbene physikalische Fachwissen bei der Planung und Durchführung von Physikunterricht genutzt wird). Die untersuchten Merkmale sind in Abbildung 2 schematisch dargestellt. Sie setzen sich zu bestimmten Mustern zusammen, die als Grundlage der Typenbildung dienen und im Folgenden beschrieben werden.

Typ A (Interventionsgruppe): Bezogen auf den LEHRSTIL unterrichten diese Studierenden eher schülerorientiert, qualitativ und legen einen hohen Wert auf angemessene Unterrichtssprache. Zwar finden sich nicht bei allen Studierenden der

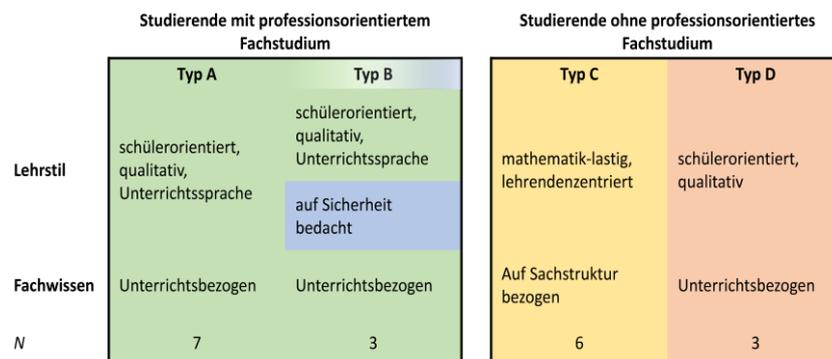


Abb. 2: Ergebnis der Typenbildung als schematische Darstellung. Die Typen sind durch die Muster charakterisiert, die sich induktiv im Interviewmaterial finden. Die Farben sollen ein kontinuierliches Spektrum andeuten.

Interventionsgruppe alle drei Merkmale im Interviewmaterial, jedoch tritt immer mindestens eines der drei Merkmale deutlich hervor. Die Studierenden nutzen dabei ihr Fachwissen unterrichtsbezogen, d. h., wenn sie in den Interviews davon sprechen, Fachwissen angewandt zu haben, beziehen sie sich auf eine Unterrichtssituation. Dieses Merkmal gewinnt in Abgrenzung zum Merkmal auf Sachstruktur bezogene Nutzung des Fachwissens an Klarheit, das für Typ C charakteristisch ist.

Typ B (Interventionsgruppe): Alle Merkmale, die bei Typ A zu finden sind, finden sich auch bei Typ B. Zusätzlich finden sich aber auch Interviewpassagen, in welchen sich Studierende dieses Typs beim Unterrichten sehr auf Sicherheit bedacht zeigen, worauf folgendes Beispiel hinweist:

„Ich fand das im Vorfeld schwieriger, die Fragen so zu formulieren, dass die Antworten, auf die ich raus möchte, möglichst wahrscheinlich sind. Im Unterricht plapper ich eigentlich nur nach, was ich mir überlegt hab.“

Typ C (Vergleichsgruppe): Den LEHRSTIL betreffend unterscheidet sich dieser Typ sehr deutlich von allen anderen. Die Studierenden dieses Typs unterrichten den Interviews zufolge stark mathematiklastig, wodurch ihrem Unterricht auch ein deduktiver und lehrendenzentrierter Charakter zugeschrieben werden kann. Typisch dafür sind die folgenden beiden Interviewpassagen:

„Also nächstes Mal mache ich das wirklich mathematisch korrekt, praktisch mit den Differentialgleichungen. [Anmerkung: Der Unterricht, auf den sich die Person bezieht, behandelt das Thema beschleunigte Bewegung in der Mittelstufe]“

„Für die war irgendwie auch der Unterschied "Was ist eine Beschleunigung und was eine Geschwindigkeit" nicht klar. [Interviewer: Was hast du dann gemacht?] Ich wusste auch nicht so recht. Ich habe versucht, das mit Einheiten zu erklären. Also das eine ist ja Meter pro Sekunde das andere Meter pro Sekunde Quadrat. Ich hätte das dann natürlich über Ableitung machen können, aber da fehlt denen halt die Mathematik dazu. Deshalb ist das schwierig, das dann erklären zu können ohne die Mathematik dahinter. [Interviewer: Und qualitativ?] Ja, das könnte man schon. Aber auch da, um das wirklich sauber zu machen, braucht man's mathematisch. Das geht nicht.“

Auch in der Dimension NUTZUNG DES FACHWISSENS unterscheidet sich dieser Typus von allen anderen. Dabei ist auffällig, dass sich die Studierenden dieses Typus häufig mit der Sachstruktur ihres Fachwissens beschäftigen, wie folgende typische Beispiele zeigen:

„Auch jetzt bei der Lorentzkraft, wo kommt die eigentlich her? Musste ich mir auch nochmal anlesen. Die kommt aus der Relativitätstheorie glaube ich, da kannst du sie dir herleiten.“

„Ich habe tatsächlich kürzlich überlegt, wie die Lagrange-Gleichungen wieder gingen. Wusste ich nicht

mehr so genau. Also das Grundding wusste ich, aber ich wusste nicht mehr, wo sie herkommen. Also dass die aus so einem Extremwertproblem hergeleitet werden. Da dachte ich mir, muss ich mich wieder einlesen. Sowas kommt natürlich nicht in der Schule vor.“

„Was ich noch nie konnte, war mir diese Zusammenhänge mit diesem ϵ_0 und $4\pi\epsilon_0$. Wo muss ich die Konstanten hinschreiben und warum. Irgendwann haben wir im Studium auch im CGS gerechnet und dann sind die halt weg. Es geht eher so darum, ja wie kriege ich das jetzt wieder heruntergebrochen? Also diese 4π sind ja aus dieser Oberflächenintegration von einer Kugel. Dann müsste ich ja Kugelkoordinaten einführen mit den Schülern. Also da müsste ich mich glaube ich schon wieder einlesen. Ja, weil ich es einfach so lange nicht mehr gemacht habe.“

Typ D (Vergleichsgruppe): Studierende dieses Typs weisen ähnliche Merkmale wie Typ A auf, d. h. ihr LEHRSTIL ist schülerorientiert und eher qualitativ. Das Merkmal der Unterrichtssprache findet sich jedoch nicht. Zudem nutzen auch sie ihr Fachwissen auf den Unterricht bezogen; Interviewpassagen in welchen die Sachstruktur wie bei Typ C reflektiert wird, finden sich bei diesem Typ nicht.

Zusammenfassung: Es können vier Typen identifiziert werden. Dabei nimmt Typ C eine Sonderstellung ein. Er unterscheidet sich stark von den anderen, weil Studierende dieses Typs sehr mathematiklastig unterrichten und sich häufig mit der Sachstruktur ihres Fachwissens beschäftigen. Innerhalb der Interventionsgruppe liegt der Hauptunterschied zwischen Typ A und B darin, wie sehr die Studierenden im Unterricht auf Sicherheit bedacht sind.

4.3.2. Interpretation der Typenbildung

Bei der Typenbildung sticht besonders Typ C heraus. Studierende dieses Typs setzen sich häufig mit fachlichen Fragen auseinander, die weit von der Schulphysik entfernt sind. Somit scheinen sie sich in einem anderen, eher fachorientierten Denkmuster (mindset) zu befinden. Dies trifft auch auf den Lehrstil zu, der bei ihnen stark mathematiklastig ist. Somit ergibt sich für Typ C folgendes kohärentes Muster: Diese Studierenden scheinen (implizit) zu erwarten, dass der Wissenserwerb am effektivsten deduktiv entlang der Sachstruktur erfolgt (und nicht induktiv anhand von Beispielen oder Phänomenen). Obiges Beispiel zur beschleunigten Bewegung, die man demzufolge „wirklich sauber“ nur mathematisch erklären könne, verdeutlicht dies. Dieses Denkmuster könnte stark durch die Erfahrungen der Studierenden an der Universität geprägt sein, in welchen sie ihren eigenen Beschreibungen folgend mathematische und lehrendenzentrierte Physikveranstaltungen erlebt haben. Mit dem Typ D gibt es aber auch Studierende in der Vergleichsgruppe, die dieses Denkmuster nicht aufweisen und sich – gewissermaßen trotz eines nicht professionsbezogenen B.Sc.-Studiums – einen schülerorientierten und qualitativen Lehrstil aneignen.

Die Studierenden der Interventionsgruppe (Typen A und B) scheinen insgesamt eine schülerorientierte Lehreinstellung zu haben, die sich auch in dem Versuch, eine qualitative Physik zu lehren und sprachliche Aspekte zu berücksichtigen, wiederfindet. Das auf Sicherheit bedachte Unterrichten bei Typ B deutet auf gewisse Unsicherheiten hin. Diese Unsicherheiten könnten ein Hinweis auf eine geringe professionelle Handlungskompetenz sein; diese sind in einem Schulpraktikum, in welchem Handlungskompetenz erworben werden soll, aber normal und erwartbar. Insgesamt erinnert der Vergleich beider Gruppen an ein Ergebnis von Merzyn (1994, S. 205), wonach Haupt- und Realschul-Lehrkräfte eher pädagogisch und gymnasiale Lehrkräfte eher fachlich orientiert sind.

5. Diskussion der Ergebnisse

Die Forschungsfrage, worin sich Studierende mit und ohne professionsbezogene Fachausbildung unterscheiden, wurde mit dieser Studie auf Basis subjektiver Daten untersucht. Das bedeutet insbesondere, dass keine Aussage über die tatsächliche professionelle Kompetenz der Studierenden getroffen werden kann. Auch der Einfluss auf die Qualität des Physikunterrichts (z. B. welche Gruppe fachlich und didaktisch kompetenter unterrichtet) bleibt offen. Dennoch bietet das subjektive Datenmaterial relevante Anknüpfungspunkte, um mögliche Wirkungsweisen von Professionsbezug zu identifizieren und zu beschreiben. Eine mögliche Schlussfolgerung der Ergebnisse soll die folgende These zusammenfassen: Fachlicher Professionsbezug wirkt auf zwei Ebenen. (1) Er unterstützt den Erwerb von professionsrelevantem Fachwissen. (2) Das Medium, in dem fachlich professionsorientiert gelehrt wird, dient als Vorbild für den eigenen Physikunterricht und unterstützt insofern den Erwerb eines impliziten didaktischen Wissens.

Zu (1): Dies ist das unmittelbare Ziel von Fachveranstaltungen mit Professionsbezug. Für die Intervention, auf die sich die vorliegende Studie bezieht (vgl. Abbildung 1), wurde dieses Ziel erreicht: Einer Evaluation zufolge führt die Intervention „Kumulatives Lehren und Lernen physikalischer Grundkonzepte“ zu einem effektiven Erwerb von professionsrelevantem Fachwissen (vgl. dazu Steinmetz & Starauschek, einger.).

Zu (2): Unter dem Begriff des „pädagogischen Doppeldeckers“ (Geisser 1985, S. 8, zitiert nach Wahl 2005, S. 64) ist bekannt, dass „das Medium gleichzeitig die Botschaft“ sein kann. Dies kann intendiert (gezielt und absichtsvoll) oder unbeabsichtigt (implizit) erfolgen. Auch traditionelle Physikvorlesungen, die keine didaktische Botschaft senden wollen, stellen für Physik-Lehramtsstudierende immer implizit ein

Vorbild dar, wie Physik an der Schule gelehrt werden kann.⁶ Die Interviewstudie deutet darauf hin, dass dies bei den untersuchten Gruppen der Fall ist: Einige Studierende der Vergleichsgruppe, die Fachvorlesungen ohne Professionsbezug besucht haben, tendieren zu einem universitätstypischen mathematischen und lehrendenzentrierten Physikunterricht. Damit ähnelt ihr Physikunterricht den Fachvorlesungen, den diese Studierenden in den Interviews beschreiben (vgl. Tabelle 2). Die Studierenden der Interventionsgruppe beschreiben dagegen hochschuldidaktische Lehrensätze in ihren Fachvorlesungen (kognitive Aktivierung, qualitatives Physiklernen, Berücksichtigung von Alltagsvorstellungen und Fachsprache, vgl. Tabelle 2), die sie wiederum in ihrem eigenen Physikunterricht anwenden. Die Fähigkeit, diese Ansätze zu berücksichtigen, scheint bei diesen Studierenden als implizites Wissen⁷ vorzuliegen, denn dieses Wissen wird von den Studierenden zumindest in den Interviews nicht theoretisch reflektiert oder theoriegeleitet begründet (z. B. treten Formulierungen der folgenden Art nicht in den Interviews auf: „X ist eine typische Schülervorstellung“ oder „Y gilt als eine effektive Conceptual-Change-Strategie“). Stattdessen nehmen die Studierenden der Interventionsgruppe Situationen als herausfordernd wahr, die auch nach fachdidaktischem Erkenntnisstand als kritisch gelten. Weil angewandtes implizites Wissen eher durch Erfahrung als durch Theorielernen erworben wird, lässt sich vermuten, dass dieses Wissen (oder die damit verbundenen Fähigkeiten) überwiegend durch die eigenen Erfahrungen in der Lernenden-Rolle, welche die Studierenden in den Fachveranstaltungen einnehmen, erworben wurde. Zusätzlich hat vermutlich auch das theoretische Wissen aus fachdidaktischen Veranstaltungen einen Einfluss. Dieses Wissen wurde jedoch in einem theoretischen Modus erworben und liegt deshalb möglicherweise noch nicht als Handlungswissen vor. Es sollte die Studierenden aber dabei unterstützen, ihre Wahrnehmungen professionell zu reflektieren.

Lehramtsstudierende nehmen in ihrem Fachstudium also zwei Rollen ein: Sie sind gleichzeitig Lernende der Physik und des Physiklehrens. Diese Doppelrolle ist spezifisch für das Lehramtsstudium (insbesondere gegenüber anderen professionsorientierten Studiengängen wie Medizin oder Jura). Durch die Doppelrolle hat eine Fachvorlesung immer eine Vorbildfunktion. Die vorliegende Studie deutet darauf hin, dass die Doppelrolle einen entscheidenden Einfluss auf die Professionalisierung der Studierenden haben könnte.

⁶ Einen zweiten Orientierungspunkt stellt der Physikunterricht dar, den die Studierenden selbst als Schülerinnen erlebt haben.

⁷ Wir verwenden folgende Arbeitsdefinition (Neuweg 2000, S. 198): „Als implizites Wissen ist [...] ein Wissen zu

definieren, das in der praktischen Kompetenz einer Person zum Ausdruck kommt [...]“. Dazu gehören nach Neuweg neben Handlungs-, Urteils- und Erwartungsdispositionen auch Wahrnehmungsdispositionen.

6. Fazit

Die qualitative Fallstudie liefert Hinweise, dass ein fachlicher Professionsbezug den Erwerb eines impliziten fachdidaktischen Wissens unterstützen könnte. Dies zeigt sich darin, dass Studierende in ihrem eigenen Schulunterricht fachdidaktisch relevante Aspekte, z. B. Alltagsvorstellungen, berücksichtigen, wenn sie dies selbst in ihren Fachvorlesungen aus der Perspektive der Lernenden erlebt haben. Somit haben Fachvorlesungen eine wichtige Vorbildfunktion für den eigenen Schulunterricht.

7. Literatur

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell & N. G. Ledermann (Hrsg.), *Handbook of Research in Science Education*. Taylor & Francis Inc. 1105–1149
- Albrecht, A. & Nordmeier, V. (2013). Interventionsstudie im Lehramtsstudium der Physik – dem Erfolg auf der Spur. *PhyDid A-Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 1(12), 62–72.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- DPG (2014). *Zur fachlichen und fachdidaktischen Ausbildung für das Lehramt Physik*. Bad Honnef.
- Döring, N. & Bortz, J. (2007). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Springer-Verlag.
- Dresing, T. & Pehl, T. (2018). *Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende*. 8. Auflage. Marburg.
- Geissler, K.A. (1985) (Hrsg.). *Lernen in Seminargruppen*. Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudien
- Hoth, J., Jeschke, C., Dreher, A., Lindmeier, A. & Heinze, A. (2019). Ist akademisches Fachwissen hinreichend für den Erwerb eines berufsspezifischen Fachwissens im Lehramtsstudium? Eine Untersuchung der Trickle-down-Annahme. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 1–28.
- John, T. & Starauschek, E. (2020). Ein Modell für kumulatives Lehren im Lehramtsstudium Physik. *PhyDid A - Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 19(1), 23–42.
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (11. Aufl.). Beltz.
- Merzyn (1994). *Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht*. Kiel: IPN 139.
- Merzyn, G. (2004). *Lehrerausbildung – Bilanz und Reformbedarf*. Schneider-Verlag Hohengehren.
- Kulgemeyer, C. & Riese, J. (2018). From professional knowledge to professional performance: The impact of CK and PCK on teaching quality in explaining situations. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(10), 1393–1418.
- Kreutz, J., Leuders, T. & Hellmann, K. A. (2020). *Professionsorientierung in der Lehrerbildung:*

Kompetenzorientiertes Lehren nach dem 4-Component-Instructional-Design-Modell. SpringerVS.

- Neuweg, G. H. (2000). Mehr lernen, als man sagen kann: Konzepte und didaktische Perspektiven impliziten Lernens. *Unterrichtswissenschaft*, 28(3), 197–217.
- Rubitzko, T., Laukenmann, M. & Starauschek, E. (2018). Kumulatives Lehren der Mechanik in der Lehramtsausbildung. In V. Nordmeier & H. Grötzebauch (Hrsg.), *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung Würzburg*, 111–123.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1–23.
- Steinmetz (2021). *Kumulatives Lehren und Lernen im Lehramtsstudium Physik. Theorie und Evaluation eines Lehrkonzepts*. Dissertation, Logos-Verlag.
- Steinmetz, T. & Starauschek, E. (einger.). *Professionsbezogenes Physiklernen im Lehramtsstudium: Entwicklung und Evaluation kumulativer Fachveranstaltungen*
- Wahl, D. (2005). *Lernumgebungen erfolgreich gestalten: Vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln*. Julius Klinkhardt.
- Witzel, A. (1985). Das problemzentrierte Interview. In G. Jüttemann (Hrsg.), *Qualitative Forschung in der Psychologie: Grundfragen, Verfahrensweisen, Anwendungsfelder*. Beltz, 227–255
- Woehlecke, S., Massolt, J., Goral, J., Hassan-Yavu, S., Seider, J., Borowski, A., Fenn, M., Kortenkamp, U. & Glowinski, I. (2017). Das erweiterte Fachwissen für den schulischen Kontext als fachübergreifendes Konstrukt und die Anwendung im universitären Lehramtsstudium. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 35(3), S. 413–426.
- Woitkowski, D., & Borowski, A. (2017). Fachwissen im Lehramtsstudium Physik. In H. Fischler & E. Sumfleth (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik*. Logos, 57-76.

Danksagung

Das diesem Beitrag zugrundeliegende Vorhaben wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1907B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.