

Entwicklung eines Didaktikpraktikums für Physik-Lehramtsstudierende, ein Zwischenstand

Katharina Stütz, Ronny Nawrodt

Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart
k.stuetz@physik.uni-stuttgart.de

Kurzfassung

In ihrem späteren Beruf als Physiklehrkräfte sollen die Studierenden Experimente fachlich und fachdidaktisch reflektiert aufbauen und in einen Unterrichtsverlauf einbetten können. Um dieses Ziel zu erreichen haben wir innerhalb der fachdidaktischen Ausbildung der Lehramtsstudierenden ein neues Konzept für ein Didaktikpraktikum entwickelt und umgesetzt. Genutzt wird dafür das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Die einzelnen Abschnitte und ihre Verknüpfungen der Didaktischen Rekonstruktion und das so entstandene Konzept werden in diesem Artikel vorgestellt und an Beispielen verdeutlicht. Ein erster Testlauf des Didaktikpraktikums ist abgeschlossen und soll in diesem Artikel analysiert werden. Die Ergebnisse einer Studierendenbefragung werden präsentiert.

1. Einleitung

Betrachtet man aktuelle physikalische Forschung so steht das Experiment im Zentrum des wissenschaftlichen Arbeitens. Aus diesem Grund, und weil einem Experiment im Physikunterricht eine große kognitive Bedeutung zugeschrieben wird [1], sind Experimente auch für den Physikunterricht von zentraler Bedeutung. Nach Tesch et al. [2] ist beim Einsatz von Experimenten im Unterricht ein besonderes Augenmerk auf die Vor- und Nachbereitung zu richten. Die Vermittlung des dafür benötigten Wissens sollte also einen zentralen Punkt in der Ausbildung zukünftiger Physiklehrkräfte einnehmen. In den letzten Jahren hat zusätzlich der Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht an Bedeutung gewonnen. So wird von der Kultusministerkonferenz [3] beispielsweise die Verwendung der digitalen Messwerterfassung im Physikunterricht konkret erwähnt. Dieses Teil des Professionswissen einer angehenden Physiklehrkraft [4] rund um Experimente sollen die Studierenden an vielen deutschen Universitäten in einem Didaktikpraktikum, auch Demonstrationspraktikum genannt, erlangen. Darin besteht der Fokus meist auf der Planung, dem Aufbau und der unterrichtsähnlichen Präsentation nach dem Microteaching-Ansatz [5] schultypischer Demonstrationsexperimente. Neben der Ähnlichkeit in der Lernzielformulierung gleichen sich die Konzepte auch in der groben Strukturierung in einen praktischen und einen seminarähnlichen Teil [6,7].

Ziel dieses Beitrages ist es nun nach dem von Theyßen abgewandelten Modell der Didaktischen Rekonstruktion [8,9] für die Hochschullehre ein Konzept für ein Demonstrationspraktikum zugeschnitten auf die Lehramtsstudierenden der Universität Stuttgart in einem ersten Iterationsschritt zu entwickeln.

Die einzelnen Bestandteile und das so entstandene Konzept sollen innerhalb dieses Beitrags vorgestellt werden. Der Ablauf des ersten Testlaufs wird präsentiert und analysiert.

2. Entwicklung eines Konzepts anhand einer didaktischen Rekonstruktion

Bei der Didaktischen Rekonstruktion handelt es sich um ein von Kattmann et al. entwickeltes Modell um Unterrichtsgegenstände zu entwickeln [8]. Dabei werden die inhaltliche Analyse, die Schülerperspektive und die didaktische Strukturierung in einem fachdidaktischen Tripletts miteinander in Beziehung gesetzt. Theyßen nutzte dieses Modell in der Hochschullehre für die Entwicklung eines Konzepts für ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin [9]. Nach ihrem Vorbild möchten wir nun dieses Modell (Abb. 1) nutzen um ein Konzept für ein Didaktikpraktikum zu erarbeiten.

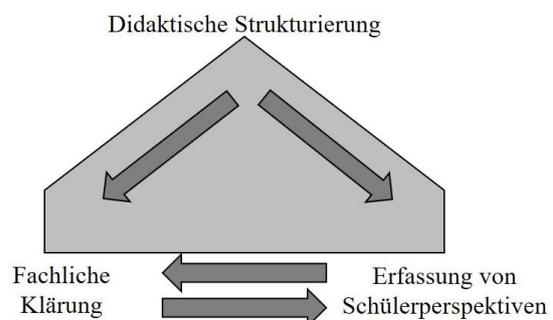


Abb.1: Darstellung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion als fachdidaktisches Tripletts aus Fachlicher Klärung, Erfassung der Schülerperspektiven und Didaktischer Strukturierung [8].

2.1. Die Fachliche Klärung – Lernziele, Inhalte und Methoden

Die Lernziele eines Didaktikpraktikums beruhen auf dem benötigten Wissen und den schulspezifischen experimentellen Kompetenzen, die für den späteren reflektierten Einsatz von Experimenten im Schulunterricht nötig sind. Das Wissen ist Bestandteil des Professionswissens einer Physiklehrkraft. Im deutschsprachigen Raum wird dieses in die Bereiche des Physikalischen Fachwissens, des Erziehungswissenschaftlichen Wissens und des Physikdidaktischen Wissens unterteilt. Nach Webersen et al. [4] lässt sich das hier zentrale Physikdidaktische Wissen in weitere acht Facetten unterteilen (Abb. 2). Für die Entwicklung eines Konzepts für ein Didaktikpraktikum rückt hier die Facette „Experimente und die Vermittlung eines angemessenen Wissenschaftsverständnisses“ in den Fokus. Diese Facette enthält dabei sowohl das Wissen über den Einsatz von Experimenten im Unterricht als auch das Wissen über das angemessene Anordnen, Durchführen und Auswerten von Experimenten im Unterricht. Die schulspezifischen experimentellen Kompetenzen wurden von Jasmin Andersen [10] für die Neukonzeption eines spezifischen Anfängerpraktikums für Lehramtsstudierende als Lernziele zusammengefasst. Darin heben sich die Lernziele für Lehramtsstudierende besonders in der Verwendung schultypischer Messtechnik und Software von den allgemeinen Lernzielen eines Anfängerpraktikums ab. Universitäten, die bereits ein Didaktikpraktikum durchführen, haben ihre Lernziele



Abb.2: Darstellung des Modells zum Professionswissen einer Physiklehrkraft [4].

bereits formuliert. Diese wurden exemplarisch für vier Universitäten analysiert und mit den genannten theoretischen Quellen verglichen. Einen Ausschnitt aus dieser Analyse ist in Tabelle 1 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass sich nach dieser Analyse kein durchgehendes Bild von Lernzielen für ein Didaktikpraktikum abzeichnet. Eine weitere Untersuchung scheint hier also angebracht. Die Physikalischen Themen, die im Praktikum behandelt werden, orientieren sich zunächst an dem in Baden-Württemberg gültigen Bildungsplan aus dem Jahr 2016 [11]. In der späteren didaktischen Strukturierung wird unter den geltenden Rahmenbedingungen eine genauere Fokussierung auf einzelne Themen getroffen. Für die Gestaltung einer wirkungsvollen Lernumgebung wurden verschiedene Forderungen und Methoden zusammengetragen und

Lernziele des Didaktikpraktikums	Professionswissen	Exp. Kompetenz	TU Darmstadt	Uni Mainz	Uni Potsdam	KIT
Die Studierenden ...						
... kennen die geltenden Sicherheitsvorschriften für die Durchführung von Experimenten im Schulunterricht.			X	X		X
... können Experimente für den Schulunterricht durchführen.	X		X	X		X
... können Experimente lernziel- und schülerorientiert präsentieren.				X	X	X
... können Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren adäquat unterstützen.					X	X
... können die physikalischen Hintergründe eines Experiments schülergerecht vermitteln.			X		X	
... beherrschen den kompetenten Umgang mit schultypischen Lehrgeräten und Experimentiermaterialien		X		X		X
... können Experimente für den Schulunterricht strukturieren.			X	X		
... sind in der Lage, Schulversuche unter didaktischen Gesichtspunkten zu planen.	X				X	X
... können Experimente für den Schulunterricht aufbauen.			X	X		
... können Experimente lernziel- und schülerorientiert auswählen.	X			X	X	
... können Experimente in digitaler Form protokollieren.		X	X			X
... kennen verschiedene Verfahren zur Datenanalyse.		X	X			X

Tab.1: Analyse der Lernziele für ein Didaktikpraktikum. Untersucht wurden darin die Lernziele der TU Darmstadt, der Universität Mainz, der Universität Potsdam und des Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Verglichen wurden diese Lernziele mit dem dafür benötigten Professionswissen [4] und den experimentellen Kompetenzen [10].

Bachelorsemester				
1.	Experimentalphysik I + II	Mathematische Methoden der Physik	Bildungs- Wissenschaftliches Begleitstudium	
2.				
3.	Experimentalphysik III + IV	Hauptseminar		Physikalisches Praktikum LA I
4.				Physikalisches Praktikum LA II
5.	Experimentalphysik V	Theoretische Physik I		Fachdidaktik I
6.	Vertiefungsmodul LA I	Theoretische Physik II		Fachdidaktik II
			Bachelorarbeit	
Mastersemester				
1.		Fachdidaktik III A	Praxissemester	Bildungs- Wissenschaftliches Begleitstudium
2.	Vertiefungsmodul LA II	Fachdidaktik III B		
3.	Wahlmodul I	Physikalisches Praktikum LA III		
4.	Wahlmodul II	Physikalisches Praktikum LA IV	Masterarbeit	

Abb.3: Darstellung des Modulplans des gymnasialen Lehramtsstudiums Physik an der Universität Stuttgart.

auf das Praktikum übertragen. Betrachtet man gemachte Lernprozessuntersuchungen und bezieht diese auf ein physikalisches Praktikum, so ergibt sich als erste Forderung die „langsam zunehmende Kompliziertheit der Aufgaben“ [9, S. 70]. Eine zweite Forderung ergibt sich aus der von Hattie [12] verfassten Metastudie zu erfolgreichen Methoden im Unterricht. Darin hebt er die Wichtigkeit von ausreichendem, aufgabenzentriertem, sorgfältigem und klarem Feedback immer wieder deutlich hervor. Nach dem Ansatz des Scaffoldings [13] sollte diese gezielte Unterstützung mit der Zeit abnehmen. Nur so können die Studierenden zunehmend an Selbstständigkeit und Selbstvertrauen gewinnen. Der Ansatz des Cognitive Apprenticeship [14] schlägt zusätzlich eine detaillierte Demonstration jedes einzelnen Schrittes vor. Die Studierenden haben so die Möglichkeit die einzelnen Bestandteile vom Profi zu lernen und nachzumachen bevor sie sie selbstständig durchführen müssen. Als letzte Methode wird für die Konzipierung dieses Seminars der Microteaching-Ansatz [5] verwendet. Darin soll das Unterrichten in einer kleineren, geschützten Umgebung geübt und besprochen werden.

Um die so analysierten Lernziele, Inhalte und Methoden eines Demonstrationspraktikums zu verifizieren wird eine Delphi-Studie zur Ermittlung von Expertenmeinungen durchgeführt. Die Ergebnisse zu einem dazu erstellten offenen Fragebogen werden aktuell mit einer Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [15] ausgewertet. Aus den Ergebnissen soll dann ein geschlossener Fragebogen erstellt werden.

2.2. Ermittlung der Lernerperspektive

Das gymnasiale Lehramtsstudium im Fach Physik ist an der Universität nach dem Bachelor-Master-System strukturiert. Dabei befinden sich die Fachdidaktikmodule, in denen das Didaktikpraktikum abgehalten wird, im sechsten Bachelorsemester und im ersten und zweiten Mastersemester (Abb. 3).

In den physikalischen Fachvorlesungen werden die fachlichen Grundlagen zu den Themen der Mechanik, Elektro- und Thermodynamik, Optik, Atom- und Kernphysik und der Molekül- und Festkörperphysik behandelt. Es wird an dieser Stelle davon ausgegangen, dass diese Inhalte verstanden wurden und eingesetzt werden können. Das Physikalisches Praktikum für Lehramt (Teil 1 und 2) wird an der Universität Stuttgart nach dem Modell von Westphal durchgeführt [16]. Nach dem Positionspapier aller Physik-Fachschaften [17] soll darin eine allgemeine Experimentierkompetenz, korrektes Dokumentieren und der Transfer von theoretischem Wissen in die Praxis erlernt werden. Um das Niveau der erreichten experimentellen Kompetenz nach dem Anfängerpraktikum zu untersuchen soll das ausgearbeitete Bewertungsmodell von Bauer et al. [18] und der daraus entwickelte Beobachtungsbogen verwendet werden. In einer Prä-Post-Untersuchung kann so zusätzlich untersucht werden, in welchem Grad die Studierenden ihre experimentelle Kompetenz während dem Praktikum verbessern können.

Ebenfalls vor dem Didaktikpraktikum nehmen die Studierenden an dem Modul der Fachdidaktik 1 teil. Darin werden die Grundlagen der Fachdidaktik Physik behandelt. Neben den Zielen des Physikunterrichts, den aktuellen Bildungsstandards und den Sozialformen wird auch der Einsatz von Experimenten im Unterricht praxisnah behandelt.

Um zusätzlich die studentischen Ziele für das Didaktikpraktikum zu erfassen wurden die Studierenden (6 im Wintersemester 2020/21 und 9 im Sommersemester 2021) vor dem Besuch des Praktikums dazu befragt. Diese überschneiden sich zum großen Teil mit den Lernzielen aus der fachlichen Klärung (Tab. 2).

2.3. Rahmenbedingungen

Für das Didaktikpraktikum stehen an der Universität Stuttgart die Module der Fachdidaktik II und III zur

Ziele	Stimmen
Das Aufbauen von Experimenten erlernen.	9
Den Umgang mit Experimenten erlernen.	5
Verschiedene Experimente kennenlernen.	4
Lernen, wie man Experimente sinnvoll im Unterricht einsetzt.	3
Das Planen von Experimenten erlernen.	3
Das Präsentieren von Experimenten erlernen.	3
Die Experimentellen Fähigkeiten verbessern.	3
Die „Geräteangst“ verlieren.	2
Das Auswählen von Experimenten für den Unterricht erlernen.	2
Den Umgang mit elektronischen Geräten verbessern.	2
Eine bessere Vorbereitung für den späteren Beruf.	2
Die Experimentellen Fähigkeiten in einen schulischen Kontext bringen.	1
Mit der Physiksammlung vertrauter werden.	1
Das Modifizieren von Experimenten erlernen.	1
Das physikalische Verständnis vertiefen.	1
Die Bedeutung von Experimenten für den Unterricht verstehen.	1

Tab.2: Ergebnisse der Erhebung der studentischen Ziele für das Didaktikpraktikum im Wintersemester 2020/2021 und im Sommersemester 2021. Insgesamt haben 15 Studierende daran teilgenommen.

Verfügung. Mit einer Arbeitszeit von wöchentlich 2 (3 Leistungspunkte) bzw. 6 Stunden (9 Leistungspunkte) ist der zur Verfügung stehende zeitliche Rahmen also stark eingeschränkt.

Betrachtet man die vergangenen vier Semester (SoSe 2019, WiSe 2019/2020, SoSe 2020, WiSe 2020/2021) so melden sich im Durchschnitt 20 Studierende bei dieser Lehrveranstaltung an. Die Studierenden setzen sich dabei hauptsächlich aus den Lehramtsstudierenden des Fachs Physik zusammen. Studierende der Technikpädagogik und des Ergänzungsmasters (Studierende mit einem Bachelor in Mathematik) besuchen diese Veranstaltung ebenfalls. Diese stellen aber nur einen kleinen Teil der Studierendenschaft dar.

Räumlich stehen uns für die Durchführung des Praktikums ein kleiner Seminarraum mit der angrenzenden Sammlung und der große Raum des Schülerlabors zur Verfügung. Diese Sammlung wird seit einigen Jahren stetig erweitert und enthält eine Vielzahl an schultypischen Experimentiermaterialien. Das Material der Sammlung ist allerdings in der Hinsicht begrenzt, dass es viele Geräte nur in einzelner oder doppelter Ausführung gibt. Eine parallele Durchführung eines Experiments von allen Studierenden ist so also ausgeschlossen.

Für die Betreuung des Praktikums stehen, momentan und in der zukünftigen Planung, ein Professor und ein bis zwei Promovierende zur Verfügung. Dabei ist

auch zukünftig die Beschäftigung von wissenschaftlichen Hilfskräften zur zusätzlichen Unterstützung nicht vorgesehen.

2.4. Didaktische Strukturierung

Das Konzept des Didaktikpraktikums wird zuallererst mit dem Konzept des physikalischen Praktikums LA I und II verknüpft [19]. Dies bedeutet, dass beispielsweise die Auswahl der Experimente zu den bereits vorhandenen im physikalischen Praktikum passen muss. Auch das Aufbauen erster Experimente in den Sammlungsräumen des Didaktikpraktikums wird im physikalischen Praktikum bereits geübt.

Um der wachsenden Relevanz der digitalen Medien angemessen zu begegnen sehen wir für die Behandlung des digitalen Physikunterrichts ein gesondertes Seminar vor. Um eine fachliche Steigerung zu erreichen soll zusätzlich eine Unterteilung in die physikalischen Inhalte der Sekundarstufe I und II erfolgen. Um diese Unterteilung umsetzen zu können wird die Dreiteilung wie folgt vorgenommen:

- Das analoge Didaktikpraktikum zu Inhalten der Sekundarstufe I findet im Modul der Fachdidaktik II statt. Somit stehen diesem Praktikum ein Umfang von wöchentlich zwei Stunden zur Verfügung.
- Ein Seminar zum digitalen Physikunterricht findet in Teil A des Moduls der Fachdidaktik III statt. Auch hier steht ein wöchentlicher Umfang von wöchentlich zwei Stunden zur Verfügung. Ein erstes Konzept für dieses Praktikum wurde bereits vorgestellt [20].
- Das abschließende Didaktikpraktikum zu Inhalten der Sekundarstufe III findet dann in Teil B der Fachdidaktik III statt. Dafür stehen vier wöchentliche Stunden zur Verfügung. Ein mögliches Konzept wird dafür aktuell erarbeitet und erprobt.

In erster Instanz ist das Didaktikpraktikum in einen praktischen und einen seminarähnlichen Teil gegliedert. In einem abwechselnden Rhythmus haben die Studierenden so die Möglichkeit zu Experimentieren und die so entstandenen Aufbauten den anderen Mitgliedern ihrer Gruppe zu präsentieren. Zusätzlich trägt diese Strukturierung dazu bei, dass in kurzen Zeitintervallen immer wieder Feedback zu den Experimenten und den Präsentationen gegeben werden kann. Um inhaltlich alle Themen der Sekundarstufe I abdecken zu können werden in jedem bis jedem zweiten Turnus die Experimente eines anderen physikalischen Themas behandelt.

Wie bereits im Abschnitt zu den Rahmenbedingungen erläutert ist die gegebene Sammlung nicht auf eine parallele Bearbeitung eines identischen Versuchsaufbaus ausgelegt. Um das vorhandene Experimentiermaterial und den Platz optimal nutzen zu können werden die 20 Studierenden deshalb in zwei gleich große Gruppen geteilt. Zusätzlich können die Studierenden aus einer großen Auswahl möglicher

Inhalt einer kompletten Versuchsdokumentation	
1. Physikalisches Ziel des Experiments	9. Fehlerabschätzung
2. Fachdidaktisches Ziel bzw. Funktion des Experiments	10. Einschätzung möglicher Gefährdungen
3. Klassifikation des Experiments (qualitativ/quantitativ, Demo-/Schülerexperiment, Unterrichtsphase, Einzelversuch/Versuchsreihe)	11. Nötige Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler
4. Einordnung in den Bildungsplan	12. Mögliche Schülerschwierigkeiten beim Experimentieren
5. Materialliste	13. Schülervorstellungen, die hier relevant sind
6. Fotos des Versuchsaufbaus	14. Beschreibung eines möglichen Unterrichtsverlaufs
7. Knappe Aufbauanleitung mit Tipps und Tricks	15. Physikalische oder Fachdidaktische Fragestellungen, die über das Experiment hinausgehen oder das Verständnis weiter vertiefen.
8. Beispielhafte Auswertung	

Tab.3: Auflistung des Inhalts einer kompletten Versuchsdokumentation. Nur die hervorgehobenen Teile werden bei jeder Dokumentation gefordert. Die anderen Teile werden mit wöchentlicher Abwechslung bearbeitet.

Experimente wählen. So erreichen wir zusätzlich, dass sie eine Vielzahl von Experimenten sehen und kennenlernen.

Zu jedem dieser Experimente erhalten die Studierenden passende Versuchsanleitungen. Um die Komplexität im Laufe des Semesters langsam zu steigern sind diese zunächst kleinschrittig und umfangreich und am Ende nur noch recht kurz. Erreicht werden kann dies auch durch eine zunehmende Abstrahierung der Beschreibung des Experiments. Im ersten Schritt wird das Ziel des Experiments genau beschrieben und ein Foto des fertigen Versuchsaufbaus zur Verfügung gestellt. Im letzten Schritt erhalten die Studierenden lediglich eine Beschreibung eines Unterrichtsverlaufs ohne Experiment. Zusätzlich zu der Beschreibung des Experiments enthält die Versuchsanleitung eine komplette didaktische Beurteilung des Experiments, z.B. die Einbettung in den Bildungsplan, die Zusammenfassung relevanter Schülervorstellungen und Formulierung eines möglichen Unterrichtsverlaufs. Diese physikdidaktischen Punkte rund um ein Experiment werden zunächst, nach dem Ansatz des Cognitive Apprenticeship, ausführlich vorgegeben und dann einzeln, Woche für Woche, von den Studierenden gefordert.

Aus der Forderung nach einer authentischen Arbeitsumgebung ergeben sich für die Strukturierung gleich mehrere Schlussfolgerungen. Zum einen arbeiten die Studierenden alleine statt in Partnerarbeit, wie es sonst in einem Praktikum üblich ist. Zum anderen verzichten wird bei der Dokumentation auf eine ausführliche Auswertung und Fehlerrechnung. Die Dokumentation orientiert sich dabei an dem Aufbau einer klassischen Aufbauanleitung. Wird diese gewissenhaft von den Studierenden erstellt kann sie im späteren Beruf von großem Nutzen sein. In diesen Aufbauanleitungen dokumentieren die Studierenden zusätzlich ihre Ergebnisse zu den wöchentlich wechselnden physikdidaktischen Fragestellungen. Zu dem ein oder anderen Zeitpunkt müssen die Studierenden so alle für ein Experiment relevanten Punkte bearbeiten (Tab. 3). Korrekturgelesen werden diese Aufbauanleitungen zunächst von den Betreuern. Da das Korrigieren von Aufgaben einen großen Teil des späteren Berufes einnimmt wollen wir den Studierenden auch

hier die Möglichkeit geben darin Erfahrungen zu sammeln. Auch das geschieht nur exemplarisch.

Im seminarähnlichen Teil des Praktikums bekommt jeder der Studierenden die Möglichkeit ein Experiment vor der Gruppe zu präsentieren. Dabei wird nach dem Ansatz des Microteachings [?] ein möglicher Unterricht simuliert. Im Anschluss wird dieser mögliche Unterricht in der Gruppe besprochen und unter fachlichen und fachdidaktischen Gesichtspunkten diskutiert.

3. Aktueller Stand und Analyse

Aufgrund der aktuellen Corona-Pandemie und unseren räumlichen Gegebenheiten konnten in diesem Testlauf (WiSe 2020/2021) nur insgesamt 16 Studierende teilnehmen. Beim Experimentieren selbst musste auf eine strenge Hände- und Oberflächenhygiene geachtet werden. Die größte Auswirkung hatte die Corona-Pandemie auf den seminarähnlichen Teil des Praktikums. Dieser musste unter diesen Umständen komplett digital stattfinden. Das Micro-Teaching wurde unter diesen Umständen in der Form des Fernunterrichts abgehalten.

Doch auch unter diesen Umständen war die Rückmeldung der Studierenden durchweg positiv. Einzig der Umfang der Betreuung wurde kritisiert. So wurde uns mehrfach zurück gemeldet, dass die Studierenden am Anfang der Experimentierphase zunächst wenig bis keine Betreuung wünschen. Auch die Steigerung der Komplexität innerhalb der Versuchsanleitungen wurde als zu schwach empfunden.

Um das so entstandene Konzept zu evaluieren wird aktuelle eine Untersuchung zur experimentellen Kompetenz [18] und eine Untersuchung zum Fachdidaktischen Wissen durchgeführt.

4. Literatur

- [1] Hodson, D. (1993): Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. In: Studies in Science Education, Nr. 22, S. 85-142. <http://dx.doi.org/10.1080/03057269308560022> (Stand 05/2021)

- [2] Tesch, Maike; Duit, Reinders (2004): Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 10, S. 51-69.
- [3] Kultusministerkonferenz (2016): Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“ (in der Fassung vom 07.12.2017).
Url: https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf (Stand 05/2021)
- [4] Webersen, Yvonne; Riese, Josef; Reinhold, Peter (2013): Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 22, S. 7-30.
- [5] Allen, Dwight W.; Eve, Arthur W. (1968): Microteaching. In: Theory into practice, Volume 7, Issue: The Analysis of teaching. S. 181-185.
- [6] Boczianowski, Franz; Müller, Marc; Westphal, Nico (2012): Das Demonstrationspraktikum der Humboldt-Universität zu Berlin – eine offene Lehrveranstaltung. In: Didaktik der Physik – Frühjahrstagung – Mainz 2012.
- [7] Kellner, Jan (2009): Aufbau einer Learn-Management-Plattform zur Vorbereitung auf das physikalische Demonstrationspraktikum. Url: https://www.physik.tu-darmstadt.de/media/fachbereich_physik/phys_studium/vorlesungsassistenz/wiss_hausarbeiten/2009_WH_Kellner_Aufbau_Learn-Management-Plattform_Demopraktikum.pdf (Stand 05/2021)
- [8] Kattmann, Ulrich; Duit, Reinders; Gropengießer, Harald; Komrek, Michael (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 3, Heft 3, S. 3-18.
- [9] Theyßen, Heike (2000): Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion. In: Studien zum Physiklernen, Band 9, Berlin: Logos Verlag Berlin GmbH.
- [10] Andersen, Jasmin (2020): Entwicklung und Evaluation eines spezifischen Anfängerpraktikums für Lehramtsstudierende im Fach Physik. Url: https://macau.uni-kiel.de/servlets/MCR-FileNodeServlet/macau_derivate_00002448/Jasmin_Andersen.pdf (Stand 05/2021)
- [11] Baden-Württemberg Ministerium für Kultus, Jugend und Sport (2016): Fachplan Physik. In: Bildungsplan des Gymnasiums, Bildungsplanheft 3/2016, Reihe G, Nr. 24. Stuttgart: Necker-Verlag GmbH. Url: http://www.bildungsplaene-bw.de/Lde/Startseite/BP2016BW_ALLG/BP2016BW_ALLG_GYM_PH (Stand 05/2021)
- [12] Zierer, K (2014): Hattie für gestresste Lehrer. Kernbotschaften und Handlungsempfehlungen aus John Hatties „Visible Learning“ und „Visible Learning for Teachers.“ Hohengehren: Schneider-Verlag.
- [13] Puntambekar, Sadhana; Kolodner, Janet L. (2004): Toward Implementing Distributed Scaffolding: Helping Students Learn Science From Design. In: Journal of Research in Science Teaching, Vol. 42, No. 2, S. 185-217.
- [14] Collins, Allan; Brown, John Seely; Newman, Susan E. (1987): Cognitive Apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing, and mathematics. In: Center for the Study of Reading. Technical Reports, No. 403.
- [15] Mayring, Philipp (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. In: Mey, Günther; Muck, Katja (Hrsg.): Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. Wiesbaden: VS, S. 604.
- [16] Westphal, Wilhelm H. (1974): Physikalisches Praktikum. Eine Sammlung von Übungsaufgaben mit einer Einführung in die Grundlagen des physikalischen Messens. 13. Auflage. Braunschweig: Friedr. Vieweg + Sohn.
- [17] Zusammenkunft aller Physik-Fachschaften (2017): Positionspapier zu Lernzielen für Grund- oder Anfängerpraktika der Physik. Url: https://zapfev.de/resolutionen/sose17/Praktika/PosPapier_Praktika.pdf (Stand 05/2021)
- [18] Bauer, Anna B.; Reinhold, Peter; Sacher, Marc D. (2020): Entwicklung eines Bewertungsmodells zur handlungsorientierten Messung experimenteller Kompetenz (Physik)Studierender. In: PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur Frühjahrstagung, S. 389-396
- [19] Kemmler, Richard; Stütz, Katharina; Kübler, Harald; Nawrodt, Ronny (2020): Konzeptionelle Verbindung des Physikalischen Praktikums mit den Fachdidaktikmodulen von Lehramtsstudierenden. In: PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, S. 419-422
- [20] Stütz, Katharina E.; Nawrodt, Ronny (2020): Konzeption und Aufbau eines Didaktikpraktikums zur Digitalisierung für Lehramtsstudierende. In: PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, S. 429-436.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen der gemeinsamen Qualitätsoffensive Lehrerbildung von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Projekt „Lehrerbildung PLUS“ (Förderkennzeichen 01JA1907A) unterstützt.