

## Artikel erschienen in:

Jolanda Hermanns (Hrsg.)

### PSI-Potsdam

Ergebnisbericht zu den Aktivitäten im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung (2019 – 2023)

(Potsdamer Beiträge zur Lehrkräftebildung und Bildungsforschung ; 3)

2023 – 393 S.

ISBN 978-3-86956-568-2

DOI <https://doi.org/10.25932/publishup-60187>

### Empfohlene Zitation:

Ingrid Glowinski; Marijke Autenrieth: Eigene Forschung im Labor, um naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung kompetent unterrichten zu können? Konzeption und Evaluation eines forschungsorientierten Seminars und Praktikums für Lehramtsstudierende im Fach Biologie, In: Jolanda Hermanns (Hrsg.): PSI-Potsdam. Ergebnisbericht zu den Aktivitäten im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung (2019–2023) (Potsdamer Beiträge zur Lehrkräftebildung und Bildungsforschung 3), Potsdam, Universitätsverlag Potsdam, 2023, S. 273–293.  
DOI <https://doi.org/10.25932/publishup-61792>



Soweit nicht anders gekennzeichnet, ist dieses Werk unter einem Creative-Commons-Lizenzvertrag Namensnennung 4.0 lizenziert. Dies gilt nicht für Zitate und Werke, die aufgrund einer anderen Erlaubnis genutzt werden. Um die Bedingungen der Lizenz einzusehen, folgen Sie bitte dem Hyperlink:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>



# Eigene Forschung im Labor, um naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung kompetent unterrichten zu können?

Konzeption und Evaluation eines forschungsorientierten  
Seminars und Praktikums für Lehramtsstudierende  
im Fach Biologie

Ingrid Glowinski<sup>1</sup> & Marijke Autenrieth<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universität Potsdam,  0000-0003-1031-9616

<sup>2</sup> Universität Potsdam,  0000-0003-3622-1254

**ZUSAMMENFASSUNG:** Im Rahmen des PSI-Projekts wurde eine Lehrveranstaltung konzipiert, die Lehramtsstudierenden einen vertieften Einblick sowohl in den Ablauf von Forschung als auch eine Bearbeitung einer eigenen experimentellen Forschungsaufgabe ermöglichen soll. Anlass waren die Berücksichtigung eines „Wissens über Erkenntnisgewinnung in der Disziplin“ im Modell des „*Erweiterten Fachwissens für den schulischen Kontext*“ (PSI) sowie Erkenntnisse empirischer Studien, die die Relevanz eigener Forschungserfahrung für das Unterrichten naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnungsprozesse zeigen. Hier stellen wir eine neue Lehrveranstaltung (4 SWS) vor, die den angehenden Lehrkräften Forschungserfahrung ermöglicht (Seminar und Praktikum). Die Lehrveranstaltung vermittelt Einblicke in Forschung und die „*Natur der Naturwissenschaften*“, ermöglicht das Durchführen eigener wissenschaftlicher und schulrelevanter Experimente und bietet eine angemessene Reflexion über die verschiedenen Kurselemente. Die Evaluationsergebnisse sind überwiegend positiv, zeigen aber auch, dass für die Studierenden die wahrgenommene Schulrelevanz und die fachdidaktischen Aspekte ein wichtiges Kriterium für die positive Bewertung sind.

**KEYWORDS:** Professionswissen, Erkenntnisgewinnung, Forschungsorientierung, Lehramtsstudium Biologie, „*Natur der Naturwissenschaften*“

**ABSTRACT:** As part of the PSI project, a new course was designed to give pre-service science teachers an in-depth insight into scientific research and to enable them to design their own scientific research experiment. Motivated by the consideration of “knowledge of scientific research processes” in the model of “*extended content knowledge for the school context*” (PSI) as well as by findings of empirical studies showing the relevance of own scientific research experiences for the competencies of pre-service science teachers concerning teaching about “*Nature of Science*” and “*scientific inquiry*” processes. Here we present a new course (4 hours/week) that

provides pre-service science teachers with research experiences and knowledge about scientific research, integrated with aspects of pedagogical content knowledge (seminar and laboratory course). The course provides insights into scientific research and the “*Nature of Science*”, allows pre-service teachers to conduct their own scientific and school-relevant experiments, and provides appropriate reflection on the various course elements. The evaluation results are predominantly positive, but also show that for the pre-service science teachers the perceived school relevance and the aspects of pedagogical content knowledge are an important criterion for the positive evaluation.

**KEYWORDS:** pre-service teacher, professional knowledge, inquiry, nature of science, biology

## 1 THEORIE UND FORSCHUNGSSTAND

### 1.1 Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Mit der Neuausrichtung des naturwissenschaftlichen Unterrichts als Folge der PISA-Ergebnisse im Jahr 2000 gewann der Bereich Erkenntnisgewinnung als einer von vier Kompetenzbereichen im Fach Biologie an Bedeutung. Schülerinnen und Schüler müssen in der Lage sein, (1) wissenschaftliche Erklärungen zu kennen, zu verwenden und zu interpretieren, (2) wissenschaftliche Belege und Erklärungen zu erstellen und zu bewerten, (3) das Wesen und die Entwicklung wissenschaftlichen Wissens zu verstehen und (4) produktiv an wissenschaftlichen Praktiken und Diskursen teilzunehmen (Duschl et al., 2007). Die nationalen Bildungsstandards im Bereich Erkenntnisgewinnung umfassen den Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler in den drei Bereichen 1. manuelle Fertigkeiten („*practical skills*“), 2. ein Verständnis der fachmethodischen Prozesse, z. B. der „*Inquiry*“-Prozess des Experimentierens (Fragestellung entwickeln, Hypothesen generieren, Experimente planen und durchführen sowie auswerten) sowie 3. ein Verständnis der „*Natur der Naturwissenschaften*“ („*Nature of Science*“, NoS) (KMK, 2005 a, b, c). Ein Verständnis der Arbeitsweise von Wissenschaftler\*innen und wie diese zu Erkenntnissen kommen, kann Lernende dabei unterstützen, wissenschaftliche Erkenntnisse, die ihre Lebenswelt betreffen, besser einzuschätzen und ggf. begründete Entscheidungen zu treffen. Empirische Studien weisen darauf hin, dass insbesondere Förderungsbedarf hinsichtlich des Verständnisses der „*Natur der Naturwissenschaften*“ bei Lernenden und Studierenden besteht (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Lederman et al., 2002; Urhahne et al., 2008).

## 1.2 Relevanz für die Lehrkräftebildung

Es kann als Ziel der Lehrkräftebildung abgeleitet werden, dass zukünftige Lehrkräfte selbst über ein adäquates Verständnis naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung sowie über entsprechende fachdidaktische Kompetenzen verfügen müssen. Lehrerinnen und Lehrer haben häufig selbst keine oder nur kurze Erfahrungen mit authentischer wissenschaftlicher Forschung (Windschitl et al., 2007), was zu einem unzureichenden Verständnis von Forschungsprozessen und der „*Natur der Naturwissenschaften*“ (NoS) sowie zu einem Mangel an adäquaten Ansichten über diese führen kann (Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Aker-son & Donnelly, 2008; Carey & Stauss, 1970; Lederman, 1992; Liu & Lederman, 2002; Zion & Sadeh, 2007). Dabei versteht man unter der „*Natur der Naturwissenschaften*“ die Charakteristika der Naturwissenschaften und der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung einschließlich der angewandten Methoden sowie Aspekte wie die Veränderlichkeit des Wissens, die Sicherheit des Wissens und die Kreativität bzw. Subjektivität der Forschenden als Einflussgrößen auf Erkenntnisgewinnungsprozesse. Zahlreiche internationale Studien haben die Relevanz von eigenen Forschungserfahrungen der Lehrkräfte hinsichtlich der Fähigkeit gezeigt, ihren naturwissenschaftlichen Unterricht auf die Förderung des Verständnisses von Forschungsprozessen und ein adäquates Verständnis der „*Natur der Naturwissenschaften*“ bei Schülerinnen und Schülern hin auszurichten (Blanchard & Sampson, 2018; Crawford, 2000, 2007; Guilbert et al., 2016; Herrington et al., 2016; Lederman, 1999; Pop et al., 2010; Sadler et al., 2010; Windschitl, 2003). Es wird deutlich, dass Lehrkräfte mit eigener Forschungserfahrung im Unterricht offenere Experimente („*Inquiry*“-Ansätze, einschließlich Fragestellungen entwickeln, Hypothesen generieren etc.) eher umsetzen (Windschitl, 2003). Das bedeutet, dass entsprechende Defizite in der Ausbildungsphase der Lehrkräfte eine mangelnde Berücksichtigung von „*Inquiry*“-Prozessen und der „*Natur der Naturwissenschaften*“ im Unterricht direkt bedingen (Seung et al., 2009). Dennoch sind offene, forschungsbasierte Lernumgebungen kaum Teil des Studienplans für angehende Lehrkräfte der Naturwissenschaften (s. Abschnitt 2). Selbst wenn dies umgesetzt wird, gibt es in den meisten Fällen keine Gelegenheit zur aktiven Reflexion der Forschungserfahrung, von der angenommen wird, dass sie das Wissen über diese Konstrukte und damit letztlich auch die Vermittlung dieser Konstrukte verbessert (Schwartz et al., 2004). Hartmann et al. (2015) stellen in ihren Untersuchungen an deutschen Universitäten zum Wissen von Studierenden über Prozesse wissenschaftlicher Fragestellungen fest, dass Mono-Fachstudierende besser abschneiden als Lehramtsstudierende und dass Lehramtsstudierende mit zwei naturwissenschaftlichen Fächern besser abschneiden als Lehramtsstudierende mit einem naturwissenschaftlichen Fach. Außerdem führen fachdidaktische Seminare im Masterstudium Lehramt, in denen die As-

pekte naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung explizit thematisiert werden, zu verbesserten Kompetenzen in diesem Bereich (Hartmann et al., 2015). In mehreren Studien hat sich zudem eine explizite Thematisierung der „*Natur der Naturwissenschaften*“ und der Prozesse naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung als wirkungsvoll erwiesen, um angemessene Überzeugungen zu den genannten Konstrukten zu fördern (u. a. Gimbel & Ziepprecht, 2018; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Krell et al., 2015; Roetger & Wodzinski, 2018).

### **1.3 Internationale Ansätze zur Verbesserung einer Lehrkräftebildung und zur Förderung der Kompetenzentwicklung im Bereich naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung**

An US-amerikanischen Universitäten existieren RET-Programme (*Research Experiences for Teachers*), welche Lehrkräften, die bereits aktiv im Beruf stehen, Forschungserfahrungen ermöglichen und dabei verschiedene Möglichkeiten zur Teilnahme bieten. Es werden Forschungsaufenthalte angeboten, die sich hinsichtlich des zeitlichen Umfangs (wenige Wochen bis zu 12 Wochen) sowie hinsichtlich der Qualität der Einbindung in die Forschergruppen unterscheiden.

Evaluationen dieser RET-Programme untersuchen den Einfluss der Mitarbeit in Forschungsgruppen hinsichtlich der Überzeugungen und der Motivation der Lehrkräfte mit Blick auf die Thematisierung der Prozesse naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Unterricht. Enderle et al. (2014) haben in ihrer Studie zwei verschiedene RET-Ansätze umgesetzt und deren Wirkungen untersucht. Das „*Science Research Program*“ fokussierte auf die Teilnahme der Lehrkräfte in authentischen, laufenden *real-world*-Forschungsarbeiten für sechs Wochen. Kontrastierend wurde ein „*Science-Pedagogy Program*“ konzipiert. Ebenfalls für einen Zeitraum von sechs Wochen nahmen die Lehrkräfte hier an verschiedenen „*scaffolded science inquiries*“ teil. Die Lehrkräfte führten ebenfalls eigene Forschungsprojekte durch, wurden dabei aber mehr unterstützt. Außerdem wurde das Programm ergänzt durch Reflexionsphasen und Diskussionen zur Umsetzung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung im Unterricht. Ziel des Programms war hier „to help teachers implement more inquiry-based teaching into their teaching practice“ (Enderle et al., 2014). Ergebnisse der empirischen Begleituntersuchungen zeigen, dass beide Programmvarianten hinsichtlich der Veränderungen von Überzeugungen und Motivation im Bereich wissenschaftlicher Forschung positive Effekte zeigen. Das „*Science Pedagogy Program*“ war mit Blick auf die Veränderung der Überzeugungen und vor allem hinsichtlich des Einflusses auf den Unterricht der beteiligten Lehrkräfte erfolgreicher (Enderle et al., 2014).

## 2 RELEVANZ FÜR DEN STUDIENGANG BIOLOGIE-LEHRAMT AN DER UNIVERSITÄT POTSDAM

Zunächst kann davon ausgegangen werden, dass sich das Lehramtsstudium im Fach Biologie nicht deutlich von den Biologie-Lehramtsstudiengängen anderer Universitäten in Deutschland unterscheidet. Alle Lehramtsstudiengänge sehen vor, dass sich die Leistungspunkte (LP) auf die drei Säulen (Fachwissenschaft und Fachdidaktik für zwei Fächer) sowie die Bildungswissenschaften verteilen und damit die LP gegenüber den Mono-Fachstudierenden im Fach Biologie deutlich reduziert sind. Insofern kann davon ausgegangen werden, dass sich die zentralen Erkenntnisse nationaler Studien zur Kompetenz der Studierenden im Bereich Erkenntnisgewinnung auf die Studierenden an der Universität Potsdam übertragen lassen. So berichten Borchert et al. (2020), dass „weder fachtheoretische noch fachpraktische Lehrveranstaltungen im Lehramtsstudium [...] die explizite Vermittlung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen vor[sehen]“ (Borchert et al., 2020, S. 808). Insgesamt nehmen die Studierenden implizite Lerngelegenheiten kaum wahr (Patzwaldt & Tiemann, 2014) und zeigen überwiegend ein mangelhaftes Experimentierverständnis (Hilfert-Rüppell et al., 2013; vgl. Roetger & Wodzinski, 2018).

Die Lehramtsstudierenden an der Uni Potsdam erwerben in beiden Fächern jeweils 69 LP im Bachelorstudium und 30 LP im Masterstudium (davon jeweils 9 LP Fachdidaktik). Zwischen einem Erst- und Zweitfach mit unterschiedlicher Zahl an LP (89 für das Erstfach im Bachelor) wird seit 2013 nicht mehr unterschieden. Insgesamt belegen die Lehramtsstudierenden lt. der aktuellen Studienordnung für das Lehramt Biologie (Sek I und II) zehn verschiedene Lehrveranstaltungen (Laborpraktika, Bestimmungsübungen, Botanische und Zoologische Geländeübungen), die Methoden naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung (Experimentieren, Vergleichen und Ordnen, Beobachten) berücksichtigen (inklusive dem hier vorgestellten Seminar). Laborpraktika sind in der Studienordnung lediglich in Form eines Chemiepraktikums (1 Woche), zweier fachdidaktischer Praktika (Schulversuche I und II, jeweils 2 SWS) sowie zweier Wahlpflichtangebote vertreten („Prinzipien und Methoden der Biochemie und Molekularbiologie“ sowie als Alternative die hier in diesem Artikel beschriebene Neukonzeption im Rahmen von PSI Potsdam: „Forschungsorientierte Übung und fachdidaktische Anwendungsaspekte für den Unterricht“). Beide Wahlpflichtangebote sind nur für Studierende für die Sek II vorgesehen.

Bei einem Vergleich der Studienordnungen der Lehramtsstudierenden mit denen der Mono-Fachstudierenden wird deutlich, dass die Vorlesungen zwar überwiegend gemeinsam besucht werden, es den Lehramtsstudierenden aber deutlich an praktischen bzw. insbesondere laborpraktischen Studienanteilen fehlt. Das setzt sich auch im Masterstudium fort. Fortgeschrittenen-Laborpraktika oder

auch Schwerpunktpraktika (Dauer: sechs Wochen in einer fachwissenschaftlichen Arbeitsgruppe) in den verschiedenen fachwissenschaftlichen Arbeitsgruppen sind für Lehramtsstudierende nicht vorgesehen. Es kann angenommen werden, dass die Lehramtsstudierenden sich in den wenigen Lerngelegenheiten auf den Erwerb der „*practical skills*“ beschränken müssen.

Die fachwissenschaftlichen Praktika für Lehramtsstudierende sind überwiegend nach dem herkömmlichen Muster angelegt, das heißt, sie bilden keinen forschungsorientierten Zugang zu Versuchen und Experimenten ab, sondern sind eher auf bestätigende Versuche hin konzipiert. Fragestellungen sind eher vorgegeben, eine Notwendigkeit, Hypothesen zu formulieren besteht nicht. Produkte dieser Lehrveranstaltungen sind Protokolle der durchgeführten Versuche. „*Practical skills*“ werden gefördert, das hypothesengeleitete Experiment („*Inquiry*“-Ansatz) wird jedoch nur in wenigen Aspekten umgesetzt (Durchführung und Auswertung von Versuchen und Experimenten). Reflexionen zur „*Natur der Naturwissenschaften*“ und zum Wissenschaftsverständnis finden in der Regel nicht statt.

### **3 KONZEPTIONELLE ÜBERLEGUNGEN UND ENTWICKLUNG EINER FORSCHUNGSORIENTIERTEN ÜBUNG FÜR LEHRAMTSSTUDIERENDE IM BEREICH NATURWISSENSCHAFTLICHER ERKENNTNISGEWINNUNG**

#### **3.1 Zielsetzungen**

Im Modell für das „*Erweiterte Fachwissen für den schulischen Kontext*“ (Woehlecke et al., 2017), das in der ersten Phase des PSI-Projekts im Schwerpunkt Professionalisierung als Modell für das Professionswissen von (angehenden) Lehrkräften entwickelt wurde, wird in einer der drei Facetten das „Wissen über Erkenntnisprozesse unter Einbezug von Theorie, Fachsprache, Erkenntnis- und Gültigkeitsprinzipien im Fach“ neben dem „Wissen über Konzepte“ sowie dem „Wissen über fachliche Reduktion“ berücksichtigt. Damit wird auch in diesem Modell die Relevanz eines Verständnisses und eines Wissens über naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung für das Professionswissen (angehender) Lehrkräfte deutlich.

Abgeleitet aus diesem Modell zum Professionswissen für Lehrkräfte sowie aus den dargelegten empirischen Erkenntnissen internationaler und nationaler Studien, soll die im Rahmen des PSI-Projekts neu konzipierte Lehrveranstaltung folgenden Zielen dienen:



1. eine vertiefende und über die bestehenden Lehrveranstaltungen hinausgehende experimentelle Forschungserfahrung für Lehramtsstudierende bieten,
2. ein höheres Interesse der Lehramtsstudierenden am Ablauf naturwissenschaftlicher Forschung bewirken,
3. ein verbessertes Verständnis bei Lehramtsstudierenden hinsichtlich des Ablaufs von Forschung bewirken,
4. einen Kompetenzzuwachs bei Lehramtsstudierenden hinsichtlich der Umsetzung aller Facetten des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung im Unterricht bewirken.

### **3.2 „Pädagogischer Doppeldecker“ als methodische Umsetzung der Verzahnung von Fachdidaktik und Fachwissenschaft (Einblicke in Forschung mit Planung und Durchführung eines eigenen Experiments)**

Resultierend aus den Studien, die die eigene Forschungserfahrung der Lehrkräfte als Grundlage für die Umsetzung eines an den Bildungsstandards orientierten Unterrichts im Bereich Erkenntnisgewinnung sehen, erscheint der „pädagogische Doppeldecker“ (Geissler, 1985 in Wahl, 2012) als geeigneter methodischer Ansatz für die Verzahnung fachdidaktischer und fachwissenschaftlicher Anteile der Lehrveranstaltung. Damit ist gemeint, dass die Studierenden mit denjenigen Methoden unterrichtet werden, die sie später als Lehrkräfte einsetzen sollen. Ganz konkret bedeutet das, dass die anzustrebenden kompetenzorientierten Lernumgebungen für die Lernenden in der Schule im Bereich Erkenntnisgewinnung (z. B. das Planen offener hypothesengeleiteter Experimente statt der Abarbeitung vorgegebener rezeptartiger [„cook-book“] Versuche) im Rahmen der Lehrveranstaltung von den Studierenden ebenso, jedoch auf einem angepassten, höheren Niveau, durchlaufen wird. In der Rolle der zukünftigen Lehrkraft, die im Seminar regelmäßig auch eingenommen wird, kann diskutiert werden, welche Aspekte des didaktisch-methodischen Arrangements im Bereich des hypothesengeleiteten Experimentierens („*Inquiry*“-Ansatz) in das eigene Lehren übernommen werden könnten.

### **3.3 Rahmenbedingungen und formative Evaluation der Pilotveranstaltungen**

Auch wenn Erkenntnisse internationaler Studien leitend waren für die Konzeption der forschungsorientierten Lehrveranstaltung, waren insbesondere beim zeitlichen Umfang der „Forschungsorientierten Übung“ Kompromisse einzuge-

hen. Mehrwöchige Praktika, wie sie zahlreiche RET-Programme anbieten (s. Abschnitt 1), sind im Rahmen der Studienordnung und der Studienorganisation nicht möglich.

Die Lehrveranstaltung wurde im Jahr 2019 folgendermaßen konzipiert:

Zwei unabhängige Lehrveranstaltungen mit jeweils 3 LP (Seminar und Praktikum) können im Rahmen von Wahlpflichtangeboten mit Berufsfeldbezug in das Fachdidaktik-Modul im Masterstudium oder alternativ in fachwissenschaftlichen Modulen mit Berufsfeldbezug, ebenfalls im Masterstudium, als Leistung eingebracht werden.

Aus der formativen Evaluation der Pilotveranstaltungen konnten wir einige Punkte für die Weiterentwicklung und Anpassung der folgenden Semester mitnehmen, so zum Beispiel den Wunsch der Studierenden nach einem klaren Berufsfeldbezug, und einer klar erkennbaren Schulrelevanz der Experimente, auch wenn sie über das schulische Niveau hinausgehen. Obwohl die Verzahnung insgesamt als gelungen empfunden wurde, gab es die Rückmeldung, dass die fachdidaktischen Aspekte (im Bereich Erkenntnisgewinnung) weiter ausgebaut werden sollten. Dem gegenüber wurden einige Punkte als durchaus positiv bewertet und somit in den nachfolgenden Semestern beibehalten, bzw. weiter ausgebaut. So gaben die Studierenden u. a. das Feedback, dass die Kursgestaltung sie in die Lage versetze, in Zukunft Naturwissenschaften an Erkenntnisgewinnungsprozessen orientiert zu unterrichten. Nach Aussage der Studierenden stärkt die Lehrveranstaltung auch ihr Vertrauen in die eigene experimentelle Arbeit und lässt sie die Herausforderungen und Erfolge experimenteller Arbeit jenseits von Kochbuchexperimenten erleben (Zitate „(...) *ich habe vorher nicht gedacht, dass es wirklich die Möglichkeit dazu gibt. Aber durch Seminar und Praktikum habe ich gesehen: Doch das kann man machen. (...)*“ T5; „*Auf jeden Fall hat sich das verstärkt, dass man denkt: ‚Okay, man kann auch aktuelle Forschung, oder generell Forschung besser einbauen.‘ (...)*“ T3).

Hinsichtlich ihrer eigenen Fähigkeit, diese Kompetenzen auch entsprechend in ihrem zukünftigen Unterricht zu berücksichtigen, gaben die Studierenden an, dass ihr Selbstbewusstsein gestärkt worden sei. Sie sahen sich in der Lage, den Kompetenzbereich umzusetzen und selbst relevante Aspekte zu identifizieren (Zitat „(...) *So von Kompetenzen her, ich denke, ich fühle mich selbstsicherer in diesem ‚inquiry‘ circle und kann dadurch es den Schülern auch besser vermitteln*“).

Mit dem Inkrafttreten der neuen Studienordnung zum Wintersemester 2022/23 wurde das neu konzipierte Lehrangebot als Wahlpflichtveranstaltung (Modul 2.03) und Alternative zu einem rein fachwissenschaftlichen Laborpraktikum („Methoden der Biochemie“ plus Vorlesung) in diese übernommen. Damit verbunden war eine geringere Zahl an SWS (zwei für das Seminar und zwei für die Übung [Praktikum]). Gemeinsam mit zwei fachwissenschaftlichen Vor-

lesungen wurde die Lehrveranstaltung in einem 9 LP-Modul (Modul 2.03) verortet und mit Prüfungsnebenleistung ‚Portfolio‘ versehen.

Aus dieser Reduktion der SWS (von zusammen sechs auf vier SWS für Seminar und Übung/Praktikum) resultiert ein geringer anzusetzender Workload für die Studierenden. Eine Überarbeitung der Konzeption wurde notwendig und führte zu einigen Abstrichen bzw. Kompromissen. Dabei wurden die Ergebnisse der vorangegangenen Evaluationen berücksichtigt, insbesondere mit Blick auf den von den Studierenden gewünschten Berufsfeldbezug, sowie die als positiv bewerteten fachdidaktischen Anteile der Lehrveranstaltung:

- ◆ Der fachdidaktische Input wurde gestrafft.
- ◆ Die Aufgabenbearbeitungen im Seminar wurden teilweise zu selbstständig zu bearbeitenden Portfolioaufgaben.
- ◆ Informationen und Diskussionen zum allgemeinen Ablauf von Wissenschaft wurden auf zentrale Aspekte fokussiert (Wann gelten Forschungsergebnisse als anerkannt? Bedeutung der *Scientific community*, Bedeutung des *Peer Review*, immer mit unmittelbarem Bezug zu Aspekten der „*Natur der Naturwissenschaften*“).
- ◆ Die sehr forschungsorientierte Herangehensweise, z. B. die geforderte selbstständige Recherche fachwissenschaftlicher Publikationen zur Entwicklung einer Forschungsfrage und zur Planung des Experiments wurde verändert durch die Bereitstellung einschlägiger Publikationen und die freiwillige Option, selbstständig weiter zu recherchieren.
- ◆ Die Thematisierung der Forschungsorientierung (Wissen über den Ablauf von Forschung) wurde zugunsten der Planung des eigenen Experiments unter Berücksichtigung nun verkürzter zur Verfügung stehender Zeiträume im Labor reduziert (35 Laborstunden).

Vorgestellt wird hier die Neufassung der Konzeption, wie sie in der aktuellen Studienordnung (Biologie Lehramt für die Sek II, 2022) umgesetzt wird (Studienordnung Potsdam, 2022) (siehe Tab. 1).

**Seminar:** Die ersten Veranstaltungen des Seminars sind fachdidaktisch geprägt. Über das Wissenschaftsverständnis sowie das Bild von Wissenschaftler\*innen gelangen die Studierenden zur Frage der Relevanz eines Verständnisses naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnungsprozesse im Unterricht. Ausgehend von der Zielsetzung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung („*Scientific Literacy*“) werden Standards für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung und Aufgaben zur Überprüfung dieser Standards thematisiert. Das hypothesengeleitete Experiment wird dem „*cook-book*“-Versuch gegenübergestellt und Chancen sowie Herausforderungen beider Herangehensweisen diskutiert. Beim Thema

**Tabelle 1** Konzeption und Ablaufplan zur Lehrveranstaltung „Forschungsorientierte Übung/Praktikum und fachdidaktische Anwendungsaspekte für den Unterricht“ für Lehramtsstudierende (Studienordnung 2022)

Termin	Inhalt	Verzahnung	Kompetenzen/Zielsetzung	Reflexionsfragen Studierende
<b>Seminareinheit</b>				
1	Orga, Vorstellen, Relevanz dieses Moduls, Bild von Wissenschaft	FaDi	Relevanz des Wissenschaftsbilds für den Unterricht, subjektive Reflexion	Wie entstand mein Bild von Wissenschaft/Wissenschaftler:innen? Was wäre relevant für den Unterricht?
2	Naturwissenschaftliche Grundbildung, Standards, Experimente	FaDi	Ziele des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung, Methoden und Entwicklung von Aufgaben	Welche Art von Experimenten habe ich in meinem Biologie-Unterricht erlebt?
3	„cook-book“-Versuch vs. hypothesengeleitetes Experiment („Inquiry“-Ansatz)	FaDi	Kompetenz, beide Formen zu konzipieren und zielorientiert einzusetzen	Wie nehme ich „cook-book“-Versuche in meinem Studium wahr?
4	„Natur der Naturwissenschaftler“ (NoS)	FaDi, VE, FaWi	Aspekte der Natur der Naturwissenschaft kennen und im Unterricht thematisieren, Entwicklung von Aufgaben, Relevanz der Aspekte in der Fachwissenschaft	Welches Verständnis habe ich von der „Natur der Naturwissenschaftler“? Wie ist es entstanden? Was ist relevant für den Unterricht?
5	Authentizität im naturwissenschaftlichen Unterricht, Authentizität in der Wissenschaft <i>Citizen science</i>	FaDi, VE, FaWi	Wie definiert sich ein authentischer naturw. Unterricht? Kann und soll authentische Wissenschaft im Unterricht abgebildet werden? Wie können Fehlvorstellungen der SuS vermieden werden?	Welches Verständnis habe ich vom Ablauf wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnungsprozesse? Relevanz der Lernorte Schule/Universität? Relevanz des Wissenschaftsverständnisses für den Unterricht?
6	Forschungspräsentation/Austausch mit Wissenschaftler:innen, Ablauf von Forschung	VF	Austausch mit aktiven Wissenschaftler:innen, authentischer Einblick in Forschung	Wie und warum sollte ich vergleichbare Einblicke in den Ablauf von Wissenschaft im Unterricht thematisieren?
7	Wie entwickelt sich Wissen weiter? Wie gelangen wiss. Erkenntnisse zu anerkannten Erkenntnissen in der <i>scientific community</i> ?	FaDi, VF	Gütekriterien der Wissenschaft erkennen, Möglichkeiten der Umsetzung im Unterricht („Natur der Naturwissenschaftler“)	Welche Erkenntnisse sind wichtig für mich als Lehrkraft? Relevanz für den Unterricht?

Abkürzungen: FaDi = Fachdidaktik, VE = Verständnis von Forschung, FaWi = Fachwissenschaft (auch: Experiment planen und umsetzen)

Termin	Inhalt	Verzahnung	Kompetenzen/Zielsetzung	Reflexionsfragen Studierende
8	Fachwiss. Grundlagen Methode PCR	FaWi	Einblick in wissenschaftliche Forschung, mit wissenschaftlicher Literatur umgehen, offene Experimente planen, Grundlagen der PCR	Verständnis von PCR, Bedeutung einzelner Schritte, Chemikalien? Darstellung Schulbücher, Unterschiede?
9	Vom Paper zum geplanten Experiment	VE FaWi	Wie lese ich ein Paper, um ein Experiment zu planen? Welche Informationen benötige ich für die Durchführung eines Experiments? Wie gelange ich an diese?	Eigene Herausforderungen im Forschungsprozess
10	Planung Experiment, erweiterte Fragestellungen bearbeiten, Hypothesen bilden	FaDi, FaWi	Wie wird in der Wissenschaft ein Experiment geplant? Wie kann ich diesen Aspekt im Unterricht umsetzen? Inwiefern wird in der Wissenschaft immer mit Hypothesen gearbeitet? Gibt es eine einheitliche methodische Herangehensweise? Warum sollten SuS Hypothesen formulieren?	Eigene Herausforderung/fachdidaktische Aspekte „Welche Herausforderungen können für SuS angenommen werden?“
11	Planung Experiment/Primerdesign	VE FaWi	Arbeit mit Datenbanken, Planung Experiment, methodisches Hintergrundwissen und Verständnis über die PCR hinaus	Relevanz von Themen, die über die Schule hinausgehen, für angehende Lehrkräfte
12	Planung Experiment/Alignment	VE, FaWi	Arbeit mit Datenbanken, Planung Experiment, methodisches Hintergrundwissen und Verständnis über die PCR hinaus	Relevanz von Themen, die über die Schule hinausgehen, für angehende Lehrkräfte
13	Stellschrauben und Methoden bei Problemen im Versuch	VE FaWi	Im offenen Experiment bei Problemen adäquat reagieren	Sind Fehler/„Scheitern“ immer schlecht? Wie gehe ich mit Frust um und wie baue ich Frustrationstoleranz auf?
14	Präsentation zu den geplanten Experimenten	VE, FaWi	Forschungsergebnisse Präsentieren	Wie unterscheidet sich das Präsentieren eigener Forschungsergebnisse vom Unterrichten?

Abkürzungen: FaDi = Fachdidaktik, VE = Verständnis von Forschung, FaWi = Fachwissenschaft (auch: Experiment planen und umsetzen)

Termin	Inhalt	Verzahnung	Kompetenzen/Zielsetzung	Reflexionsfragen Studierende
<b>Praktikumseinheit</b>				
Tag 1	Kochbuchexperiment	FaWi/ FaDi	Zurechtfinden im Labor; Grundlagen der Laborarbeit von DNA-Extraktion, PCR, Gelelektrophorese	Was sind die Vor- vs. Nachteile eines „cook-book“-Experiments?
Tag 2	Durchführung des offenen Experiments	VF FaWi	Überprüfung der eigenen Hypothese und des eigenen Versuchsplans	Warum sollten SuS offen experimentieren? Was ist der Mehrgewinn eines offenen Experiments gegenüber dem Kochbuchexperiment?
Tag 3	Auswertung des offenen Experiments, Evaluation möglicher Stellschrauben	VF, FaWi	Bedeutung von Stellschrauben, Kreativität und Frustrationstoleranz in der Forschung	Wie hilft kreatives Denken bei der Forschung? Warum muss ein Experiment auch flexibel sein? Was sind flexible und was konstante Parameter und warum?
Tag 4	Durchführung des offenen Experiments mit angepassten Parametern	VF FaWi	Flexibilität beim Experimentieren, Verständnis der Bedeutung der einzelnen Parameter, methodische Variationen	
Tag 5	Gemeinsame Auswertung, Evaluation weiterer Stellschrauben und Protokollieren	VF, FaWi/ FaDi	Ergebnisse darstellen und verstehen, Reduktion auf das Wesentliche, Bedeutung der Zwischenschritte, wissenschaftliche Dokumentation der eigenen Arbeit	Warum und wie wird ein Experiment dokumentiert?

Abkürzungen: FaDi = Fachdidaktik, VF = Verständnis von Forschung, FaWi = Fachwissenschaft (auch: Experiment planen und umsetzen)

„*Natur der Naturwissenschaften*“, bei dem es um Aspekte wie die Vorläufigkeit naturwissenschaftlichen Wissens geht, bieten sich dann zahlreiche Gelegenheiten, dieses Thema fachdidaktisch auszuleuchten sowie im Abgleich mit den Bedingungen realer Forschungspraxis zu verzahnen. Konkrete Umsetzungsmöglichkeiten im Unterricht werden thematisiert. Zwei Seminartermine widmen sich den Themen „Authentizität“ und „*Citizen Science*“ als eine Möglichkeit für Schulklassen, an „echter“ Forschung teilzunehmen. Ab dem achten Seminartermin werden die Grundlagen zur Planung des eigenen Experiments gelegt.

**Praktikum:** Für das Praktikum wurde ein „*cook-book*“-Versuch zum Einstieg gewählt. Dieser ermöglicht den Studierenden, im Labor anzukommen und manuelle Fertigkeiten zu üben. Ab dem zweiten Tag wird dann offen experimentiert, und zwar das Experiment, welches die Studierenden zuvor im Seminar selbst geplant und erarbeitet haben. Auch wenn alles wie geplant verläuft und ein erwartetes Ergebnis erzielt wird, werden an den verschiedenen methodischen Schritten mögliche Stellschrauben besprochen. So kann sichergestellt werden, dass die Studierenden eine gute Methodenkenntnis haben und den Prozess des Forschens adäquat kennenlernen. Das Ganze wird durch Diskussionen zu den fachdidaktischen Aspekten und Herausforderungen offener Experimente im Schulunterricht begleitet.

**Themenfeld:** Die Experimente der fachwissenschaftlichen Forschung in Seminar und Praktikum beinhalten schulrelevante Methoden und Fragestellungen und haben dabei vielseitige, lebensweltbezogene Anwendungskontexte. Die Fragestellungen sind angelehnt an Fragestellungen, wie sie z. T. auch in Schülerlaboren von Lernenden der Sekundarstufe II bearbeitet werden. Typische Fragestellungen sind u. a. „Welche Fischarten sind im Fischstäbchen verarbeitet?“ oder „Wie untersuchen Forensiker unbekannte Proben, um tierische oder pflanzliche DNA nachzuweisen?“. Außerdem können genetische Dispositionen, z. B. die Typisierung des eigenen circadianen Rhythmus, die individuelle genetisch disponierte Fähigkeit zum Bitterschmecken uvm. untersucht werden. Methodisch werden die Fragen mittels PCR und Gelelektrophorese beantwortet. Während die Schülerlaborprogramme eine ausgearbeitete „*cook-book*“-Anleitung vorsehen und die Schüler\*innen diese Anleitung lediglich abarbeiten, müssen die Studierenden benötigte Reagenzien selbst konzipieren (Primer) und den Ablauf der Methoden selbst planen. Zur Auswertung wird, über die Schulrelevanz hinaus, eine Analyse der Sequenzdaten, sprich Alignment und Datenbanknutzung (NCBI) durchgeführt.

**Portfolio:** Das Portfolio umfasst neun Aufgaben, die sich auf fachdidaktische Aspekte beziehen (z. B. Umwandlung eines „cook-book“-Versuchs in ein hypothesengeleitetes Experiment, Erstellung einer Aufgabe, die zentrale Aspekte der „Natur der Naturwissenschaften“ thematisiert). Weitere Aufgaben beziehen sich auf Planung und Durchführung des eigenen Experiments der Studierenden (z. B. Planungsschritte, Dokumentation der Datenbanknutzung, Praktikumsprotokoll). Zentrales Anliegen bei der Planung der Aufgabenstellungen ist die Nutzbarkeit für den späteren Unterricht.

#### 4 AUSGEWÄHLTE ERGEBNISSE DER EVALUATION UND FAZIT

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse der Evaluation der Lehrveranstaltung aus dem WiSe 2022/23 berichtet. Dies war das erste Semester, bei dem mit Inkrafttreten der neuen Studienordnung die Lehrveranstaltung als eine von zwei Alternativen im Modul 2.03 zu wählen ist (siehe Abschnitt 2).

In einem offenen Frageformat wurden die Studierenden ( $N = 23$ ) nach ihrer Motivation zur Teilnahme an der Lehrveranstaltung befragt. Neun Studierende bevorzugen diese Veranstaltung gegenüber der fachwissenschaftlichen Alternative, mehrfach mit dem erwarteten Schulbezug als Begründung. Insgesamt wurde in 16 Antworten der erwartete Schulbezug thematisiert. Zwei Antworten thematisieren den Forschungsbezug im Zusammenhang mit Umsetzungsmöglichkeiten des Themas im Unterricht. Nur ein Studierender möchte explizit seine Methodenkenntnisse im Fach erweitern.

In der Pre-Erhebung wurden zu zentralen Aspekten die generellen Erwartungen der Studierenden an die Lehrveranstaltung abgefragt, welche dann in der Post-Erhebung hinsichtlich der tatsächlichen Wahrnehmung in der Veranstaltung nochmals erfragt wurden (siehe Tab. 2). Es fällt auf, dass auch hinsichtlich der Erwartungen an die Lehrveranstaltung alle Aspekte, die einen Schulbezug beinhalten bzw. im Zusammenhang mit der Planung und Durchführung von Biologieunterricht stehen, die höchsten Zustimmungswerte der Studierenden erreichen. Am niedrigsten sind die Erwartungen hinsichtlich des Einblicks in das Berufsbild von Wissenschaftler\*innen, dem Arbeitsalltag von Wissenschaftler\*innen sowie der eigenen Fähigkeiten, naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung zu erlernen. Es zeigt sich weiter, dass für einige Aspekte die abschließende Wahrnehmung die Eingangserwartung übertrifft (z. B. Bild von Wissenschaftler:innen und wissenschaftlicher Forschung sowie Wissen über die „Natur der Naturwissenschaften“). Insbesondere bei fachdidaktischen Aspekten zur konkreten Umsetzung thematisierter Aspekte im Unterricht zeigen sich aber auch umgekehrte Effekte. Hier konnte die Lehrveranstaltung nicht alle Erwar-



**Tabelle 2** Erwartungen und Erfahrungen der Studierenden hinsichtlich verschiedener Aspekte der Lehrveranstaltung

Item	Pre-Erhebung Beginn der LV	Post-Erhebung Abschluss der LV
	Ich erwarte von diesem Kurs, ein Verständnis darüber zu erlangen, ...	Ich habe in diesem Kurs ein Verständnis darüber erlangt, ...
	<i>M (SD)</i> <i>N = 23</i>	<i>M (SD)</i> <i>N = 20</i>
... was ein/e Wissenschaftler/-in beruflich macht.	2.22 (.73)	3.15 (.74)
... wie ich ein wissenschaftliches Forschungsprojekt entwickeln kann.	3.13 (.75)	3.30 (.47)
... wie ich wissenschaftliche Forschung Schülern näherbringen kann.	3.61 (.58)	3.15 (.58)
... welche Relevanz die Thematisierung von Wissenschaft und Forschung in der Schule hat.	3.43 (.72)	2.75 (.71)
... was „Nature of Science“ („Natur der Wissenschaften“) bedeutet.	2.70 (1.06)	3.16 (.68)
... was wissenschaftliche Forschung eigentlich ausmacht.	2.57 (.78)	3.25 (.55)
... wie ich mein universitäres Fachwissen mit dem späteren Unterricht verknüpfen kann.	3.70 (.47)	2.60 (.59)
... wie ich Unterricht basierend auf aktuellen Forschungserkenntnissen aufbauen kann.	3.70 (.56)	2.75 (.71)
... wie ich wissenschaftlich forschen kann.	2.35 (.88)	3.05 (.60)

Anmerkung: 4-stufige Likert-Skala (1 = stimmt gar nicht bis 4= stimmt völlig), *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung

tungen der Studierenden (Erarbeitung konkreter Unterrichtsmaterialien) voll erfüllen.

Weitere Ergebnisse der Evaluation werden im Folgenden dargestellt. Auf einer vierstufigen Likert-Skala von „1 = stimmt gar nicht“ bis „4 = stimmt völlig“ wurde sowohl der Anteil fachdidaktischer Inhalte ( $M = 1.73$ ,  $SD = .63$ ) als auch der der Praktikumsplanung ( $M = 1.78$ ,  $SD = .65$ ) als nicht zu hoch eingeschätzt. Die Studierenden stimmten insgesamt der Aussage „Ich habe ein Verständnis über Planung und Einsatz offener Experimente erlangt“ zu ( $M = 3.21$ ,  $SD = .40$ ). Dennoch hat sich das Interesse an Forschung, allgemein oder selbst durchzuführen, nicht vergrößert: „Mein Interesse am Ablauf biologischer Forschung hat sich durch das Seminar/Praktikum vergrößert“ ( $M = 2.65$ ,  $SD = .57$ ) und „Mein Inter-

**Tabelle 3** Beispielzitate der Studierenden aus der Abschlussevaluation

Frage	Beispiel-Zitate
Inwiefern haben sich Ihre Motivation und Kenntnisse zur Durchführung von Versuchen/Experimenten im Unterricht in der LV verbessert?	<p>„Ich bin jetzt motivierter PCR im Unterricht zu machen, da ich jetzt die nötigen Kenntnisse besitze.“</p> <p>„Anreiz, an Citizen Projekten teilzunehmen. Umstrukturierung von ‚cook-book‘-Anleitung zu offeneren Experimenten“</p> <p>„Ich fand das Seminar bzw. besonders das Praktikum sehr motivierend &amp; fühle mich jetzt umso mehr in der Lage praktisch mit SuS zu arbeiten. Besonders geschult wurde der Umgang mit Fehlschlägen &amp; die Diskussion möglicher Fehler &amp; Lösungen“</p> <p>„Sehr, insbesondere durch Behandlung von Themen wie NOS, Laienforschung ...“</p> <p>„Es wurden viele Beispiele aufgezeigt wie Versuche und Experimente vor allem im Zusammenhang und Nature of Science Kompetenzerwerb und Fachwissenszuwachs fördern können“</p> <p>„Das Seminar hat die Motivation erhöht, die Kenntnisse jedoch nicht unbedingt.“</p> <p>„Vor allem das Reflektieren zum Öffnungsgrad hat geholfen solche Experimente für den Unterricht zu planen.“</p>
Bevorzugen Sie die Mitarbeit in einer fachwissenschaftlichen AG gegenüber dieser Lehrveranstaltung?	<p>„Der fachdidaktische Aspekt würde mir fehlen, wenn nur in einer Arbeitsgruppe gearbeitet wird. Die Aufteilung zwischen Seminar &amp; Praktikum ist schon gut.“</p> <p>„Wäre ggf. eine Alternative, ich finde aber die Lösung des Praktikums effizienter &amp; gewinnbringender.“</p> <p>„Nein danke, reicht mit fachwissenschaftlichem Arbeiten, wann wird uns beigebracht Lehrer zu sein?“</p> <p>„Fände ich nicht so gut, da hier ein geschützter Raum bestand mit Personen, die man kennt.“</p> <p>„Wäre definitiv eine Alternative für mich, da der Einblick in aktuelle Methoden im Labor vermutlich größer wäre.“</p> <p>„Erfahrung sammeln durch Teilnahme an ‚echter‘ wissenschaftlicher Forschung statt bereits bekannte Forschung ‚nachzuspielen‘. ‚bedeutungsvollere Forschung.“</p>

esse, selbst zu forschen (Abschlussarbeit/Promotion), hat sich durch das Seminar vergrößert“ ( $M = 2.35$ ,  $SD = .79$ ).

Inhalte und Umfang der Experimente und des Praktikums scheinen adäquat gewählt worden zu sein. So wurden die Themen der Experimente als schulrelevant wahrgenommen ( $M = 3.10$ ,  $SD = .85$ ) und die Studierenden wurden vom Praktikum nicht überfordert. Mit einem Mittelwert von 1.55 ( $SD = .60$ ) stimmen die Studierenden der Aussage, sie mussten zu viel selbst entscheiden, nicht zu. Die Frage, ob sie ausreichend unterstützt wurden, beantworteten die Studierenden ganz überwiegend mit voller Zustimmung ( $M = 3.85$ ,  $SD = .36$ ).

Auf die offene Frage, inwiefern die Lehrveranstaltung die Motivation und die Kenntnisse der Studierenden verbessert hat, Versuche und Experimente im Unterricht durchzuführen, zeigen sich überwiegend positive Antworten. Tabelle 3 zeigt Beispielzitate der Studierenden aus der Abschlussevaluation als Antwort auf ausgewählte offene Fragen.

Die Studierenden machen deutlich, dass der Schulbezug für sie die zentrale Relevanz hat. In dem Zusammenhang wurden das Seminar und auch das Praktikum grundsätzlich positiv bewertet. Die Studierenden gaben an, sich „abgeholt“ gefühlt zu haben, den Kurs „auf Augenhöhe“ erlebt zu haben sowie ausreichend unterstützt worden zu sein. Die Themenbereiche wie Primerdesign oder Alignment, die deutlich über das Schulwissen hinausgehen, wurden unterschiedlich angenommen. Ein Teil der Studierenden fand sie persönlich interessant und wichtig, ein weiterer Teil der Befragten verneinte dies aber. Alle verneinten den (nicht gegebenen) Schulbezug dieser Aspekte.

## 5 FAZIT

In zukünftigen Veranstaltungen sollte man also die Themenfelder sowie die fachdidaktischen Anteile beibehalten. Informationen und Diskussion über den Ablauf von Wissenschaft und die Arbeit von Wissenschaftler\*innen wurden insgesamt wertgeschätzt, können aus Zeitgründen aber nicht ausgebaut werden.

Es sollte unbedingt ein Schulbezug in den Experimenten beibehalten werden und vielleicht noch deutlicher die gleichzeitige Forschungsrelevanz herausgestellt werden. Letztere bekommt zusätzlich Bedeutung, da der Anteil an konkreten Einblicken in aktuelle Forschung und Wissenschaft nur wenig, wenn überhaupt, ausgebaut werden kann, um den Arbeitsaufwand für die Studierenden nicht zu hoch werden zu lassen. Um dem Fokus und dem Ziel des Seminars gerecht zu werden, kann der Anteil an Fachdidaktik nicht erhöht werden. Es wurde auch angemerkt, dass die konkrete Unterrichtsplanung (einschl. Entwicklung von Materialien) im Seminar nicht ausreichend behandelt wurde. Dies

könnte daran liegen, dass konkrete Aufgaben für den Unterricht im Portfolio zu erstellen waren, also für die meisten Studierenden erst nach der Post-Erhebung. Besonders herauszustellen ist, dass wir durch das Seminar und vor allem durch das Praktikum nicht nur die Experimentierfertigkeiten der Studierenden schulen, sondern auch deren Motivation, selbst Experimente im Unterricht einzusetzen, überwiegend erhöhen konnten. Hier wäre es interessant, die Studierenden nach dem Eintritt in den Lehrberuf erneut zu befragen, um zu überprüfen, ob das Seminar langfristig wirksam ist.

Auswertungen von zehn leitfadengestützten Interviews mit Teilnehmenden an der Lehrveranstaltung werden weitere Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrveranstaltung liefern.

Zusammenfassend können wir sagen, dass das Konzept tragfähig ist und unsere Ziele, trotz eines höheren Anteils an Fachdidaktik als ursprünglich geplant, erreicht werden. Die Studierenden verbessern ihr Verständnis vom Ablauf der Forschung, entwickeln eine offene Haltung gegenüber wissenschaftlicher Forschung und gleichzeitig einen Kompetenzzuwachs hinsichtlich des Unterrichts aller Facetten des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung („*practical skills*“, „*Inquiry*“-Ansatz, „*Natur der Naturwissenschaften*“). Unter den gegebenen Bedingungen der Studienordnung sind andere Konzepte (längere Mitarbeit in fachwissenschaftlichen Arbeitsgruppen) nicht umsetzbar, und nach den bisherigen Ergebnissen der Evaluationen von den Lehramtsstudierenden auch eher nicht gewünscht. Abschlussarbeiten oder auch Schwerpunktpraktika für Interessierte sollten aber ermöglicht werden.

## Literaturverzeichnis

- Abd-El-Khalick, F., & BouJaoude, S. (1997). An Exploratory Study of the Knowledge Base for Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 673–699.
- Akerson, V. L., & Donnelly, L. A. (2008). Relationships among learner characteristics and preservice elementary teachers' views of nature of science. *Journal of Elementary Science Education*, 20(1), 45–58. <https://doi.org/10.1007/bf03174702>
- Akerson, V. L., & Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), S. 653–680.
- Blanchard, M. R., & Sampson, V. D. (2018). Fostering impactful Research Experiences for Teachers (RETs). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 447–465. <https://doi.org/10.12973/ejmste/80352>

- Borchert, C., Hilfert-Rüppell, D. & Höner, K. (2020). Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung im Lehramtsstudium. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Wien 2019* (S. 808–811). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP).
- Carey, R. L., & Stauss, N. G. (1970). An analysis of experienced science teachers' understanding of the nature of science. *School Science and Mathematics*, 70, 366–376. <https://doi.org/10.1002/sce.3730520410>
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916–937.
- Crawford, B. A. (2007). Learning to Teach Science as Inquiry in the Rough and Tumble of Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 613–642.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (2007). Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8. In *National Academic Press, Washington, D. C.* <https://doi.org/10.12973/ejmste/75381>
- Enderle, P., Dentzau, M., Roseler, K., Southerland, S., Granger, E., Hughes, R., & Saka, Y. (2014). Examining the Influence of RETs on Science Teacher Beliefs and Practice. *Science Education*, 98(6), 1077–1108. <https://doi.org/10.1002/sce.21127>
- Geissler, K. A. (1985). *Lernen in Seminargruppen*. Studienbrief 3 des Fernstudiums Erziehungswissenschaft „Pädagogisch-psychologische Grundlagen für das Lernen in Gruppen“. Deutsches Institut für Fernstudien.
- Gimbel, K., & Ziepprecht, K. (2018). Vernetzung fachlicher und fachdidaktischer Lerninhalte im Rahmen einer situierten Lernumgebung zum Thema Genetik. In M. Meier, K. Ziepprecht, & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerbildung in vernetzten Lernumgebungen* (S. 77–92). Waxmann.
- Guilbert, D., Lane, R., & Van Bergen, P. (2016). Understanding student engagement with research: a study of pre-service teachers' research perceptions, research experience, and motivation. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 44(2), 172–187. <https://doi.org/10.1080/1359866X.2015.1070118>
- Hartmann, S., Upmeier zu Belzen, A., Krüger, D., & Pant, H. A. (2015). Scientific reasoning in Higher Education: Constructing and Evaluating the Criterion-Related Validity of an Assessment of Preservice Science Teachers' Competencies. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 47–53.
- Herrington, D. G., Bancroft, S. F., Edwards, M. M., & Schairer, C. J. (2016). I Want to be the Inquiry Guy! How Research Experiences for Teachers Change Beliefs, Attitudes, and Values About Teaching Science as Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 27(2), 183–204. <https://doi.org/10.1007/s10972-016-9450-y>
- Hilfert-Rüppell, D., Looß, M., Klingenberg, K., Eghtessad, A., Höner, K., Müller, R., & Pietzner, V. (2013). Scientific reasoning of prospective science teachers in designing a biological experiment. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 6(2), 135–154.

- Hilfert-Rüppell, D., Meier, M., Horn, D., & Höner, K. (2021). Professional knowledge and self-efficacy expectations of pre-service teachers regarding scientific reasoning and diagnostics. *Education Sciences*, *11*(10), 629.
- Khisfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective views versus implicit inquiry orientated instruction on sixth graders views of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*(7), 551–578.
- KMK (Hrsg.), (2005a). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Bildungsstandards im Fach Biologie für den mittleren Schulabschluss, Beschluss vom 16. 12. 2004*. Luchterhand
- KMK (Hrsg.), (2005b). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Bildungsstandards im Fach Chemie für den mittleren Schulabschluss, Beschluss vom 16. 12. 2004*. Luchterhand.
- KMK (Hrsg.), (2005c). *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Schulabschluss, Beschluss vom 16. 12. 2004*. Luchterhand
- Krell, M., Koska, J., Penning, F., & Krüger, D. (2015). Fostering pre-service teachers' views about nature of science: Evaluation of a new STEM curriculum. *Research in Science & Technological Education*, *33*(3), 344–365.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, *29*(4), 331–359. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, *36*(8), 916–929.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*, 497–521.
- Liu, S.-Y. & Lederman, N. G. (2002). Taiwanese Gifted Students' Views of Nature of Science. *School Science and Mathematics*, *102*(3), 114–123.
- Patzwaldt, K., & Tiemann, R. (2014). *Assessing Inquiry Skills of Chemistry Pre-Service Teachers*. ECER 2014, The Past, the Present and the Future of Educational Research, Porto, Portugal.
- Pop, M. M., Dixon, P., & Grove, C. M. (2010). Research experiences for teachers (RET): Motivation, expectations, and changes to teaching practices due to professional program involvement. *Journal of Science Teacher Education*, *21*(2), 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9167-2>
- Roetger, R., & Woszinski, R. (2018). Naturwissenschaftliches Arbeiten in Forschung und Physikunterricht. In M. Meier, M. Ziepprecht, & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerausbildung in vernetzten Lernumgebungen* (S. 93–105). Waxmann.

- Sadler, T. D., Burgin, S., McKinney, L., & Ponjuan, L. (2010). Learning science through research apprenticeships: A critical review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 235–256. <https://doi.org/10.1002/tea.20326>
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610–645. <https://doi.org/10.1002/sce.10128>
- Seung, E., Bryan, L. A., & Butler, M. B. (2009). Improving pre-service middle grades science teachers' understanding of the nature of science using three instructional approaches. *Journal of Science Teacher Education*, 20(2), 157–177.
- Studienordnung (2022). *Fachspezifische Studien- und Prüfungsordnung für das Masterstudium im Fach Biologie für das Lehramt für die Sekundarstufen I und II (allgemeinbildende Fächer) an der Universität Potsdam*. [https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/ambek/Amtliche\\_Bekanntmachungen/2022/Ausgabe\\_12/ambek-2022-012-425-429.pdf](https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/ambek/Amtliche_Bekanntmachungen/2022/Ausgabe_12/ambek-2022-012-425-429.pdf) und [https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/ambek/Amtliche\\_Bekanntmachungen/2022/Ausgabe\\_12/ambek-2022-012-421-424.pdf](https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/ambek/Amtliche_Bekanntmachungen/2022/Ausgabe_12/ambek-2022-012-421-424.pdf) (Bachelor)
- Urhahne, D., Kremer, K., & Mayer, J. (2008). Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? Entwicklung und erste Schritte zur Validierung eines Fragebogens. *Unterrichtswissenschaft*, 36, 72–94.
- Wahl, D. (2002). Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln? *Zeitschrift für Pädagogik* 48(2), 227–241. <https://doi.org/10.25656/01:3831>
- Windschitl, M. (2003). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal about Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice? *Science Education*, 87(1), 112–143. <https://doi.org/10.1002/sce.10044>
- Windschitl, M., Dvornich, K., Ryken, A. E., Tudor, M., & Koehler, G. (2007). A Comparative Model of Field Investigations: Aligning School Science Inquiry with the Practices of Contemporary Science. *School Science and Mathematics*, 107(1), 382–390. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2007.tb17761.x>
- Woehlecke, S., Massolt, J., Goral, J., Hassan-Yavuz, S., Seider, J., Borowski, A., Fenn, M., Kortenkamp, U. & I. Glowinski (2017). Das erweiterte Fachwissen für den schulischen Kontext als fachübergreifendes Konstrukt und die Anwendung im universitären Lehramtsstudium. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 35(3), 413–426.
- Zion, M., & Sadeh, L. (2007). Curiosity and open inquiry learning. *Journal of Biological Education*, 41(4), 162–169. <https://doi.org/10.1080/00219266.2007.9656092>