

Scaffolding im Anfängerpraktikum für Lehramtsstudierende

Norman Joußen*, Jasmin Thiel*, Heidrun Heinke*

*I. Physikalisches Institut (IA), RWTH Aachen University
joussen@physik.rwth-aachen.de, jasmin.thiel@rwth-aachen.de, heinke@physik.rwth-aachen.de

Kurzfassung

Vor einigen Jahren wurde an der RWTH Aachen ein adressatenspezifisches Anfängerpraktikum für Lehramtsstudierende mit dem Fach Physik entwickelt, das explizit an deren Bedürfnissen orientiert ist. Das zweisemestrige *Anfängerpraktikum* ist dabei dreiteilig aufgebaut und besteht aus einem *Kompetenzpraktikum*, einem *Versuchspraktikum* und einem *Projektpraktikum*. Mit der Dreiteilung des Praktikums wird ein Scaffolding-Ansatz umgesetzt, mit dem den Studierenden auf ihren aktuellen Kenntnisstand angepasste Unterstützungsangebote im Lernprozess bereitgestellt werden. Ziel des Kompetenzpraktikums ist dabei zunächst der Erwerb verschiedener Kompetenzen im Bereich des Experimentierens und insbesondere das Erlernen wichtiger experimenteller Fähigkeiten und Fertigkeiten. Hierzu gehört auch das Anfertigen von Versuchsberichten, mit dem die Studierenden bislang wie in Physikpraktika üblich vom ersten Versuchstag an konfrontiert wurden. Die Erfahrung der letzten Semester zeigt jedoch, dass diese Anfertigung von Versuchsberichten mit dem vorliegenden Vorkenntnisstand der Praktikumssteilnehmer eine große Herausforderung für die Studierenden darstellt, die viele andere Praktikumsziele in den Hintergrund rückt. Daher wurde auf der Ebene des Kompetenzpraktikums ein weiterer Scaffolding-Ansatz verfolgt, um die Studierenden schrittweise an methodische Fertigkeiten im Bereich der Datenauswertung und damit an eine effiziente Erstellung von adäquaten Versuchsberichten heranzuführen.

1. Einleitung

Als Konsequenz einer Umfrage unter Studienreferendarinnen und Studienreferendaren in Nordrhein-Westfalen wurde im Jahr 2004 mit der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Anfängerpraktikums für Lehramtsstudierende mit dem Fach Physik an der RWTH Aachen begonnen, das sich an den Bedürfnissen zukünftiger Physiklehrerinnen und -lehrer orientieren sollte (Frühwein & Heinke, 2005; Frühwein & Heinke, 2007). Die zugrundeliegende Umfrage zeigte, ähnlich wie andere empirische Untersuchungen zu Beginn des neuen Jahrtausends, Defizite in der universitären Ausbildung von Lehramtsstudierenden (z.B. Merzyn, 2002). Insbesondere im Bereich der experimentellen Fähigkeiten wurde nach Einschätzung der Befragten ihr Studienausgangsniveau den Anforderungen an zukünftige Physiklehrkräfte nur unzureichend gerecht. Da solche experimentellen Fähigkeiten im Hochschulstudium vor allem in physikalischen Praktika ausgebildet werden sollen, lohnt ein Blick auf den damaligen Status Quo von Physikpraktika.

An Universitäten wurde meist das gleiche physikalische Praktikum mit nur geringfügigen Modifikationen für verschiedene Studiengänge angeboten. Gleichzeitig gab es Diskussionen zu den Zielen und zur Wirksamkeit von Physikpraktika (Haller, 1999; Hücke, 1999; Welzel et al., 1998). In Folge dieser Diskussionen wurden adressatenspezifische Praktika, beispielsweise für Medizinstudierende (Theyßen, 1999) oder für Physikstudierende (Neumann, 2004), entwickelt, auch um die wahrgenommene Relevanz

der Lehrveranstaltung in der jeweiligen Fachrichtung bei den Studierenden zu erhöhen. In Anlehnung an Grundideen des von Neumann entwickelten Praktikums für Physikstudierende entstand auch das neu konzipierte Anfängerpraktikum für Lehramtsstudierende der Physik an der RWTH Aachen (Frühwein & Heinke, 2005; Frühwein & Heinke 2007). Ein adressatenspezifisches Anfängerpraktikum für Lehramtsstudierende der Physik wird aktuell ebenfalls im CAU-LiB Projekt an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel entwickelt und evaluiert („Gute Lehre Lehramt. LeaP – Lehramt mit Perspektive an der CAU“, o.D.).

Im Anfängerpraktikum für Lehramtsstudierende an der RWTH Aachen wurde bei der Entwicklung ein Scaffolding-Ansatz verfolgt. Unter *Scaffolding* werden dabei Maßnahmen verstanden, die Lernende in einem Prozess unterstützen sollen und mit zunehmendem Lernfortschritt schrittweise zurückgenommen werden (Wood, Bruner & Ross, 1976). Scaffolding-Ansätze finden sich auch beispielsweise im Paderborner Physik Praktikum (3P) (Bauer & Sacher, 2018) und haben sich darüber hinaus auch in verschiedenen Bereichen der Physikdidaktik bewährt – so beispielsweise bei der Förderung experimenteller Kompetenz (Bohrmann & Möller, 2016).

Dem Begriff der experimentellen Kompetenz liegt im vorliegenden Beitrag das Modell experimenteller Kompetenz (eXkomp-Modell) zugrunde (Schreiber, Theyßen & Schecker, 2009). In diesem wird der Experimentierprozess in die drei Phasen *Planung*,

Durchführung und *Auswertung* unterteilt. Diese Phasen sind wiederum in insgesamt 13 Teilaspekte aufgeschlüsselt. So sind der Phase der Auswertung beispielsweise die Aspekte *Messdaten aufbereiten*, *Messdaten verarbeiten* und *Ergebnisse interpretieren* zugeteilt. Die Aspekte *Versuchsplan entwerfen* und *Umgang mit Problemen und Fehlern* sind nicht eindeutig einer Phase zugeordnet.

Das Angebot adressatenspezifischer physikalischer Praktika impliziert auch eine stetige Evaluation und Weiterentwicklung dieser Praktika. So zeigte sich im Anfängerpraktikum für die Lehramtsstudierenden an der RWTH Aachen in den letzten Semestern, dass sich die Erstellung von Versuchsberichten durch die Studierenden zunehmend problematisch gestaltete. Obgleich ca. 60 % der Studierenden mehr als 5 Stunden pro Woche für die Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung aufwenden, waren die Versuchsberichte als Produkt dieser Bemühungen oft nicht zufriedenstellend. Da sich vor allem in den Versuchsberichten auch die Fähigkeiten der Studierenden im Bereich der Datenauswertung manifestieren, wurden somit wichtige Praktikumsziele nicht erreicht.

Die Weiterentwicklung des Anfängerpraktikums für Lehramtsstudierende soll daher insbesondere auch die Erstellung von Versuchsberichten effizienter und effektiver gestalten. Gleichzeitig soll das Anfängerpraktikum durch eine frühe Verortung im Studienverlauf und damit verbunden durch eine frühe experimentelle Praxisphase im Lehramtsstudium helfen, Studienabbruchquoten zu verringern und durch geeignete Unterstützungsmaßnahmen und das Scaffolding das Kompetenzerleben bei den Lehramtsstudierenden fördern.

Das überarbeitete Praktikumskonzept wird im vorliegenden Beitrag vorgestellt. Im Folgenden wird in Kapitel 2 zunächst auf das Anfängerpraktikum als Gesamtes eingegangen und aufgezeigt, wie auf der übergeordneten Ebene des dreiteiligen physikalischen Praktikums ein Scaffolding-Ansatz umgesetzt wurde.

Im Kapitel 3 wird anschließend der erste Teil des Anfängerpraktikums – das Kompetenzpraktikum – näher betrachtet und der Scaffolding-Ansatz auf dieser Ebene des physikalischen Praktikums beschrieben, der insbesondere den Problemen der Studierenden bei der Datenauswertung und der Erstellung der Versuchsberichte begegnen soll. Das überarbeitete Konzept des Kompetenzpraktikums wird dabei vorgestellt.

2. Scaffolding auf der Ebene des Anfängerpraktikums

Das Anfängerpraktikum für Lehramtsstudierende mit dem Fach Physik an der RWTH Aachen ist in drei Teile gegliedert: ein *Kompetenzpraktikum* (2. Fachsemester, 4 CP / 3 SWS), ein *Versuchspraktikum* (3. Fachsemester, 4 CP / 4 SWS) und ein *Projektpraktikum* (3. Fachsemester, 2 CP / 1 SWS).

Das Praktikum ist dabei durch die Auswahl der Versuche, der Experimentiermaterialien und die Prüfungsformen auf die Bedürfnisse zukünftiger Physiklehrkräfte abgestimmt.

Lernziel des Anfängerpraktikums ist das Kennenlernen und exemplarische Nutzenlernen wichtiger Arbeits- und Erkenntnismethoden der experimentellen Physik. So sollen die Studierenden insbesondere die Handhabung von schultypischen Geräten erlernen. Gleichzeitig sollen sie grundlegende experimentelle Kompetenzen erlangen und dabei Experimente planen, aufbauen, durchführen und auswerten können. Zudem sollen weitere Aspekte wie die Modellierung und Analogiebildung sowie die Reflexion hierüber thematisiert werden.

Als ein übergeordnetes Ziel des Anfängerpraktikums sollen zusätzlich Erkenntnisse der Fachdidaktik durch eine Methodenvielfalt frühzeitig im Lehramtsstudium erlebbar gemacht werden. Die dabei gesammelten Erfahrungen können dann im weiteren Studienverlauf durch fachdidaktische Veranstaltungen vertieft werden.

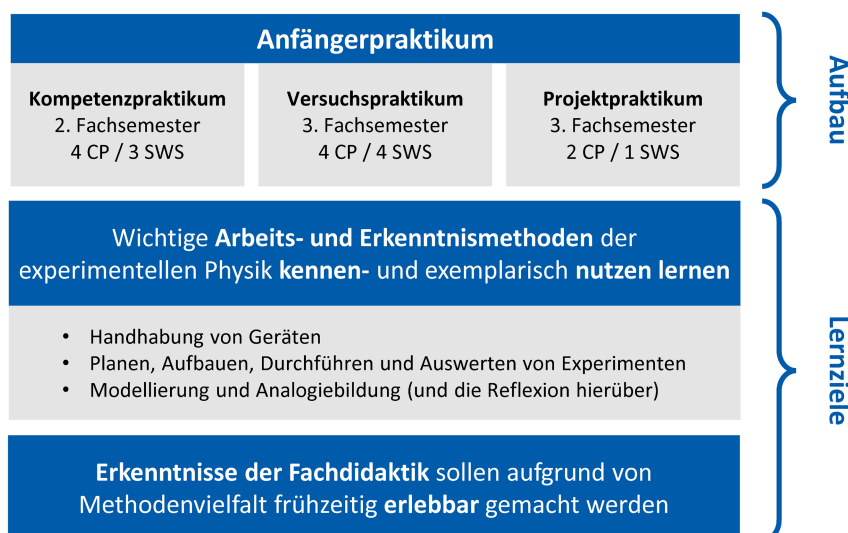


Abb. 1: Aufbau und Ziele des dreiteiligen Anfängerpraktikums für Lehramtsstudierende mit Fach Physik an der RWTH Aachen.

Eine Übersicht über den Aufbau und die Ziele des dreiteiligen Anfängerpraktikums für Lehramtsstudierende mit dem Fach Physik an der RWTH Aachen ist in Abb. 1 dargestellt. Mit der sichtbaren Dreiteilung des Praktikums wurde ein Scaffolding-Ansatz auf der Ebene des Anfängerpraktikums verfolgt, der im Folgenden näher beschrieben wird.

Im Kompetenzpraktikum sollen die Studierenden wesentliche physikalische Methoden und experimentelle Fertigkeiten erlernen. Dies legt die Grundlagen für das anschließende Versuchs- und Projektpraktikum. Auf die Ziele des Kompetenzpraktikums wird in Kapitel 3 noch näher eingegangen. Im Versuchspraktikum steigt die Komplexität der Anforderungen an die Studierenden. So sollen die experimentellen Fertigkeiten der Studierenden erweitert werden und die Studierenden insbesondere umfangreichere Versuchsanordnungen selbständig planen und anschließend umsetzen. Die Versuchstermine sind angereichert durch eine Methodenvielfalt in der Gestaltung der einzelnen Versuchstermine. So können die Studierenden Methoden, wie beispielsweise Gruppenpuzzle oder Stationenlernen, im Rahmen des Versuchspraktikums selbst erleben.

Im dritten Teil des Anfängerpraktikums wird die Komplexität gemäß einem Scaffolding-Ansatz erneut erhöht und Unterstützungsmaßnahmen werden zurückgenommen. Diesen abschließenden Praktikums-Teil bildet das Projektpraktikum, in dem die Studierenden in Gruppen à 4 Personen einen unter Rücksprache mit den Praktikumsbetreuern selbstständig gewählten physikalischen Sachverhalt näher untersuchen. Dieser physikalische Sachverhalt soll dabei auch Alltagsthemen in den Blick nehmen. Die Studierenden müssen geeignete Experimente selbständig planen, aufbauen, durchführen und auswerten. Ihre Experimente und Ergebnisse stellen sie zum Abschluss im Rahmen eines 30-minütigen Experimentalvortrags vor Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitern vor.

3. Scaffolding auf der Ebene des Kompetenzpraktikums

Im Folgenden wird nun näher auf den ersten Teil des Anfängerpraktikums – das Kompetenzpraktikum –

eingegangen. Hierbei werden zunächst die Ziele des Kompetenzpraktikums beschrieben und anschließend wird das neue Konzept des Kompetenzpraktikums vorgestellt, bei dem ein weiterer Scaffolding-Ansatz verfolgt wurde.

Wie im vorherigen Abschnitt schon kurz erläutert, sollen die Lehramtsstudierenden im Kompetenzpraktikum wichtige physikalische Methoden und fundamentale experimentelle Fertigkeiten erlernen, die als Grundlage für ein erfolgreiches Experimentieren im weiteren Verlauf der praktischen Lehrveranstaltungen im Studienverlauf und auch im späteren Berufsalltag dienen sollen.

Die Studierenden sollen dabei insbesondere Messunsicherheiten physikalischer Größen kennen und abschätzen können. Des Weiteren sollen schultypische Messgeräte bedient und zielgerichtet eingesetzt werden können. Auch sollen die Studierenden einfaches experimentelles Material selbst anfertigen können. Hierfür werden grundlegende Fertigkeiten im Sägen, Feilen, Bohren und Löten erlernt. Zudem sollen den Studierenden Grundlagen im Erstellen von 3D-Modellen und im Umgang mit einem 3D-Drucker vermittelt werden. Als weiteres Teilziel des Kompetenzpraktikums sollen die Lehramtsstudierenden Computer und mobile Endgeräte, wie Tablets und Smartphones, zur Messwerterfassung und -auswertung einsetzen können. Betont wird an dieser Stelle, dass die genannten Teilziele jeweils aus einer Schulperspektive betrachtet werden, indem zur Umsetzung eines adressatenspezifischen Anfängerpraktikums, das an den Bedürfnissen zukünftiger Physiklehrerinnen und -lehrer orientiert ist, eine Fokussierung beispielsweise auf schultypische Messgeräte vorgenommen wird. Eine Übersicht der Ziele des Kompetenzpraktikums zeigt Abb. 2.

Wie eingangs bereits erwähnt, waren insbesondere zunehmende Probleme der Studierenden bei der Erstellung von Versuchsberichten in der Phase der Auswertung der Experimente Anlass für die Überarbeitung des Kompetenzpraktikums und die damit verbundene Konzeption eines weiteren Scaffolding-Ansatzes auf dieser Ebene des Anfängerpraktikums. Daher werden im Folgenden zunächst kurz der bisherige Aufbau des Kompetenzpraktikums beschrieben und

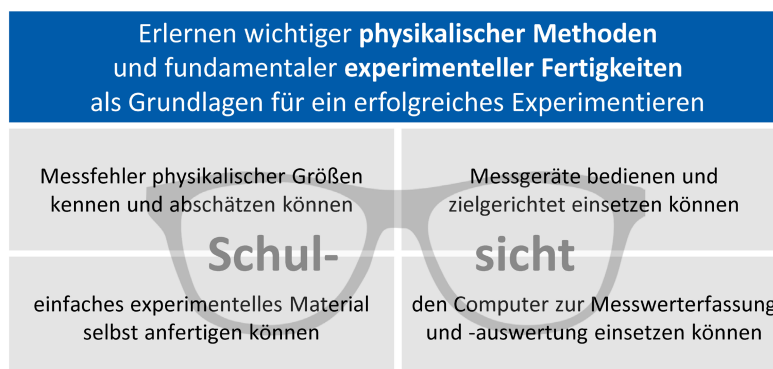


Abb. 2: Ziele des Kompetenzpraktikums als Teil des Anfängerpraktikums für Lehramtsstudierende mit dem Fach Physik an der RWTH Aachen. Die Betrachtung der Teilziele erfolgt jeweils aus Schulsicht.

anschließend das überarbeitete Praktikumskonzept vorgestellt.

3.1. Bisheriger Aufbau des Kompetenzpraktikums

Das Kompetenzpraktikum gliederte sich bisher in einen zweiwöchigen Einführungsblock, in dem ein Versuch zur Aufnahme und Auswertung von Messdaten durchgeführt wurde und die Studierenden an einem Tutorium zur Datenauswertung teilgenommen haben. Im Anschluss folgte ein zehnwöchiger Block mit zehn Praktikumsversuchen. Ein Praktikumstermin war dabei in eine 30-minütige Nachbesprechung zum Versuch vor zwei Wochen, eine 30-minütige Vorbesprechung zum aktuellen Versuch und eine 75-minütige Durchführung dieses Versuches aufgeteilt. Die Studierenden waren aufgefordert ab dem ersten Versuch – also der dritten Praktikumswoche – einen Versuchsbericht zu erstellen und in der darauffolgenden Woche beim jeweiligen Praktikumsbetreuer einzureichen. Die Rückgabe der korrigierten Versuchsberichte erfolgte dann zwei Wochen später in der Nachbesprechung. Den Abschluss des Kompetenzpraktikums bildete eine Prüfung, die auch einen experimentellen Anteil beinhaltet. Aus organisatorischen Gründen entfiel durch die Prüfung die Erstellung eines Versuchsberichtes bei den letzten beiden Versuchen des zehnwöchigen Blocks.

3.2. Neues Konzept des Kompetenzpraktikums

Gemäß eines Scaffolding-Ansatzes wird im überarbeiteten Konzept des Kompetenzpraktikums der zuvor beschriebene zehnwöchige Praktikumsblock des Kompetenzpraktikums in drei Phasen mit gestuften

Unterstützungsmaßnahmen für die Erstellung von Versuchsberichten unterteilt. Ein Überblick des neuen Konzeptes findet sich in Abb. 3.

Der zweiwöchige Einführungsblock bleibt unverändert zum bisherigen Praktikumskonzept. Danach wird in einer ersten dreiwöchigen Phase in der jeweiligen Praktikumswoche ein zweiter Präsenztermin vor Ort eingeführt, in dem jeweils Tutorien stattfinden. Die drei Tutorien beinhalten dabei die Schwerpunktthemen *Fehlerrechnung*, *Datenaufbereitung* und *graphisches Auswerten*. Die Tutorien sind so aufgebaut, dass nach einem Inputteil eine betreute Auswertung des mit dem Tutorium verknüpften Versuches unter besonderer Schwerpunktsetzung des Tutoriumsthemas durchgeführt wird. Die Versuche in diesem dreiwöchigen Block entstammen aus dem Versuchskanon des alten Praktikums. Sie wurden unter dem Gesichtspunkt ausgewählt, dass sich auf Grundlage ihrer Versuchsinhalte die o.g. Themen der Datenauswertung besonders gut vermitteln lassen.

In einer anschließenden fünfwöchigen Praktikumsphase wird ebenfalls ein zweiter Präsenztermin vor Ort in der jeweiligen Praktikumswoche eingeführt. Bei diesem Präsenztermin wird die Unterstützung für die Studierenden teilweise zurückgefahren. Die Studierenden sind aufgefordert bei diesem Präsenztermin die Versuchsauswertung zum jeweiligen Versuch durchzuführen. Bei Problemen oder Rückfragen kann der jeweilige Praktikumsbetreuer direkt vor Ort angesprochen werden. Der Praktikumsbetreuer hat zudem die Möglichkeit auf eventuelle Besonderheiten



Abb. 3: Überblick über das neue Konzept des Kompetenzpraktikums. Der zehnwöchige Block der regulären Versuche wurde gemäß einem Scaffolding-Ansatz in drei Phasen unterteilt, wobei in den Phasen 1 und 2 die Unterstützung für die Studierenden schrittweise zurückgenommen wird. Für weitere Details siehe Text.

ten in der Versuchsauswertung einzugehen oder versuchsspezifische Tipps und Hinweise zu geben. In dieser zweiten fünfwöchigen Phase sollen die Studierenden in der jeweils darauffolgenden Praktikumswoche einen vollständigen Versuchsbericht abgeben. Dieser wird ähnlich zum bisherigen Konzept eine weitere Woche später in einer Nachbesprechung den Studierenden korrigiert zurückgegeben.

In einer zweiwöchigen letzten Phase entfällt ähnlich zum bisherigen Praktikumskonzept die Erstellung eines Versuchsberichts aufgrund organisatorischer Rahmenbedingungen des Praktikums. Ebenfalls findet in dieser Phase kein zusätzlicher Präsenztermin statt.

Den Abschluss des Praktikums bildet wie bisher eine Prüfung mit experimentellem Anteil.

Es sei hier noch betont, dass trotz der zusätzlichen Präsenztermine erwartet wird, dass der zeitliche Gesamtaufwand für die Lehrveranstaltung sich für die Studierenden nicht erhöht. In dem neuen Konzept des Kompetenzpraktikums werden zum einen durch die Studierenden drei vollständige Versuchsberichte weniger erstellt, was mit einer erheblichen Zeitersparnis verbunden sein sollte. Zudem wird die Annahme der Netto-Zeitersparnis durch Beobachtungen von Bachelorstudierenden (dort der Biologie und Biotechnologie) bei der Erstellung von Praktikums-Versuchsberichten in Heimarbeit nahegelegt, die auf eine sehr ineffiziente Arbeitsweise gerade bei den ersten Versuchsberichten schließen lassen (Hamacher, Trinenberg & Heinke, 2018). Mit dem neuen Konzept der begleiteten Erstellung der ersten Versuchsberichte wird erwartet, dass hier eine deutliche Steigerung der Effizienz im Gesamtprozess erreicht werden kann.

4. Zusammenfassung und Fazit

Im vorliegenden Beitrag wurde die Weiterentwicklung eines adressatenspezifischen Anfängerpraktikums für Studierende des Lehramts Physik an der RWTH Aachen vorgestellt, das an den Anforderungen zukünftiger Lehrkräfte orientiert ist. In einem dreiteiligen Anfängerpraktikum wird gemäß einem Scaffolding-Ansatz dabei die Komplexität der Anforderungen an die Studierenden schrittweise erhöht und gleichzeitig werden Unterstützungsangebote zunehmend zurückgenommen. Durch eine frühe Verortung des Anfängerpraktikums im Studienverlauf sollen zudem die Abbrecherquote durch diese frühe experimentelle Praxisphase verringert werden und durch Scaffolding das Kompetenzerleben der Studierenden gefördert werden.

Im Beitrag wurde gezeigt, dass angestoßen durch zunehmende Probleme der Studierenden in den letzten Jahren bei der Erstellung von Versuchsberichten auf der Ebene des ersten Teils des Anfängerpraktikums – des Kompetenzpraktikums – ein weiteres Scaffolding konzipiert wurde. Durch gestufte Unterstützungsmaßnahmen in Form von Tutorien und zusätzlichen Präsenzphasen mit Beratungsmöglichkeiten durch die Praktikumsbetreuer sollen Lernziele im Bereich der Datenauswertung effizienter und effektiver erreicht

werden, was insbesondere auch in einer erfolgreicheren Erstellung adäquater Versuchsberichte sichtbar werden soll.

Das überarbeitete Konzept des Kompetenzpraktikums hat sowohl bei Studierenden als auch bei den Praktikumsbetreuern und -verantwortlichen breite Zustimmung gefunden. Eine erste Erprobung und Evaluation des Konzeptes findet im aktuellen Sommersemester 2019 statt und ist Grundlage für eine weitere Optimierung der Lehrveranstaltung sowohl hinsichtlich ihrer Lernwirksamkeit als auch ihres Motivationspotenzials.

5. Literatur

- Bauer, Anna; Sacher, Marc (2018): Kompetenzorientierte, universitäre Laborpraktika. Das Paderborner Physik Praktikum (3P). In: *PhyDid B – Didaktik der Physik. Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung in Würzburg 2018.*
- Bohrmann, Mareike; Möller, Kornelia (2016): Förderung experimenteller Kompetenzen im Sachunterricht der 3. Klasse. In: C. Maurer (Hrsg.): *Authentizität und Lernen - das Fach in der Fachdidaktik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Berlin 2015.* (S. 270). Universität Regensburg
- Frühwein, Oliver; Heinke, Heidrun (2005): Entwicklung eines berufsfeldorientierten Anfängerpraktikums für Studierende des Lehramts Physik. In: *Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung in Berlin 2005.*
- Frühwein, Oliver; Heinke, Heidrun (2007): Umsetzung eines Anfängerpraktikums für Lehramtsstudierende mit Fach Physik. In *Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung in Regensburg 2007.*
- Gute Lehre Lehramt. LeaP – Lehramt mit Perspektive an der CAU (o.D.): <https://www.gute-lehre-lehramt.uni-kiel.de/lib-projekte/physik/> (Stand 05/2019)
- Hamacher, John; Trinenberg, Eva; Heinke, Heidrun (2018): Analyse der Erstellung und Interpretation graphischer Auswertungen. In: C. Maurer (Hrsg.): *Qualitätvoller Chemie- und Physikunterricht- normative und empirische Dimensionen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Regensburg 2017.* (S. 352). Universität Regensburg.
- Haller, Kerstin (1999): Über den Zusammenhang von Handlungen und Zielen. Eine empirische Untersuchung zu Lernprozessen im physikalischen Praktikum. In: Niedderer, H.; Fischler, H.; Sumfleth, E. (Hrsg): *Studien zum Physikalischen Lernen. Bd. 5. Logos.*
- Hucke, Lorenz (1999): Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computer-gestützten Experimenten des physikalischen Praktikums. In: Niedderer, H.; Fischler, H.; Sumfleth, E. (Hrsg): *Studien zum Physikalischen Lernen. Bd. 8. Logos.*

- Merzyn, Gottfried (2002): Stimmen zur Lehrerausbildung. Ein Überblick über die Diskussion. Hohengehren: Schneider.
- Schreiber, Nico; Theyßen, Heike; Schecker, Horst (2009): Experimentelle Kompetenz messen?!. In: PhyDid-A., Nr. 8, Band 3, 2009.
- Welzel, M.; Haller, K.; Bandiera, M.; Hammelev, D.; Koumaras, P.; Niedderer, H.; Paulsen, A.; Robinault, K.; von Aufschnaiter, S. (1998): Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden. Ergebnisse einer europäischen Umfrage. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 4, Heft 1, S. 29-44.
- Wood, D.; Bruner, J. S., Ross, G. (1976): The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 17, 89-100.