

Projektbericht zur Fördermaßnahme *Innovative Lehr- und Lernkonzepte Innovation Plus* (2019/20, Projektnummer: 93)

Technische Universität Braunschweig, Prof. Dr. Kerstin Höner

Projektbeschreibung

Titel: PEGASUS – Problemlösen zur Förderung von Erkenntnisgewinnung und Arbeitsweisen bei Studentinnen und Studenten des Lehramts Chemie

Fächergruppe: Lehramt

Studiengang/Studiengänge: 2-Fächer-Bachelor, Chemie und ihre Vermittlung

Modul/Module: Basismodul 3: Grundlagen der Organischen Chemie

Kurze Beschreibung des Projekts aus dem Antrag: An Lehrveranstaltungen im Lehramtsstudium wird gleichermaßen der Anspruch gestellt, fachliche Inhalte zu vermitteln, aber auch fachdidaktisch Vorbildfunktion aufzuweisen, d.h. bezüglich der Vermittlungsform beispielhaft für die spätere Arbeit der Studierenden in der Schule zu sein. Deshalb soll das Lehrkonzept des organisch-chemischen Einführungspraktikums für Studierende des 2-Fächer-Bachelor Chemie und ihre Vermittlung durch den Einbezug von experimentellem Problemlösen und Lernvideos überarbeitet werden. Übergeordnetes Ziel des Vorhabens ist die Förderung der Studierenden bei der Anwendung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen, die Teilziele des Vorhabens untergliedern sich in die (1) Verbesserung experimentalmethodischer Kompetenzen, (2) Förderung der Fähigkeit zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten, (3) Förderung experimenteller Problemlösekompetenz, (4) Vermittlung der Wichtigkeit experimentell-problemlösender Lehr-Lern-Formen für die spätere Berufspraxis der Studierenden.

Fokus der Maßnahme:

- selbstgesteuertes Lernen
- forschendes Lernen
- digitale Lehr- und Lernmethoden
- Integration von Forschung in die Lehre
- Einführung neuer hochschuldidaktischer Konzepte und Maßnahmen

Projektverlauf

Konnte das Projekt in der geplanten Form durchgeführt werden? Ja

Wurde die Umsetzung des Projekts durch formale Prozesse in der Hochschule bei der Umsetzung des Projekts beeinträchtigt? Zum Teil. In der Kohorte 2020, in der pandemiebedingt eine Reduktion der Teilnehmerzahl in Relation zur vorhandenen Laborfläche erfolgen musste, konnten weniger Personen am Praktikum teilnehmen; außerdem musste die Sozialform verändert werden (Einzelarbeit anstatt Partnerarbeit).

Anzahl der Durchläufe im Förderzeitraum: Mehr als zwei Durchläufe.

Anzahl der Studierende, die insgesamt an den Lehrveranstaltungen / am Modul teilgenommen haben: 31

Welche Prüfungsformen wurden im Modul eingesetzt?

Protokollmappe (d.h. Abgabe von Versuchsprotokollen)

Mussten die Studierenden neben den Prüfungen weitere Leistungsnachweise erbringen? (Alle verpflichtenden Leistungen, die erbracht werden müssen, um die ECTS-Punkte für das Modul zu erwerben.) Falls ja, welche?

Ja, Kolloquien zu den Inhalten der Online-Erarbeitungsphase und den Experimenten sowie aktive Teilnahme an den praktischen Anteilen des Laborpraktikums.

Wie gut passt die Prüfungsform zum Modulkonzept? Sehr gut. Die Protokolle dienen der Dokumentation der Experimente inklusive Forschungsfrage und Hypothese sowie dem Auswerten von Daten und dem hypothesenbezogenen Schlussfolgern. Da es sich um forschendes Lernen handelt, werden in den Protokollen auch die Fehlschläge und Irrwege, die die Studierenden möglicherweise beschritten haben, beschrieben und im Bezug zu Forschungsfrage bzw. Hypothese und zu den erhobenen Daten diskutiert.

Wie gut passen die anderen Leistungsnachweise zum Modulkonzept? Sehr gut. In den Kolloquien werden die Inhalte der videobasierten Erarbeitungsphase je Experiment gemeinsam mit den Studierenden gesichert. Dies dient als Scaffolding für den folgenden Problemlöseprozess, d.h. für die aktive Teilnahme (Planung, Durchführung, Beobachtung) an den Praktikumsexperimenten. In Kombination mit der Protokollmappe werden die Lernziele durch die Leistungen strukturiert unterstützt.

Wie wurde die Hochschuldidaktik ins Projekt einbezogen? Sehr intensiv. Das Projekt wurde hochschuldidaktisch von der Projektgruppe Lehre und Medienbildung der TU Braunschweig begleitet. In zweiwöchentlich stattfindenden Jour Fixe - zusammen mit anderen innovativen Lehrprojekten an der TU Braunschweig - und in speziell zugeschnittenen Workshops und Schulungen wurde der für das Projekt eingestellte Mitarbeiter sehr intensiv hochschuldidaktisch weitergebildet. Durch die Begleitung wurde das Projekt auch innerhalb der TU Braunschweig mit weiteren, an Hochschuldidaktik interessierten Personen vernetzt, beispielsweise durch Beteiligung am InnoBrunch der TU Braunschweig.

Nachhaltigkeit

Wird das angepasste Modul auch nach Ende der Projektlaufzeit in der veränderten Form weitergeführt? Ja, auf jeden Fall.

Wird das geförderte Konzept auf andere Module übertragen? Vermutlich ja.

Wird das geförderte Konzept auf andere Studiengänge übertragen? Vermutlich ja.

Ggf. Erläuterung zur Nachhaltigkeit: Da das geförderte Projekt einerseits einen Anteil zur Entwicklung eines studiengangseigenen Spiralcurriculum Erkenntnisgewinnung (Borchert, Hilfert-Rüppell & Höner, 2020) leistet und positiv evaluiert wurde (s.u.), ist die Veranstaltung in ihrer Projekt-Konzeption verstetigt. Die Videos werden auch für weitere Veranstaltungen zur Unterstützung der studentischen Revision angeboten, z.B. zur Begleitung des forschenden Lernens im Kontext der Anfertigung der Bachelor-Arbeit. Adaptionen des

Lehrkonzepts und der Experimente für eine Lehrerfortbildung sind in Erarbeitung. Interesse an der Übertragung des Konzepts auf andere Praktika innerhalb der TU Braunschweig bzw. an andere Standorte besteht.

Im OER-Portal können Materialien, die im Rahmen des Projekts entstanden sind, hier heruntergeladen werden / Aus folgenden Gründen sind keine Materialien entstanden:

1. Erfahrungsbericht zum Projekt PEGASUS: <https://www.oernds.de/edu-sharing/components/render/2dc8a31c-002c-45e6-85b8-f659062c06ec>
2. Video-Sammlung „Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung - Chemie“ (derzeit 8 Lernvideos zur Dimension 'Scientific Inquiry'): <https://www.oernds.de/edu-sharing/components/collections?id=4fdfe11c-27f0-4bd7-aa83-af27a0131d29>
3. Video-Sammlung „Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen – Chemie“ (derzeit 7 Lernvideos zur Dimension 'Practical Work'): <https://www.oernds.de/edu-sharing/components/collections?id=5749dfe0-bee7-4d69-a6ae-a3cffc2cade3>

Zielerreichung

Haben Sie die im Antrag beschriebenen Projektziele erreicht? Ja, die Ziele wurden vollständig erreicht. Die im Antrag spezifizierten Ziele waren: (1) Verbesserung experimentalmethodischer Kompetenzen, d.h. Umgang mit Laborgeräten und Fachmethoden (z.B. Aufbau und Handhabung von Titrationsapparaturen, Einsatz von Methoden wie beispielsweise der Iodometrie und den zugehörigen Berechnungsverfahren), (2) Förderung der Fähigkeit zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten (z.B. Aufstellen von Forschungsfragen und Hypothesen, Experimentplanung und hypothesenbezogener Dateninterpretation und Schlussfolgerung), (3) Förderung experimenteller Problemlösekompetenz, d.h. der Fähigkeit zum Umgang mit Problemstellungen in Form von chemischen Experimenten, zu denen die Studierenden keinen Lösungsalgorithmus kennen, und (4) die Vermittlung der Wichtigkeit experimentell-problemlösender Lehr-Lern-Formen für die spätere Berufspraxis der Studierenden. Auf Basis der Evaluation und der Einschätzung der Lehrenden (s. Frage zu Evaluationsergebnissen) wurden die Ziele vollständig erreicht. Der Kompetenzerwerb der Studierenden wird in den folgenden Kohorten empirisch untersucht (Bicak, Borchert & Höner, 2021).

Stellen Sie kurz Ihre eigenen Evaluationsergebnisse zum Projekt dar, insbesondere zur Zufriedenheit der Studierenden und Lehrenden: Die Lehrenden sind mit dem veränderten Lehrkonzept sehr zufrieden, da durch die Lernvideos der Blick der Studierenden in der Vorbereitung der Experimente auf wesentliche Aspekte der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen fokussiert werden kann. Die Lehrenden schätzen auch die intensivierte Auseinandersetzung mit dem Experimentierprozess im Sinne des forschenden Lernens, der durch die Kolloquien zu den Experimenten gut vorstrukturiert und in der Folge von den Studierenden sehr selbstständig ausgeführt werden kann. Auch regen die experimentellen Problemstellungen Studierende u.a. zu Methodendiskussionen mit den Lehrenden und Kommilitoninnen und Kommilitonen an. In den Protokollmappen zeigt sich, dass es den meisten Studierenden gut gelingt, ihren Problemlöseprozess zu dokumentieren, auf Basis der erhobenen Daten hypothesengeleitet zu schlussfolgern und die aufgestellten

Forschungsfragen damit zu beantworten. Ergebnisse der universitätsinternen Veranstaltungsevaluation zeigen, dass die Studierenden die Veranstaltung (in Schulnoten) als gut bewerten. Der Arbeitsaufwand liegt, wie auch beim ursprünglichen Lehrkonzept, hier am Beispiel der Daten aus 2017, im oberen Bereich (2017: MW = 3,6; SD = 0,5; n = 8; 2019: MW = 3,5; SD = 0,5; n = 11; 2020: MW = 4,0; SD = 0; n = 3; Skala von "1: stimmt nicht" bis "4: stimmt"). Die Fragen zur Lehrveranstaltung (Gliederung, Überblick über Themengebiet, Veranstaltungsgestaltung, Rahmenbedingungen und Hilfsmittel) werden positiv bewertet (2017: Mittelwerte zwischen 3,5 und 4; 2019: Mittelwerte zwischen 3 und 3,6; 2020: Mittelwerte zwischen 3,3 und 3,7; Skala s.o.). Defizite bei der Klarheit der Gliederung (MW = 3,1; SD = 1,0; n = 11) und der Veranstaltungsgestaltung (MW = 3,0; SD = 1,0; n = 11), die in Kohorte 2019 auftraten, konnten zur Durchführung 2020 behoben werden (jeweils MW = 3,7; SD = 0,6; n = 3) (Skala s.o.). Lediglich dem Item "Die Veranstaltung ist vermutlich für die spätere Berufspraxis sehr nützlich." stimmen die Teilnehmenden sowohl in der 2019er als auch in der 2020er Kohorte nur noch eher zu. Dies ist überraschend, da das innovative Lehrkonzept nun vermehrt Methoden des forschenden Lernens und problemlösenden Experimentierens nutzt, die vor allem aus der schulischen Vermittlung bekannt sind. Möglich ist jedoch, dass den Studierenden (Zielgruppe: 3. Bachelor-Semester) aus Mangel an Erfahrung die Nähe der Methoden zur Schulpraxis nicht bewusst ist. Kohorte 2020 war zwar von den pandemiebedingten Einschränkungen der Präsenzlehre betroffen, dies zeigt sich allerdings nur in der quantitativen Bewertung der Rahmenbedingungen (Raum, Teilnehmerzahl) und dem leicht erhöhten Arbeitsaufwand (s.o.). In den qualitativen Anmerkungen der Studierenden spiegelt es sich in der Hervorhebung der Sozialform (Einzelarbeit) als Nachteil der Veranstaltung wider. Dies lässt sich mit Ende der Pandemie jedoch schnell beheben, da dann wieder zur Partnerarbeit zurückgekehrt werden kann. Die Studierenden der Kohorte 2020 schätzen die Lernvideos in Bezug auf Qualität und Lernförderlichkeit als geeignet ein (Mittelwerte zwischen 3,5 und 4; Skala von "1: stimmt nicht" bis "4: stimmt genau"; Anm.: Der digitale Anteil von Lehrveranstaltungen wird TU-seitig erst seit 2020 evaluiert, sodass für Kohorte 2019 keine Daten vorliegen).

Fazit: Beschreiben Sie die wichtigsten Erkenntnisse aus dem Projekt: Die Video-Vorbereitung bietet gute Gesprächsanlässe für die Kolloquien zu Erkenntnisgewinnung (im Sinne von Scientific Inquiry) und Arbeitsweisen (im Sinne von Practical Work) (vgl. Mayer, 2007). Die Kolloquien können so, als Scaffolding eingesetzt, den Problemlöseprozess der Studierenden beim experimentellen Problemlösen unterstützen: Studierende, die sich intensiv mit der Video-Vorbereitung auseinandergesetzt hatten, konnten im Kolloquium beispielsweise überprüfbare Hypothesen aufstellen und zielführend Experimente planen (Scientific Inquiry) bzw. differenziert über Ziel und Vorgehen bei Arbeitstechniken wie der fraktionierten Destillation oder der Umkristallisation von Feststoffen Auskunft geben und dies sinnvoll auf die zugehörigen Experimente beziehen. Mit dem Rahmenmodell von Bell, Smetana und Binns (2005) und den Teildimensionen der Scientific Inquiry nach Grube (2011) sowie Nawrath, Maiseyenko und Schecker (2011) lassen sich gestaffelte Problemlöseexperimente für das organisch-chemische Laborpraktikum entwickeln, die jeweils unterschiedliche Teilkompetenzen der Scientific Inquiry bei den Studierenden ansprechen. Ob diese Erfahrungen aus der Lehre auch empirisch belastbar sind, wird derzeit in einem sich an das Projekt anschließenden Promotionsvorhaben untersucht.