

Erfolgreiche Lehramtsstudierende im Praktikum Allgemeine Chemie

Studienmotivation und Studienziel

Immer häufiger wird die feste curriculare Verankerung von Laborpraktika im Chemiestudium (Hofstein & Lunetta, 2004; Reid & Shah, 2007) kritisch hinterfragt. Dabei wird häufig betont, dass es keine Einigkeit über die Intentionen und Ziele von Laborpraktika gibt (Dillon, 2008; Reid & Shah, 2007) und damit einhergehend keine allgemeinen Aussagen bezüglich ihrer Nützlichkeit für das Lernen getätigt werden können. Daher sprechen ihnen besonders kritische Meinungen sogar jeglichen Zugewinn zum Lernerfolg ab (Hawkes, 2004). Gleichzeitig sind Universitäten sehr daran interessiert zu klären, welche Rolle das Laborpraktikum im Lernprozess einnimmt, nicht zuletzt, da diese zu den zeit- und kostenintensivsten Lehrveranstaltungen zählen (Hawkes, 2004; Reid & Shah, 2007; van den Berg, 2013). Darüber hinaus ist vor dem Hintergrund einer möglichen Reduzierung der stetig hohen Studienabbruchquoten im ersten Studienjahr im Fach Chemie (Heublein et al., 2017) auch die Frage nach der Effizienz und Effektivität von Laborpraktika in der Studieneingangsphase von Interesse.

Theoretischer Hintergrund

Die Grundlage für die hier vorgestellte Studie bilden zwei Modelle zum laborpraktischen Handeln (Abrahams & Millar, 2008; Bussey, Orgill & Crippen, 2013), aus denen zwei mögliche Einflussgrößen für Praktikumserfolg – das Vorwissen der Studierenden und die Lernzielpassung zwischen Lehrenden und Studierenden – abgeleitet werden können.

Das Vorwissen spielt gemäß konstruktivistischer Ansätze eine tragende Rolle für bedeutsames Lernen und ist wichtig für den stufenweisen Aufbau von Wissen (Bretz, Fay, Bruck & Towns, 2013; Novak, 1993), auch in laborpraktischen Lernumgebungen. Hodson (2005) argumentiert, dass das Vorwissen maßgeblich beeinflusst, welche Beobachtungsaspekte Lernende beim Experimentieren fokussieren, die so zu unterschiedlichen Erkenntnissen gelangen können, abhängig davon, welche Bedeutung sie ihren individuellen Beobachtungen beimessen. Bussey, Orgill & Crippen (2013) ergänzen hierzu, dass die Konstruktion von Bedeutung zudem durch die individuelle Wahrnehmung der Lernumgebung gelenkt werden kann, welche wiederum ebenfalls durch das eigene Vorwissen geprägt ist. Somit kann es passieren, dass zwei Lernende unterschiedlich erfolgreich im Laborpraktikum sind, weil sie dieselben Versuche aufgrund ihres Wissensniveaus auf unterschiedliche Weise durchführen und auswerten. Dies ist besonders relevant vor dem Hintergrund, dass das Vorwissen von Chemie-Studierenden zu Beginn ihres Studiums unterschiedlich hoch ist (Rice, Thomas & O'Toole, 2009).

Lernziele dagegen dienen Lehrkräften in erster Linie als Grundlage für die Gestaltung und Auswahl von Lernaktivitäten sowie der Leistungserfassung und sollen Lernenden helfen die Intentionen hinter einer Lernaktivität zu verstehen (Hofstein & Lunetta, 2004). Entsprechend sollen auch Laborpraktika einem didaktischen Konzept folgen, welches sich in den jeweiligen formulierten Lernzielen widerspiegelt. Doch obwohl Lehrende in der Lage sind, ihre Intentionen in Form von Lernzielen zu formulieren (Bretz, Fay, Bruck & Towns, 2013), werden diese nur selten in den entsprechenden Praktikumsskripten verschriftlicht (Meester & Maskill, 1995). Der Mangel an klar vermittelten Lernzielintentionen führt dazu, dass Lernende auf ihr Vorwissen zurückgreifen und eigene Vorstellungen von den Zielen des Praktikums entwickeln (Bussey, Orgill & Crippen, 2013). Bereits ältere Untersuchungen zeigen, dass die Lernzielintentionen der Lehrenden nicht mit den Lernzielwahrnehmungen

der Lernenden übereinstimmen (Wilkinson & Ward, 1997). Dies ist problematisch, da die Lernenden nicht in der Lage sind die Lernziele des Praktikums zu erreichen, wenn sie sie nicht erkennen.

Studiendesign

Kontext der Studie und Stichprobe. Die vorliegende Studie untersucht das Laborpraktikum „Allgemeine Chemie“ für Erstsemester-Studierende mit Lehramtsoption an der Universität Duisburg-Essen. Dabei handelt es sich um ein „klassisches“ Laborpraktikum (Domin, 1999) mit kochbuchartig durchzuarbeitenden Versuchen. Insgesamt liegen 73 vollständige Datensätze (55 % weiblich, Alter = 20.27 Jahre, $SD = 2.53$) für die Studierenden vor. An dieser Universität gibt es die Möglichkeit das Praktikum entweder während ($n = 46$) oder am Ende des Semesters ($n = 27$) zu belegen. Bei beiden Belegungsoptionen unterscheiden sich die Inhalte und die zeitliche Rahmung nicht. Außerdem liegen 5 vollständige Datensätze zu den jeweiligen verantwortlichen Praktikumsassistentinnen und -assistenten vor.

Test-Instrumente und Methoden. Zur Erfassung des Vorwissens wurde zwischen zwei Vorwissensfacetten, Wissen zu den Fachinhalten und Wissen zu den experimentellen Prozeduren unterschieden, wofür jeweils ein paper-pencil Test entwickelt und eingesetzt wurde. Die Testgüte dieser Instrumente sowie die Trennbarkeit der Konstrukte konnte in einer Pilotstudie bereits sichergestellt werden (vgl. Elert & Walpuski, 2017). Ergänzend hierzu wurden die tatsächlichen praktischen Fähigkeiten über Videographie erfasst, um eine validere Erfassung dieses Konstruktes zu gewährleisten (Abrahams, Reiss & Sharpe, 2013). Da sich das generierte Videomaterial allerdings zum derzeitigen Zeitpunkt noch in der Auswertung befindet, können hierzu noch keine Ergebnisse berichtet werden. Das Vorwissen zu den Fachinhalten wurde unabhängig von der gewählten Belegungsoption hinsichtlich des Praktikums in der ersten Semesterwoche erhoben. Außerdem wurde derselbe Test am Ende des Semesters kurz vor der Modulklausur erhoben, um später Bezüge zu Wissensveränderungen herstellen zu können. Die Testinstrumente zur Erfassung des Wissens zu den experimentellen Prozeduren bzw. der praktischen Fähigkeiten wurde jeweils am Anfang und Ende des jeweiligen Laborpraktikums erhoben. Alle paper-pencil Daten wurden IRT-analytisch ausgewertet und die entsprechenden Personenfähigkeiten für folgende Berechnungen geschätzt.

Um eine Aussage über den Grad der Passung von Lernzielintentionen und -wahrnehmungen treffen zu können, wurde ein Online-Survey mit versuchsspezifischen Lernzielen entwickelt und sowohl den Praktikumsassistentinnen und -assistenten als auch den Studierenden zur Einschätzung dargeboten. Die Rating-Skalen jeder Assistentin bzw. jedes Assistenten wurden anschließend den zu betreuenden Studierenden zugeordnet und anschließend die Übereinstimmung über gewichtete Cohen's κ Werte ausgedrückt. Neben diesen Daten lagen zudem Daten zu den Endnoten im Laborpraktikum als hartes Maß für Praktikumserfolg sowie Leistungsdaten aus der Modulabschlussklausur „Allgemeine Chemie“ vor.

Ergebnisse

Prädiktion des Erfolgs im Laborpraktikum. Einen ersten Zugang zur Überprüfung der prädiktiven Kraft der vermuteten Einflussfaktoren auf Erfolg im Laborpraktikum bieten bivariate Korrelationen zwischen diesen und den erreichten Endnoten im Praktikum. Dabei zeigt sich eine signifikante Korrelation zwischen Vorwissen zu den Fachinhalten ($r = -.289$, $p = .013$), respektive Vorwissen zu den experimentellen Prozeduren ($r = -.296$, $p = .011$) und den Endnoten. Die Korrelation zwischen Lernzielpassung und den Endnoten dagegen ist nicht signifikant ($r = .081$, $p = .504$) und wurde aufgrund dessen im Folgenden als Prädiktor abgelehnt. Die übrigen beiden Einflussfaktoren wurden anschließend gemäß der Höhe ihrer Korrelationen in ein lineares schrittweises Regressionsmodell gegeben. Dabei verblieb nur

das Vorwissen zu den experimentellen Prozeduren im Modell und kann 8.7 % der Varianz in den Endnoten im Laborpraktikum aufklären, $F(1, 71) = 6.802, p = .011$ (vgl. Tab. 1).

Tab. 1. Einfluss der beiden Vorwissensfacetten auf die Endnoten im Laborpraktikum.

Prädiktor-Variable	t	df	p	B	SE	β	ΔR^2
Vorwissen exp. Prozeduren	-2.608	72	.011	-.367	.141	-.296	.087
Vorwissen Fachinhalte	-1.249	72	.216	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

Es wird vermutet, dass nur eine der beiden Vorwissensfacetten prädiktiv wirkt, da beide Test-Instrumente trotz Trennbarkeit der Konstrukte eine mittlere bis hohe Korrelation aufweisen ($r = .599, p < .001$). Ein detaillierterer Blick auf die Lernzielpassung zeigt ebenfalls, dass diese im Allgemeinen über alle Studierenden hinweg eher gering ausfällt ($\kappa_{\text{gew.}} = .000\text{--}.490$). Dies stellt theoriekonform ein Kernproblem von Laborpraktika dar.

Einfluss des Laborpraktikums auf das Fachlernen. Um eine Aussage über den Beitrag des Laborpraktikums für das Lernen von Fachinhalten tätigen zu können, wurde der Wissenszuwachs während des ersten Semesters für beide Sub-Stichproben – Praktikum im Semester und nach dem Semester – über eine ANOVA mit Messwiederholung miteinander verglichen, da mögliche Wissensveränderungen bei der zweiten Sub-Stichprobe ausschließlich auf den Besuch von Vorlesungen und Übungen zurückzuführen sind. Dabei wurde bereits bei der Gruppenzuteilung darauf geachtet, dass das Vorwissen zu Beginn des Semesters für beide Sub-Stichproben im Mittel gleich hoch war. Zwar lernen im Laufe des Semesters alle Studierenden signifikant mit einem mittleren Effekt hinzu ($F(1, 71) = 68.919, p < .001, \eta^2 = .493$), die Interaktion aus Belegung und Wissenszuwachs allerdings ist nicht signifikant ($F(1, 71) = 1.330, p = .253$), sodass das Laborpraktikum im Semester zu belegen keinen zusätzlichen Mehrwert für das Lernen von Fachinhalten besitzt.

Zusammenhang zwischen Laborpraktikum und Modulklausur. Zusätzlich konnte für die Studierenden mit Laborpraktikum im Semester ($n = 42$) untersucht werden, inwieweit Erfolg im Laborpraktikum mit Erfolg in der Modulklausur zusammenhängen, wenn das Fachwissen vor Antritt der Klausur mitberücksichtigt wird. Dabei zeigt sich eine partielle Mediation des Effekts von Fachwissen auf Klausurnote über die Endnote im Laborpraktikum (vgl. Abb. 1).

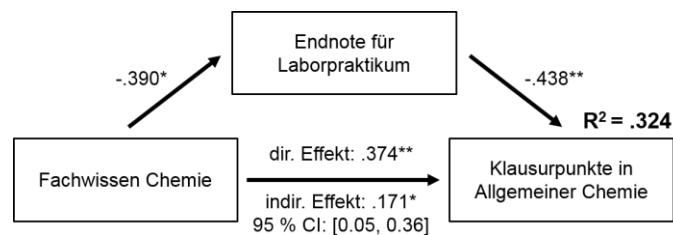


Abb. 1. Mediationsmodell zum Zusammenhang zwischen Laborpraktikum und Modulklausur.

Somit ist das Laborpraktikum zwar nicht in der Lage den Fachwissenserwerb direkt zu fördern, es scheint allerdings dennoch einen Einfluss auf den Erfolg im ersten Semester auszuüben, möglicherweise aufgrund der intensiven Auseinandersetzung mit den dort anzufertigenden Praktikumsberichten.

Es ist darauf hinzuweisen, dass alle vorliegenden Ergebnisse nicht den Anspruch auf Generalisierbarkeit erheben, da der Rahmen, in welchem diese Studie durchgeführt wurde in Bezug auf Art des Laborpraktikums („klassisch“), Studiengang (Lehramt Chemie) und Standort (Universität Duisburg-Essen) sehr spezifisch ist und somit weitere Untersuchungen erforderlich sind, um diese Ergebnisse abzusichern.

Literatur

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Abrahams, I., Reiss, M., & Sharpe, R. (2013). The assessment of practical work in school science. *Studies in Science Education*, 49(2), 209-251.
- Bretz, S., Fay, M., Bruck, L., & Towns, M. (2013). What Faculty Interviews Reveal about Meaningful Learning in the Undergraduate Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 90(3), 281-288.
- Bussey T., Orgill M., & Crippen, K. (2013). Variation theory: A theory of learning and a useful theoretical framework for chemical education research. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(1), 9-22.
- Dillon, J. (2008). A Review of the Research on Practical Work in School Science. A review prepared for Science Community Representing Education (SCORE).
- Domin, D. (1999). A content analysis of general chemistry laboratory manuals for evidence of higher-order cognitive tasks. *Journal of Chemical Education*, 76(1), 109 - 111.
- Elert, T. & Walpuski, M. (2017). Untersuchung von Einflussfaktoren auf den Erfolg im Chemiepraktikum. In: C. Maurer (Hrsg.), Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Zürich 2016. (S. 87). Universität Regensburg.
- Hawkes, S. (2004). Chemistry Is Not a Laboratory Science. *Journal of Chemical Education*, 81(9), 1257.
- Heublein, U., Ebert, J., Hutsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J., & Woisch, A. (2017). *Zwischen Studierenerwartungen und Studienwirklichkeit, Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen (Forum Hochschule 1/2017)*. Hannover: DZHW.
- Hodson, D. (2005). Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research. *Educación Química*, 16(1), 30-38.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Meester, M., & Maskill, R. (1995). First-year chemistry practicals at universities in England and Wales: aims and the scientific level of the experiments. *International Journal of Science Education*, 17(6), 575-588.
- Novak, J. (1993). Human constructivism: A unification of psychological and epistemological phenomena in meaning making. *International Journal of Personal Construct Psychology*, 6(2), 167-193.
- Reid, N. & Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 172-185.
- Rice, S., Thomas, J., & O'Toole, P. (2009). *Tertiary Science Education in the 21st Century*. Australian Council of Deans of Science: Melbourne, Australia. Verfügbar unter <http://catalogue.nla.gov.au/Record/4733729> (letzter Zugriff 13.09.2017).
- van den Berg, E. (2013). The PCK of Laboratory Teaching: Turning Manipulation of Equipment into Manipulation of Ideas. *Scientia in educatione*, 4(2), 74-92.
- Wilkinson, J. & Ward, M. (1997). The purpose and perceived effectiveness laboratory work in secondary schools. *Australian Science Teachers' Journal*, 43(2), 49-55.