

Alexander Molz¹
 Jochen Kuhn¹
 Andreas Müller²

¹TU Kaiserslautern
²Universität Genf

Lehren, Lernen & Forschen im Physik-Schülerlabor *iPhysicsLab*

Schülerlabore, Science Center und andere außerschulische Lernorte stellen eine fachdidaktisch relevante und lernpsychologisch gut begründete Entwicklung mit großem „Boom“ in den letzten zehn Jahren im deutschsprachigen Raum dar. Lerntheoretische Grundlagen hierzu finden sich sowohl in der Interessenforschung (Person-Object-Theorie of Interest (Krapp, 2003); Fähigkeitsselbstkonzept (Moschner, 2001); Selbstbestimmungstheorie (Deci & Ryan, 1993)), als auch in der Theorie des kontextorientierten Lernens (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007). Hieraus erschließen sich wesentliche Grundzüge vieler Schülerlabore wie Authentizität oder Kontextorientierung. Was die Wirksamkeit von Schülerlaboren betrifft, so hat die empirische Forschung der vergangenen Jahre jedoch mehrheitlich nur kurzfristige Catch-Effekte auf Motivation und Interesse der Lernenden diagnostizieren können. Mögliche Auswirkungen auf den Lernerfolg wurden bisher nur in geringem Umfang untersucht. Um nachhaltige Hold-Effekte und damit eine mittel- bis langfristige Steigerung von Interesse und Motivation zu erzielen und darüber hinaus Effekte auf die Lernleistung zu bewirken, fordern nahezu alle derzeit vorliegenden Studien in ihren Forschungsergebnissen eine bessere Einbindung des außerschulischen Lernortes Schülerlabor in den regulären Physikunterricht der Schule (Pawek, 2009). Aus diesem Grund fokussiert sich der Forschungsansatz des *iPhysicsLab* auf die Frage einer wirksamen Vor- und Nachbereitung von Schülerlaboren innerhalb des schulischen Physikunterrichtes.

In diesem Beitrag sollen sowohl die grundlegende Konzeption des Schülerlabors *iPhysicsLab* anhand des Themenmoduls „Dem Druck auf der Spur“ exemplarisch dargelegt, als auch erste Ergebnisse einer Interventionsstudie präsentiert werden.

Konzeption des Schülerlabors *iPhysicsLab*

Deutschlandweit haben sich mittlerweile eine Vielzahl von Schülerlaboren etabliert, die sich in Konzeption und Ausrichtung jedoch maßgeblich unterscheiden und bei genauerer Betrachtung verschiedenen Kategorien zuzuordnen sind (Haupt et al., 2013). Hierbei ist das *iPhysicsLab* im Wesentlichen als klassisches Schülerlabor anzusehen, das zusätzlich sowohl Aspekte eines Lehr-Lern-Labors beinhaltet, als auch der Wissenskommunikation dienen soll. Die Grundkonzeption ist modular angelegt. Im Zentrum eines jeden Themenmoduls steht die Experimentierphase im Schülerlabor an der Universität. Deren Einbettung in den Physikunterricht geschieht in Form von je einer Vor- und einer Nachbereitungsstunde, die in der jeweiligen Schule stattfindet. Hierfür werden eigens konzipierte Materialien zur Verfügung gestellt, welche die Lernenden gezielt unterstützen, aber auch den Arbeitsaufwand seitens der betreuenden Lehrkraft reduzieren. Die Qualität dieser Materialien liegt in der gezielten Vernetzung von Vor- und Nachbereitungsphase mit der Experimentierphase. Die Verbindung dieser drei Phasen zu einer zusammenhängenden Lerneinheit soll die Effektivität, aber auch die Nachhaltigkeit des Schülerlabors signifikant erhöhen. Die praktische Umsetzung der genannten Kriterien kann exemplarisch anhand des curricular validen Themenmoduls „Dem Druck auf der Spur“ gezeigt werden. Hier besteht die Experimentierphase aus vier Experimenten zu den Themen hydrostatischer Druck und Auftrieb, welche als Stationenzirkel konzipiert sind und von den Lernenden in Zweiergruppen durchlaufen werden. Für die Vorbereitung stehen verschiedene Unterrichtsmaterialien zum Kontext „Warum schwimmen Schiffe“ zur Verfügung. Sie unterstützen die fachliche Vorentlastung der Experimentierphase sowie die

Hypothesengenerierung seitens der Schülerinnen und Schüler. Als Nachbereitung dient ein eigens erstelltes, interaktives Lernquiz, welches gezielt Inhalte des Schülerlabors wiederholt und festigt.

Interventionsstudie

In Verbindung mit dem Themenmodul „Dem Druck auf der Spur“ wurde eine empirische Begleitstudie durchgeführt. Unsere Hypothese ist, dass bei curricularer Verzahnung durch die gezielte Vor- und Nachbereitung positive, nachhaltige Effekte auf die Wirksamkeit des Lernorts Schülerlabor erzielt werden. Im Rahmen einer quasi-experimentellen Interventionsstudie im Versuchs-Kontrollgruppen-Design mit Prä-, Post- und Follow-up Test wurden dazu die Variablen Motivation (Kuhn, 2010) und Lernerfolg (eigener, curricular valider Leistungstest zum Themengebiet „Druck und Auftrieb“) untersucht. Zur Korrektur möglicher a priori Unterschiede innerhalb der Stichprobe wurden zusätzlich die Kovariate Eingangsleistung, Eingangsmotivation, Zeugnisnoten in den Fächern Mathematik, Physik und Deutsch, kognitive Fähigkeiten (Kornmann & Horn, 2001), Lesekompetenz (Lang, Mengelkamp & Jäger, 2004) sowie mögliche Einflüsse durch Betreuer erhoben. Die Stichprobe bestand aus 139 Lernenden der 9. Klassenstufe verschiedener rheinland-pfälzischer Gymnasien. Sie unterteilte sich in zwei Treatmentgruppen (TG1, TG2) und eine Kontrollgruppe (KG). Beide Treatmentgruppen besuchten das Schülerlabor der Universität, jedoch erhielt nur die TG1 den eigens dazu konzipierten, laborbezogenen Vor-/Nachbereitungsunterricht, wohingegen die TG2 einen vom zeitlichen Umfang identischen, jedoch konventionellen Physikunterricht besuchte. Die KG erhielt einen zum Schülerlabor inhaltsgleichen Unterricht gleicher Dauer am Lernort Schule samt laborbezogenem Vor-/Nachbereitungsunterricht (s. Abb. 1), denn nur ein Vergleich von schulischem Physikunterricht und Schülerlabor „auf Augenhöhe“ kann Auskunft über die Wirksamkeit und Sinnhaftigkeit von Schülerlaboren geben.

Woche	TG 1	TG 2	KG	
1	Prätest (Leistung, Motivation, Kovariate)			1 Std. ½ Tag
	Laborbezogene Vorbereitung	Konventioneller Unterricht	Laborbezogene Vorbereitung	
	Labor	Labor	Schule	
	Zwischentest (Motivation)			
2	Laborbezogene Nachbereitung	Konventioneller Unterricht	Laborbezogene Nachbereitung	1 Std.
	Posttest (Leistung, Motivation)			
3...7	Konventioneller Unterricht im neuen Stoffgebiet			
8	Follow up – Test (Leistung, Motivation)			

Abb.1: Studiendesign der Interventionsstudie „Dem Druck auf der Spur“.

Abbildung 2 zeigt die deskriptiven Daten der untersuchten Variablen Leistung und Motivation. Für die Variable Leistung zeigt die Kovarianzanalyse, dass TG1 und KG signifikant höhere Lernleistungsergebnisse aufweisen als TG2, und das sowohl zum Post-, als auch Follow up-Zeitpunkt (Post: $F(2,144) = 11,22, p < 0,001, d = 0,83$; Follow up: $F(2,140) = 6,79, p = 0,002, d = 0,68$). TG1 und KG unterscheiden sich hingegen nicht signifikant voneinander. Für die Variable Motivation lässt sich am Tag der

Schülerexperimente über alle Gruppen hinweg - einschließlich KG - ein signifikanter Anstieg nachweisen. Zwischen den Gruppen treten allerdings zu keinem Testzeitpunkt signifikante Unterschiede auf.

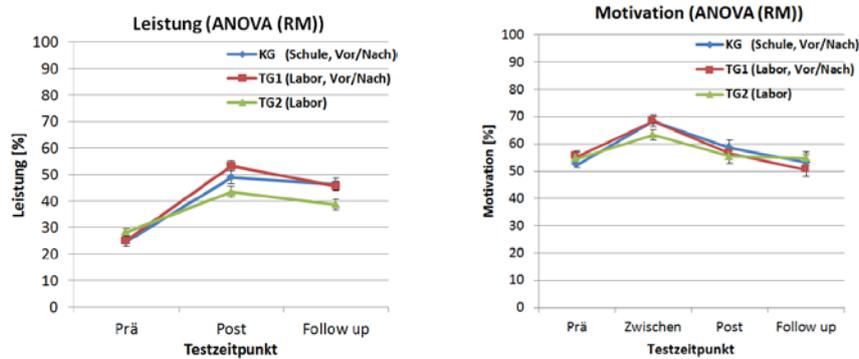


Abb.2: Deskriptive Daten der Interventionsstudie "Dem Druck auf der Spur" (Mittelwert, Standardfehler des Mittelwertes)

Zusammenfassung

Das Physik-Schülerlabor iPhysicsLab der TU Kaiserslautern ist ein klassisches Schülerlabor. Das Forschungsinteresse liegt in der Untersuchung der Einbettung von Schülerlaboren in den schulischen Physikunterricht und einer damit verbundenen, möglichen Steigerung ihrer Effektivität. Diesbezüglich konnte in einer Interventionsstudie gezeigt werden, dass die Lernwirksamkeit von Schülerlaboren, sofern diese in der Schule gleichwertig abgebildet werden können, nicht per se vom Lernort, sehr wohl aber von ihrer Einbettung in den schulischen Physikunterricht abhängt. Mit anderen Worten: Ein gut vor-/nachbereiteter Experimentiertag in der Schule ist lernwirksamer als ein schlecht vor-/nachbereitetes Schülerlabor. Auf motivationaler Ebene lassen sich weder durch den Lernort Schülerlabor, noch durch die gezielte Vor-/Nachbereitung der Experimente mittel- bis langfristige Hold-Effekte erzielen. Als Konsequenz dieser Forschungsergebnisse stellt sich die Frage nach möglichen Kriterien einer guten und wirksamen Einbettung von Schülerlaboren in den schulischen Unterricht, was im Rahmen weiterführender Studien untersucht werden soll.

Literatur

- Krapp, A. (2003). Interest and human development: An educational-psychological perspective. In Development and Motivation. The British Psychological Society, 57-84
- Moschner, B. (2001). Selbstkonzept. In D. Rost (Hrsg.), Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. Weinheim: Beltz PVU, 629-635
- Deci, E. & Ryan, R. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. Zeitschrift für Pädagogik, 39(2), 223-238
- Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S. (2007) Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. Science Education, 91, 347-370
- Pawek, C. (2009). Schülerlabore als interesselördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler der Mittel- und Oberstufe. http://eldiss.unikiel.de/macau/receive/dissertation_diss_00003669. Kiel.
- Haupt, O. et al. (2013). Schülerlabor – Begriffsschärfung und Kategorisierung. MNU 66/6. Neuss: Seeberger Verlag, 324-330
- Kuhn, J. (2010). Authentische Aufgaben im theoretischen Rahmen von Instruktionen- und Lehr-Lern-Forschung. Wiesbaden: Vieweg+Teubner
- Kornmann, A. & Horn, R., (2001). Screeningverfahren für Schul- und Bildungsberatung. Frankfurt a. M.: Swets Test Services
- Lang, D., Mengelkamp, C. & Jäger, R. S., (2004). Entwicklung von Testverfahren zur Berufsberatung von Schülern. Empirische Pädagogik, 18 (3), 281ff