

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 10 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 des Wirkungspotentials 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 eine bessere Einbindung des außerschulischen Lernortes Schülerlabor in den regulären Physikunterricht (Pawek, 2009; Itzek-Greulich 2015). Aus diesem Grund fokussiert die hier vorgestellte Arbeit auf die Frage einer wirksamen Vor- und Nachbereitung von Schülerlaboren innerhalb des schulischen Physikunterrichtes, zu der erste empirische Ergebnisse dargelegt und diskutiert werden.

Konzeption des Physik-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, 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. Die Hauptfunktion dieser Materialien liegt in der gezielten Vernetzung von Vor- und Nachbereitungsphase mit der Experimentierphase. Die Verbindung dieser drei Phasen (Durchführung, Vor- und Nachbereitung) zu einer zusammenhängenden Lerneinheit soll die Effektivität, aber auch die Nachhaltigkeit des Schülerlabors signifikant erhöhen.

Theoretischer Hintergrund

Theoretische Grundlage der beiden nachfolgend beschriebenen Interventionsstudien bildet die Novelty Space Theory (NST). Sie beschreibt die Unvertrautheit der Lernenden mit einem außerschulischen Lernort in Form des Novelty Space, welcher nach Orion (1989) aus drei Subdimensionen besteht: Kognitive Dimension (fachlicher Inhalt), psychologische Dimension (persönliche Vorerfahrungen) und topographische Dimension (örtliche Gegebenheiten, Organisation). Cors, Müller und Robin (2015) erweitern den Novelty Space um eine vierte „Tinkering“-Dimension (spielend-forschender Umgang mit technischen Geräten). Nach

Anderson & Lucas (1997) sollte ein mittleres Novelty-Niveau zu einem maximalen Lernerfolg seitens der Lernenden führen.

Interventionsstudien

Im Rahmen empirischer Begleitforschung wurden zwei quasi-experimentelle Interventionsstudien im Versuchs-Kontrollgruppen-Design mit Prä-, Post- und Follow-up Test anhand der beiden Themenmodule „Dem Druck auf der Spur“ und „iRadioactivity – Chancen und Risiken radioaktiver Strahlung“ durchgeführt.

Interventionsstudie 1 (Dem Druck auf der Spur):

Hier wurde die Wirkung einer gezielten kognitiven Vor- und Nachbereitung auf Motivation und Lernerfolg untersucht. 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.

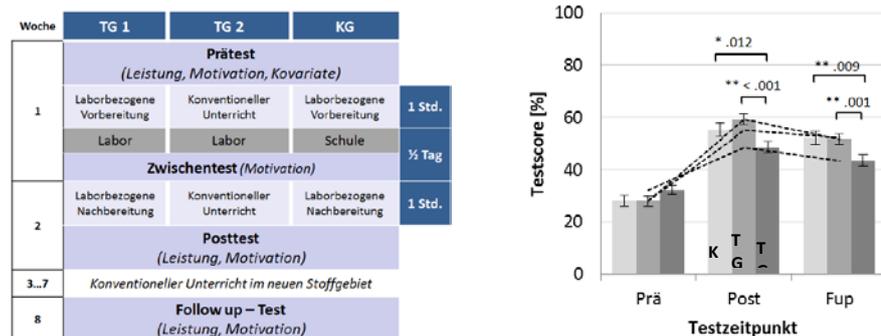


Abb.1: Studiendesign (links) und deskriptive Leistungsdaten (rechts; Mittelwert, Standardfehler des Mittelwertes; Signifikanzniveau 5%) der Interventionsstudie 1.

Abb. 1 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 dies sowohl zum Post-, als auch Follow up-Zeitpunkt (Post: $F(2,144) = 11,22, p < 0,001, d = 0,83$; Follow up: $F(2,140) = 6,79, p < 0,001, d = 0,68$). TG1 und KG unterscheiden sich hingegen nicht signifikant voneinander. Für die Variable Motivation lässt sich am Tag der Schülerexperimente über alle Gruppen hinweg ein signifikanter Anstieg nachweisen. Zwischen den Gruppen treten allerdings zu keinem Testzeitpunkt signifikante Unterschiede auf.

Interventionsstudie 2 (iRadioactivity: Chancen und Risiken ionisierender Strahlung):

Unsere Hypothese ist, dass durch eine gezielte Vorbereitung für die nicht-kognitiven Dimensionen Topographie und Tinkering positive, nachhaltige Effekte auf Motivation und Lernerfolg, sowie auf Neugier und Cognitive Load erzielt werden können. Die Stichprobe bestand aus 78 Lernenden der 12. Jahrgangsstufe verschiedener rheinland-pfälzischer Gymnasien und unterteilte sich in drei Treatmentgruppen (TG1-3). Die Intervention findet in der Vorbereitungsstunde statt. TG1 erhält hier lediglich Basisinformationen, welche zur Durchführung des Schülerlabors essentiell sind. TG2 erhält zusätzlich Informationen zu örtlichen Gegebenheiten, sowie organisatorischem Ablauf des Schülerlabors (Topographie

Dimension). TG3 erhält alle Informationen wie TG2, zudem jedoch noch Informationen zu Umgang und Bedienung der durchzuführenden Experimente (Tinkering Dimension). Alle drei bereitgestellten Informationseinheiten wurden in Form von Video-Tutorials operationalisiert. Darüber hinaus enthält das Studiendesign keine weiteren gruppenspezifischen Treatmentunterschiede. Die Kovarianzanalyse zeigt zu keinem Testzeitpunkt und für keine der erhobenen Variablen signifikante Gruppenunterschiede. Eine mögliche Ursache hierfür könnte die nicht gelungene Novelty-Reduktion innerhalb der Tinkering Dimension sein, was sich in Form einer zwar hypothesenkonformen, aber zu schwach ausgeprägten Novelty-Abstufung zwischen TG2 und TG3 zeigt (Abb. 2).

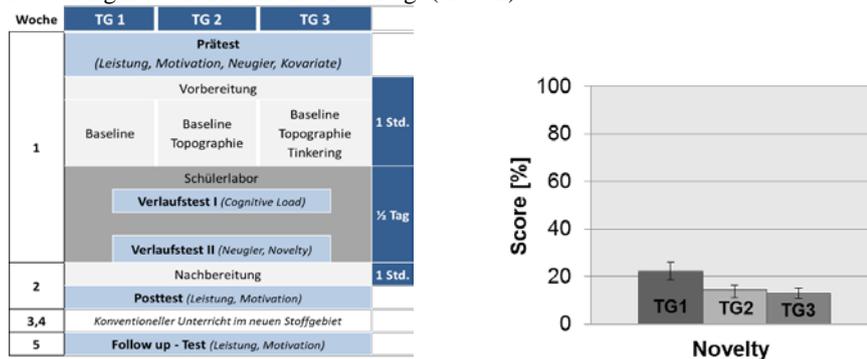


Abb.2: Studiendesign (links) und wahrgenommene Novelty am Labortag (rechts; Mittelwert, Standardfehler des Mittelwertes) der 2. Interventionsstudie.

Zusammenfassung

Das Interesse der empirischen Begleitforschung zum iPhysicsLab der TU Kaiserslautern liegt bei der Untersuchung der Einbettung von Schülerlaboren in den schulischen Physikunterricht und einer damit verbundenen, möglichen Steigerung ihrer Effektivität für Lernen und Motivation. Diesbezüglich konnte in einer Interventionsstudie gezeigt werden, dass die kognitive Einbettung von Schülerlaboren in Form einer Vor-/Nachbereitung deren Lernwirksamkeit signifikant erhöht. Auf motivationaler Ebene lassen sich dadurch jedoch keinerlei Effekte erzielen. Bezüglich einer nicht-kognitiven Einbettung von Schülerlaboren, finden sich in einer weiteren Studie erste Anzeichen, dass diese keinen signifikanten Einfluss auf Lernleistung, Motivation sowie Neugierde und Cognitive Load besitzt. Nicht zuletzt aufgrund der schwachen Novelty-Abstufungen sollte dies im Rahmen weiterführender Studien detaillierter untersucht werden.

Literatur

- Krapp, A. (2003). Interest and human development: An educational-psychological perspective, *Development and Motivation*, 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
- Pawek, C. (2009). Schülerlabore als interessesfördernde 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
- Orion, N. (1989). Development of a High-School Geology Course Based on Field Trips. *Journal of Geological Education*, 37, 13-17.
- Cors, R., Müller, A., Robin, N. (2015, March 20-21). Advancing Informal MINT Learning: Preparation and Novelty at a Mobile Laboratory. *New Perspectives in Science Education*, Florence, Italy.
- Anderson, D., Lucas, K. (1997). The Effectiveness of Orienting Students to the Physical Features of a Science Museum Prior to Visitation. *Research in Science Education*, 27(4), 485-495.