

Lernprozesse im Schülerlabor – Bedingungsfaktoren und Modellierung

Stand der Forschung und Forschungslücke

Naturwissenschaftlicher Unterricht wird vielfach durch Angebote außerschulischer Lernorte ergänzt (Braund & Reiss, 2007; Tal, 2012; Rohs, 2016; Haring et. al., 2016)). Insbesondere Schülerlabore haben sich etablieren können. Besuche in Schülerlaboren sind für Lehrkräfte und Schüler/innen gleichermaßen attraktiv, weil durch die Andersartigkeit dieser Orte, an denen eher ein informelles Arbeiten (Stocklmayer, Rennie & Gilbert, 2010) und vor allem eine hohe Eigenaktivität versprochen wird, ein Beitrag zur Scientific Literacy und damit auch zum Erfüllen des Schulcurriculums geboten wird (Schmidt, Di Fuccia & Ralle, 2011; Weißnigk, 2012; Haupt et al., 2013). Auch der Zugang zu aktueller Forschung ist vielfach gegeben. Studien belegen, dass von Schülerlaboren gewisse Wirkungen auf das situative Interesse und auf die Motivation zum wissenschaftlichen Denken und Arbeiten ausgehen (Engeln, 2004; Scharfenberg, 2005; Glowinski, 2007; Guderian, 2007; Pawek, 2009; Weißnigk, 2013). Allerdings ist noch zu wenig geklärt, welche kognitiven Prozesse in Schülerlaboren angeregt werden können. Kenntnisse hierüber sind aber notwendig, wenn die Angebote datenbasiert weiterentwickelt werden sollen, um den Nutzen der Schülerlabore als eigenständige Lernangebote und als Ergänzung zur Schule zu erhöhen. Weitgehend unverständlich, weil wenig untersucht, ist auch die komplexe Angebots-Nutzungs-Dynamik in MINT-Schülerlaboren, zu deren Modellierung die verschiedenen Perspektiven von Anbietern und Nutzern systematisch aufeinander bezogen werden müssen.

Forschungsfragen

In der hier vorgestellten Studie werden daher drei Forschungsgegenstände definiert und empirisch und analytisch untersucht.

- Die Sicht der pädagogisch Verantwortlichen soll erhoben werden: Welche Ziele verfolgen Schülerlabore und worin sehen sie ihre Potentiale? Welche Vorstellungen bestehen bei den Betreibern davon, wie die Angebote wirken? Informationen hierzu liefern Erklärungen, wie die vorgefundene Struktur eines Angebots entstanden ist.
- Die Angebote sollen aus einer theoretischen Perspektive heraus in Bezug auf lernförderliche oder lernhemmende Facetten beschrieben werden: Wie lassen sich die Schülerlabore und ihre Angebote in Bezug auf aktuell als lernrelevant diskutierte Konstrukte charakterisieren? Welche Profile ergeben sich für die betrachteten Schülerlabore?
- Die Denk- und Lernprozesse der Schüler/innen sollen rekonstruiert werden, ebenso die Nutzung der Angebote: Welche Lernprozesse finden auf der Handlungsebene und auf kognitiver Ebene statt? Wie nutzen die Schüler/innen die Angebote? Welche Merkmale der Angebote initiieren, fördern oder hemmen das Lernen und die Motivation zu lernen?

Theoretische Basis

Epistemologisch liegt der Studie die (sozial-)konstruktivistische Sicht auf fachliches Lernen zugrunde (Möller, 2007; Gerstenmeier & Mandl, 1995), wonach Lernen als aktiver Konstruktionsprozess des beteiligten Individuums in der sozialen Situation verstanden wird. Sie beschreibt Basismodelle des Lernens wie Konzeptlernen (Duit & Treagust, 2003), Lernen aus Eigenerfahrung oder Problemlösen in konsistenter Weise. Da neben dem fachlichen Lernen auch komplexe Nutzungsprozesse im Schülerlabor von Interesse sind, wird hier ein an Helmke (2009) angelehntes Modell von Angebot und Nutzung verwendet. Ansätze zum design-based

research (Design-Based Research-Collective, 2003) bzw. zur fachdidaktischen Entwicklungsforschung (Hussmann et al., 2013) bilden die forschungsmethodische Basis.

Studiendesign, Stichprobe und Datenpool

An der Studie haben drei Schülerlabore teilgenommen, das Zentrum für Natur und Technik in Aurich, der außerschulische Lernort Technik und Natur in Wilhelmshaven und das DLR_School_Lab in Bremen. Verschiedene Instrumente wurden für die Untersuchung der drei Forschungsfragen adaptiert und werden im Folgenden beschrieben; Abb. 1 verdeutlicht das Design, das zwei Phasen umfasst: zunächst wird ein vorhandenes Angebot analysiert und dann datengestützt verändert (Triangulation und Kreation), um es erneut zu untersuchen.

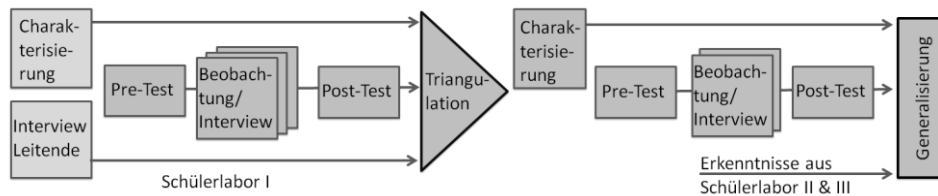


Abb. 1: Studiendesign

Leitfadeninterview zur Erhebung der Sicht des pädagogischen Personals der Labore

Es wurde ein fokussierendes, teilstrukturiertes qualitatives Leitfadeninterview entwickelt, dessen Fragen sich darauf bezogen, inwieweit in ihrem Schülerlabor lernrelevante Facetten umgesetzt sind. Insbesondere wurde danach gefragt, inwiefern die Wahrnehmung von Selbstwirksamkeit und Autonomie (Deci & Ryan, 2000, 2008) unterstützt wird und welche Rolle das Herstellen von Produkten für kognitive oder affektive Prozesse spielt.

Stichprobe und Datenpool: Es liegen insgesamt zehn Interviews von durchschnittlich 25 Minuten Dauer vor, einzelne Interviews waren vier Stunden lang. An allen Lernorten wurde der pädagogische Leiter des Schülerlabors sowie Mitarbeiter, die die Angebote durchführen, interviewt. Die Interviews wurden wörtlich transkribiert, codiert und mit Methoden der Qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) kategorienbasiert ausgewertet.

Analyseraster zur Charakterisierung der Schülerlabore

Für die Analyse der Angebotsstruktur ist ein Charakterisierungsraster entwickelt worden. Es umfasst zehn pädagogisch-didaktische Konstrukte, die eine Relevanz für die Entwicklung von Interessen (Glowinski, 2007) und für fachliches Lernen haben. Dazu gehören Zielgerichtetheit, Offenheit, Kontextualisierung oder die Rolle von Objekten, die Schüler/innen herstellen (mehr Details in Sajons, Stiefs & Komorek in diesem Band). Beispielsweise kann die Offenheit eines Laborangebots zwischen *Fremdsteuerung* und *Selbststeuerung* eingestellt sein. Das Raster wurde während des Betriebs des Schülerlabors eingesetzt.

Stichprobe und Datenpool: Bei jedem der drei kooperierenden Schülerlabore wurden die Angebote von mehreren Ratern charakterisiert, so dass Profile der Schülerlabore entstanden sind.

Fragebögen, Beobachtungsraster und Interviews zur Untersuchung der Schülerprozesse

Um zu klären, wie die Schüler/innen die Angebote im Schülerlabor nutzen und welche kognitiven Prozesse sowie welche Handlungen stattfanden, wurden alle teilnehmenden Schüler/-innen per Fragebogen mit offenen und geschlossenen Items zu Vorwissen und zur Bewertung des Angebots befragt. Einige Schüler/innen wurden beim Durchgang durch das Angebot beobachtet und entlang eines offenen Leitfadens zu ihren Aktivitäten, zu fachlichen Inhalten, zur Selbstwahrnehmung und zum Herstellen von Zusammenhängen interviewt. Ein follow-

up-Klasseninterview beendete die Datenaufnahme.

Stichprobe und Datenpool: An jedem Lernort haben je fünf Schulklassen (Klasse 5 oder 6) an der Studie teilgenommen, insgesamt 450 Schüler/innen. Alle Schüler/innen haben vor und nach dem vierstündigen Besuch im Schülerlabor je einen Fragebogen mit 25 Items bearbeitet. In jeder der 15 Schulklassen ist eine dreiköpfige Schülergruppe engmaschig befragt worden (45 Stunden Audiotranskript).

Ergebnisse

Alle Fragebogen- und Interviewdaten wurden mit Methoden der Qualitativen Sozialforschung (u. a. Mayring, 2015) ausgewertet. Insbesondere wurden die einzelnen Ergebnisse nach folgenden Leitfragen aufeinander bezogen (trianguliert):

- Inwieweit finden sich die Ziele und Erwartungen der Anbieter in den Ergebnissen der Charakterisierung wieder? Inwiefern über- oder unterschätzen die Leitenden die Potentiale ihres Ortes/ihrer Angebots?
- Welche Handlungen, Denk- und Lernprozesse erwarten die Anbieter bei den Schüler/-innen? Welche nehmen sie wahr? Worin weichen die Erwartungen der Betreiber und die rekonstruierten Nutzungs- und Lernprozesse voneinander ab?
- Inwieweit beeinflussen die Merkmale der Angebote die abgelaufenen Denk- und Lernprozesse? Welche Rolle spielen dabei Mediatorvariablen wie die von den Schüler/innen wahrgenommene Selbstwirksamkeit (Deci & Ryan, 2000, 2008)?

Beispiel: In einer Problemlöseaufgabe sollten Schüler/innen einen Lander konstruieren, der eine Sonde sicher auf einem Planeten landet. Bei den Schüler/innen führte die Aufgabe zu einem hoch dynamischen Prozess, der jedoch immer abrupt abbrach, wenn der Lander fertig war. So war es im Skript des Angebots vorgesehen. Äußerungen wie „Wir sind so doof“ zeigten dann den Missmut, falls der Lander im Einsatz nicht gut funktionierte. Die Schüler/innen wünschten sich dann, Variationen erproben zu dürfen, was aber nicht vorgesehen war: „Hätte man mehr Versuche gehabt, hätte man nochmal [den Lander] verbessern können.“ Die Prozesse auf Schülerseite wurden den Zielen und Sichtweisen der Anbieter gegenübergestellt. Den Leitenden war das Kompetenz- und Erfolgserleben der Schüler/innen sehr wichtig: „[...] wichtig, dass die Schüler sich positiv selbst erleben.“ „Erfolgserlebnis, wenn der Fallschirm aufgeht, [ist ganz wichtig].“ Auch wollten sie eine Berufsorientierung erreichen: „Schüler sollen wissen, was ein [...] Ingenieur macht.“ Es bestand also eine Diskrepanz zwischen den Absichten der Leitenden und dem gültigen Skript. In einer Veränderung wurde ermöglicht, dass die Schüler/innen ihren Lander optimieren. Es entstand dann ein dynamischer Prozess durch das mehrfache Testen des Lander-Modells, das nun hypothesengeleitet und erfahrungsbasiert ablief. Die Schüler/innen kamen in einen „ingenieurswissenschaftlichen“ Modus, der die Kompetenzwahrnehmung steigerte.

Fazit

Das Multi-Methods-Design erlaubte es, die Komplexität der ablaufenden Prozesse im Schülerlabor zu modellieren, sodass Schlüsse für Veränderungen gezogen werden konnten. Die Adaptionen der eingesetzten Instrumente erwies sich als zielführend. Die Ergebnisse dieser Studie sind geeignet, Ergebnisse anderer Studien neu zu interpretieren, die bei reinem pre-post-design einen geringen Effekt des Besuchs im Schülerlabor hinsichtlich des fachlichen Lernens erkennen wollen, diesen Effekt aber nicht aufklären können. Prozessbetrachtungen können hier Abhilfe schaffen. Denn insgesamt sollen auch die vorliegenden Ergebnisse nicht nur dazu beitragen, einzelne Schülerlabore weiterzuentwickeln, sondern die gewonnenen Ergebnisse sollen so generalisiert werden, dass weitere Schülerlabore in ihren Angeboten verbessert und besser mit dem Schulunterricht verknüpft werden können.

Literatur

- Braund, M. & Reiss, M. (2007). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education* 28(12), 1373-1388.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11, 227-268.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2008). Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 49(3), 182-185.
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Duit, R., & Treagust, D. (2003). Conceptual change: A powerful frame-work for improving science teaching and learning. *IJSE*, 25(6), 671-688.
- Engeln, K. (2004). Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. Berlin: Logos.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik* 41(6), 867-888.
- Glowinski, I. (2007). Schülerlabore im Bereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen. Dissertation. Kiel: Universität Kiel.
- Guderian, P. (2007). Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte - Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik. Berlin: Humboldt-Universität.
- Harring, M., Witte, M. D. & Burger, T. (Hrsg.) (2016). *Handbuch informelles Lernen – Interdisziplinäre und internationale Perspektiven*. Weinheim: Beltz
- Haupt, O. J., Domjahn, J., Martin, U., Skiebe-Corrette, P., Vorst, S., Zehren, W. & Hempelmann, R. (2013): Schülerlabor – Begriffsschärfung und Kategorisierung. *MNU* 66/6, 324–330 .
- Helmke, A. (2015). Unterrichtsqualität und Lehrprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. Seelze: Klett.
- Hußmann, S., Thiele, J., Hinz, R., Prediger, S. & Ralle, B. (2013). Gegenstandsorientierte Unterrichtsdesigns entwickeln und erforschen. In: M. Komorek & S. Prediger (Hrsg.). *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign: Zur Begründung und Umsetzung fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme*. Münster: Waxmann, 25-42.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Beltz.
- Möller, R. (2007). Genetisches Lernen und Conceptual Change. In J. Kahlert et al. (Hrsg.). *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 258-266.
- Pawek, C. (2009). Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe. Kiel: Universität Kiel.
- Rohs, M. (Hrsg.) (2016). *Handbuch informelles Lernen*. Berlin: Springer.
- Scharfenberg, F. (2005). Experimenteller Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort Labor: Empirische Untersuchung zu Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse. Bayreuth: Universität Bayreuth.
- Schmidt, I., Di Fuccia, D. & Ralle, B. (2011). Außerschulische Lernstandorte, *MNU* 64/6, 362-368.
- Stocklmayer, S. M., Rennie, L. J. & Gilbert, J. K. (2010). The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education, *Studies in Science Education*, 46 (1), 1-44.
- Tal, T. (2012). Out-of-School: Learning Experiences, Teaching and Students' Learning. In: B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Eds.) *Second International Handbook of Science Education*. Heidelberg: Springer, 1109-1122.
- Weßnigk, S. (2012). *Kooperatives Arbeiten an industrienahen außerschulischen Lernorten*. Kiel: Universität Kiel.