

## Design-based research in Schülerlaboren

### Defizite in der Schülerlaborforschung

Schülerlabore stellen einen Großteil der außerschulischen MINT-Bildung in Deutschland dar. Sie ergänzen den naturwissenschaftlichen Unterricht (Braund & Reiss, 2007; Tal, 2012; Rohs, 2016; Harring et. al., 2016), bieten aber auch Angebote, die über die Umsetzung der Kerncurricula hinausgehen. Im besten Falle können sie ein informelles Arbeiten im Sinne einer nicht intendierten Auseinandersetzung mit Lerninhalten bieten (Stocklmayer, Rennie & Gilbert, 2010; Schmidt, Di Fuccia & Ralle, 2011; Haupt et al., 2013). Dabei haben die Absichten der Schülerlabore eine hohe Affinität zum Konzept der Scientific Literacy (OECD, 2017). Wenngleich einige Erkenntnisse hinsichtlich der Wirkung von Schülerlaboren auf das situative Interesse und auf die Motivation zum wissenschaftlichen Denken und Arbeiten vorliegen (Lewalter, 2003; Engeln, 2004; Glowinski, 2007; Guderian, 2007; Pawek, 2009), bestehen folgende Forschungsdefizite:

- Es fehlen Studien, die ablaufende kognitive Lernprozesse bei der Auseinandersetzung von Schüler/innen mit den angebotenen Inhalten des Schülerlabors detailliert untersuchen. Die Methoden aus schulischen Lernprozessstudien sind hier anzuwenden, um die Interaktion der Lernenden mit den Objekten, den Betreuenden, den Aufgabestellungen im Schülerlabor, dessen baulichen Ausstattung sowie mit sonstigen Charakteristika der Orte und der Angebote nachzeichnen zu können.
- Das Wissen über diese Prozesse ist notwendig, um die komplexe Angebots-Nutzungsdynamik (vgl. Helmke, 2015; Meier, 2015) in Schülerlaboren modellieren zu können, die auch affektive und motivationale Aspekte umfasst. Hierzu sind auch die Ziele, Begründungen und Erwartungen der pädagogisch Verantwortlichen zu erheben.
- Auch fehlt Forschung dazu, wie sich Schülerlaborangebote weiterentwickeln lassen, indem empirische Daten herangezogen werden und ein Abgleich zwischen Zielen, Mitteln und Prozessen hergestellt wird.

Eng mit diesen Forschungsdefiziten verbunden ist das Fehlen einer konsistenten Theorie des außerschulischen Lernens im Schülerlabor, die auch explizit auf die Ziele dieser Lernorte eingeht, welche nicht allein das Lernen umfassen, sondern auch Aspekte wie Begeisterung, Berufsorientierung oder Unterhaltung.

### Forschungsfragen

Die hier vorgestellte Studie ist eingebettet in das Forschungsprogramm GINT zum außerschulischen, informellen Lernen (<https://uol.de/gint/>). Ziel ist es im Programm und auch hier, die Angebots-Nutzungsdynamik in MINT-Schülerlaboren aufzuklären, indem folgende Forschungsfragen bearbeitet und aufeinander bezogen werden:

- Welche Ziele verfolgen die pädagogisch Verantwortlichen der Schülerlabore? Welche Funktionen unterstellen sie den eingesetzten Mitteln?
- Wie lassen sich die Schülerlabore und ihre Angebote hinsichtlich wichtiger als lernrelevant diskutierter Konstrukte der Lehr-Lern-Forschung charakterisieren?
- Welche Angebots-Nutzungs-Prozesse sind zu beobachten und welche Lernprozesse finden dabei auf der Handlungsebene und auf kognitiver Ebene statt? Welche Merkmale der Angebote initiieren, fördern oder hemmen das Lernen und die Motivation zu lernen?
- Wie lassen sich konkrete Angebote empiriebasiert so variieren, dass die Potentiale der Schülerlabore bzgl. ihrer eigenen und weiterer Ziele ausgeschöpft werden?

### **Design based research-Ansatz unter konstruktivistischer Perspektive**

Epistemologisch fußt sich die Studie auf der (sozial-)konstruktivistischen Sicht auf fachliches Lernen (Möller, 2007; Gerstenmeier & Mandl, 1995, Duit & Treagust, 2003). Da hier auch komplexe Nutzungsprozesse im Schülerlabor von Interesse sind, wird ein an Helmke (2009) und Meier (2015) angelehntes, ebenfalls konstruktivistisches Modell von Angebot und Nutzung auf die Situation im Schülerlabor angewendet. Es wird verknüpft mit dem Design-based research-Ansatz (Design-Based Research-Collective, 2003; vgl. auch Modell der fachdidaktischen Entwicklungsforschung von Hußmann, Thiele, Hinz, Prediger & Ralle, 2013). Der Design-based research-Ansatz erlaubt es, die Komplexität eines Schülerlaborangebots zu erfassen und datenbasiert weiterzuentwickeln (vgl. Wilhelm & Hopf, 2012). Dabei gehen Evaluation und Optimierung der Laborangebote Hand in Hand mit der Formulierung bereichsspezifischer (lokaler) Theorien des Lernens (vgl. Hußmann et al., 2013) im Schülerlabor. In diesem Sinne werden Generalisierungen (vgl. Reinmann, 2005) in der hier vorgestellten Studie herausgearbeitet hinsichtlich...

- ... der untersuchten Angebote vor und nach ihrer Überarbeitung an den jeweiligen Lernorten und im Vergleich zwischen den Lernorten;
- ... der Bereitschaft der Schülerlabore, ihre Angebote weiterzuentwickeln und sich auf einen Weiterentwicklungsprozess in Kooperation mit einer Forschergruppe einzulassen;
- ... der Art und Weise der tatsächlichen Umsetzung der Weiterentwicklung und der Entwicklung lokaler Theorien des Lernens in Schülerlaboren; dies schließt die Prozesse der Interaktion der Labore mit der beteiligten Forschergruppe ein;
- ... sowie hinsichtlich der Weiterentwicklung von Zielen in den Laboren durch die datenbasierte Reflexion der Ausrichtung und der Wirkung der bisherigen Angebote.

### **Studiendesign und Stichprobe**

An der Studie haben das Zentrum für Natur und Technik in Aurich, der außerschulische Lernort Technik und Natur in Wilhelmshaven und das DLR\_School\_Lab in Bremen mitgewirkt. Folgende Instrumente sind adaptiert oder neu entwickelt worden:

#### *Leitfadeninterview zur Erhebung der Sicht des pädagogischen Personals der Labore*

Mit einem fokussierenden, teilstrukturierten qualitativen Leitfadeninterview wird erhoben, welche Ziele die Lernorte verfolgen und wie sie die Stärken ihrer Lernorte in konkreten Angeboten nutzen, um diese Ziele zu erreichen. Die Absichten der Leitenden hinter den konkreten Angeboten werden erhoben, indem die Leitenden danach gefragt werden, wie sie Ziele wie die Wahrnehmung von Selbstwirksamkeit und Autonomie (Deci & Ryan, 2012) unterstützen wollen. Es liegen n=10 Interviews von durchschnittlich 45 Minuten Dauer vor.

#### *Analyseraster zur Charakterisierung der Schülerlabore*

Mit dem hier entwickeltem Analyseraster werden auf makroskopischer und mikroskopischer Ebene potentiell erreichbare Prozesse rekonstruiert und ungenutzte Potentiale in der didaktischen Struktur bezogen auf gesteckte Ziele herausgearbeitet. Zur Analyse werden auf der makroskopischen Ebene pädagogisch-didaktische Konstrukte herangezogen (Sajons, Stiefs & Komorek, 2018; Sajons & Komorek, 2018), die eine Relevanz für das fachliche Lernen sowie die Entwicklung von Interessen (Glowinski, 2007) und Motivation (Lewalter, 2003) haben. Dazu gehören im Bereich „Autonomie und Selbstwirksamkeit“ etwa die Zielgerichtetheit von Aufgabenstellungen, der Einbezug von Vorwissen und motivational solche Maßnahmen, die Autonomie und deren Wahrnehmung sowie Kompetenzwahrnehmung unterstützen; im Bereich „soziale Interaktion“ werden u.a. die Modi der Interaktion, der Umgang mit Heterogenität und motivational Maßnahmen zur Wahrnehmung sozialer Eingebundenheit betrachtet; sowie im Bereich „Relevanz“ die Kontextorientierung, die Produktorientierung oder die Mehrperspektivität sowie motivational, wie die Wahrnehmung der Relevanz von

Aufgabenstellungen unterstützt wird. Auf einer mikroskopischen Ebene werden durch das Angebot vorangelegte kognitive Verarbeitungsprozesse (Edelmann & Wittmann, 2012; Anderson, 2013) analysiert wie Wahrnehmen, Begriffsbilden/ Konzeptbilden, Kontextualisieren/Dekontextualisieren, Planvoll Handeln oder Problemlösen. So können Profile der Schülerlabore herausgearbeitet werden.

#### *Fragebögen, Interviews und Beobachtungen zur Aufklärung der Schülerprozesse*

Um zu klären, wie die Laborangebote genutzt werden und welche kognitiven Verarbeitungsprozesse sowie welche Handlungen stattfanden, sind Schüler/innen beim Durchgang durch die drei betrachteten Angebote beobachtet und entlang eines offenen Leitfadens zu ihren Aktivitäten, zu fachlichen Inhalten, zur Selbstwahrnehmung und zum Herstellen von Zusammenhängen interviewt worden. Pre-Post-Fragebögen und ein follow-up-Klasseninterview stellen den Wissenszuwachs bzw. die schülerseitige Bewertung des Angebots fest. An jedem der drei Lernorte haben je fünf Schulklassen (Stufe 5 bzw. 6) mit insgesamt n=450 Schüler/innen teilgenommen. Von allen liegen Fragebögen (zus. 900) vor und in jeder der Schulklassen ist eine dreiköpfige Schülergruppe engmaschig begleitet worden (45 Stunden Audiotranskript).

#### **Vorläufige Ergebnisse**

##### *Prozesse*

Die Ergebnisse liegen auf zwei Ebenen, bei der Prozessaufklärung und bei der darauf basierenden Formulierung von Leitlinien für die Weiterentwicklung von Laborangeboten. Alle Fragebogen- und Interviewdaten werden mit Methoden der Qualitativen Sozialforschung (Kuckartz, 2016) ausgewertet und nach folgenden Leitfragen aufeinander bezogen:

- Inwieweit finden sich die Ziele und Erwartungen der Anbieter in den Charakterisierungen wieder? Worin über- oder unterschätzen sie Potentiale ihrer Angebote?
- Worin weichen die Erwartungen der Betreiber und die hier rekonstruierten Nutzungsprozesse (Denken, Lernen, Problemlösen,...) voneinander ab?
- Inwiefern 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, 2012)?

##### *Tool zur Selbstevaluation von Schülerlaborangeboten*

Die vorliegenden, teilweise generalisierten Ergebnisse der Studie haben bereits zu Leitlinien für die Weiterentwicklung von Schülerlaboren geführt: Es konnte ein Tool für Laborbetreibende zur Selbstreflexion erstellt werden, das aktuell erprobt wird und bei den Autoren angefragt werden kann. Es besteht aus vier Elementen:

- *Das Laborangebot aus der Distanz kollegial begleiten:* Hierbei analysiert ein Kollege im laufenden Betrieb entlang eines Rasters die Umsetzung eines Laborvormittags.
- *Mit der Schülergruppe begleitend ins Gespräch kommen:* Ein Kollege wird Teil einer Schülergruppe und lernt die Wahrnehmung des Angebots durch die Augen der Schüler/innen kennen.
- *Schülergruppe nach dem Angebot interviewen:* Dies vertieft entlang obligatorischer Fragen die Erkenntnisse hinsichtlich der Nutzungsprozesse durch die Schüler/innen.
- *Angebote gemeinschaftlich kritisch reflektieren:* Hierbei geht es um den strukturierten Austausch innerhalb der Gruppe der Leitenden eines Lernortes. Die Ziele, die mit dem Angebot verbunden sind, die Funktion und Wirkung der eingesetzten Mittel sowie die möglichen und notwendigen Entwicklungen des Angebots (Potentiale) werden nach bestimmten Leitfragen kritisch diskutiert. Kreative und bislang unterbewertete Ideen der Mitarbeitenden werden mit Bezug zu eigenen empirischen Ergebnisse neu bewertet.

## Literatur

- Anderson, J. R. (2013). *Kognitive Psychologie*. Berlin: Springer.
- 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. (2012). Motivation, personality, and development within embedded social context: An overview of self-determination theory. In R. M. Ryan (Ed.), *Oxford handbook of human motivation* (85-107). Oxford, UK: Oxford University Press.
- 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.
- Edelmann, W. & Wittmann, S. (2012). *Lernpsychologie*. Weinheim: Beltz.
- 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 Lehrerprofessionalität. 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.
- Lewalter, D. (2003). Besucherbefragung in der Pharmazieabteilung des Deutschen Museums München – Hinweise auf motivationale Effekte des Museumsbesuchs. In: A. Noschka-Roos (Hrsg.) *Besuchersforschung im Museum*. Band 4 der Reihe: *Public Understanding of Science: Theorie und Praxis*, des Deutschen Museum, 45-82.
- Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden. Praxis und Computerunterstützung*. Weinheim: Beltz Juventa.
- Meier, A. (2015). *Motivation, Emotion und kognitive Prozesse beim Lernen in der Lernwerkstatt*. Berlin: Logos Verlag.
- Möller, R. (2007). Genetisches Lernen und Conceptual Change. In J. Kahlert et al. (Hrsg.). *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 258-266.
- OECD (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*, revised edition, PISA, OECD Publishing, Paris.
- 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.
- Sajons, C. & Komorek, M. (2018). Charakterisierung von Schülerlaborangeboten als Grundlage zur Analyse von Angebot-Nutzungs-Prozessen. *Aneignungspraktiken an außerschulischen Lernorten*, Münster: Lit.
- 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.
- Wilhelm, T. & Hopf, M. (2014). Design-Forschung. In: D. Krüger, I. Parchmann & Schecker, H. (Hrsg.). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Heidelberg: Springer, 31-42.
- Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft* 33/1, 52-69.
- Sajons, C., Stiefs, D. & Komorek, M. (2018). Zielstrukturen, Charakteristika und Abläufe in Schülerlaboren. In: C. Maurer (Hrsg.). *Qualitätsvoller Chemie- und Physikunterricht - normative und empirische Dimensionen*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Regensburg 2017, 652-654, Universität Regensburg.