

Aktivierung kognitiver und motivationaler Dynamik im Schülerlabor

Defizite der Schülerlaborforschung. Eine Vielzahl von Studien seit 2004 belegen, dass von Schülerlaboren ein gewisser Einfluss auf das situative Interesse und die Motivation zum wissenschaftlichen Denken und Arbeiten ausgeht (z.B. Pawek, 2009; Weßnigk, 2013; Itzek-Greulich, 2014; Huwer, 2015; Rodenhauser, 2016). Itzek-Greulich, Blankenbeurg und Schwarzer (2016) haben in einer randomisierten Studie gezeigt, dass sich die positiven Effekte nicht nur auf den Ort an sich, sondern im Besonderen auf die dort genutzten Methoden und die didaktische Strukturierung beziehen lassen. Allerdings ist empirisch zu wenig geklärt, welche kognitiven (vgl. Anderson, 2013; Edelman & Wittmann, 2012) und motivationalen (Lewalter, 2005) Prozesse während des Schülerlaborbesuchs ablaufen, wenn sich Schüler/innen mit angebotenen fachlichen Inhalten auseinandersetzen und wie sich Schülerlaborangebote hinsichtlich spezifischer Bildungsziele weiterentwickeln lassen, indem empirische Daten einen Abgleich zwischen Zielen, Mitteln und Prozessen genutzt werden.

Forschungsaufgaben. Daher verfolgt die vorliegende Studie (Sajons, 2020) in Kooperation mit drei Schülerlaboren folgende Forschungsaufgaben:

Forschungsaufgabe 1: Perspektiven der Anbietenden erheben: Welche Ziele verfolgen Schülerlabore? Inwiefern decken sich diese mit aktuell diskutierten Bildungszielkonzepten?

Forschungsaufgabe 2: Angebote der Lernorte didaktisch analysieren: Wie ist die didaktische Struktur der Schülerlaborangebote zu charakterisieren? Welche potenziell beobachtbaren Prozesse (kognitiv, motivational bzw. Handlungen) lassen sich daraus ableiten?

Forschungsaufgabe 3: Nutzung der Angebote modellieren: Wie nutzen die Schüler/innen die Angebote im Schülerlabor? Welche Handlungen und kognitiven Verarbeitungsprozesse sowie motivationalen Prozesse laufen dabei ab?

Forschungsaufgabe 4: Angebote variieren, erproben und Nutzung erneut modellieren: Wie lassen sich konkrete Angebote auf Basis der didaktischen Analyse und der empirischen Daten so variieren, dass die Potentiale der Schülerlabore ausgeschöpft werden?

Analysewerkzeug zur Modellierung von Lehr-Lern-Prozessen. Um zu untersuchen, zu welchen Denk- und Lernprozessen die Schüler/innen durch das Schülerlaborangebot angeregt werden, ist ein Analysewerkzeug entwickelt worden, das eine Doppelfunktion erfüllt. Zum einen ermöglicht es, die didaktische Struktur der betrachteten Angebote zu analysieren, zum anderen unterstützt es die empirische Erhebung der ablaufenden Denk- und Lernprozesse der Schüler/innen. Fokussiert wird dabei auf drei zentrale Dimensionen, die jeweils mit zwei Polen herausgearbeitet wurden: auf die Orientierung der Angebote an Kontexten (kontextualisiert vs. dekontextualisiert), die Integration von Problemlöseaufgaben (Problemlöseaufgaben vs. instruktionsorientierte Aufgaben) und die Unterstützung der Autonomie der Schüler/innen (selbstgesteuert vs. fremdgesteuert). Die Pole sind komplementär, haben also jeweils eine positive Bedeutung für das Lernen. Die Fokussierung auf die drei Dimensionen lässt sich durch allgemein akzeptierte Bildungsziele (z.B. Scientific Literacy (OECD, 2019); BNE (UNESCO, 2008); verschiedene Bildungsstandards und Kerncurricula) und durch die erhobenen Ziele der Lernortleitenden legitimieren.

Um das Analysewerkzeug ausdifferenzieren, damit es sowohl die Sachstruktur der Angebote als auch die Lernstruktur auf Schülerseite nachzuzeichnen vermag, werden kognitive Verarbeitungsprozesse wie Wahrnehmen, Begriffsbilden, Kontextualisieren/Dekontextualisieren, Planvolles Handeln oder Problemlösen und motivationale Prozesse wie die Autonomiewahrnehmung, Kompetenzwahrnehmung oder die Relevanzwahrnehmung herangezogen und den drei Dimensionen zugeordnet.

Design-based Research als Forschungsrahmen. Als Rahmenmodell für den Forschungsprozess wird der Ansatz des Design-based Research (DBR) gewählt (Reinmann, 2005, van den Akker, Gravenmeijer, McKenney & Nieveen, 2006), der es erlaubt, vorhandene didaktische Designs wie Angebote in Schülerlaboren datenbasiert und auf Basis von didaktischen Analysen weiterzuentwickeln. Zudem kann beim DBR spezifisches, generalisiertes Wissen über das Lernen und Agieren in Schülerlaboren gewonnen werden. Unter konstruktivistischer Perspektive ist die didaktische Struktur des Designs zunächst ein Angebot, das von den Schüler/innen genutzt wird, nicht aber zwangsläufig in der von den Laboren beabsichtigten Weise. Um das Verhältnis von Angebot und Nutzung zu beschreiben, ist das Angebots-Nutzungs-Modell nach Helmke (2012) spezifiziert nach Meier (2015) herangezogen worden.

An jedem der drei Lernorte ist je ein Angebot der Labore in einer SWOT-Analyse fachdidaktisch auf Stärken und Schwächen hin analysiert worden. Mit Hilfe des Analyseinstruments sind die Ausprägungen der Kontext-, der Problem- sowie der Autonomieorientierung und die damit verbundenen potenziellen kognitiven Verarbeitungsprozesse und potenziellen motivationalen Prozesse kategorisiert worden. Diese zunächst hypothetischen Stärken und Schwächen sind dann empirisch validiert worden, indem empirische Daten zu kognitiven und motivationalen Prozessen der Schüler/innen erhoben worden sind. Dazu ist ein Teil der Schüler/innen beobachtet und entlang eines teilstrukturierten Leitfadens in einem ethnografischen Interview zu ihren Aktivitäten, zu den von ihnen wahrgenommenen fachlichen Inhalten, zu den Zusammenhängen, die sie herstellen, und zu motivationalen Aspekten befragt worden. Alle Schüler/innen haben zudem Pre-Post-Fragebögen zum Wissen und zur Einschätzung des Angebots bearbeitet. Analyseergebnisse, empirische Ergebnisse und Überlegungen zu Zielen sind systematisch aufeinander bezogen worden, sodass Veränderungen der Angebote abgeleitet werden konnten, die im Sinne des zyklischen Design-based Research-Prozesses erneut empirisch untersucht worden sind.

Ergebnisse. Die Arbeit führt per Design-based Research zu Optimierungen der Angebote. Gleichzeitig werden Ergebnisse auf drei Generalisierungsebenen (Reinmann, 2005) beschrieben. a) Bereichsspezifische Generalisierungen gelingen dadurch, dass vergleichbare Erkenntnisse an den Lernorten dazu gewonnen werden konnten, wie Lernangebote mit Hilfe der drei Dimensionen zu charakterisieren sind und wie sie hinsichtlich Kognitionen und Motivation von Schüler/innen genutzt werden. b) Auf der Ebene der „Design-Prinzipien“ werden Leitlinien für die Analyse und Weiterentwicklung von Angeboten formuliert, die sich wiederum auf Kontextualisierung, Einsatz von Problemlöseaufgaben, Unterstützung von Autonomie beziehen. c) Und auf der Ebene der „Design-Methodologien“ werden Erkenntnisse über die Zusammenarbeit von Forschenden und Praktiker/innen an den Lernorten gewonnen. Darüber hinaus wurden zwei Formate zur Weiterbildung von pädagogisch Verantwortlichen in Schülerlaboren entwickelt.

Bereichsspezifische Generalisierungen zu Lehr-Lernprozessen. Es zeigt sich, dass bei den drei analysierten Laborangeboten ein Ungleichgewicht in der Ausrichtung der didaktischen Struktur hinsichtlich Kontext- und Problemorientierung sowie hinsichtlich der Autonomieorientierung vorliegt, was sich negativ auf die kognitiven und motivationalen Prozesse der Schüler/innen auswirkt. Die daraus abgeleiteten Veränderungen der Angebote wurden gemeinsam mit den Lernorten vorgenommen und erneut empirisch begleitet. Zentrale Änderungen der didaktischen Struktur lagen in folgenden Bereichen: Durch den Einsatz narrative Anker und eine stärkere Thematisierung der genutzten Kontexte wird die Bedeutung und Einordnung der einzelnen Aufgaben erhöht. Dekontextualisierende Phasen werden als solche expliziert und betont. Es werden zudem vermehrt Problemlöseaufgaben eingebettet, die mit den Kontexten in Verbindung stehen. Instruktionsorientierte Aufgaben haben aber weiterhin als Mittel der Differenzierung ihre Funktion. Und schließlich werden Phasen des selbstbestimmten Arbeitens mit den Problemlöseaufgaben explizit ermöglicht. Geführte Plenumsphasen behalten aber ihre Funktion darin, dass die Schüler/innen zusammenkommen und ihre Aktivitäten auf das Gesamtziel des Laborvormittags beziehen. Generalisierend ließ sich zeigen, dass die neu eingestellten Balancen bei den Schüler/innen zu einem besseren Verständnis der fachlichen Inhalte und Zusammenhänge führt sowie die Motivation erhöht, sich mit den Aufgaben zu beschäftigen.

Generalisierungsebene Design-Frameworks. Auf Grundlage der empirisch validierten Stärken und Schwächen der Angebote und der bereichsspezifischen Generalisierungen konnten Leitlinien für die Gestaltung von Schülerlaborangeboten formuliert werden, die sich an Verantwortliche von Schülerlaboren richten. Dabei gründen die Leitlinien nicht nur auf den empirischen Erkenntnissen dieser Studie, sondern beziehen sich auch auf allgemein anerkannte Bildungsziele und spezifische Ziele der Schülerlabore. Die Leitlinien drücken aus, wie Schülerlaborangebote problem-, kontext- und autonomiebasiert gestaltet werden können, sodass kognitive Verarbeitungsprozesse und Motivationen unterstützt werden.

Generalisierungsebene der „Design-Methodologien“. In der Zusammenarbeit zwischen Forschenden und Laborbetreibenden können mehrere Aspekte generalisiert werden: Damit Veränderungen in Schülerlaboren stattfinden können, muss den dort aktiven Praktiker/innen der Bedarf deutlich gemacht werden. In der vorliegenden Studie hat es sich dabei als Schlüssel erwiesen, Diskrepanzen zwischen den Zielen der Lernorte und den rekonstruierten Prozessen auf Schülerseite herauszuarbeiten und sie mit Originalzitaten der Schüler/innen bzw. der Lernortleitenden zu untermauern. Dabei kann man sich generell auf drei Reaktionstypen einstellen hinsichtlich vorgebrachter Veränderungsvorschläge, den Bereitwilligen, den Renitenten und den Vermittelnden. Jede/r ist anders anzusprechen und hat eine wichtige Funktion im Veränderungsprozess. So weist etwa der/die "Renitente" auf gedankliche Brüche der Vorschläge der Forschenden hin, was sehr notwendig ist.

Handreichung und Fortbildungskonzept für Schülerlabore. Aufbauend auf den Ergebnissen wurde eine Handreichung für Laborbetreibende zur Selbstreflexion (Sajons & Komorek unveröffentlichtes Papier) sowie ein Fortbildungskonzept für Laborbetreibende entwickelt. Beide Formate sollen den Betreibenden helfen, die ablaufenden Prozesse in ihren Angeboten besser zu verstehen, indem sie sich gegenseitig kollegial beraten sowie einzelne Schüler/innengruppen bei ihrer Arbeit im Schülerlabor begleiten und befragen.

Literatur

- Anderson, J. R. (2013). Kognitive Psychologie. Berlin: Springer.
- Edelmann, W. & Wittmann, S. (2012). Lernpsychologie. Weinheim: Beltz.
- Helmke, A. (2012). Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Huwer, J. (2015). Nachhaltigkeit + Chemie im Schülerlabor: Forschendes Experimentieren im Kontext einer naturwissenschaftlich-technischen Umweltbildung. Dissertation. Universität des Saarlandes. Zugriff am 15.04.2020 unter https://publikationen.sulb.uni-saarland.de/bitstream/20.500.11880/23098/1/Dissertation_Abgabe_SULB.pdf
- Itzek-Greulich, H. (2014). Einbindung des Lernorts Schülerlabor in den naturwissenschaftlichen Unterricht – Empirische Untersuchung zu kognitiven und motivationalen Wirkungen eines naturwissenschaftlichen Lehr-Lernarrangements. Tübingen: Eberhard Karls Universität.
- Itzek-Greulich, H., Blankenburg, J. S., & Schwarzer, S. (2016). Aktuelle Untersuchungen und Wirkungen von Schülerlaboren. Vor- und Nachbereitung als Verknüpfung von Schülerlaborbesuchen und Schulunterricht. LeLa magazin (14), 5-7.
- Lewalter, D. (2005). Der Einfluss emotionaler Erlebensqualitäten auf die Entwicklung der Lernmotivation in universitären Lehrveranstaltungen. Zeitschrift für Pädagogik Jahrgang 51 – (5) 2005, 642-655.
- Meier, A. (2015). Motivation, Emotion und kognitive Prozesse beim Lernen in der Lernwerkstatt. Berlin: Logos.
- OECD (2019), PISA 2018 Assessment and Analytical Framework. PISA, OECD Publishing, Paris. Zugriff am 15.04.2020 unter https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2018-assessment-and-analytical-framework_b25efab8-en.
- Pawek, C. (2009). Schülerlabore als interesselördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe. Dissertation. Universität Kiel. Zugriff am 17.04.2020 unter https://www.dlr.de/schoollab/Portaldata/24/Resources/dokumente/Diss_Pawek.pdf
- Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. Unterrichtswissenschaft 33, 52-69.
- Rodenhauser, A. (2016). Bilinguale biologische Schülerlaborkurse: Konzeption und Durchführung sowie Evaluation der kognitiven und affektiven Wirksamkeit. Dissertation. Bergische Universität Wuppertal. Zugriff am 17.04.2020 unter <http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-6080/dc1626.pdf>
- Sajons, C. (2020). Kognitive und motivationale Dynamik in Schülerlaboren. Kontextualisierung, Problemorientierung und Autonomieunterstützung der didaktischen Struktur analysieren und weiterentwickeln (Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 302). Berlin: Logos.
- Sajons, C.; Komorek, M. (unveröffentlichtes Papier). Fibel zur Selbstausswertung von Angeboten im Schülerlabor.
- UNESCO (2008). Inclusive Education: The Way of the Future, International Conference on Education, 48th session. Final Report. Geneva: UNESCO.
- van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. & Nieveen, N. (2006). Introducing educational design research. In: J. van den Akker, S. McKenney & N. Nieveen (Hrsg.), Educational Design Research (S. 3-7). London: Routledge.
- Weßnigk, S. (2013). Kooperatives Arbeiten an industrienahen außerschulischen Lernorten. Dissertation. Christian-Albrechts-Universität Kiel. Zugriff am 17.04.2020 unter https://macau.uni-kiel.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation_derivate_00004630/dissertation_susanne_wessnigk.pdf