



Lehren und Lernen im Labor

Schülerlabore ermuntern Kinder und Jugendliche zum eigenen Erforschen, dienen aber auch der Wissens- bzw. Wissenschaftskommunikation.

Burkhard Priemer, Ilka Parchmann und Jochen Kuhn

Schülerlabore bieten als außerschulische Bildungseinrichtungen jungen Menschen Projekte mit einem hohen Anteil an Eigenaktivitäten wie dem Experimentieren und damit Einblicke in Inhalte und Vorgehensweisen von Wissenschaften. Sie erfüllen damit einen wichtigen Teil bei der Vermittlung von Wissen über Wissenschaft.

Viele Hochschulen bieten durch ihre Schülerlabore auch Wissenschaftskommunikation an – eine Kernaufgabe von Universitäten [1, 2]. Damit nehmen sie neben der wissenschaftlichen Forschung, der Bereitstellung von Bildungsangeboten für Studierende sowie der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses eine wichtige gesellschaftliche Verantwortung wahr. Die Hochschulen betreiben Wissenschaftskommunikation und transportieren dadurch Wissen in die Gesellschaft. Schülerlabore können dazu einen entscheidenden Beitrag leisten. Sie bieten nicht nur vielfältige Projekte für Schüler:innen an, sondern sind darüber hinaus ein Kanal der Wissenschaftskommunikation. Diese Wissensweitergabe versteht sich zum einen als Wissen über Forschung und zum anderen als Wissen über Lehre.

Eine Aufgabe der Fachdidaktik besteht darin, tragfähige und nachweislich wirksame Konzepte zu entwickeln, um Wissen zu gewinnen und Kompetenzen zu erwerben. Im weitesten Sinne gehört auch die Wissenschaftskommunikation dazu. In Deutschland haben die naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken gerade erst begonnen, die Wissenschaftskommunikation als eigenes Aufgabenfeld zu erschließen. International hat sich dagegen bereits vor einiger Zeit etabliert, dass eine stärkere Anbindung an Forschung zu Wissenschaftskommunikation und Fachdidaktik einen Mehrwert für beide Blickwinkel bietet [3].

Die Ziele etwa der Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy) fokussieren in der Schule stärker auf das systematische Lernen und auf Anschlussfähigkeit erworbenen Wissens zwischen Fächern und Jahrgangsstufen. Die Wissenschaftskommunikation zielt dagegen darauf ab, Wissen aus der Forschung für die Allgemeinheit bereitzustellen. Dies führt zur Übernahme von Verantwortung und Befähigung zur gesellschaftlichen Teilhabe, etwa in Fragen des Klimaschutzes. Durch die Verbindung beider Bereiche lassen sich Ziele gemeinsam erreichen und ein Umfeld erschließen, um sich mit The-

◀ Unter Anleitung von Studierenden experimentieren die Schüler:innen im UniLab-Schülerlabor der HU Berlin.

men an Schnittstellen von Wissenschaft und Gesellschaft zu beschäftigen. Themenfelder, die gesellschaftliche und naturwissenschaftliche Relevanz besitzen (Socio-Scientific Issues), können das schulische Lernen mit dem persönlichen Umfeld der Kinder und Jugendlichen verbinden, beispielsweise Energie, Klima und Umwelt. Die vielfältigen Angebote reichen von KinderUnis bis zu Schülerlaboren.

Schülerlabore sind außerschulische Lernorte, die durch Projekte einen Einblick in Themen und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften bieten und somit Interesse wecken sollen. Inzwischen gibt es über 400 derartige Einrichtungen in Deutschland – manche Labore bestehen seit über zwanzig Jahren. Sie sind vielfach prädestiniert, als fest in die universitäre Struktur verankerte Begegnungsorte für Wissenschaftskommunikation und Bildung zu dienen. Dieses Angebot lässt sich durch Einbindung der Fachdidaktik professionalisieren, da diese durch maßgeschneiderte und evaluierte Konzepte dafür sorgt, dass Bildung und Wissenschaftskommunikation passgenau auf die jeweilige Zielgruppe ausgerichtet sind.

Vor diesem Hintergrund finden Ansätze einer solchen Zusammenarbeit zunehmend Eingang in begleitende Science-Outreach-Projekte von Forschungsverbänden wie Sonderforschungsbereichen. Eine solche Struktur hat beispielsweise der Kiel Science Outreach Campus (KiSOC) etabliert. Hierbei handelt es sich um ein interdisziplinäres Netzwerk, in dem Wissenschaftler:innen gemeinsam mit Expert:innen der Kommunikation und der Vermittlung an neuen Wegen für Wissenschaftskommunikation arbeiten.

Die Fachdidaktik ist in Schülerlaboren zudem die Schnittstelle, um zukünftige Lehrkräfte zu qualifizieren. Denn auch hier wird Wissen kommuniziert: Wissen über die Vermittlung physikalischer Inhalte. In speziellen Projekten können sich die angehenden Lehrkräfte unterstützt von ihren Mitstudierenden und Fachleuten aus der Didaktik Vermittlungskompetenzen aneignen. Damit bieten Schülerlabore neben den Schulpraktika wertvolle Praxiserfahrungen im Lehramtsstudium.

Ein Ort der Kommunikation universitärer Forschung

Universitäten nutzen immer häufiger auch ihre Schülerlabore, um wissenschaftliche Erkenntnisse aus der universitären Forschung zu vermitteln (**Abb. 1**). Hier gibt es bislang keine eigene fachdidaktische Tradition, wohl aber verschiedenste Projektinitiativen wie die Teilprojekte Öffentlichkeit bei koordinierten Programmen der DFG. Wenn eine Fachdidaktikerin oder ein Fachdidaktiker ein solches Teilprojekt leitet, kann sich die fachdidaktische Forschung in Schülerlaboren der Frage widmen, wie sich die Bedeutung und die Ergebnisse der fachwissenschaftlichen Forschung verständlich vermitteln lassen. Hierfür werden verschiedene Formate der Wissenschaftsvermittlung konzipiert und ihre Wirkung auf die jeweilige Zielgruppe untersucht. Dazu

gehören auch vergleichende Untersuchungen zu Gestaltung und Wirkung unterschiedlicher Medien. Neben Texten oder Hands-on-Experimenten zählen dazu auch multimediale Medien, mit denen sich komplexe Sachverhalte fachwissenschaftlicher Projekte dynamisch visualisieren und mit auditiven Erklärungen veranschaulichen lassen. Durch die Digitalisierung stehen mittlerweile auch immersive Technologien wie Augmented- oder Virtual Reality-Umgebungen zur Verfügung. In der Begleitforschung geht es dabei z. B. um die Frage, wie diese Medien gestaltet sein müssen, um abhängig von Vorwissen und Einstellungen der jeweiligen Zielgruppen die Inhalte verständlich erfahrbar zu machen. Die Fachdidaktik hat hier die Chance, entsprechende Outreach-Projekte systematisch und forschungsbasiert zu unterstützen, wie es für den schulischen Bereich Standard ist.

Hierbei ist es essenziell, dass Fachwissenschaft und Fachdidaktik eng zusammenarbeiten. Denn neben den fachwissenschaftlichen Forschungsfragen und -methoden gilt es auch, die persönlichen Motivationen der Fachwissenschaftler:innen für Laien passend darzustellen. Damit verbunden ist ein erwünschter sowie positiver Nebeneffekt, der bereits an verschiedenen Hochschulen zu beobachten ist: Die Kooperation zwischen Fachwissenschaften und Fachdidaktiken nimmt zu und bezieht sich nicht mehr allein auf Fragen der Lehrkräftebildung. Die Expertisen beider Partner führen so zu Synergieeffekten. Dies ist eine große Chance für Bildungs- und Lehrprojekte auf allen Ebenen.

Für diese Art der Wissenschaftskommunikation gibt es viele erfolgreiche Beispiele. Im Rahmen laufender koordinierter Programme mit physikalischer Beteiligung sind dies beispielsweise das Schülerlabor foeXlab des SFB 1227 der Universität Hannover, das Science Outreach Project des SFB 1261 in Kiel sowie die Physikschülerlabore der TU Kaiserslautern und der JGU Mainz. Das Schülerlabor foeXlab bietet einen außerschulischen Lernort für ganze Klassen oder Kurse zur klassischen Interferometrie und Oberstufen-Optik. In den Physikschülerlaboren der TU Kaiserslautern und der JGU Mainz wird im Rahmen des



Abb. 1 Die Leiterin der Kieler Forschungswerkstatt, Katrin Knickmeier, erklärt einer Gruppe Jugendlicher, was auf den Mikroskopaufnahmen zu sehen ist.

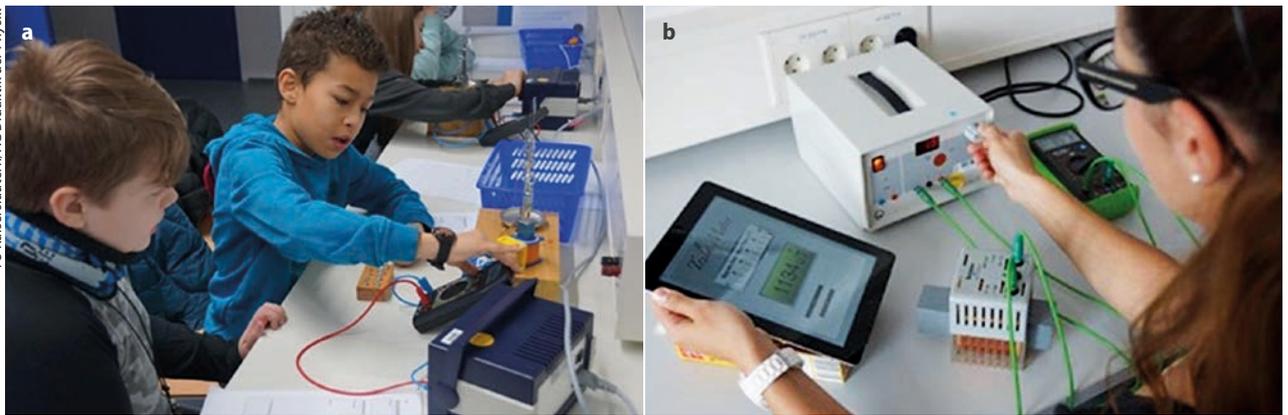


Abb. 2 Beim Thema Elektromagnetismus gibt es in der Unterstufe Gruppenexperimente zur Lerneinheit „Magnetische Wirkung des elektrischen Stroms“ (a). In der Mittelstufe geht es schließlich um deren quantitative Untersuchung (b).

SFB/TRR 173 untersucht, wie Lerneinheiten gestaltet sein müssen, um Spin-Phänomene in den Sekundarstufen I und II erfolgreich zu vermitteln. Dazu gibt es drei Lerneinheiten von 90 bis 180 Minuten zum Thema (Elektro-)Magnetismus – jeweils eine für die Unter-, Mittel- und Oberstufe. Die Lernenden der Unter- und Mittelstufe erforschen gruppenweise mit eigenen Experimenten die Wirkung des elektrischen Stroms. Dabei steigert sich die Anforderung von qualitativer Erfassung und Analyse der Daten mit Fokus auf naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen in der Unterstufe bis zur Ableitung quantitativer Zusammenhänge und Fehleranalyse (Stichwort: Data Literacy) in der Mittelstufe. Beide Lerneinheiten schließen mit einer phänomenologischen und qualitativen Verbindung der experimentell explorierten Spin-Phänomene, die im Fokus des SFB/TRR stehen.

Die Inhalte der Lerneinheit für die Oberstufe beschäftigen sich im Gegensatz zu den lehrplanrelevanten Inhalten der Unter- und Mittelstufe mit modernen spinbasierten Analysemethoden. Sie sind damit weiterführend bzw. ergänzend zum Physikcurriculum der Schule zu sehen. Hier lernen die Jugendlichen die Zusammenhänge komplexer Analysemethoden anhand von Modellexperimenten kennen und setzen diese anschließend an Schülergeräten um.

Die Organisation der drei Lerneinheiten im Schülerlabor ist durchweg identisch: Die Lehrkräfte können auf der Webseite des Schülerlabors einen der Themenbereiche und einen Besuchstermin auswählen. Danach erhalten sie Unterrichtsmaterialien, um den Schülerlaborbesuch im Physikunterricht der Schule vor- und nachzubereiten. Nach der Vorbereitung führen die Schüler:innen die „gebuchte“ Lerneinheit im Schülerlabor durch. Direkt im Anschluss daran erfolgt ein Laborbesuch in einem fachwissenschaftlichen Teilprojekt des SFB/TRR, dessen Forschungsinhalte an die Lerneinheiten anknüpfen. Hierbei erläutert ein promovierender seine Arbeit.

Ein Fokus bei den Lerneinheiten besteht darin, Mädchen zu fördern. Daher werden die Inhalte beispielsweise durch die medizinische Anwendung der Magnetresonanztomografie oder die Behandlung der tierischen Magnetrezeptionsmechanismen angereichert – Themen, die bei Mädchen auf Interesse stoßen. Weibliche Betreuerinnen übernehmen

als Role Model eine tragende Rolle in diesem Konzept. Die fachdidaktische Begleitforschung untersucht die Effektivität dieses Ansatzes [4].

Neben Universitäten haben inzwischen auch andere Forschungseinrichtungen diese Art der Wissenschaftskommunikation für sich entdeckt. Ein Beispiel ist das seit 10 Jahren existierende PhotonLab – eine Kooperationseinrichtung von Max-Planck-Institut für Quantenoptik, LMU München und Exzellenzcluster Munich Center for Quantum Science and Technology. Neben zahlreichen Experimenten zu Licht und Quanten wurde eine virtuelle 3D-Variante des Schülerlabors mit Inhalten des Exzellenzclusters MCQST erstellt: Die Schüler:innen können selbstständig ein Thema in einer ausstellungsartig konzipierten Virtual-Reality-Welt auswählen und dieses mittels Materialien wie Videos, Anleitungen oder Simulationen erarbeiten. So stehen die gesamten Informationen zur Vorbereitung eines realen Laborbesuchs kompakt und hochwertig aufbereitet zur Verfügung.

Das CERN betreibt seit mehreren Jahren das „S’Cool LAB“, das Experimentierangebote für Schüler:innen der Oberstufe sowie Lehrerfortbildungen anbietet. Neben dem selbstständigen Experimentieren erhalten die Lernenden Einblick in das Leben und die Arbeit in einem weltweit führenden internationalen Forschungsinstitut, indem sie mit wissenschaftlichem Personal des CERN in Kontakt treten.

Orte der universitären Lehre

Schülerlabore geben nicht nur Kindern und Jugendlichen die Möglichkeit, Neues zu lernen. Wenn Schülerlabore direkt in die Lehrkräftebildung integriert sind (Lehr-Lern-Labore), können Lehramtsstudierende wichtige Lehrerfahrung mit Schüler:innen sammeln (Abb. 2). Dazu werden die Studierenden in didaktischen Seminaren intensiv darauf vorbereitet, entsprechende Projekte im Schülerlabor zu planen, durchzuführen und zu reflektieren. Anders als im Unterricht in der Schule ist die Interaktion mit den Kindern und Jugendlichen weniger komplex, da die Instruktionszeit kürzer ausfällt, der Betreuungsaufwand durch die Gruppenarbeit geringer ist und die Planung des Unterrichts gemeinschaftlich erfolgt. Durch das wieder-

holte Unterrichten und erfahrungsbasierte Verbessern des gleichen Projekts sammeln die Studierenden Erfahrungen in der Lehre, die ein Schulpraktikum häufig nicht bietet. Eine kriterienorientierte Reflexion anhand von Modellen zur Theorie und Praxis des Unterrichts zusammen mit Mitstudierenden und Fachleuten aus der Fachdidaktik sowie Lehrkräften im Schuldienst bietet ein hochwertiges Feedbacksystem. Gerade diese intensive Reflexion der eigenen Lehrerfahrung ist bedeutsam, um das eigene Unterrichten zu verbessern. Fachdidaktiker:innen begleiten und verantworten solche Lehr-Lern-Labore und stellen dadurch deren hohe Qualität sicher – eine Win-Win-Situation für alle Beteiligten.

Die konkrete Umsetzung dieses Lehrformats kann sich je nach Standort deutlich unterscheiden: Das betrifft beispielsweise den zeitlichen Umfang der Lehrveranstaltung, die Positionierung im Studienverlauf, die Dauer des Kontakts zwischen Studierenden und Schüler:innen sowie den inhaltlichen didaktischen Fokus. Wesentliche Merkmale eines Physik-Schülerlaborprojekts bleiben aber erhalten: Die Instruktion in den Projekten dauert in der Regel länger als einzelne Schulstunden, die Kinder und Jugendlichen arbeiten viel in Kleingruppen, und das eigenständige Experimentieren mit Geräten, die mitunter in Schulen nicht vorhanden sind, steht im Vordergrund.

Inzwischen gibt es Erfahrungen aus Forschungsprojekten, welche die Lehr-Lern-Labore wissenschaftlich begleitet haben [5]. Die Ergebnisse zeigen, dass Lehr-Lern-Labore sich eignen, um Studierende in der Unterrichtswahrnehmung zu fördern und ihnen Diagnose-, Reflexions- und Handlungskompetenz sowie fachdidaktisches Wissen zu vermitteln. Essenziell ist eine gezielte Vorbereitung der Studierenden auf den Kontakt mit den Schüler:innen sowie die Möglichkeit, Instruktionen wiederholt durchzuführen. Dies sind wichtige Rahmenbedingungen für eine didaktische und pädagogische Fokussierung auf den eigenen Unterricht. Im Ergebnis schreiben sich Studierende durch den Besuch der Lehr-Lern-Labore eine erhöhte Selbstwirksamkeit bezüglich ihrer eigenen Lehre zu und schätzen den Wert der Lehr-Lern-Labore in ihrem Studium zur Vermittlung von Praxiserfahrungen hoch ein. Zudem steigert sich die Qualität ihres Unterrichts.

Damit stellen Lehr-Lern-Labore ein innovatives Lehrformat zwischen theoretischen Seminaren bzw. Vorlesungen und Schulpraktika dar.

Eine Einrichtung mit vielen Funktionen

Eine Kernaufgabe von Hochschulen besteht darin, Wissen zu vermitteln. Hierzu können Schülerlabore maßgeblich beitragen. Moderiert über die Fachdidaktik haben sie das Potenzial, wissenschaftliche Erkenntnisse in verschiedene Bereiche der Gesellschaft zu tragen. Dabei geht es nicht darum, fachlich komplexe Inhalte für die Allgemeinheit „herunterzubrechen“. Vielmehr besteht der Anspruch darin, die Angebote wissenschaftlich hochwertig zu gestalten: Das umfasst sowohl den physikalischen Inhalt als auch den didaktischen Weg. Die Verknüpfung von fachinhaltlicher und fachdidaktischer Forschung stellt dies sicher [6]. Gewinner

sind dabei alle Personengruppen: Forschende aus Fachwissenschaft und Fachdidaktik, Studierende, Schüler:innen, Lehrkräfte sowie alle weiteren Besucher:innen der Schülerlabore.

Literatur

- [1] Hochschulrektorenkonferenz, Wissenstransfer in die Mediengesellschaft: Situationsanalyse und Orientierungshilfen, Beiträge zur Hochschulpolitik (2013); www.hrk.de/bit.ly
- [2] Wissenschaftsrat, Wissens- und Technologietransfer als Gegenstand institutioneller Strategien, Positionspapier, Drs. 5665-16 (2016); www.hrk.de/bit.ly
- [3] A. Baram-Tsbari und J. Osborne, *J. Res. Sci. Teach.* **52**, 135 (2015), DOI:10.1002/tea.21202
- [4] K. Hochberg und J. Kuhn, *PriSE* **2**, 1 (2019), DOI:10.25321/prise.2019.849
- [5] B. Priemer und J. Roth (Hrsg.), *Lehr-Lern-Labore – Konzepte und deren Wirksamkeit in der MINT-Lehrpersonenbildung*, Springer Spektrum, Heidelberg (2019)
- [6] I. Parchmann und J. Kuhn, *Chemkon* **23**, 161 (2017)

Die Autoren



Burkhard Priemer hat Lehramt studiert und 2004 in der Didaktik der Physik promoviert. Von 2005 bis 2012 arbeitete er als Juniorprofessor und Professor an der Uni Bochum. Er folgte 2012 einem Ruf auf eine Professur für Didaktik der Physik an die HU Berlin. Dort ist er für das UniLab Schülerlabor verantwortlich und widmet sich in

der didaktischen Forschung insbesondere den Themen naturwissenschaftliches Argumentieren und Messunsicherheiten.

Ilka Parchmann ist Leiterin der Abteilung Didaktik der Chemie am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) sowie Sprecherin der IPN-Forschungslinie Wissenschaftskommunikation und Talentförderung. Ihre Forschungsinteressen liegen im Bereich kontextbasiertes Lernen, Wirksamkeit



von Ansätzen der Wissenschaftskommunikation und Talentförderung sowie in der Weiterentwicklung der Lehrkräftebildung.

Jochen Kuhn (FV Didaktik der Physik) promovierte 2002 in Physik und habilitierte sich 2008 in Didaktik der Physik, beides an der Uni Koblenz-Landau. Seit 2012 leitet er als Universitätsprofessor an der TU Kaiserslautern die Arbeitsgruppe Didaktik der Physik. Seine Forschungsschwerpunkte sind multiple Repräsentationen beim Lernen mit Multimedia und Eyetracking-Analysen.



Prof. Dr. Burkhard Priemer, HU Berlin, Unter den Linden 6, 10099 Berlin;
Prof. Dr. Ilka Parchmann, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN), Olshausenstraße 62, 24118 Kiel;
Prof. Dr. Jochen Kuhn, TU Kaiserslautern, Erwin-Schrödinger-Straße 46, 67663 Kaiserslautern