

### Rückblende

Workshops der Jahrestagung  
in Kiel

Seite 3–9

### Leitartikel

Geisteswissenschaftliches  
Schülerlabor

Seite 13

### Bericht

Quantenphysik im Schulunterricht

Seite 15



Schülerinnen und Schüler einer vierten Klasse löten einen Ventilator

Quelle: wissenswerkstatt

### Weitere Themen:

**Schülerlabore stellen sich vor:**

• GIS-Station in Heidelberg • KölnPUB-Schülerlabor • wissenswerkstatt in Diepholz

**Bericht:** Phosphor-Rückgewinnung – angewandte Umwelttechnik im Schülerlabor

Liebe Mitglieder von LeLa,  
liebe Lehrerinnen und Lehrer,  
liebe Interessierte der Schülerlabor-Szene,

Mit etwas Abstand können wir auf eine sehr erfolgreiche Jahrestagung in Kiel zurückschauen und über fünf der dort abgehaltenen Workshops berichten, in denen es immer wieder um das Thema „Vielfalt in Schülerlaboren“ ging. Diese Vielfalt spiegelt sich unter anderem auch darin wider, dass zu den bisherigen von LeLa definierten eine weitere Kategorie hinzu-

gekommen ist, über die Gilbert Heß berichtet: Das geisteswissenschaftliche Schülerlabor.

Nachdem wir vor einem Jahr einen Artikel zweier ehemaliger Schüler über Phosphat-Recycling mit Wasserlinsen abgedruckt haben, berichten in der vorliegenden Ausgabe Christian Zowada *et al.* über chemische Verfahren der Phosphor-Rückgewinnung, die in Schülerlaboren durchgeführt werden können und damit das Thema angewandter Umwelttechnik in Schülerlaboren behandeln.

In einem weiteren Artikel schreiben Tobias Schüttler und Silke Stähler-Schöpf über die Einbettung eines Quantenphysikkurses im

PhotonLab in den Schulunterricht und wie dies den lehrplankonformen Unterricht bereichern kann.

Zu guter Letzt berichten wieder drei unserer Verbandsmitglieder über ihre Angebote an Schulklassen: die GIS-Station in Heidelberg, das KölnPUB-Schülerlabor und die Wissenswerkstatt Metropolregion Nordwest in Diepholz.

Das Redaktionsteam wünscht allen eine angenehme Sommerpause!

Fred Engelbrecht

## LeLa zu Gast in Kiel

Vom 11. bis 13. März 2018 trafen sich bei der 13. LeLa-Jahrestagung in Kiel Vertreterinnen und Vertreter der Schülerlabore, Wissenschaft und Wirtschaft, Schulen sowie Politik, um sich über die Entwicklung der außerschulischen MINT-Lernorte auszutauschen und sich weiter zu vernetzen. In diesem Jahr war die LeLa-Jahrestagung zu Gast bei der Kieler Forschungswerkstatt, einem Schülerlabor, das von der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, dem Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) und weiteren Instituten betrieben wird. 200 Teilnehmerinnen und Teilnehmer erlebten eine Netzwerk-Tagung unter dem Motto „Vielfalt in Schülerlaboren – Zielgruppen, Themen, Methoden“, die durch viele interessante Beiträge in Plenarvorträgen, in einer großen Posterausstellung und in insgesamt neun Vortragssessions und Diskussionsrunden viel Gelegenheit für neue Erkenntnisse bot.

Die Sessions für Kurzvorträge und Diskussionsrunden/Workshops spiegelten die Vielfalt der Angebote in den Schülerlaboren wider:

1. Forschungsbasierte Weiterentwicklung von Schülerlaboren
2. BNE in Schülerlaboren
3. MINT trifft Geisteswissenschaften
4. Förderung besonders interessierter Schüler\*innen
5. Inklusion und Integration
6. Citizen Science
7. PR für Schülerlabore
8. Expeditionslernen
9. Genderkompetenz im Schülerlabor – aber wie?

Für die Themen 1 bis 5 finden Sie im Folgenden kurze Rückblenden zu den Diskussionsrunden und Sessions. Die beiden Workshops zu Citizen Science und Expeditionslernen wurden vom Schülerlabor „Kieler Forschungswerkstatt“ durchgeführt. Darin wurde unter anderem über die Projekte „Dem Plastikmüll auf der Spur“ (ein internationales CS-Projekt) und „Plastikpiraten – das Meer beginnt hier!“ (ein bundesweites BMBF-Projekt im Rahmen des Wissenschaftsjahres Meere und Ozeane) berichtet. Im Themenschwerpunkt „Expeditionslernen“ wurde von verschiedenen Teilnehmern berichtet, dass bei den Schülerinnen und Schülern durch das Expeditionslernen insbesondere das Bewusstsein des kreativen und künstlerisch/ästhetischen Aspekts der wissenschaftlichen Arbeit gefördert wird. Auch Public Relations ist für jedes einzelne Schülerlabor wichtig: Sowohl für die Sichtbarkeit nach außen, um neue „Kunden“ aus den Schulen zu gewinnen, aber auch nach innen, um das *Standing* innerhalb der eigenen Betreiberorganisation zu stärken und somit

eine langfristige Perspektive für das Schülerlabor aufzubauen. Natürlich spielt auch die Genderfrage in den Schülerlaboren eine Rolle. Hierzu konnten die Teilnehmer und Teilnehmerinnen im Workshop „Genderkompetenz im Schülerlabor – aber wie?“ am Beispiel des Projektes „Fix IT. Fixing IT for Women“ diskutieren.



Schülerinnen und Schüler berichten über ihre Projekte

Quelle: Kieler Forschungswerkstatt

# 13. LeLa-Jahrestagung in Kiel

Eine Rückschau auf die Sessions und Workshops

## Forschungsbasierte Weiterentwicklung von Schülerlaboren

In Fortsetzung der LeLa-Workshopreihe zur Begleitforschung in Schülerlaboren befasste sich unser Workshop damit, wie sich Labore selbst in die Lage versetzen können, mehr über die ablaufenden Prozesse auf Seiten der Schülerinnen und Schüler zu erfahren, sodass sie ihre Angebote begründet weiterentwickeln können. Wir stellten ein Tool vor, das wir im Rahmen unseres Forschungsprojekts an der Universität Oldenburg in Zusammenarbeit mit drei Schülerlaboren entwickelt haben. Praxisnah und nachvollziehbar können Laborbetreibende das Tool ohne universitäre Hilfe einsetzen.

### Kooperationsprojekt im Forschungsprogramm GINT

Das Promotionsprogramm GINT – Lernen in informellen Räumen ([www.uni-oldenburg.de/gint/](http://www.uni-oldenburg.de/gint/)) ist ein Verbund der Universitäten Süddänemark, Kreta, Vechta, Hannover und Oldenburg. Das Ziel von 16 Doktoranden/innen ist es, das außerschulische Lernen besser zu verstehen, es feinkörnig aufzulösen, zu klären, was es so besonders macht und welche fachlichen und überfachlichen Denk- und Lernprozesse dort ablaufen. Auch wird geprüft, welche Mythen mit dem außerschulischen Lernen verbunden sind. In einigen der Forschungsarbeiten werden die Angebote in Schülerlaboren, Nationalparkhäusern, Science Centern, Museen etc. zusammen mit den Betreibenden weiterentwickelt.

Im Workshop haben wir unsere Kooperation mit den Schülerlaboren *Zentrum für Natur und Technik znt* in Aurich, dem *DLR\_School\_Lab* in Bremen und dem *Lernort Technik und Natur* in Wilhelmshaven vorgestellt. Diese Schülerlabore haben uns tatkräftig beim Forschen unterstützt und uns in bewundernswert offener Weise einen tiefen Einblick in die ablaufenden Prozesse gewährt. Wir befragten die Leitenden und Durchführenden zu ihren Zielen und dazu, wie die Angebote diese Ziele umsetzen sollen. Wir charakterisierten die Lernangebote und beobachteten und befragten Schülergruppen zu ihren Handlungen sowie zu den Beweggründen für ihr Tun. So konnten wir ihre Kognitionen und Motivationen sowie ihre Kompetenzwahrnehmung

und ihr Autonomieerleben nachzeichnen. Pre- und Post-Fragebögen zur Wissensentwicklung und zur Bewertung des Laborbesuchs ergänzten die empirischen Daten.

Zusammen mit den Betreibenden wurden dann die Angebote der Labore überarbeitet, bevor erneut Schülergruppen begleitet wurden. Grundanlage unserer Forschung ist es, ablaufende Prozesse im Detail aufzuklären und sehr eng mit Betreibenden und mit Schüler/innen ins Gespräch zu kommen. Diese Form der Forschung in zukünftigen Studien auszuweiten, wurde im Workshop von den Teilnehmenden sehr begrüßt.

### Ein Tool zur Selbstevaluation von Schülerlaboren

Nicht immer können Schülerlabore mit Forschergruppen zusammenarbeiten. Deshalb haben wir in Kooperation mit „unseren“ Schülerlaboren ein Tool entwickelt, mit dem sich Schülerlabore selbst beforschen können. Die Elemente des Tools (s. Grafik S. 4) basieren auf den Erhebungsinstrumenten unseres Projekts. Das Tool hilft Schülerlaboren mit weniger Aufwand als im Forschungsprojekt, die ablaufenden Prozesse im Labor zu erfassen. Mit Hilfe des Tools kann man die Handlungen, das Denken und die Beweggründe der Schüler/innen erheben und man erfährt, als wie selbstständig sich Schüler/innen im Schülerlabor wahrnehmen. Einsichten, die üblicher-

weise beim bloßen Hinsehen verborgen bleiben. Die Aspekte der Kontextorientierung, der Zielklarheit, der Selbstbestimmung der Schüler/innen und ihrer Interaktivität stehen im Fokus.

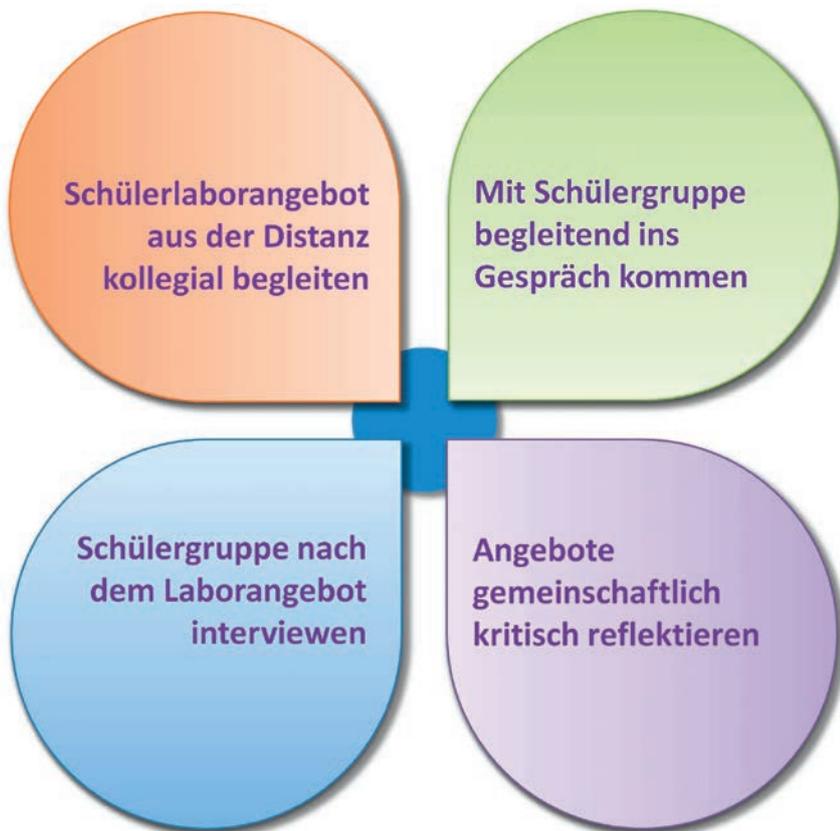
Im Workshop haben die Teilnehmenden u. a. mit Transkripten aus unseren Interviews gearbeitet, um zu erkennen, welche Erkenntnisse man beim genauen Hinhören und Nachfragen gewinnen kann. Sie haben dann Ideen entwickelt, wie man die Angebote weiterentwickeln könnte. Dabei wurden die Transkripte durchaus kontrovers diskutiert. Hier nochmals der Dank an den Leiter des



Raketentest im DLR\_School\_Lab in Bremen

Quelle: Sajons/Komorek

# 13. LeLa-Jahrestagung



DLR\_School\_Lab, Dr. Dirk Stiefs, dass wir öffentlich machen durften, wo sich auch mal problematische Seiten des ansonsten hervorragenden Laborangebots zeigen.

Das von uns entwickelte Tool hilft dabei, die Prozesse im Labor transparenter zu machen und das eigene Angebot aufgrund der erkannten Prozesse sowie der reflektierten Ziele weiterzuentwickeln. Unsere Erfahrung und die Diskussion im Workshop zeigen, dass dafür vor Ort meist viele unausgesprochene Ideen und eine hohe Kreativität vorhanden sind, die das Tool aufzuschließen hilft. Das Tool ist bei den Autoren erhältlich.

*Christin Sajons*

*Promotionsprogramm GINT, Bereich Physikdidaktik,*

*Universität Oldenburg*

*Michael Komorek*

*Physikdidaktik, Universität Oldenburg*

Die vier Elemente des vorgestellten Tools zur Selbstevaluation in Schülerlaboren Grafik: Sajons/Komorek

## Workshop-Reihe „BNE in Schülerlaboren“

Erklärtes Ziel der Vereinten Nationen im Rahmen der 2015 verabschiedeten „Sustainable Development Goals“ ist es, sicherzustellen, dass alle Lernenden die notwendigen Kenntnisse und Qualifikationen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung erwerben. Mit zwei Workshops zum Thema „BNE in Schülerlaboren“ wurde auch die 13. Lernort-Labor-Jahrestagung ein Baustein in diesem weltweiten Prozess. Im Rahmen der Selbstverpflichtungen zum Nationalen Aktionsplan Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) handelte es sich dabei um eine Kooperation von LernortLabor e.V. mit der Deutschen UNESCO-Kommission e.V. zur nationalen Umsetzung des Weltaktionsprogramms BNE. Minister a.D. Walter Hirche, Vorstandsmitglied und Vorsitzender des Fachausschusses Bildung der Deutschen UNESCO-Kommission, unterstrich in einem Grußwort zu Beginn der Jahrestagung die große Bedeutung von Schülerlaborangeboten, um Kinder und Jugendliche für die Bewältigung der globalen Herausforderungen zu rüsten.

Die Vielfalt der Schülerlabore, die sich nicht zuletzt in der Unterscheidung von



Workshop-Teilnehmer/innen im interaktiven Austausch über Aspekte und Kriterien von BNE im Schülerlabor

Quelle: rgeo

aktuell zehn Kategorien innerhalb des Lernort-Labor-Netzwerks niederschlägt, führt zu großer Heterogenität von Konzept- und Handlungswissen der Betreiber/innen und Mitarbeiter/innen in Bezug auf das Thema BNE.

Zugleich schafft diese Vielfalt unterschiedlichste, sich ergänzende Zugänge in Bezug auf ökonomische, ökologische und soziale Aspekte der Nachhaltigkeit.

Die gemeinsame begriffliche Basis zu stärken, übergreifende Handlungsempfehlungen zur Konzeption von Angeboten in Schülerlaboren vorzustellen und sie in der Anwendung auf bestehende Angebote gleichermaßen umzusetzen wie weiterzuentwickeln, ist daher Ziel einer Workshop-Reihe für Multiplikator/innen zum Thema „BNE in Schülerlaboren“, konzipiert für LernortLabor e.V. im Geco-Lab, Kompetenzzentrum für geoökologische Raumerkundung der Abteilung Geographie an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg unter Leitung von Prof. Dr. Alexander Siegmund.

Den Auftakt bildete ein im Rahmen der LeLa-Jahrestagung 2018 zweifach angebotener Workshop unter Leitung der beiden Autor/innen. Im Mittelpunkt stand der Austausch über bestehende Aspekte und Konzepte der Vermittlungsarbeit in Schülerlaboren unter der Leitperspektive BNE. Beide Workshops wurden durch je zwei Kurzvorträge

eingeleitet:

- SUSmobil – Befähigung und Begleitung von Schülern und Schülerinnen zur Durchführung von Umweltstudien mit Smartphone und mobiler Messtechnik (Sebastian Höfner, Universität des Saarlandes)
- Flatscreen und Co. unter die Lupe genommen (Marietta Menner und Nadja Anderle, Geschäftsbereich MINT\_Bildung des AMU der Universität Augsburg)
- Ohne doppelten Boden: Schülerforschung zu Nachhaltigkeitsmaßnahmen im Forst (Eva Wahlen, TU Kaiserslautern)
- Zukunft gestalten – Mit Kindern Erneuerbare Energien entdecken (Dr. Georg Eysel-Zahl, VRD-Stiftung für Erneuerbare Energien)

Die in den Vorträgen vorgestellten Projekte stießen auf reges Interesse und dienten zugleich als Bezugsrahmen für die anschließende Standortbestimmung im Hinblick auf die Umsetzung von BNE in Schülerlaboren.

Moderiert durch das Team des Geco-Labs diskutierten die insgesamt 45 Teilnehmer/innen

innen der Workshops dabei zunächst in Kleingruppen die Frage, welche Aspekte von bzw. Kriterien für BNE mit den vorgestellten Projekten aus ihrer Sicht adressiert werden und welche Aspekte sie ggf. darüber hinaus mit BNE verbinden. Die Spiegelung dieser Sammlung an zehn von der Deutschen UNESCO-Kommission e.V. (DUK) herausgegebenen Qualitätskriterien für die Fortbildung von BNE-Multiplikator/innen – gegliedert in die drei Bereiche Nachhaltigkeitsverständnis, eigene Haltung und Didaktik – machte eine breite Übereinstimmung von „innerer Passung“ im LeLa-Netzwerk zum Kriterien geleiteten äußeren Rahmen von Nachhaltigkeitsbildung deutlich. Der Austausch spiegelte auch die Mitwirkung vieler Workshop-Teilnehmer/innen im Netzwerk MINT.nb und an der daraus entstandenen Publikation „MINT-Nachhaltigkeitsbildung in Schülerlaboren“ wider, die anlässlich der LeLa-Jahrestagung vorgestellt wurde. Betont wurden die Bedeutung der Umsetzung von erworbenem Wissen in Handlung und die Möglichkeit zur Beteiligung von Jugendlichen am Prozess

des Lernens in partizipativen Ansätzen als Gelingensfaktoren für die Gestaltung einer zukunftsfähigen Gesellschaft. Sichtbar wurde auch die zunehmende Vernetzung und Kooperation verschiedenster Akteure aus Forschung, Fachdidaktik und Praxis.

Der begonnene Prozess zur Identifizierung von Querschnittsthemen und gemeinsamen methodisch-didaktischen Ansätzen, die geeignet sind, bestehende und neue Angebote in LeLa-Schülerlaboren der verschiedenen Kategorien in die mehrperspektivische Betrachtung von Nachhaltigkeit einzubetten, wird mit vertiefenden Workshop-Formaten im Geco-Lab in Heidelberg sowie im Rahmen des GenaU-Netzwerks in Berlin fortgesetzt. Die gesamte Workshop-Reihe ist dabei Teil der BNE-Tour 2018 des Nationalen Aktionsplans BNE.

*Daniel Volz und Svenja Brockmüller  
Geco-Lab, Kompetenzzentrum für geöökologische  
Raumerkundung  
Abteilung Geographie  
Pädagogische Hochschule Heidelberg*

## Vortragssession „MINT trifft Geisteswissenschaften“

**Ziel der Vortragssession „MINT trifft Geisteswissenschaften“ war es anhand, anhand exemplarischer Beispiele Einblicke in unterschiedliche Projekte und Formate geisteswissenschaftlicher Schülerlabore zu geben. Zugleich sollten Möglichkeiten fächerübergreifender (MINT und Geisteswissenschaften verbindender) Schülerlaborprojekte diskutiert werden.**

Julia Janecek (Göttingen) stellte ein von ihr für das YLAB-Geisteswissenschaftliches Schülerlabor entwickeltes Projekt mit dem Titel „Zwischen Wünschelrute und Avatar – romantische Lyrik und moderne Romantik“ vor, bei dem die SchülerInnen der Frage nachgingen, inwiefern die Lyrik der Romantik die eigene Lebenswelt betrifft. Anhand spezifisch philologischer Methoden (Editionsphilologie, Kontextualisierung, Motivanalyse, rhythmisch-metrische Analysen) wird hierbei zunächst ein Gedicht von Joseph von Eichendorff analysiert, bevor es zu Szenen aus dem Film „Avatar – Aufbruch nach Pandora“ (2009) von James Cameron in Beziehung gesetzt wird. Die SchülerInnen

können dabei erkennen, dass die Epoche der Romantik Strukturen und Motive geprägt hat, die durch vielfältige Adaptationsformen – u. a. im Medium Film – unmittelbar ihr kulturelles Umfeld bestimmen. Zugleich werden sie für das Phänomen semantischer Verschiebungen (Wandel der Bedeutung des epochenspezifischen Wortes „Romantik“ zu einem Begriff, der eine Stimmung charakterisiert) sensibilisiert.

Daniel Kiowski (Heidelberg) erläuterte das Programmangebot des CATS-Schülerlabors, in dem SchülerInnen der Oberstufe gemeinsam mit WissenschaftlerInnen der Universität Heidelberg aktuelle Forschungsfragen bearbeiten. Das Angebot des am Heidelberger Centrum für Asienwissenschaften und transkulturelle Studien angesiedelten Schülerlabors umfasst Workshops zu zahlreichen Themen der Asienwissenschaften, die Anknüpfungspunkte an die Lehrpläne der Schulen eröffnen. Insbesondere das schulische Format des interdisziplinären Seminars („Besondere Lernleistung – BLL“) hat sich bei der Zusammenarbeit zwischen Universität und Schule bewährt, da der für das CATS

konstituierende Ansatz der interdisziplinären Arbeit in diesem Bereich eine Entsprechung auf schulischer Seite findet. Anhand der Projekte „Krieg und Film in Ostasien“ und „Nachhaltigkeit in Wirtschaft, Technik und Gesellschaft“ veranschaulichte Kiowski, wie der interdisziplinäre Ansatz konkret für die schulische Arbeit im Rahmen der Facharbeiten nutzbar gemacht werden kann.

Ein Schülerlaborprojekt zu einem hochaktuellen und heftig umstrittenen Thema stellte Michael Sulies (Göttingen) vor: Unter dem Titel „Was ist deutsch?“ setzen sich im Göttinger YLAB die SchülerInnen mit der Entstehung und Veränderung nationaler Identitätskonstruktionen in Deutschland vom Beginn des 19. Jahrhunderts bis in die Gegenwart auseinander. Anhand eines breiten Angebots an unterschiedlichen historischen Quellen können die SchülerInnen erfahren, dass die Frage danach, was „deutsch“ sei, nicht erst seit dem Beginn der sogenannten Flüchtlingskrise und den Debatten um die Integration von Geflüchteten und MigrantInnen gestellt wird. Sie erarbeiten anhand von teils

## 13. LeLa-Jahrestagung



Vermessung der kulturellen Welt: Zwei Schüler untersuchen im Berliner Schülerlabor Geisteswissenschaften einen römischen Grabstein

Quelle: Schülerlabor Geisteswissenschaften der BBAW

originalen, teils als Reprint oder Digitalisat zur Verfügung gestellten Texten, Bildern und Objekten die mentalitätsgeschichtlichen und ideologischen Grundlagen des nationalen Identitätsdiskurses. Anhand einer geschichtswissenschaftlichen Kontextualisierung lernen sie die Ausprägungen und Veränderungsprozesse des nationalen Selbstverständnisses sowie die daraus resultierenden Inklusions- und Exklusionsmechanismen kennen.

Möglichkeiten der Zusammenarbeit von Geisteswissenschaften und MINT-Fächern in Schülerprojekten stellte Dr. Melanie Kaliwoda vom Münchener Museum Reich der Kristalle vor. Unter dem Titel „Kunst trifft Geowissenschaften“ arbeiten hierbei fächerübergreifend die Alte, die Neue und die Pinakothek der Moderne in München mit dem Museum für Abgüsse klassischer Bildwerke sowie mit dem geowissenschaftlichen Museum Reich der Kristalle zusammen. Ziel der Zusammenarbeit ist es, den SchülerInnen der Primarstufe kunst- und naturwissenschaftliche Zugänge zu Naturphänomenen zu vermitteln. So betrachten die Schüler-

Innen im Projekt „Ein römischer Kalkofen“ zunächst ein Gemälde des Malers Sébastien Bourdon aus der Alten Pinakothek, um zu überlegen, wie der Prozess des Kalkbrennens dargestellt wird, bevor sie im Museum Reich der Kristalle lernen, wie man heutzutage Kalk brennt und welche chemischen Prozesse beim Kalkbrennen ablaufen. Zugleich lernen die Jugendlichen die makroskopischen und mikroskopischen Strukturen unterschiedlicher Kalksteine und Calcitkristalle sowie deren vielfältige Verwendungsmöglichkeiten kennen. Auch im Projekt zum Thema Vulkanismus werden naturwissenschaftliche und geisteswissenschaftliche Herangehensweisen vermittelt, indem die ästhetische Gestaltung von Vulkandarstellungen in Gemälden aus der Romantik sowie die Beschreibung des Ausbruchs des Vesuvus durch Plinius den Jüngeren mit Probenanalysen den Ausgangspunkt für mikroskopische Untersuchungen von Vulkangestein bilden.

Wenngleich diese Vortragssession nur exemplarisch Schlaglichter auf das weite Feld möglicher Schülerlaborprojekte in den Geistes-

wissenschaften werfen konnte und die Möglichkeit der fächerübergreifenden Projektarbeit nur beispielhaft anhand der entsprechenden Projekte des Münchener Museums Reich der Kristalle demonstriert wurde, zeigte die lebhafte Diskussion, dass die Erweiterung der Schülerlaborszene in Richtung der Geistes- und Kulturwissenschaften auf großes Interesse stößt und vielfältige Formen der Zusammenarbeit bietet. Insbesondere die Möglichkeit, historische Kulturmodelle auf ihre Wirkungen in der Gegenwart zu hinterfragen, aktuelle gesellschaftliche und politische Diskussionen wissenschaftlich fundiert – und ggf. auch interdisziplinär – mit SchülerInnen zu bearbeiten sowie den in den Wissenschaften längst alltäglichen Brückenschlag zwischen den Disziplinen auch im Schülerlabor anhand konkreter Projekte zu vollziehen, wurde sehr begrüßt.

*Gilbert Heß*

*YLAB, Georg-August-Universität Göttingen*

## Workshop: Förderung besonders interessierter Schüler\*innen

Viele Schülerlabore und Schülerforschungszentren bieten neben ihren eher breit aufgestellten Kursen für ganze Klassen spezielle Angebote für besonders interessierte Schüler\*innen im MINT-Bereich an. Einen kleinen Einblick in solche speziellen Angebote gaben in unserem Workshop im Rahmen der LeLa-Tagung in Kiel Kerstin Röllke vom Schülerlabor *teutolab-biotechnologie*, Bielefeld, und Dae Hong Jeong der Seoul National University, Seoul, in ihren einführenden Kurzvorträgen.

Das *teutolab-biotechnologie* bietet neben seinen klassischen Praktikumstagen für Biologiekurse zusätzlich als Lab2Venture-Labor Projektarbeit nach der TheoPrax-Methodik an, außerdem im Rahmen der Schülerakademie CeBiTec den Kurs „Biotechnologie/Synthetische Biologie“, das fächerübergreifende Projekt „Systembiologie“ (Biologie verknüpft mit Mathematik) und als Erasmus+-Projekt einen Schüleraustausch zum Thema „Biotechnology in our Life“. Mit diesen Programmen erweitert das *teutolab-biotechnologie* sein Spektrum als klassisches Schülerlabor zu einem Schülerforschungszentrum. Charakteristisch dafür sind die Projekte außerhalb der regulären Schulzeit (in den Ferien oder schulbegleitend), die individuelle Förderung durch Experten und die Entwicklung von Soft Skills.

An der Seoul National University wird seit sieben Jahren das Programm „Weekend Science Lab for Middle School Students from Alienated Class in Seoul“ umgesetzt. Ziel ist die Förderung von naturwissenschaftlichem Interesse und des forschenden Lernens, besonders für Schüler\*innen aus Familien mit geringeren finanziellen Möglichkeiten. Es wird von der Samsung Dream Foundation finanziell unterstützt und ist in drei Kurse gegliedert, die sich alle über ein ganzes Schuljahr erstrecken: Basiskurs für Klassenstufe 7, fortgeschrittener Kurs für Klassenstufe 8, Forschungskurs für Klassenstufe 9. Die teilnehmenden Schüler\*innen kommen außerhalb ihrer Schulzeit dreimal im Monat samstags an das Weekend Science Lab. Kursinhalte sind neben Physik und Chemie auch Lesen/Schreiben, Mentoring/Tutoring sowie Teambuilding. In den Forschungskursen liegt der Schwerpunkt auf Problemfindung, Literaturrecherche und Versuchsplanung sowie auf Versuchsdurchführung, Analyse und Verfassen von wissenschaftlichen Artikeln.

Von den Workshop-Teilnehmer\*innen wurden weitere Konzepte/Formate genannt, mit denen sie in ihren Schülerlaboren besonders interessierte Schüler\*innen fördern: Wettbewerbsvorbereitungen wie Jugend forscht, GYPT, Schwartz-Wettbewerb, Latein-Vorlesewettbewerb. Es kommen außerdem Hochbegabten-Gruppen, Schüler\*innen mit Seminar- oder Matura-Arbeiten, für besondere Leistungen, im Rahmen von Schüler-/Junior- oder Sommerakademien. Beispiele sind auch Cyber Mentoring-Programme (online-Mentoring Programme für Mädchen zu MINT-Aktivitäten) oder Mentoring-Programme mit Doktoranden. Andere Schülerlabore bieten einen offenen Nachmittagsbereich oder einen sogenannten Forscherclub an. Je nach Einbindung in den schulischen Kontext können die forschenden Schüler\*innen ihre Leistungen im Schülerlabor anrechnen lassen. Die Einbindung der Schulen ist zudem wichtig für den Versicherungsschutz ihrer Schüler\*innen bei der Arbeit im Schülerlabor.

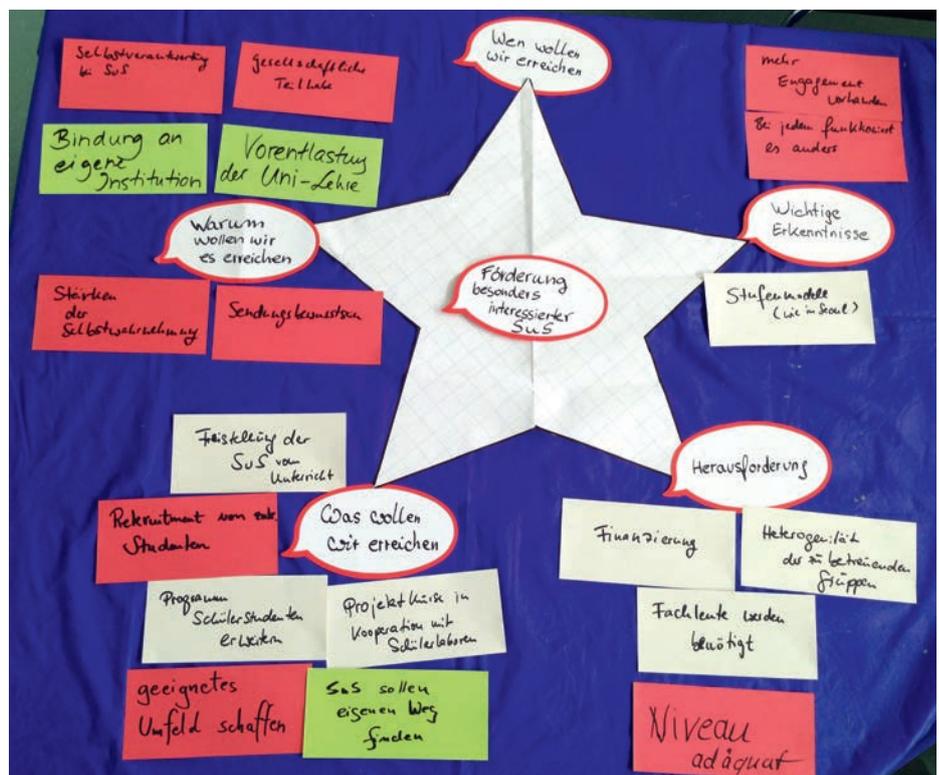
Die „Anwerbung“ von besonders interessierten Schüler\*innen erfolgt auf ganz vielfältige Weise, z. B. über direkte Vermittlung ihrer Lehrkräfte, über Schüler\*innen-Scouts, bei Schulveranstaltungen oder am Tag der offenen Tür, über die eigene Website, über

Medienberichte oder soziale Medien.

Eine Herausforderung auch auf Grund der Heterogenität der zu betreuenden Gruppen ist generell die Finanzierung dieser Angebote. Der Betreuerschlüssel ist sehr groß und damit besteht ein höherer Bedarf an zusätzlichem Personal. Um diesen zu decken bieten sich hier Förderprogramme, zusätzliche Lehrerbudgets, Graduiertenprogramme, Schülermentoren, ehrenamtlich Tätige, Stiftungen oder auch lokale Vereine an.

Als hilfreich würden die Teilnehmer\*innen des Workshops es sehen, wenn die Forscherzeit im Schülerlabor als Fachunterricht anerkannt würde und die Schüler\*innen von entsprechenden Unterrichtseinheiten freigestellt werden könnten. Gerade schulische Projektkurse könnten wesentlich stärker in einer Kooperation mit Schülerlaboren oder Schülerforschungszentren angeboten werden. Nicht zuletzt unterstützen sie mit ihren Angeboten für besonders interessierte Schüler\*innen die universitäre Lehre und den Nachwuchs an Wissenschaftler/innen.

Martina Parrisius  
Fraunhofer ICT, Pfnitzl  
TheoPrax-Zentrum



Kurzzusammenfassung der Workshop-Ergebnisse

Quelle: Fraunhofer ICT, TheoPrax-Zentrum

# 13. LeLa-Jahrestagung

## Vortrags-Session „Inklusion und Integration“

Unter dem Motto „Vielfalt in Schülerlaboren“ fand die diesjährige LeLa-Tagung in Kiel statt. Das Programm umfasste Plenarvorträge, Kurzvorträge, Workshops und Vortrags-Sessions. Eine dieser Vortrags-Sessions befasste sich mit Inklusion und Integration.

Aufgrund der häufig veränderten kognitiven, sprachlichen, motorischen und sozialen Entwicklung sowie der eingeschränkten Hörfähigkeit von Schülern und Schülerinnen mit besonderem Förderbedarf ist eine Adaptierung von bereits vorhandenen bzw. neuen Angeboten in Schülerlaboren erforderlich.

Sei es ein veränderter Ablauf des Experimentiertags, eine spezifischere Versuchsauswahl, der Einsatz von veränderten Versuchsvorlagen mit Visualisierungen oder eine intensivere Einführung und Vorbereitung der entsprechenden Mitarbeiter, Anpassungen sind notwendig.

Ziel soll es nämlich sein, trotz eines Sprachdefizits oder eines sonderpädagogischen Förderbedarfs, ein selbstständiges Experi-

mentieren, Erleben von naturwissenschaftlich-technischen Phänomenen sowie das Verstehen von Zusammenhängen in der belebten und unbelebten Natur zu ermöglichen.

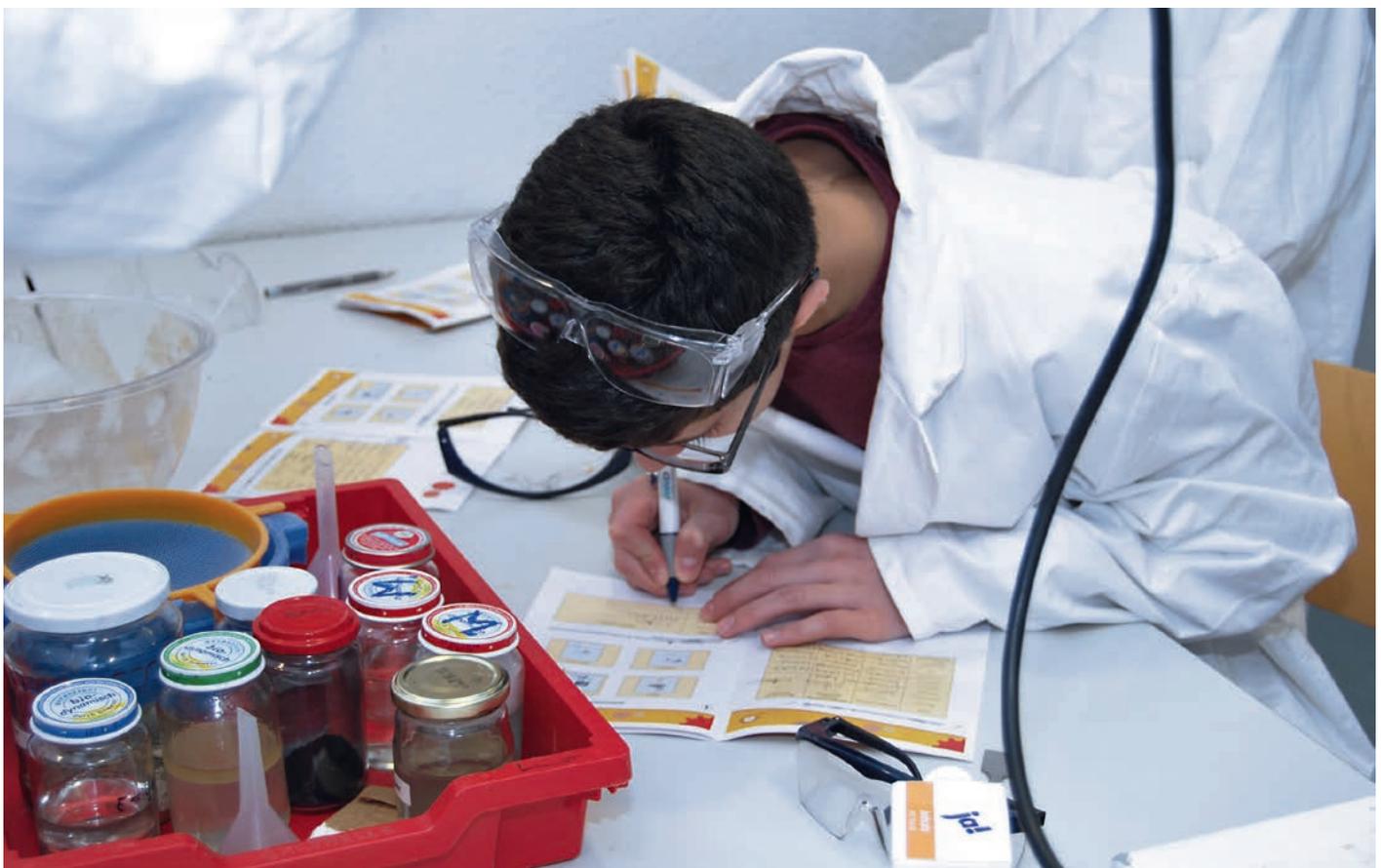
Äußerst eindrucksvoll wurde dies in der Vortrags-Session „Integration und Inklusion“ mit drei Kurzvorträgen belegt.

Der erste Kurzvortrag, vorgetragen von Uwe Ewe vom Kinder- und Jugendtechnologiezentrum KITZ.do aus Dortmund, befasste sich mit dem Thema „Sprachbildung beim Experimentieren für Kinder von Geflüchteten“. Er wies darauf hin, dass die Förderung von geflüchteten Kindern und Jugendlichen dabei eine spannende Herausforderung darstellt, da die sprachlichen Defizite der internationalen Klassen ein hohes Maß an pädagogischer und sprachlicher Kompetenz erfordern. Es handelt sich meist um heterogene Gruppen, welche sich bezüglich Herkunft, Alter und Bildungsstand stark unterscheiden. Sprache gilt nach wie vor als Schlüsselkompetenz. Nachhaltige Integration setzt Kommunikation voraus und dies erfordert wiederum ge-

eignete Angebote zum Thema Sprachbildung. Sowohl die im Umgang mit MitschülerInnen und Lehrkräften verwendete Alltagssprache als auch die beim Experimentieren und Deuten von naturwissenschaftlichen Phänomenen erforderliche Fachsprache, werden bereits erfolgreich in den Modulen des KITZ.do angewendet, verknüpft und gefördert. Hinzu kommt die Auswahl geeigneter Versuche, welche Sprachanlässe gewährleisten und Miteilungsbedürfnisse wecken.

Ein adäquates Sprachförderungskonzept zeichnet sich sowohl durch Förderung des Sprachschatzes und der notwendigen Grammatik aus, als auch durch eine Förderung des nötigen Sprachverständnisses. Das Sprachverständnis ist für die Sprachentwicklung von Kindern und Jugendlichen unabdingbar. Zum einen, weil es schwerer zu beobachten ist als die aktive Sprache, und zum anderen, weil es eine Voraussetzung für alle Bildungsprozesse darstellt, die über Sprache vermittelt werden.

Kinder mit Sprachverständnisstörungen sind Meister darin, Kompensationsstrategien



Teilnehmer des Angebotes „Sprachförderung beim Experimentieren!“ im KITZ.do beim Bearbeiten der Sprachübungen

Quelle: KITZ.do



Motorisch anspruchsvolle Aufgaben im Labor werden in Teamarbeit gelöst

Quelle: KITZ.do

zu entwickeln, um mit den Anforderungen der Umgebung klarzukommen, auch wenn sie die sprachliche Botschaft nicht entschlüsseln können, erklärte Herr Ewe. Auf solche Situationen angemessen zu reagieren, ist ein wichtiger Teil des Projektes und stellt eine große Herausforderung dar, welche es durch den Einsatz von qualifiziertem Personal zu bewältigen gilt. Laut Herrn Ewe konnte durch das Projekt Entwicklungs- und Erprobungsarbeit geleistet werden zur Verknüpfung von naturwissenschaftlich-technischem Lernen und sprachlicher Bildung. An insgesamt zehn Terminen, die thematisch nach Wortarten gegliedert sind, werden sowohl Sprachübungen, als auch selbstständig kleinere Experimente durchgeführt.

Das zweite interessante Thema mit dem Titel „Die spannende Welt der Robotik entdecken und erleben, Robotik-Kurse für blinde und sehbehinderte Schülerinnen und Schüler“ wurde von Gergana Deppe vom Schülerlabor Roboti (Aachen) vorgestellt. Diese barrierefreien Angebote für sehbehinderte und blinde Schülerinnen und Schüler setzen sich zum Ziel, nicht nur spielerisch spannende

Einblicke in die Robotikwelt zu bieten, sondern auch eine Ausbildung oder ein Studium im MINT-Bereich für Menschen mit Handicaps zu ermöglichen und zu fördern. Für blinde und sehbehinderte Schüler sind Hören, Tasten, Riechen, Schmecken und die Selbstwahrnehmung besonders wichtig, erklärte Frau Deppe, daher werden sie ermutigt, die Materialien zu ertasten. Das Wühlen in den Legokästen und das Bauen der Roboter sind aus blindenpädagogischen Gesichtspunkten essentielle Elemente eines solchen Kurskonzeptes. Die Schüler und Schülerinnen werden angeleitet, aus Sinneseindrücken möglichst viele Informationen zu entnehmen, um Dinge oder Vorgänge zu erkennen. Sie lernen Begriffe für konkrete oder abstrakte Dinge, lernen ihre Eigenschaften kennen und lernen sie mit ihren Sinnen erkennen. In Zweiertteams bauen die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler im Alter zwischen 6 und 17 Jahren eifrig Fahrroboter. Beim Programmieren der Roboter kommen die Programmiersprachen Java und NXT-G zum Einsatz. Es wird mit gesprochenen Bauanleitungen gearbeitet, ebenso mit Brailleschrift, Hörspiel und mehrfach Vergrößerungen. Blinde und sehbehinderte

Schülerinnen und Schüler arbeiten miteinander und Hand in Hand.

Im letzten Vortrag hat Claudia Priebe vom Alfred Krupp-Schülerlabor Bochum „Gestaltungsprinzipien inklusiver Schülerlabor-Angebote“ vorgestellt. Hier wurde ein inklusiv gestaltetes Schülerlabor-Angebot aus dem Bereich der Literaturdidaktik beschrieben, das die Grenzen und Möglichkeiten der Umsetzung inklusiver Anteile in Schülerlabor-Veranstaltungen aufzeigt. Ausgehend von den Grundprinzipien inklusiver Didaktik im Sinne eines weiten Inklusionsbegriffs wurden zentrale Gestaltungsprinzipien maßgeschneiderter Angebote erörtert sowie Möglichkeiten und Grenzen inklusiver Angebote in Schülerlaboren ausgelotet. Hierbei wurde von Frau Priebe insbesondere auch auf die fachimmanenten Problematiken eingegangen.

Um das inklusive Menschenrecht konkret zu verwirklichen, bedarf es insbesondere gesellschaftlicher Vorkehrungen, um eine qualitativ hochwertige Bildung zu gestalten. Es gilt dabei Benachteiligungen in der Bildung zu überwinden und Menschen unabhängig von Geschlecht, ethnokultureller Herkunft, sozio-ökonomischer Benachteiligung, Behinderung, besonderen Lernbedürfnissen oder gewählten sozialen Lebensformen im Vergleich mit anderen zu chancengerechter Lebensführung gelangen zu lassen.

Dabei können Angebote in Schülerlaboren besonders hilfreich sein, wie mit den Beispielen in dieser Vortrags-Session deutlich dargestellt wurde.

Ulrike Martin, KITZ.do

### Literatur

- Ewe U. und Martin U. (2018). Sprachbildung beim Experimentieren – für Kinder von Geflüchteten. In: 13. LeLa-Jahrestagung, Vielfalt in Schülerlaboren: Zielgruppen, Themen, Methoden.
- Deppe G. (2018). Die spannende Welt der Robotik entdecken und erleben. Robotik-Kurse für blinde und sehbehinderte Schülerinnen und Schüler. In: 13. LeLa-Jahrestagung, Vielfalt in Schülerlaboren: Zielgruppen, Themen, Methoden.
- Priebe C. (2018). Gestaltungsprinzipien inklusiver Schülerlabor-Angebote. In: 13. LeLa-Jahrestagung, Vielfalt in Schülerlaboren: Zielgruppen, Themen, Methoden.

# „Die Welt mit anderen Augen sehen“ in der GIS-Station

Getreu dem Motto „Die Welt mit anderen Augen sehen“ können Kinder, Jugendliche und Erwachsene gezielt den Blick von oben auf die Erde richten: Die GIS-Station, Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien in der Abteilung Geographie der Pädagogischen Hochschule Heidelberg hat dafür die maßgeschneiderten didaktischen Konzepte und die passende Ausstattung parat. In den speziell ausgestatteten Computerräumen fördern die Mitarbeiter/-innen des Lehr-Lern-Labors den Umgang mit Informationen, die sich in Satellitenbildern und digitalen Karten verbergen.

Digitale Geomedien wie Satellitenbilder, Geographische Informationssysteme (GIS) und mobile Geotools werden zunehmend in Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung eingesetzt und gelten bereits heute als Zukunftstechnologie unserer Gesellschaft. Der Umgang mit und die Auswertung von digitalen Geodaten ist dabei eine entscheidende Schlüsselkompetenz. Aus diesem Grund ist der Einsatz digitaler Geomedien sowohl in den nationalen Bildungsstandards des Faches Geographie als auch in den Bildungsplänen verschiedener Bundesländer fest verankert.

Die GIS-Station integriert digitale Geomedien in Forschung und Bildung zum Erkunden und Erklären von Räumen. Sie greift als Forschungszentrum, außerschulischer Lernort für Schülerinnen und Schüler sowie als Fortbildungseinrichtung für Lehrkräfte und Referendar/-innen die Nutzung digitaler Geomedien und deren Einsatz im Unterricht auf und ist in dieser Verbindung einzigartig.

## Außerschulischer Lernort

Die GIS-Station verknüpft konzeptionell und operativ inhaltliche Fragestellungen mit methodischen Aspekten und zeigt Schülerinnen und Schülern anwendungsorientiert den Beitrag, den diese modernen Geoinformationstechnologien zur Bearbeitung vielfältiger Umwelt- und Planungsthemen leisten. Schulklassen erhalten die Möglichkeit, verschiedene natur-, umwelt- und gesellschaftswissenschaftliche Themen mit Hilfe von Satellitenbildern, GIS oder mobilen Geotools zu bearbeiten, zum Beispiel den Strukturwandel des Ruhrgebietes oder die Auswirkungen des Klimawandels auf Gletschervorkommen haben. Die Lehrkräfte können dabei aus einem umfassenden An-



Auf Schatzsuche mit mobilen Geotools: Schüler/-innen lernen die heimische Flora und Fauna durch das Educaching (Education + Geocaching) kennen

Quelle: Kreuzer, GIS-Station

gebot das gewünschte Thema auswählen, das auf die jeweilige Schulart und Klassenstufe zugeschnitten ist. Die Arbeit mit digitalen Geoinformationen bietet zudem zahlreiche Ansätze für einen fächerverbindenden Unterricht, der weit über geowissenschaftliche Fragestellungen hinausgeht. So kann z. B. im Chemieunterricht die Verbreitung von Luftschadstoffen über städtischen Ballungsräumen und ihre zeitliche Variabilität untersucht werden. Im Informatikunterricht lässt sich der Aufbau relationaler Datenbanken praxisorientiert demonstrieren und im Geschichtsunterricht kann beispielsweise die historische Stadtentwicklung interaktiv visualisiert und analysiert werden.

## Fortbildungseinrichtung

Als Fortbildungseinrichtung für Lehrkräfte, Referendar/-innen und Studierende bietet das Kompetenzzentrum zudem Seminare, Konzepte und Trainings für einen zeitgemäßen Unterricht an, die mithilfe digitaler Geomedien das Interesse an natur-, umwelt- und gesellschaftswissenschaftlichen Fragestellungen fördern sollen. Neben fachinhaltlichen Kompetenzen zielen diese Angebote dabei vor allem auf den Aufbau fachdidaktischer Kompetenzen beim Einsatz digitaler Geomedien im Unterricht ab. Durch praktische Übungen lernen die Teilnehmenden eigene Unterrichtseinheiten mithilfe digitaler Geomedien zu entwickeln und in der Schule erfolgreich einzusetzen.

Die GIS-Station wurde 2010 von der Klaus-Tschira-Stiftung gegründet und wird von dieser gefördert. Sie ist neben dem Geco-Lab,

Kompetenzzentrum für geoökologische Raumerkundung eines der beiden Kompetenzzentren und Lehr-Lern-Labore der Abteilung Geographie – *Research Group for Earth Observation* (rgeo) an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg. Beide Forschungszentren und Fortbildungseinrichtungen sind integraler Bestandteil des UNESCO-Lehrstuhls für Erdbeobachtung und Geokommunikation von Welterbestätten und Biosphärenreservaten der Abteilung Geographie.

Alexander Siegmund und Laura Krauß

## Kontakt



Pädagogische Hochschule Heidelberg  
GIS-Station, Klaus-Tschira-Kompetenzzentrum für digitale Geomedien  
Czernyring 22/10  
69115 Heidelberg

Prof. Dr. Alexander Siegmund  
Tel.: 06221-477770  
E-Mail: kontakt@gis-station.info  
www.gis-station.info

Fachrichtungen: Geographie, Chemie, Physik, Biologie, Geschichte und Politik  
Zielgruppen: ab Klassenstufe 3, alle Schultypen, Lehrkräfte, ReferendarInnen, Wissenschaftler/-innen, Interessierte Öffentlichkeit

# Für Forscherinnen und Forscher von morgen ... aus dem KölnPUB-Schülerlabor – 20 Jahre KölnPUB e.V.

KölnPUB – Publikum und Biotechnologie e.V. wurde 1996 gegründet und bietet als gemeinnütziger Verein in seinem Schülerlabor seit 1999 Kurse für Schulklassen der Sekundarstufe I und II an. Außerdem finden Praxiskurse als Fortbildungsveranstaltungen für Lehrkräfte statt, Vertiefungskurse für Referendarinnen und Referendare und Möglichkeiten zur Hospitation und Lehrproben für Lehramtsstudierende der Universität zu Köln. Darüber hinaus werden zur Verstärkung der finanziellen Ressourcen jährlich zweimal Projektleiterkurse nach dem Gentechnikgesetz für zukünftige Biologische Sicherheitsbeauftragte und Projektleiter in Forschungslaboren durchgeführt.

KölnPUB gehörte 1999 zu den Ersten, die ein Schülerlabor einrichteten und durfte seit dieser Zeit ca. 33.000 Besucherinnen und Besucher begrüßen. 2016 wurde KölnPUB in den Kreis der ZDI-Schülerlabore aufgenommen. ZDI ist eine Initiative des Landes NRW zur MINT-Förderung von Schülerinnen und Schülern ab der Klasse 8. Auch wenn vorwiegend Klassen ab der Stufe 8 das Schülerlabor besuchen, richtet sich das Laborangebot auch an jüngere Kinder, wie z. B. an die NaSa-Forscher (Natur und Sand-Forscher) der Quarzwerke Frechen, Kinder im Alter von 5 bis 13 Jahren.

Dabei sind dem Verein alle Schulformen, alle Gruppierungen interessierter Schülerinnen und Schüler willkommen. Sie kommen aus den verschiedensten Schultypen aus NRW, den angrenzenden Bundesländern und manchmal auch von weiter her. Während sie in der Schulzeit im Klassenverband teilnehmen, melden sich immer mehr einzelne Jugendliche zu Ferienkursen an, aus Interesse an biologischen Fragestellungen mit oder ohne Technikbezug.

KölnPUB verfügt über ein gut ausgestattetes Labor, vergleichbar mit einem Schulungslabor für Studierende an einer Universität. Die Laborkurse sind ein- bis zweitägig bzw. mehrtägig in den Schulferien, außerdem strebt KölnPUB langfristige Kurse an.

Die angebotenen Experimentiertage beinhalten Techniken wie die Transformation, Plasmide als Werkzeuge, Restriktionsanalysen. Es wird Plasmid-DNA aus Bakterien isoliert oder Säuger-DNA aus Mundschleimhautzellen oder in einem weiteren Experiment DNA aus Pflanzen oder Pflanzengemischen gewonnen. Mit der Technik der Polymerasekettenreaktion führen die Schülerinnen und Schüler den Ge-

netischen Fingerabdruck mit der DNA aus den eigenen Mundschleimhautzellen durch oder weisen in Futtermitteln gentechnisch veränderte Pflanzen nach. Experimente nach E. M. Southern wie der DNA-Transfer auf eine Trägerfolie einschließlich der Herstellung der notwendigen Sonde(n) oder die Überprüfung der UV-Strahlung auf Erbgut mit und ohne Sonnenschutz sind weitere Angebote an die Schulen. Hinzu kommen Bioinformatik oder mit dem Minicomputer „Raspberry Pi“ Forschungsdaten aus dem Gewächshaus, bei einer Wetterstation oder einem Bioreaktor messen, steuern, regeln oder auch mit dem 3D-Drucker z.B. Kunststoffteile eines Gerätes beispielhaft entwickeln, die Methode kennenlernen und erfahren, dass die 3D-Technologie auch für mikroskopisch kleine medizinische Hilfsmittel einsetzbar ist.

Beispielhaft sei an dieser Stelle ein Ferienkurs zum Thema „Vektoren“ vorgestellt, hier Plasmide als Transportmittel fremder Gene. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhalten detaillierte Informationen über Plasmide, deren Herkunft und Vielfalt sowie deren Nutzen für die biotechnologische Forschung. Eigene Experimente, wie eine Transformation, Restriktionsanalyse, Gelelektrophorese untermauern das theoretische Wissen. Zusätzlich weisen sie in einer Polymerasekettenreaktion den Einsatz eines Vektors in einer Futtermittelprobe und damit eine gentechnische Veränderung eines pflanzlichen Bestandteils in der untersuchten Probe nach.

Alle vorgestellten Techniken werden den Schülerinnen und Schülern immer nur als Methode zur Lösung einer naturwissenschaftlichen Fragestellung vermittelt und Zusammenhänge z.B. mit medizinischen Anwendungen, Naturschutz, Bionik, Ernährung, Umweltschutz, Energiegewinnung, Renaturierung, Ressourcenschonung hergestellt.

Ziel des Vereins war und ist es, einer breiten Öffentlichkeit und damit insbesondere Schulabgängern, die Vielfalt der biologischen bzw. der biotechnologischen Anwendungen in Forschung und Entwicklung, die engen Verknüpfungen der Naturwissenschaften untereinander, auch mit der medizinischen Forschung darzustellen und ein sich daraus entwickelndes breites Spektrum in der Berufswelt offenzulegen. Hinzu kommt die ständig wachsende Technisierung, die in der Forschung integraler



Schülerin experimentiert im KölnPUB-Labor

Quelle: Gunter Pietzsch-KölnPUB e.V.

Bestandteil ist und die es zwingend erforderlich macht, technikaffine Forscherinnen und Forscher für die Labore zu gewinnen.

Heidrun Fußwinkel

## Kontakt

**KölnPUB**  
Publikum und  
Biotechnologie e.V.

Schülerlabor KölnPUB  
Gemeinnütziger Verein KölnPUB – Publikum  
und Biotechnologie e. V.  
Ernst-Heinrich-Geist Str. 9–11  
50226 Frechen  
E-Mail: koelnpub@netcologne.de  
www.koelnpub.de

Fachrichtungen: Biologie, Genetik,  
Biotechnologie, Technik in der  
Biotechnologie, Bioinformatik  
Zielgruppen: Alle Schultypen, vorwiegend  
Oberstufe, Lehrerinnen und Lehrer, Refe-  
rendarinnen und Referendare, Studierende

# wissenswerkstatt Metropolregion Nordwest

## Technik erleben – Technik begreifen

Wie kommt der Strom in die Steckdose? Woher weiß der Toaster, wann das Brot fertig ist? Warum fährt ein Auto und wie programmiert man einen Roboter? Es gibt so viele Fragen in der Alltagswelt von jungen Menschen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen und technischen Lösungen. Antworten kann man seit Mai 2015 in der Wissenswerkstatt in Diepholz finden. Auf Initiative des weltweit führenden Technologiekonzerns für Antriebs- und Fahrwerktechnik ZF Friedrichshafen AG und weiterer lokaler Wirtschaftsunternehmen, Stiftungen, Verbände und der öffentlichen Hand ist im Gebäude der Alten Lübke-Mannschule eine außergewöhnliche Bildungseinrichtung für Naturwissenschaften, Handwerk und Technik entstanden. In den gut ausgestatteten Werkstatträumen für Holzbearbeitung, Elektrotechnik und Robotik können Kinder und Jugendliche im Alter von 8 bis 18 Jahren tagtäglich Technik erleben und begreifen. Ziel der Bildungsinitiative ist es, bei jungen Menschen schon zu einem frühen Zeitpunkt ein naturwissenschaftlich-technisches Interesse zu wecken und zu fördern, sie zu begeistern und ihnen dadurch langfristige berufliche und persönliche Perspektiven aufzuzeigen.

Sägen, bohren, hämmern, schrauben, löten, programmieren – in der Wissenswerkstatt steht

das Selbermachen im Vordergrund. Angelehnt an die aktuellen Bildungspläne werden technische Phänomene und naturwissenschaftliche Hintergründe altersgerecht und ganz praktisch durch handwerkliches Tun erfahren und am Ende darf jede und jeder das eigene Werkstück mit nach Hause nehmen.

Vormittags nutzen vor allem Schulklassen aller Schulformen der Jahrgangsstufen drei bis zehn das Angebot des außerschulischen Lernortes. In der Regel werden zwei dreistündige Projekte für jeweils maximal 16 Schülerinnen und Schüler ausgewählt. Die kleinen Gruppengrößen bieten somit ausreichend Zeit für jeden Einzelnen und für die Projektinhalte. Am Nachmittag steht den interessierten Kindern und Jugendlichen aus Diepholz und „umzu“ ein freies Angebot zur Verfügung. Arbeitsgemeinschaften zu den Themen Lego Mindstorms, 3D-Druck oder Metall- und Elektrotechnik ergänzen das Angebot. Außerdem können natürlich auch Kindergeburtstage in der Wissenswerkstatt gefeiert werden. Der Erfolg der Einrichtung ist an den Besucherzahlen abzulesen: In den drei Jahren seit Bestehen besuchten insgesamt mehr als 15.000 junge Menschen den außerschulischen Lernort.

Für das vielfältige Kursangebot, das ständig erweitert und den aktuellen Bedarfen angepasst wird, trägt ein dreiköpfiges, fachlich qualifiziertes Führungsteam die Verantwortung. Das Team wird von Ehrenamtlichen, Bundesfreiwilligen, Praktikant/innen und Honorarkräften in ihrer Arbeit unterstützt.

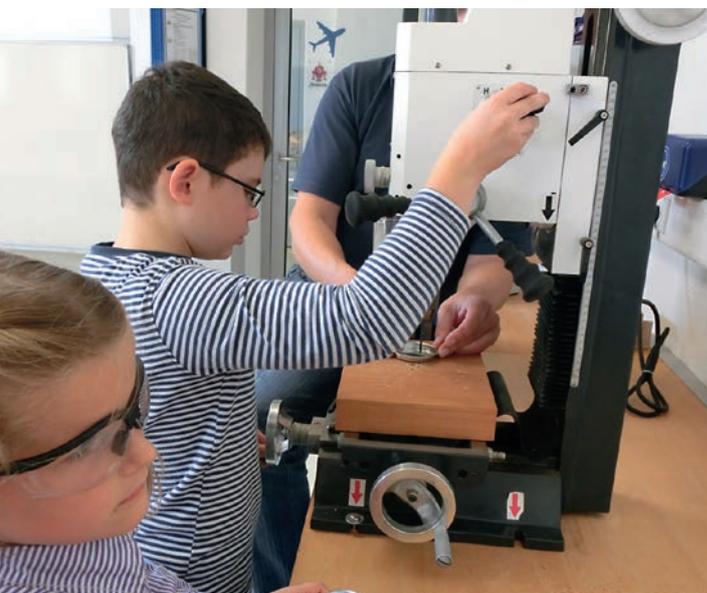
Das didaktische Konzept besteht im Wesentlichen aus vier Komponenten: der „Analyse“, d.h. der genauen Betrachtung und Beschreibung des Werkstücks, dem „Entdeckenden Lernen“ der physikalischen Alltagsphänomene, der „Herstellungs- oder Konstruktionsaufgabe“ und dem „Kreativen Gestalten“ der Werkstücke. Durch dieses Konzept wird eine Vielzahl von Kompetenzziele gefördert: Verständnis für naturwissenschaftliche Alltagsphänomene, Wissen über technische Zusammen-

hänge und Förderung von Problemlösungsstrategien. Die Besucherinnen und Besucher lernen viel über Materialeigenschaften, Werkstoffe, Fertigungsverfahren und Werkzeuge und üben feinmotorische Fähigkeiten und Fertigkeiten. Durch das selbstständige Erstellen eines Werkstücks erfahren sie Selbstwirksamkeit und personale Kompetenz, sie erleben „Ich kann das!“. Unser wichtigstes Ziel ist es allerdings, Freude und Begeisterung für Naturwissenschaften und Technik hervorzurufen.

Insgesamt bietet die Wissenswerkstatt aktuell etwa 30 unterschiedliche Workshops zu physikalischen Themenbereichen wie z.B. zu Aggregatzuständen, Luftdruck/Pneumatik, Optik, Schwingungen, Fliehkräften, Mechanik, Informatik, Elektrik, Elektronik, Solartechnik und einigem mehr an.

Die Arbeit der Wissenswerkstatt wird durch Begleitforschungen in Zusammenarbeit mit den Universitäten Vechta und Oldenburg und der Privaten Hochschule für Wirtschaft und Technik am Standort Diepholz begleitet und weiterentwickelt. Die aktuellen Untersuchungen befassen sich unter anderem mit dem Einfluss von außerschulischen Lernorten auf die Entwicklung technischer Kompetenzen bei Kindern und Jugendlichen und mit geschlechtsspezifischen Prozessen in Bezug auf Technikinteresse und technikspezifische Selbstkonzepte.

Heike Pabst



In der Holzwerkstatt wird mit professionellen Maschinen gearbeitet

Quelle: wissenswerkstatt

### Kontakt

wissenswerkstatt  
Metropolregion Nordwest

wissenswerkstatt Metropolregion Nordwest e.V.

Bahnhofstr. 16

49356 Diepholz

Tel.: 05441-995780

E-Mail: heike.pabst@wiwe-nw.de

www.wiwe-nw.de

Fachrichtungen: Naturwissenschaften, Technik

Zielgruppen: Klassenstufen 3 bis 10 aller Schulformen

# Kategorisierung der Schülerlabore

## Ein neue Kategorie: Geisteswissenschaftliches Schülerlabor

Im *LeLa magazin* Ausgabe 5, März 2013, wurden die Kategorien und allgemeinen Kriterien der Schülerlabore durch die LeLa-Arbeitsgruppe „Qualitätssicherung“ vorgestellt. In mehreren Folgen wurden seither im *LeLa magazin* alle Kategorien einzeln detailliert dargestellt. Die Kategorien werden nun erweitert durch das „Geisteswissenschaftliche Schülerlabor“, also die Kategorie G.

### Aufgaben und Ziele

Nachdem sich seit den späten 1990er Jahren Schülerlabore in den MINT-Fächern als außerschulische Lernorte fest etabliert haben, sind in den letzten Jahren auch Schülerlabore entstanden, die sich speziell geistes-, gesellschafts- und kulturwissenschaftlichen Themen widmen. Anders als die mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer haben die Geistes- und Kulturwissenschaften zwar (noch) keinen Nachwuchsmangel zu beklagen, und auch der Genderaspekt spielt hier tendenziell eine weniger gravierende Rolle. Schülerlabore<sup>G</sup> setzen es sich daher in der Regel neben der Breitenförderung (Schülerlabor<sup>K</sup>) zum Ziel, besonders Begabte zu interessieren und ggf. für ein späteres Studium zu gewinnen. Ferner sollen Kinder und Jugendliche, die im Unterricht vielleicht noch gar nicht Ihre eigenen Fähigkeiten und Neigungen entdeckt haben, für die geisteswissenschaftlichen Fächer begeistert werden. Gerade angesichts zunehmender Klagen über mangelnde Fachkompetenzen wie Kontextualisierung, Abstraktionsvermögen, logisches Denken, hermeneutische Fähigkeiten etc. bei Studienanfängern gewinnt die Aufgabe der Studien- und Berufsorientierung in letzter Zeit an Bedeutung (Schülerlabor<sup>B</sup>). Auch Schülerlabore der Kategorie G dienen der Bereicherung und Vertiefung des schulischen Unterrichts. Da jedoch nur ein Teil der geistes-, kultur- und sozialwissenschaftlichen Fächer im schulischen Curriculum vertreten ist, erfüllen diese Einrichtungen zudem auch eine wichtige Funktion bei der Vermittlung konkreter Vorstellungen bzgl. dieser Fächer. Sie vermitteln präzise Kenntnisse über Inhalte sowie über Entwicklungen in Methodik und Forschung der beteiligten Disziplinen (Schülerlabor<sup>W</sup>). An Universitäten angesiedelte Schülerlabore dienen häufig zugleich der Lehramtsausbildung (Schülerlabor<sup>L</sup>), zumal

die Schulpädagogik an den meisten Universitäten den geistes- und sozialwissenschaftlichen Fakultäten zugerechnet wird und damit die Pädagogik selbst zum Untersuchungsgegenstand im Schülerlabor werden kann. Ebenso wie bei MINT-Laboren werden für Lehrkräfte fachwissenschaftliche Lehrerfortbildungen angeboten, bei denen neue fachwissenschaftliche, pädagogische und didaktische Entwicklungen und Methoden vermittelt werden, die unmittelbar in den schulischen Unterricht einfließen können.

### Inhalte, Gegenstände, Methoden

Grundsätzlich können sämtliche Bereiche der Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften im Schülerlabor<sup>G</sup> zum Thema werden. Inhaltlich behandeln sie Phänomene, die sich aus dem Wirken des Menschen auf seine Lebensumwelt ergeben. Das Fächerspektrum ist entsprechend weit gespannt und reicht von der Geschichte über die Gesellschaft, das Recht, die Philosophie, die Literatur und die Musik bis zu den Sprachen und darüber hinaus. So unterschiedlich die Gegenstände, Methoden und Forschungsansätze dieser Fächer sind, so variabel gestalten sich auch die Angebote der Schülerlabore: Methodisch reicht die Bandbreite vom sog. Close-reading, der Interpretation und hermeneutischen Verfahren über Medienvergleiche, sozialwissenschaftliche Erhebungs- und Auswertungsverfahren bis zu den computer-gestützten Verfahren der digitalen Geisteswissenschaften (Digital Humanities).

Wenngleich sich die geisteswissenschaftlichen Disziplinen im Zuge zunehmender Technisierung und Digitalisierung in letzter Zeit zum Teil dem methodischen Vorgehen der MINT-Fächer angenähert haben, gibt es nach wie vor gravierende Unterschiede in den Fächerkulturen, denen geisteswissenschaftliche Schülerlabore Rechnung zu tragen haben. So spielen die in den MINT-Laboren vorherrschenden, experimentell-empirischen Methoden eine wesentlich geringere Rolle. Dem in den MINT-Laboren erfolgreichen Konzept des ‚Hands on!‘ entspricht hier ein ebenfalls handlungsaktivierender Ansatz der dem forschenden Lernen verpflichtet ist. Grundsätzlich wird auch hier so viel, so intensiv und so nah wie möglich mit spezifisch geisteswissenschaftlichen Gegenständen, mit „echten“ Objekten gearbeitet, z. B. mit Büchern,

mit Statistiken, Computern, Filmschnittprogrammen, mit Musikinstrumenten, Modellen, Münzen, Skulpturen oder Gemälden. Produktionsorientierte Vermittlungsformen reichen von Text- und Medienvergleichen über Theaterprojekte bis zur Arbeit mit modernen Hybridtext-Editionen der Digital Humanities, von Schreibwerkstätten (z. B. Märchen-, Hieroglyphen- oder Kurrentschriftwerkstätten) bis zur Erstellung von Ausstellungen im Experimentiermuseum, von Planspielen bis zur Storyboard- und Filmerstellung.



Schreibwerkstatt: Schreiben karolingischer Minuskeln im Alfried Krupp-Schülerlabor der Ruhr-Universität Bochum

Quelle: © AKS der RUBochum, Foto: Nina Rosenkranz

### Ein „Labor“ in den Geisteswissenschaften?

Auf den ersten Blick mag es verwundern, wenn derartige außerschulische Lernorte für die Geistes- und Kulturwissenschaften als „Labor“ bezeichnet werden, assoziiert man mit diesem Begriff doch zunächst ein für die MINT-Fächer typisches Lern- und Arbeitsumfeld, das z. B. durch weiße Kittel, Schutzbrillen aufwändige Apparaturen usw. geprägt ist. Bei genauer Betrachtung erscheint der Begriff sogar als be-



sonders passend: Die Bezeichnung als Schülerlabor ist – insbesondere durch die Arbeit von LeLa – inzwischen als deutlich konturiertes Format eines speziellen außerschulischen Lernorts fest etabliert. Ferner scheint der Begriff insofern sinnvoll, als er etymologisch auf die jeder wissenschaftlichen Beschäftigung zugrundeliegende, angestrengte Arbeit (Lat.: labor) verweist und damit zugleich das Verbindende der häufig allzu pauschal als zwei getrennte Kulturen begriffenen Wissenschaftszweige betont. Historisch betrachtet wurde zudem ohnehin seit Ende des 19. Jahrhunderts eine Analogie zwischen dem naturwissenschaftlichen Labor und dem geisteswissenschaftlichen Seminar gesehen, insbesondere hinsichtlich der Bibliothek, die als „geisteswissenschaftliches Laboratorium“ bezeichnet wurde.

### Raum- und Personalausstattung, Angebotsformate

Träger von Schülerlaboren<sup>G</sup> sind meist Universitäten, Akademien und Forschungsinstitutionen, anders als in den MINT-Fächern allerdings (noch) keine Industrie- oder Wirtschaftsunternehmen. Vielfach sind sie der Pressestelle, der Lehrerbildung, einzelnen Fakultäten oder Abteilungen zugeordnet oder als zentrale Einrichtung der Universitäts- oder Institutsleitung direkt unterstellt. Sie verfügen meist über eigene, speziell für diesen Zweck eingerichtete Seminar- und Arbeitsräume (oder nutzen Institutsräume) und bieten eine für Schülerkurse geeignete Ausstattung (z.B. Computer, eigene Bibliothek, Objektbestände, Probephöhne mit Reservatenkiste etc.). Die enge Zusammenarbeit mit hausinternen Arbeitsstellen wie historischen Lehrsammlungen, Kunstsammlungen etc. schafft authentische Einblicke in geistes- und kulturwissenschaftliches Arbeiten, wirkt motivationssteigernd und ermöglicht sinnlich-haptische Erfahrungen, die pädagogisch nutzbar gemacht werden können. Kooperationen mit externen Kultur- und Bildungseinrichtungen (z.B. Bibliotheken, Museen, Archiven, Gedenkstätten etc.) kennzeichnen die meisten Labore.

Das Kursprogramm orientiert sich im Regelfall möglichst eng am schulischen Curriculum oder sucht bei Fachbereichen, die nicht im schulischen Lehrplan vertreten sind, Schnittstellen, die den Nutzen des Schülerlaborbesuchs für den Unterricht erkennbar werden lassen. Neben Laboren, die ein schul-

typ-unabhängiges Angebot für die Jahrgangsstufen 5 bis 13 bereithalten, haben sich andere Einrichtungen auf Kurse für die Oberstufe fokussiert. Ebenso wie in den MINT-Laboren werden unterschiedliche, in Länge, Umfang und Struktur variierende Kursformate angeboten. Aus universitären Lehrveranstaltungen von Studierenden entwickelte Schülerkurse werden in der Regel am Semesterende angeboten, thematisch angelegte Kurse können sich z.B. an saisonalen Ausstellungen orientieren, andere Veranstaltungen werden dauerhaft ins Programm aufgenommen. Insbesondere die jährlich wechselnden Themenvorgaben im Abitur führen in der Oberstufe tendenziell zu einer stärkeren Fluktuation des Kursangebots als in den MINT-Laboren.

### Inter- und Transdisziplinarität als Herausforderung und Chance

Einen großen Stellenwert im Programmangebot von Schülerlaboren<sup>G</sup> nehmen inter- und transdisziplinäre Projekte ein. Kulturelle Phänomene zeichnen sich grundsätzlich durch ein hohes Maß an Komplexität und Interdependenzen aus, das dementsprechend adäquat nur durch interdisziplinäre Ansätze analysiert werden kann: So ist z.B. die Entwicklung literarischer Strömungen seit jeher nur unter

Bezugnahme u.a. auf philosophische, historische, gesellschaftliche, politische usw. Phänomene erklärbar. Neuere methodische Entwicklungen der geistes- und kulturwissenschaftlichen Disziplinen sind zudem insbesondere durch technische Entwicklungen bedingt. Die moderne Archäologie z.B. ist ebenso wenig ohne physikalische Arbeitsweisen und Methoden denkbar (z.B. Radiokarbonmethode oder digitale Archäologie) wie die moderne Kunstgeschichte auf Verfahren aus der Chemie oder der optischen Physik (z.B. chemische Farbanalyse, UV- und Fluoreszenzspektroskopie) angewiesen ist. Für die pädagogische Vermittlungsarbeit ergeben sich hieraus vielfältige Möglichkeiten der sinnvollen Kooperation zwischen Schülerlaboren der MINT-Fächer und der geisteswissenschaftlichen Disziplinen.

Insbesondere die Diskussion aktueller, gesellschaftspolitisch-relevanter Fragen und ihrer ethisch-moralischen Konsequenzen wie z.B. Digitalisierung, Elektromobilität und autonomes Fahren, Ressourcenverwendung und Nachhaltigkeit (BNE), medizinischer Fortschritt und Gentechnik, der Alterungsprozess der Gesellschaft usw. können sinnvoll nur durch ein enges Zusammenwirken von Natur- und Geisteswissenschaften diskutiert und vermittelt werden. Wenngleich die Kulturministerien darauf durch die Bildung von Querschnittscurricula (wie das Curriculum „Mobilität“ für die niedersächsischen Schulen) reagieren und den fächerübergreifenden Unterricht zu fördern versuchen, scheitert die konkrete Umsetzung nicht selten im schulischen Alltag. Angebote der Schülerlabore bieten hier vielfältige Möglichkeiten der Bereicherung und Vertiefung des Unterrichts. Sie können zudem die notwendige fachliche Expertise bereitstellen, die in der Schule häufig nicht vorhanden ist. In solchen Projekten muss allerdings in besonderem Maße darauf geachtet werden, dass die spezifischen Verfahren und Kompetenzen, die für die beteiligten Disziplinen kennzeichnend und grundlegend sind, konsequent berücksichtigt werden. Interdisziplinarität kann – auch und besonders im Rahmen der wissenschaftlichen Arbeit mit Schülerinnen und Schülern – nur mit entsprechendem fachspezifischem Wissen und durch Anwendung fachspezifischer Methodik erfolgreich zur Anwendung gebracht und vermittelt werden.



Arbeit mit historischen Objekten: Feldpostkarten aus dem Ersten Weltkrieg (YLAB-Geisteswissenschaftliches Schülerlabor der Georg-August-Universität Göttingen)

Quelle: ©YLAB, Fotograf: Peter Heller

Gilbert Heß

# Ein Quantenphysikkurs im PhotonLab – zur Nutzung eines Schülerlaborbesuchs im regulären Unterricht

Die Forschungslage zur Frage, inwiefern eine Einbettung von Schülerlaborbesuchen in den Unterricht sich positiv auf affektive und kognitive Lernziele auswirkt, ist derzeit noch recht heterogen (Guderian, 2007; Mokhonko *et al.*, 2014; Itzek-Greulich *et al.*, 2015). Im Gegensatz zu einer Gegenüberstellung nach dem Motto „Schülerlabor vs. Schule“ zeigt das folgende Beispiel, wie ein Schülerlaborbesuch den regulären, lehrplankonformen Unterricht bereichern kann, indem er dort unterstützend ansetzt, wo vielen Schulen die Möglichkeiten fehlen. Im Rahmen einer Staatsexamensarbeit wurde ein Quantenphysikkurs mit einer Vor- und Nachbereitungsphase im Schulunterricht und Schülerexperimenten im Schülerlabor entwickelt. Da Schulen hierzu meist die erforderlichen Gerätschaften nicht oder nur teilweise zur Verfügung stehen, stellt der Schülerlaborbesuch eine Möglichkeit dar, die theoretische Arbeit in der Schule um eine praktische, experimentelle Komponente zu bereichern.

## Quantenphysik im Anfangsunterricht

„Es gab eine Zeit, als Zeitungen sagten, nur zwölf Menschen verstanden die Relativitätstheorie. Ich glaube nicht, dass es jemals eine solche Zeit gab. Auf der anderen Seite denke ich, es ist sicher zu sagen, niemand versteht Quantenmechanik.“ (Richard Feynman).

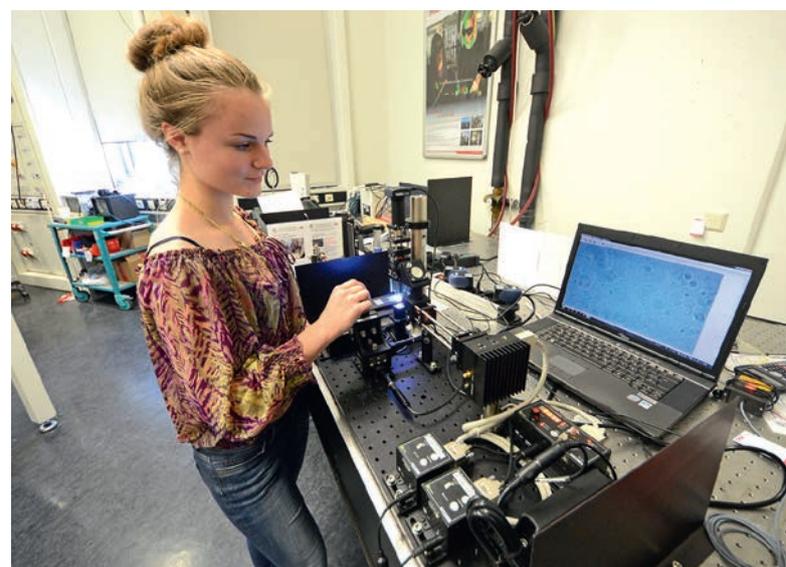
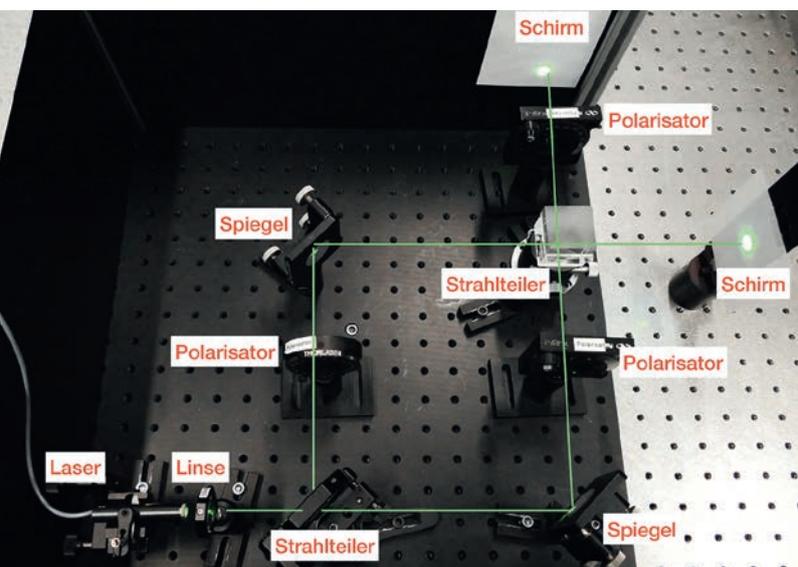
Die Quantenphysik als eine der zentralen physikalischen Theorien ist neben der Relativitätstheorie die wesentliche Grundlage der modernen Physik. Sie beschreibt die Physik der kleinsten Teilchen im atomaren und subatomaren Bereich und findet Anwendung in einer unüberschaubar gewordenen Vielzahl moderner Technologien, wie Informationstechnik, Medizintechnik und vielen mehr. Auf Grund ihrer enormen Bedeutung ist sie fester Bestandteil nahezu aller deutschen Bildungspläne im Fach Physik, wird jedoch, je nach Bundesland, in unterschiedlichen Jahrgangsstufen entsprechend unterschiedlich tiefgehend unterrichtet. Die Erforschung der damit verbundenen Lernschwierigkeiten und entsprechender Unterrichtskonzepte steht, verglichen mit anderen Themen, wie beispielsweise der klassischen Mechanik, noch am Anfang.

Küblbeck (2015) gibt eine Übersicht über gängige Schülervorstellungen zur Quantenphysik und die damit jeweils verbundenen Lernschwierigkeiten aus physikdidaktischer Sicht. Konkrete Vorschläge für einen Anfangsunterricht zur Quantenphysik findet man beispielsweise bei Schorn (2015) oder beim Münchener Unterrichtskonzept zur Quantenmechanik. Den genannten Ansätzen ist gemein, dass sie kaum auf Realexperimente zurückgreifen, sondern vor allem Computersimulationen zur Veranschaulichung nutzen, da in Schulen

geeignete Gerätschaften meist nicht verfügbar sind. Gerade bei einem so abstrakten und lebensweltfernen Thema wie der Quantenphysik erscheint jedoch der möglichst eigenständige Umgang mit echter Experimentierhardware sehr wünschenswert, da ein solcher dazu beitragen kann, die wenig anschaulichen Theorien in reale, selbst erlebte Experimentiersituationen einzubetten. Schülerlabore, wie das PhotonLab am Max-Planck-Institut für Quantenoptik (Stähler-Schöpf, 2015) können mit ihrer sehr guten und spezialisierten experimentellen Ausstattung diese Lücke schließen. Da dies zudem in einem Umfeld geschieht, in dem tatsächlich an den Grundlagen der Quantenphysik geforscht wird, kann ein Besuch im Schülerlabor zudem motivierend wirken, sich mit diesem Thema auseinanderzusetzen.

## Quantenphysik im Schülerlabor und in der Schule

In der hier vorgestellten Staatsexamensarbeit wurde am Lehrstuhl für Didaktik der Physik der LMU in Kooperation mit dem PhotonLab ein in den regulären Physikunterricht bayerischer Gymnasien eingebetteter Quantenphysikkurs in Anlehnung an Schorn (2015) entwickelt. Der Kurs richtete sich in erster Linie an Zehntklässler und ist in drei Phasen gegliedert: Nach einer Vorbereitungsstunde in der Schule zur Interferenz von Licht am Doppelspalt hat-



Die Lernenden arbeiten mit High-Tech-Versuchsaufbauten zu Themen wie dem Komplementaritätsprinzip (links) oder dem Photonenimpuls (rechts)

Quellen: Silke Stähler-Schöpf (links), Thorsten Naeser (rechts)



**Tabelle:** Gegenüberstellung der Evaluationsergebnisse von Zehnt- und Elftklässlern (Mittelwerte +/- Standardabweichung). Die den Faktoren zugrundeliegende Skala reicht von 0 (keine Zustimmung bzw. falsches Ergebnis) bis 4 (volle Zustimmung bzw. völlig richtiges Ergebnis).

	Interesse/ Vergnügen	Wahrgen. Kompetenz	Druck/ Anspannung	Multiple Choice	Offene Aufgaben
JS10	2,5 +/- 0,8	2,6 +/- 0,9	0,6 +/- 0,6	3,1 +/- 0,8	1,4 +/- 1,6
JS11	2,5 +/- 0,6	2,4 +/- 0,8	0,7 +/- 0,7	3,3 +/- 0,7	2,2 +/- 1,7

ten die Teilnehmer/innen die Möglichkeit, im PhotonLab ihr theoretisches Wissen durch praktisches Experimentieren zu festigen und zu erweitern. Hierzu arbeiteten sie in Kleingruppen selbstständig an unterschiedlichen Stationen zu ausgewählten Themen der Quantenoptik, welche sich schwerpunktmäßig mit dem Welle-Teilchen-Dualismus befassten. Konkret wurden folgende Experimente angeboten:

- Michelson-Interferometer und Interferenz an einem Haar
- Nutzung des Photonenimpulses bei der optischen Pinzette
- Komplementaritätsprinzip mittels Polarisation von Laserlicht
- Quantenkryptographie mit linear polarisierten Einzelphotonen
- Das Experiment von Elitzur und Vaidman zur wechselwirkungsfreien Quantenmessung

Abschließend erstellten die Schüler/innen Präsentationen zu ihren jeweiligen Stationen und stellten ihre Ergebnisse in der Schule ihren Mitschüler/innen vor. Der Kurs wurde mit einem Fragebogentest evaluiert.

Mit Hilfe der Kurzskala zur intrinsischen Motivation (KIM) (Wilde *et al.*, 2009) wurden die Faktoren Interesse/Vergnügen, wahrgenommene Kompetenz und Druck/Anspannung nach dem Kurs auf einer fünfstufigen Likert-Skala (0 – stimmt gar nicht, 1 – stimmt wenig, 2 – stimmt teils-teils, 3 – stimmt ziemlich, 4 – stimmt völlig) erhoben. Hinzu kam ein eigens entworfener Kompetenztest mit Multiple Choice-Aufgaben und offenen Aufgaben. An der Evaluation beteiligten sich 88 Zehntklässler/innen (JS10) unterschiedlicher bayerischer Gymnasien. Um eine Einordnung der Ergebnisse vornehmen zu können, durchliefen zudem 60 Elftklässler/innen (JS11) als Vergleichsgruppe den Quantenphysikkurs. Diese Schüler/innen haben sich nach der zehnten Klasse für einen Physikkurs in der gymnasialen Oberstufe entschieden. Es handelt sich bei ihnen demnach um im Fach Physik stärker interessierte und leistungsfähige Jugendliche.

### Evaluationsergebnisse und Diskussion

Vergleicht man die Evaluationsergebnisse der Zehntklässler mit denen der Elftklässler, so ist auffällig, wie wenig sich diese bei beiden Gruppen unterscheiden, sowohl bei den affektiven, als auch bei den kognitiven Lernaspekten (Tabelle).

Lediglich bei den offenen Aufgaben schnitten die Elftklässler/innen signifikant besser ab als die jüngeren Schüler/innen. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, dass die Bearbeitung der offenen Aufgaben deutlich anspruchsvoller war als der Multiple Choice Test und damit Lernende im Anfangsunterricht tendenziell etwas überforderte. Des Weiteren fällt auf, dass der Kurs im Großen und Ganzen trotz der anspruchsvollen Inhalte als interessant empfunden wurde und die Lernenden sich selbst als recht kompetent wahrnahmen. Dies korrespondiert gut damit, dass sie sich kaum unter Druck gesetzt fühlten.

Zusammenfassend können diese Ergebnisse dahingehend interpretiert werden, dass es gelungen ist, im vorgestellten Quantenphysikkurs bestimmte Inhalte und Kompetenzen zum Welle-Teilchen-Dualismus verständlich und reproduzierbar zu vermitteln und gleichzeitig wichtige Faktoren der intrinsischen Motivation der Lernenden positiv anzusprechen.

### Ausblick

Die derzeitige umfangreiche Forschung im Bereich Evaluation von Schülerlaboren leistet einen wichtigen Beitrag zum Verständnis dafür, wie diese Einrichtungen noch effektiver genutzt und ihre Inhalte optimiert werden können, um den Herausforderungen an naturwissenschaftliche Bildung im 21. Jahrhundert zu begegnen. Dabei sollte aber nicht vergessen werden, dass Schülerlabore dem Schulunterricht keinesfalls konkurrierend gegenüber stehen, sondern diesen gewinnbringend ergänzen – im Idealfall durch Angebote, welche Schulen selbst nicht leisten können. Die Möglichkeiten, den Fachunterricht durch Schülerlaborbesuche lehrplankonform zu bereichern und zu ergänzen, sind zurzeit noch wenig dokumentiert und daher wenig bekannt. An dieser Stelle

herrscht aus Sicht der Autoren noch großer Handlungsbedarf – auch um der Frage nach dem Sinn und Nutzen von Schülerlaborbesuchen neben der vielfach beschriebenen Interesseförderung einen weiteren Aspekt zur Seite zu stellen.

*Tobias Schüttler (DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen und LMU München)*

*Silke Stähler-Schöpf (Schülerlabor PhotonLab)  
Julia Hack (LMU München)*

### Literatur

- Guderian P. (2007). Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte – Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik. (Dissertation). Berlin: Humboldt-Universität.
- Itzek-Greulich H., Flunger B., Vollmer C., Nagengast B., Rehm M. und Trautwein U. (2015). Effects of a science center outreach lab on school students' achievement – Are student lab visits needed when they teach what students can learn at school?. *Learning and Instruction*, 38, 43-52.
- Küblbeck J. (2015). Quantenphysik. In *Physikdidaktik* (pp. 479-501). Springer Berlin Heidelberg.
- Mokhonko S., Nickolaus R. und Windaus A. (2014). Förderung von Mädchen in Naturwissenschaften: Schülerlabore und ihre Effekte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 20(1), 143-159.
- Münchner Unterrichtskonzept zur Quantenmechanik. Abrufbar unter: [https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/archiv/inhalt\\_materialien/milq/index.html](https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/archiv/inhalt_materialien/milq/index.html)
- Schorn B. (2015). Quantenphysik in der Schule: eine Unterrichtskonzeption zur Einführung in die Quantenphysik für die 10. Jahrgangsstufe (Dissertation).
- Stähler-Schöpf, S. (2015). Light up your brain! Laserversuche im PhotonLab. *LeLa magazin* (13), p. 9.
- Wilde M., Bätz K., Kovaleva A. und Urhahne D. (2009). Überprüfung einer Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15.

# Phosphor-Rückgewinnung – angewandte Umwelttechnik im Schülerlabor

Bislang ist die Rückgewinnung von Phosphor weder in der Gesellschaft noch in der Schule ein viel diskutiertes Thema. Genau genommen geht es hierbei auch gar nicht um die Rückgewinnung von Phosphor, sondern die der Phosphate, die die wichtigsten Verbindungen des Phosphors sind. Wichtigster Einsatzbereich der Phosphate sind Düngemittel (Killiches, 2013). Ob im heimischen Garten oder in der Landwirtschaft – ohne Phosphate können Pflanzen nicht wachsen. Die Frage nach einer sicheren Bereitstellung von Düngemitteln könnte das Thema Phosphate in den nächsten Jahren sehr stark in den Fokus von Gesellschaft, Technik und Schule rücken.

Phosphatgestein wurde 2014 durch die EU als einer der kritischen Rohstoffe benannt (European Commission, 2014). Das bedeutet, dass eine hohe wirtschaftliche Bedeutung bei gleichzeitig hohem Versorgungsrisiko vorliegt. Die wirtschaftliche Bedeutung resultiert aus der Unverzichtbarkeit von Düngemitteln für die globale Landwirtschaft. Ein hohes Versorgungsrisiko besteht, weil die natürlichen Rohstoffvorkommen endlich und auf nur wenige Länder der Erde konzentriert sind, insbesondere Marokko.

2015 reagierte das von Phosphatimporten abhängige Europa mit einer gesetzlichen Verpflichtung zum Recycling. Phosphate werden täglich von allen Lebewesen ausgeschieden und sammeln sich in Form von Abwässern und Klärschlämmen in Klärwerken. Von aktuell in der Forschung befindlichen rund 30 Verfahren zur Phosphat-Rückgewinnung adaptieren wir in unseren Schülerlaboren vier Verfahren als Beispiele angewandter Umwelttechnik. Entwickelt werden die Experimente hierzu im Bremer Schülerlabor „FreiEx“, angeboten werden sie dann ebenso im „NanoBioLab“ der Universität des Saarlandes in Saarbrücken.

Das Schülerlaborangebot zur Phosphat-Rückgewinnung besteht aus einer einführenden digitalen Lernumgebung auf Basis der Software PREZI™, einem an eine Lernfirma angelehntes Laborpraktikum über Grundlagen der Phosphatchemie und die technischen Verfahren und mündet in einem Vergleich der Verfahren über die Ausbeute sowie einer digitalen Nachbereitung, die wieder mit der PREZI-Lernumgebung stattfindet. Die Arbeit

mit der Lernumgebung soll in der Schule auf den Schülerlaborbesuch vor- und nachbereiten. Die Lernumgebung betrachtet die Problematik aus ökologischer, chemischer und geographisch-gesellschaftlicher Perspektive. So finden sich auf der linken Seite der Lernumgebung Aspekte zum Thema Düngung und Phosphat, während auf der rechten Seite die Themen Recycling, Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung sowie Fallbeispiele dargestellt werden. In der Mitte befinden sich Informationen zu den Experimenten.

Das Schülerlabor selbst orientiert sich an der Idee einer Lernfirma (Witteck und Eilks, 2005). Zum Einstieg in das experimentelle Angebot gibt es qualitative und quantitative Nachweise für Phosphat aus Wasser, Boden und Pflanzen.

Durch entsprechend gestaltete Anleitungen übermittelt die fiktive Firma „P-Science“ dann Aufträge an die Laborbesucher, Phosphat mit Hilfe ausgesuchter Verfahren zurückzugewinnen. Vor dem Besuch stellen wir in Absprache mit den Lehrkräften ein jeweils individuell auf die Lerngruppe abgestimmtes Laborangebot zusammen. Ergänzend dazu sichern Tipp- und Hilfekarten das selbstständige Arbeiten der Lernenden (Affeldt *et al.*, im Druck) im Labor. Sie sind in Form von Social-Media-Designs gestaltet.

Qualitative Experimente veranschaulichen den Phosphat-Nachweis als Molybdänkomplex aus Böden und Pflanzenasche oder bilden die chemisch-physikalische Flockung im Kläranlage nach. Versuche zur quantitativen Analyse



Abb. 1. Impressionen der Experimente (links: Reinigung des „Modell“-Klärschlamms; rechts: Semiquantitative Bestimmung der Phosphatkonzentration mittels MColorTest™ der Firma Merck) Quelle: Christian Zowada

beinhalten (semi-)quantitative und quantitative Bestimmungsmethoden. Phosphatsteststäbchen oder der MColortest<sup>TM</sup> geben zwar die Menge an Phosphat an, erreichen aber nicht die Genauigkeit der Photometrie. Photometrie oder Titrations sind Versuche, die aufgrund der benötigten Zeit und des Vorwissens eher auf Schülerinnen und Schüler im Leistungskurs oder Auszubildende abzielen. Weitere Versuche behandeln Wachstumstests, wobei diese zuvor angesetzt werden müssen, um das Pflanzergebnis nach 7 bis 14 Tagen betrachten zu können.

Im Kern der experimentellen Arbeit steht dann die Auseinandersetzung mit den technischen Verfahren zur Phosphat-Rückgewinnung. In Teams bearbeiten die Lernenden anhand von Versuchsvorschriften jeweils eines der vier Verfahren. Der Verfahrensablauf gliedert sich jeweils in vier Teilschritte:

- Leaching – Freisetzung des Phosphats aus der Matrix durch pH-Senkung < 5
- Filtration – Abtrennung vom ungelösten Rückstand
- Kristallisation – Fällung durch Zugabe von

Fällungsmittel und pH-Erhöhung > 8 mit Lauge

- Quantifizierung – Bestimmung des zurückgewonnenen Phosphats

Mit diesem Schülerlaborangebot werden aktuelle Verfahren aus der angewandten Umwelttechnik nicht nur Schülerinnen und Schülern und ihren begleitenden Lehrkräften nahegebracht. Als für Schülerlabore neue Zielgruppe sollen Auszubildende naturwissenschaftlich-technischer Berufe (CTA, BTA, Chemielaborant/Innen) mit ihren Auszubildern/innen an diesem Angebot teilnehmen. Das Angebot umfasst ferner Fortbildungen für Lehrkräfte, Ausbilder/innen, Referendare/innen und Studierende. Durch systematisches Erheben von Rückmeldungen der Teilnehmer/innen werden die Materialien und Versuche sukzessive verbessert, sodass ein stimmiges Gesamtpaket für die außerschulische Bildung entsteht.

Christian Zowada<sup>1</sup>, Antje Siol<sup>1</sup>, Johannes Huwer<sup>2</sup>,  
Rolf Hempelmann<sup>2</sup> und Ingo Eilks<sup>1</sup>

Danksagung: Wir danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die großzügige Unterstützung und die hilfreiche Begleitung des vorgestellten Schülerlaborprojekts.

#### Literatur

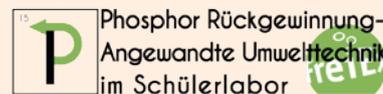
- Affeldt F, Markic S. und Eilks I. (im Druck). Über die Nutzung abgestufter Lernhilfen beim forschenden Lernen. Chemie & Schule.
- Killiches F. (2013). Phosphat – Mineralischer Rohstoff und unverzichtbarer Nährstoff für die Ernährungssicherheit weltweit. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.), Hannover, im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ).
- European Commission (2014). Große Herausforderung für die Industrie der EU: 20 kritische Rohstoffe. [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-14-599\\_de.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-599_de.htm) (10.04.2018).
- Witteck T. und Eilks I. (2005). Die Max Sauer GmbH – Eine Lernfirma zu Säuren und Basen. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 16 (88/89), 51-56.



Abb. 2: Leaching im Budenheimer Kohlenstoffdioxidverfahren (ExtraPhos<sup>®</sup>) (links) und Nachbau des PEARL Reaktors (OSTARA'S PEARL<sup>®</sup> AND WASSTRIP<sup>®</sup> PROCESS) (rechts)

Quelle: Christian Zowada

#### Kontakt



##### 1 Universität Bremen

Fachbereich 2 (Biologie/Chemie)  
IDN Chemiedidaktik/Schülerlabor „FreiEx“  
Dr. Antje Siol  
Leobener Straße 5, Gebäude NW 2  
28359 Bremen  
Tel.: 0421-218 62833  
E-Mail: [asiol@uni-bremen.de](mailto:asiol@uni-bremen.de)  
[www.chemiedidaktik.uni-bremen.de/p-rueck](http://www.chemiedidaktik.uni-bremen.de/p-rueck), [www.uni-bremen.de/freix](http://www.uni-bremen.de/freix)

Fachrichtungen: Naturwissenschaften, Chemie, Technik

Zielgruppen: ab Jgst. 9, Auszubildende naturwissenschaftlich-technischer Berufe, Lehrerfortbildungen, Verleih von Experimentierkisten

##### 2 Universität des Saarlandes

Lehrstuhl für physikalische Chemie und Didaktik der Chemie  
Arbeitsgruppe für Didaktik der Chemie/  
Schülerlabor „NanoBioLab“  
Dr. Johannes Huwer  
Campus B 2.2, 66123 Saarbrücken  
Tel.: 0681-302 71235  
E-Mail: [j.huwer@mx.uni-saarland.de](mailto:j.huwer@mx.uni-saarland.de)  
[www.nanobiolab.de](http://www.nanobiolab.de)

# MINT Schülerkongress in Kassel

Mittlerweile zum neunten Mal hat am 12. und 13. Juni 2018 der MINT Schülerkongress in Kassel stattgefunden. Er ist 2010 aus einer Veranstaltung entstanden, bei der Forschungsprojekte des Schülerforschungszentrum Nordhessen (SFN) zum Abschluss eines Projektjahres präsentiert wurden. Inzwischen werden nicht nur die Projekte der Jugendlichen präsentiert, sondern es finden bis zu 100 Vorträge, Workshops, Foren und Ausstellungen zu Oberthemen wie Astronomie, Raumfahrt, Darwin oder Klima statt. Teilweise werden diese auch von den Jugendlichen selbst organisiert und durchgeführt. Etwa 1000 Besucher/innen besuchten in diesem Jahr an den zwei Tagen dieses anspruchsvollen MINT-Programms.

Mit den MINT Schülerkongressen werden mehrere wichtige Ziele erreicht: Es ist eine überregional beachtete MINT-Veranstaltung, die für Jugendliche geplant ist und an deren Vorbereitung und Durchführung auch viele Jugendliche beteiligt sind. Die Jugendlichen arbeiten auf die Präsentationen ihrer eigenen Ergebnisse hin, wodurch eine Fokussierung der Projekte gegen Ende des Schuljahres erreicht wird. Sie lernen dabei auch die dazu notwendigen Techniken kennen. Auf der anderen Seite lernen die Besucher/innen des Kongresses die Arbeit des SFN kennen, ihre Resonanz motiviert wiederum die Jugendlichen zur Weiterarbeit. Während der normalen Projektarbeit sind die Teams über die Woche verteilt und sehen sich nicht alle. Während des Kongresses hat man die Möglichkeit, auch die anderen Jugendlichen und deren Projekte kennen zu lernen. Das jeweilige Oberthema, in diesem Jahr „Klima – unsere Zukunft“, öffnet außerdem den Horizont der an eigenen Projekten im SFN arbeitenden Jugendlichen. Und schließlich sind schon oft auf dem Kongress durch

den Gedankenaustausch untereinander neue gemeinsame Projektideen und Teams entstanden. Last not least: Gemeinsames Auf- und Abbauen, Aufräumen und das Abschlussgrillfest stärken das Gemeinschaftsgefühl.

Kooperationsvereinbarungen mit Schulen der Region und die Unterstützung durch verschiedene regionale Sponsoren unterstreichen die Bedeutung dieser ganz besonderen Veranstaltung.

Rechts: Arbeiten mit Seifenblasen  
Unten: Kids der Klassen 5 und 6 bauen ihre Experimente auf

Quelle: Klaus-Peter Haupt



## Impressum

### Herausgeber

LernortLabor – Bundesverband  
der Schülerlabore e. V.  
Geschäftsstelle  
Tentenbrook 9  
24229 Dänischenhagen  
Tel.: 04349-7992971  
office@lernortlabor.de  
www.lernortlabor.de

### Redaktion

Dr. Fred Engelbrecht (V.i.S.d.P.)  
Dr. Olaf J. Haupt  
PD Dr. Knut Jahreis  
Dr. Corina Rohen-Bullerdiek  
redaktion@lernortlabor.de

### Layout

Ulrike Heinichen, grafitypus

### Bezugsbedingungen

Mitglieder von „LernortLabor –  
Bundesverband der Schüler-  
labore e. V.“ erhalten das  
Magazin 3x jährlich kostenlos.

### Online

www.lela-magazin.de

Aufnahme in elektronische Datenbanken, Mailboxen sowie sonstige Vervielfältigungen nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers. Für unverlangt eingesendetes Text- und Bildmaterial wird keine Haftung übernommen. Die Autoren und Redakteure des *LeLa magazins* recherchieren und prüfen jeden Artikel sorgfältig auf seine inhaltliche Richtigkeit. Dennoch kann es passieren, dass sich Fehler in die Texte oder Bilder schleichen. Wir übernehmen daher keine Garantie für die Angaben.

ISSN 2196-0852

Wir sind uns der Bedeutung der gender-gerechten Sprache bewusst. Die in den Artikeln verwendeten verschiedenen generischen Formen entsprechen dabei nicht immer dem jeweiligen biologischen oder sozialen Geschlecht. Um den Lesefluss der Texte zu erleichtern, haben einige Autoren auf die traditionellen Schreibweisen zurückgegriffen.

# Neue LeLa-Publikation

## MINT-Nachhaltigkeitsbildung in Schülerlaboren

Lernen für die Gestaltung einer  
zukunftsfähigen Gesellschaft



**Abwasserreinigung** Aus der Forschung zur Schülerpraxis: Arbeiten mit dem Modell eines Schachtwasserkraftwerks  
**Aus die Maus – SOKO-Fledermaus** ermittelt Artenvielfalt erkennen – Barcoding von Orchideen  
**Berufsfindungspraktikum Jülich** bewegt  
**Boden Degradation** Celluloseverarbeitung mit Ionischen Flüssigkeiten  
**Chemiebezogene Umweltschutzberufe** Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit – Schülerlaborangebote für alle  
**Das Rätsel um die Wanderung der Wasserflöhe**  
**EDEN for Kids** Energiewende erforschen  
**Energiewende in Schülerhände**  
**Erneuerbare Energien Expeditionslernen an der Ostseeküste** Experimentiertag  
**Biotechnologie** Experimentiertag Brennstoffzelle Experimentiertag Boden  
**Farbstoffsolarzelle** Forscherwoche Energie Freilandlabor mit Experimentierfeld  
**GirlsGo4Green** Heiß und kalt – Geysire  
**iNature** Ist das noch Wetter oder schon Klima?!  
**Lärm** Medikamentenrückstände im Wasser  
**Molekulare Bindekräfte in Verpackungen**  
**Müll macht's Nachhaltige** Mehrp  
**mit Ionischen Flüssigkeiten** Nachhaltigkeits Planspiel Le  
**Klima!?** Regionalen Klimawandel beurteilen lernen – ReKli:B Schülerint  
**Seltene Erden** Sieben-Labore-Tour Smart Grid und Klimawand  
**Solaris-Cup** Superkondensatoren – Goldcap Treibhauseffekt  
**Virtuelles Kraftwerk** Von der Datenerhebung zur politischen Entscheidung  
**Weichmacherwanderung in Kunststoffen** Windrad-Dynamo Zukunft Kunststoffe



Auf 200 Seiten wird an Hand von 26 Best Practice-Beispielen und zahlreichen Artikeln erklärt, was MINT.nb bedeutet. Neben einer Beschreibung der aktuellen Szene der MINT.nb-Schülerlabore gibt die Publikation auch Handlungsempfehlungen für alle, die in ihren Schülerlaboren MINT.nb anbieten möchten.

Bei Interesse kann die Publikation bei LernortLabor bezogen werden.

[www.lernortlabor.de](http://www.lernortlabor.de)