

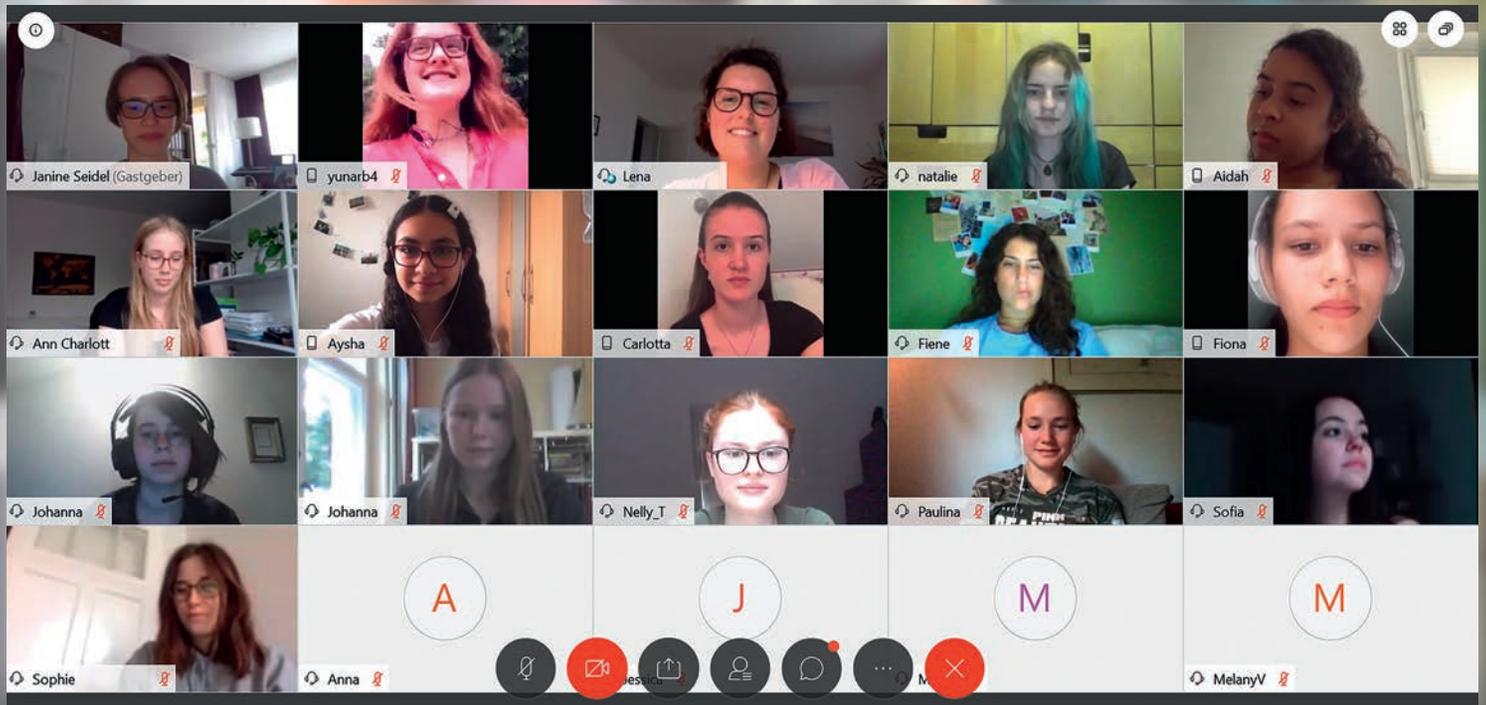


LeLa magazin

Neues aus dem Bundesverband

Webinar der Teilnehmerinnen der Seminarreihen *NATürlich - Schülerinnen treffen Naturwissenschaftlerinnen* am NatLab in Berlin

Quelle: NatLab



- 3 Vortragsessions und Workshops auf der Jahrestagung in Dresden
- 10 LeLa-Preis 2020: Alle Preisträgerinnen und Preisträger
- 17 Internationale MINT-Projekte und Jugendbegegnung

- 18 Projektwoche Systembiologie in Bielefeld
- 20 Schülerinnen präsentieren Forschungsergebnisse

Schülerlabore

NatLab an der Freien Universität Berlin
Schülerforschungszentrum TheoPrax

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

Sie haben heute die Ausgabe 27 unseres LeLa *magazins* in den Händen, und das in möglicherweise für Sie persönlich, für Ihr Schülerlabor oder auch für Ihre Schule nicht ganz einfachen Zeit.

Die Situation der Corona-Pandemie beschäftigt uns alle und wir würden gerne von den Mitgliedern von LernortLabor wissen, wie diese Situation die Schülerlabor-Szene getroffen hat und wie Sie damit umgehen. Bitte melden Sie sich bei uns mit Kommentaren und kurzen Berichten (siehe nebenstehenden Aufruf), damit wir voneinander lernen können, was in dieser Situation zu verbessern ist.

Unsere Jahrestagung Anfang März in Dresden konnten wir gerade noch abhalten. Diejenigen, die nicht dabei sein konnten, können in diesem LeLa *magazin* zumindest Zusammenfassungen zu Vortragsessions und Workshops lesen. Vielleicht ist dies eine Anregung, im nächsten Jahr wieder an der Jahrestagung teilzunehmen oder sich bei der kommenden Ausschreibung des LeLa-Preises zu bewerben.

Zwei seit langem sehr aktive LeLa-Mitglieder berichten in dieser Ausgabe über Ihre Schülerlabore: Das NatLab in Berlin und das TheoPrax im Schwarzwald.

Besonders freue ich mich über zwei Beiträge von Schülerinnen. Der eine Beitrag stellt Untersuchungen zu alternativen Insektiziden vor, der andere zeigt, wie sich Jugendliche durch geschichtliche Spurensuche mit unserer Vergangenheit beschäftigen, die sonst in Vergessenheit geraten könnte.

Ein Beitrag in der aktuellen Ausgabe zeigt wieder mal, dass die Schülerlabore von LernortLabor immer wieder auch international aktiv sind. In diesem Fall geht es um eine deutsch-polnisch-tschechische Zusammenarbeit zum Thema Verschmutzung des Flusses Neisse durch Mikroplastik. Und schließlich untersucht ein Beitrag die Beweggründe, warum Schülerinnen und Schüler an einer Projektwoche zur Systembiologie teilnehmen.

Herzliche Grüße im Namen des gesamten Redaktionsteams! Bleiben Sie gesund und kommen Sie gut durch nicht ganz einfache Zeiten!

Fred Engelbrecht

Schülerlabore in Zeiten von Corona

Liebe Mitglieder von LernortLabor,

nachdem der erste Schock über den kompletten Lockdown nach der Corona-Pandemie einigermaßen verkräftet ist, stehen die Betreiber der Schülerlabore bei der Bewältigung der Folgen dieser weltweiten Virusinfektion vor ähnlichen Problemen wie der Einzelhandel oder der Restaurantbetrieb: Die weitreichenden wirtschaftlichen Konsequenzen müssen irgendwie überwunden werden. Anders als der Einzelhandel oder die Gastronomie, die mittlerweile wieder zu einem eingeschränkten Betrieb zurückkehren konnten, sieht die Zukunft in vielen Schülerlaboren völlig unklar aus: Die Schulen sind weit von einem Regelbetrieb entfernt. In vielen Bundesländern gibt es Erlasse, die einen Besuch von außerschulischen Lernstandorten durch Schülergruppen bis auf weiteres verbieten. Auch Trägerorganisationen haben oftmals striktere Einschränkungen, als sie von der Politik vorgegeben werden. Damit tritt an vielen Standorten das Problem der fehlenden Legitimation in der Trägerorganisation oder sogar der fehlenden Einnahmen auf, aus denen normalerweise die Kosten für Personal und Räumlichkeiten bestritten werden. Da aufgrund des Schutzes von Risikogruppen vielerorts ein verstärkter Lehrermangel herrscht, wurden in einigen Laboren die Lehrerbordnungen gestrichen. Ein weiteres Problem besteht in der häufig geringen Größe der Schülerlabore, was eine Umsetzung von sinnvollen Hygienemaßnahmen zumindest erschwert. Dieses sind nur einige wenige Konsequenzen, die sich aus der Corona-Krise ergeben haben.

Wir als Redaktionsteam des LeLa *magazins* würden von Ihnen gerne erfahren, wie sie die Krise aktuell erleben. Welche konkreten Folgen hat die Pandemie für ihr Schülerlabor? Welche innovativen Lösungsmöglichkeiten gibt es, die vielleicht auch für andere Schülerlabore von Nutzen sein könnten? Schreiben Sie uns per E-Mail, was Sie gerade erleben! (an: redaktion@lernortlabor.de). Wir werden versuchen, diese Berichte in der nächsten Ausgabe zusammenzufassen. Vielleicht ergeben sich daraus neue Anregungen und Ideen, wie wir auch in Zukunft ein breites Angebot für Schülerinnen und Schüler sicherstellen können.

Wir freuen uns über jede Zuschrift und jeden Zustandsbericht!
 Bleiben Sie gesund!

Mit freundlichen Grüßen,
 Ihr Redaktionsteam des LeLa *magazins*



Vortrag bei der 1. LeLa-Jugendtagung in Dresden

Quelle: Fred Engelbrecht

Öffentlichkeitsarbeit in DFG-geförderten Projekten

In dieser Vortragssession wurde die Sicht der DFG zur Öffentlichkeitsarbeit (Vera Stadelmann) sowie fünf erfolgreiche Öffentlichkeitsprojekte, in denen Schülerlabore beteiligt sind, vorgestellt. Joachim Dengg, Isabel Luther und Christof Wegscheid-Gerlach haben die Teilprojekte Öffentlichkeitsarbeit der Sonderforschungsbereiche (SFB) 754, 799 und 1083 vorgestellt und Jessica Oertel *Nano4yourlife*, ein Projekt, das aus den Gleichstellungsmitteln des Transregio Sonderforschungsbereichs (TRR) 61 finanziert wurde. Nora Kulak stellte das Projekt der Öffentlichkeitsarbeit einer Sachbeihilfe vor.

Folgende Aussagen des Vortrags von Vera Stadelmann sind wichtig: Die Förderung der Öffentlichkeitsarbeit/Wissenschaftskommunikation ist in allen Förderprogrammen jederzeit auf Antrag möglich. Die geförderten Aktivitäten sind breit gefächert: So können z. B. Projekte mit Schülern und Schülerinnen, Ausstellungen, Webangebote, Veranstaltungen, Apps etc. gefördert werden. Wichtig ist jedoch, dass die Ziele und Zielgruppen klar definiert sind, es einen klaren Bezug zum Forschungsprojekt gibt, die Eigenleistungen der Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen deutlich erkennbar sind, sowie eine Kosten- und Zeitplanung vorhanden ist. Auch die Qualitätssicherung und Ergebniskontrolle sind wesentlich. Wünschenswert ist eine Zusammenarbeit mit der Kommunikationsabteilung der beantragenden Einrichtung.

Innerhalb von SFBs gibt es unterschiedliche Quellen die Wissenschaftskommunikation zu finanzieren: Für kleine Maßnahmen, wie z. B. Flyer, Logoentwicklung etc., müssen pauschale Mittel verwendet werden. Für koordinierte, langfristige und prominente Maßnahmen, wie z. B. Schülerlaboraktivitäten, Ausstellungen, Kunstprojekte etc., kann ein Teilprojekt Öffentlichkeitsarbeit beantragt werden, welches auch Personalmittel enthält. In einem solchen Teilprojekt können auch verschiedene SFBs zusammenarbeiten oder ein Exzellenzcluster mit einem SFB oder auch mehrere Einrichtungen einer Region. Für Projekte, die das Interesse von Mädchen an MINT fördern, können die Gleichstellungsmittel verwendet werden.

Im Teilprojekt Öffentlichkeitsarbeit des SFB 754 „Climate-Biogeochemistry Interactions in the Tropical Ocean“ (2008 – 2019) wurde eine 75% Mitarbeiterstelle und eine studentische Hilfskraft finanziert, die die Basis für die Umsetzung vieler Ideen war: Videos mit Schülern, Wissenschaft & Kunst, eine Kooperation mit Kap Verde, Beteiligung an Ausstellungen, Entwurf von Spielen. Am erfolgreichsten jedoch waren Hands-on Aktivitäten im Schülerlabor vor Ort (Kurse mit Schulen, Ferienkurse, Begabtenförderung) sowie Fortbildungen für Lehrkräfte in Schulen, in Workshops und bei Konferenzen, sowie

Eine von der DFG geförderte Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen mit Schülerlaboren führt zu effektiven Projekten der Wissenschaftskommunikation. Die Vortragssession fand allgemeine Zustimmung.

eine Experiment-Broschüre (100 S.) und die Herausgabe der Kinderbuchreihe „Phillipp Fisch“. Wichtig war, dass kein Detailwissen transportiert werden sollte, sondern der Fokus darauf lag, den Hintergrund der Wissenschaft und die Wichtigkeit des Forschungsthemas in die Schulen zu kommunizieren.

Das Teilprojekt Öffentlichkeitsarbeit des SFB 799 „TRIP-Matrix-Composite“ arbeitet zusätzlich zu Pressearbeit, Internetauftritt, Printmedien, Veranstaltungen und Merchandising mit dem Schülerlabor „Science meets School“ der TU Bergakademie Freiberg zusammen. Das Schülerlabor dient als Instrument der Wissensvermittlung, der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und der Studienwerbung. So richtet es einen jährlichen Schülerwettbewerb zum Thema „Herstellung eines Verbundwerkstoffs“ aus, veranstaltet Lehrerfortbildungen und beteiligt sich am Girls Day. Alle Projekte werden mittels eines Fragebogens evaluiert. Das Schülerlabor konnte mit Hilfe des SFB zwar keine Personalstellen finanzieren, aber die Maßnahmen.

Auch im Teilprojekt Öffentlichkeitsarbeit des SFB 1083 „Struktur und Dynamik innerer Grenzflächen“ ist ein Schülerlabor (Chemikum Marburg) ein wichtiger Baustein, sowohl an seinem angestammten Ort als auch mobil auf Veranstaltungen. Andere Bausteine sind ein Image-Film, der auch ein guter Einstieg für Experimente und Workshops für Besucher ist, Publikationen und Experimentalvorträge der Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen für die breite Öffentlichkeit, sowie die Beteiligung am Girls' Day (finanziert durch die Gleichstellungsmittel). Wichtig war es, zu Beginn die passenden Formate und Experimente für den Regelbetrieb und das Workshopangebot zu identifizieren. Finanziert wurden die technische Assistenz im Schülerlabor, sowie die Ausarbeitung von passenden Apparaturen in einer feinmechanischen Werkstatt.

Im TRR61 „Multilevel Molecular Assemblies“ wurden die Gleichstellungsmittel u. a. für das Projekt *Nano4yourlife* des Schülerlabors MExLab genutzt, in welchem die Förderung des Interesses von Mädchen an MINT mit dem Training für Studentinnen kombiniert wird. Durch eigenständiges Experimentieren in zwei verschiedenen Workshops wird das Selbstbild der Mädchen gestärkt; zusätzlich sind die



Die Referentinnen und Referenten der 1. LeLa-Jugendtagung

Quelle: Fred Engelbrecht

Betreuerinnen biographienahe Vorbilder/role models. Ergänzt werden die Workshops durch Firmen- und Institutsbesuche, die neue und diverse Berufsperspektiven aufzeigen. Wertschätzung wird durch eine Eröffnungs- und eine Abschlussveranstaltung gezeigt, sowie darüber, dass sich die Schülerinnen kreativ bewerben müssen. Da ein Projektdurchlauf neun Monate dauert, kann eine kontinuierliche Bindung aufgebaut werden.

Dass auch mit einer relativ kleinen Summe (8.918 €), beantragt im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit einer Sachbeihilfe, viel erreicht werden kann, zeigt das Projekt von Nora Kulak in Zusammenarbeit mit dem Schülerlabor NatLab der Freien Universität Berlin. Im Rahmen einer Masterarbeit wurde ein Experiment zum Thema „DNA schneiden mit Metallen“ für das Schülerlabor entwickelt, welches anschließend zu einem Studierendenexperiment weiterentwickelt und im Journal of Chemical Education veröffentlicht wurde. Dieses Experiment wurde in regulären Kursen eingesetzt, aber auch in Kur-

sen für besonders interessierte Schüler und Schülerinnen. Zusätzlich hat Frau Kulak sich an der Seminarreihe „NATürlich – Schülerinnen treffen Naturwissenschaftlerinnen“ beteiligt.

Alle Beispiele zeigen, dass eine von der DFG geförderte Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen mit Schülerlaboren zu effektiven Projekten der Wissenschaftskommunikation führt. Die Vortragssession fand allgemeine Zustimmung. Es wurde der Wunsch nach einem Workshop speziell zur Antragstellung geäußert.

Petra Skiebe-Corrette

Gefördert durch

DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft

Augmented Reality im Schülerlabor

Neue Wege des Lernens im Schülerlabor

Im Rahmen der 15. LeLa-Jahrestagung in Dresden wurde ein Workshop zum Thema „Augmented Reality in Schule und Schülerlabor“ angeboten. Neben der technischen und fachdidaktischen Einführung in die Thematik dieser „neuen“ Methode zur Darstellung von Lerninhalten, wurden fachliche, fach- und mediendidaktische sowie pädagogische Aspekte des Einsatzes von Augmented Reality (AR) an bereitgestellten Anwendungsbeispielen diskutiert. Um erste Erfahrungen mit der Erstellung solcher Lerninhalte zu machen, konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer eigene AR-Materialien erstellen.

Didaktisch-reflektierte Einbettung von Augmented Reality

Über den Einsatz von Augmented Reality als digitales Werkzeug im Unterricht wird in den letzten Jahren verstärkt diskutiert. Die Technik als solche ist nicht neu, allerdings findet sie aufgrund mangelnder didaktisch reflektierter Anwendungsbeispiele aktuell eher selten Einzug in den Unterricht oder auch ins Schülerlabor. Azuma *et al.* (2001) grenzen die Technik AR von anderen digitalen Medien ab, indem sie drei charakteristische Merkmale definieren. Hierzu zählen neben der Verknüpfung digitaler und realer Inhalte, die Echtzeitinteraktivität sowie die Verknüpfung digitaler Objekte mit dem dreidimensionalen Raum (Azuma *et al.*, 2001). Um diese drei Kernaspekte einer AR effektiv für das Lernen zu nutzen, bedarf es mehrerer fachlicher, fach- und mediendidaktischer, technischer und pädagogischer Überlegungen (Seibert *et al.*, 2020a).

Augmented Reality im Schülerlabor

Auf Grundlage der zuvor beschriebenen Überlegungen wurden verschiedene Anwendungsbeispiele zum Einsatz von AR im Chemie-

unterricht und im Schülerlabor konzipiert. Die Laborumgebung bietet viele Möglichkeiten, augmentierte (ergänzende) Inhalte den Schülerinnen und Schülern bereitzustellen. So wurde beispielsweise ein interaktiver AR-Laborführerschein entwickelt (Huwer und Seibert, 2018). Hierbei ist es die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler, das Schülerlabor zu erkunden und begleitende Fragen zu beantworten. Die Gefahren- und Gebotszeichen in einem Chemielabor eignen sich sehr gut als Trigger-Symbole und werden somit von den Schülerinnen und Schülern deutlich effektiver wahrgenommen. Augmented Reality kann ebenfalls dazu verwendet werden, um analoge Versuchsanleitungen mit interaktiven Aufgaben sowie individuellen Hilfestellungen anzureichern. Hierzu wird das Arbeitsblatt als Trigger-Bild verwendet, um gezielt die digitalen Inhalte über diesem zu platzieren. Die sog. Augmented Reality Multitouch Experiment Instruction bietet dadurch die Möglichkeit, den Schüler*innen lernzieldifferente Arbeitsmaterialien bereitzustellen (Seibert *et al.*, 2019; Seibert *et al.*, 2020b). Bei den beiden zuvor dargestellten Einsatzmöglichkeiten handelt es sich um zweidimensionale Anreicherungen der Realität. Um dreidimensionale digitale Inhalte mit Hilfe einer Augmented Reality darzustellen, bedarf es eines Lernszenarios, bei dem beispielsweise real nicht-beobachtbare Prozesse sichtbar gemacht werden. Ein solches Lernszenario kann sich zum Beispiel mit den Vorgängen in einem herkömmlichen Lithium-Ionen-Akku befassen (Seibert *et al.*, 2020c). Hierbei wird der Akku von den Schülerinnen und Schülern mit dem Tablet oder Smartphone „gescannt“, wodurch die Möglichkeit entsteht, den Akku einerseits in seine Einzelteile zu zerlegen und andererseits auf submikroskopischer Ebene ablaufende Prozesse in einer 3D-Animation zu betrachten. Dabei kann das Modellverständnis von Schülerinnen und Schülern durch bewusste Unterscheidung verschiedener Betrachtungsebenen gefördert werden (Seibert *et al.*, 2020d).



Abb. 1. Impressionen aus dem Workshop zum Thema „Augmented Reality im Schülerlabor“ auf der 15. LeLa-Jahrestagung 2020 in Dresden
 Quelle: Johann Seibert

Augmented Reality-Workshop auf der LeLa-Jahrestagung 2020

In einem zweistündigen Workshop wurden den Teilnehmerinnen und Teilnehmern in einem kurzen Impulsvortrag die technischen und fachdidaktischen Aspekte zum Einsatz von *Augmented Reality* im Schülerlabor vorgestellt (wie zuvor beschrieben). In einem anschließenden Hands On-Workshop konnten zunächst verschiedene AR-Materialien ausprobiert und diese anschließend mit den Dozenten kritisch reflektiert werden. In einer abschließenden Einheit bot sich jedem Teilnehmenden die Möglichkeit, eigene AR-Materialien in Form einer augmentierten Versuchsanleitung zu erstellen und so erste Erfahrungen mit der Entwicklung von AR-Lerneinheiten zu sammeln. Zur Erstellung aller präsentierten Materialien wurde ZapWorks® verwendet, das für den Ersteller selbst kostenpflichtig ist, das Abrufen allerdings erfolgt kostenlos und plattformunabhängig durch Scannen eines ZapCodes über die App ZappAR®. Die im Artikel beschriebenen Anwendungsbeispiele, eine Anleitung zur Verwendung der App sowie viele weitere AR-Lernmaterialien finden Sie unter: <https://www.uni-saarland.de/lehrstuhl/kay/ag-chemiedidaktik/downloads>.

*Johann Seibert, Vanessa Lang, Matthias Marquardt und
 Christopher W.M. Kay
 Universität des Saarlandes
 Physikalische Chemie und Didaktik der Chemie
 Schülerlabor NanoBiLab*

Literatur

- Azuma R., Baillet Y., Behringer R., Feiner S., Julier S. und MacIntyre B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34–47.
- Huwer J. und Seibert, J. (2018). A new way to discover the chemistry laboratory: The Augmented Reality Laboratory-License. *World Journal of Chemical Education*. 6(3), 124-128.
- Seibert J., Lauer L., Marquardt M., Peschel, M. und Kay, C. deAR (2020a). Didaktisch eingebettete Augmented Reality. Tagungsbeitrag ZuS-Tagung: „Bildung, Schule und Digitalisierung“. Köln. [angenommen]
- Seibert, J., Luxenburger-Becker, H., Marquardt, M., Lang, V., Perels, F., Huwer, J. und Kay, C.W.M. (2020b). Multitouch Experiment Instruction for better outcome in Chemistry Education. *World Journal of Chemical Education*. 8(1), 1-8.
- Seibert, J., Marquardt, M., Schmol, I. und Huwer, J. (2019). AR bringt mehr Tiefe in Experimentalanleitungen. *Computer & Unterricht*. Heft 114. 32-34.
- Seibert J., Marquardt, M., Gebhard, M., Kay, C.W.M. und Huwer, J. (2020c). Augmented Reality zur Visualisierung der Teilchenebene am Beispiel des Li-Ion Akkus. *Naturwissenschaften im Unterricht*. [angenommen]
- Seibert, J., Marquardt, M., Pinkle, S., Carbon, A., Lang, V., Perels, F., Huwer, J. und Kay, C.W.M. (2020d). Linking Learning Tools, Learning Companion and Experimental Tools in a Multitouch Learning Book. *World Journal of Chemical Education*, 8(1), 9-20.

Lernen und Lehren mit Augmented Reality

Workshop zur Methodenbereicherung

Die computergestützte Darstellung einer Erweiterung der Realität (*Augmented Reality*) ergänzt das vorhandene Methodenspektrum in Bildungseinrichtungen. Mittels *Augmented Reality* können nicht nur analoge Lerninhalte um virtuelle Aspekte bereichert werden, sondern auch völlig neue Lern-Formate entstehen. Durch den 90-minütigen Workshop führten André Marty aus Leukerbad/Schweiz und Edmund Steiner aus Brig/Schweiz. Der Workshop wurde durch das mobile Schülerlabor „Science on Tour“ der BTU Cottbus-Senftenberg (1) vor Ort mit Hardware (Laptops und Tablets) unterstützt.

Der Workshop gliederte sich in einen Theorie- und in einen Praxisteil auf. Im Theorieteil wurde zunächst die Entwicklung der *Augmented Reality* (AR)-Technologie in einem historischen Verlauf dargestellt: Begründeten sich die (Weiter-)Entwicklungen der AR-Technologie zuerst oftmals auf militärischen Anwendungen, sind die heutigen Einsatzfelder von AR breit über viele Branchen gestreut. Mit dem technologischen Fortschritt werden AR-Anwendungen auch zunehmend für Endkunden interessant, sodass AR-Technologien Einzug in die Gaming-Industrie, den *E-Commerce* und auch in den Bildungsbereich gehalten haben. Einige dieser – zumeist kostenfreien – Anwendungen (Apps aus dem Apple- und Android-Store) aus den vorgenannten Bereichen wurden im Workshop live präsentiert und angewendet. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Workshops konnten so einen Einblick gewinnen, wie gut oder schlecht diese AR-Technologien u. a. auf Basis einer Geolokalisierung, mit Markern (Bildererkennung), mittels Objekterkennung und als Projektion auf die Fläche arbeiten.

Im weiteren Verlauf des Theorieteils wurden sowohl die sog. „Xpanda-App“ als auch die „Xpanda-Plattform“ näher vorgestellt.

Während die „Xpanda-App“ dem Scannen von AR-Inhalten dient, können über die „Xpanda-Plattform“ markerbasierte AR-Inhalte bereitgestellt werden. In der Überleitung zum praktisch orientierten Workshopteil probierten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zunächst verschiedene Unterrichtsbeispiele selbsterstellter Medienformate (3-D-Modelle, Videos, Ausfüllen von Lückentexten, Bildbeschriftungen) durch Scannen mittels der „Xpanda-App“ aus, bevor die Handhabung der Plattform zur Bereitstellung dieser Inhalte erläutert wurde.

Ziel des Praxisteils im Workshop war es, anhand eines einfachen und selbst zu erstellenden Projektbeispiels aufzuzeigen, wie schnell und einfach augmentierte Inhalte selbst erzeugt und zur Anwendung gebracht werden können. Auf Basis der „Xpanda-Technologie“ (2) wählten die Teilnehmer als erstes einen Marker aus, der später mit dem Smartphone aus der Xpanda-App heraus gescannt werden kann. Im einfachen Anwendungsfall ist dies ein kontrastreiches Bildmotiv auf einem Arbeitsblatt. In den nächsten Schritten wird zunächst der Anzeigetyp (bspw. Video, 2-D-Bild oder 3-D-Objekt) definiert sowie der darzustellende AR-Inhalt ausgewählt.

Wie die Technologie funktioniert, lässt sich exemplarisch durch Scannen der abgebildeten Graphik zu den Aggregatzustandsänderungen von Wasser (Abb. 1) mit der kostenfreien und in den App-Stors verfügbaren „Xpanda-App“ ausprobieren. Hierfür wurde zunächst auf die „Xpanda-Plattform“ eine Grafik ohne die Bezeichnung der Aggregatzustandsänderungen als sog. Marker hochgeladen. In den nächsten Schritten wurde – wie oben beschrieben – als Anzeigebild auf der Markerfläche dieselbe Grafik, nur mit den entsprechenden Bezeichnungen, ebenfalls hochgeladen und zur Anwendung gebracht.

Sebastian Hänsel

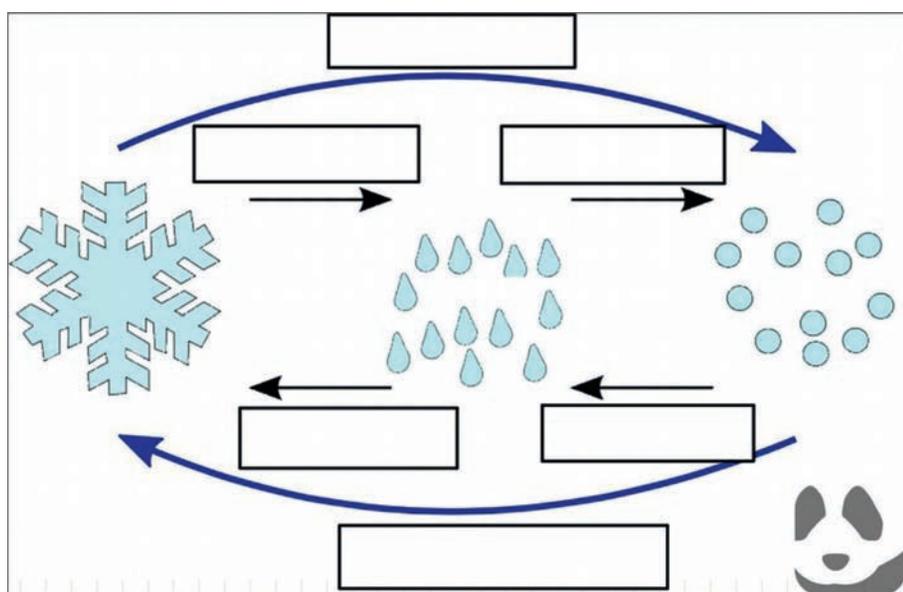


Abb. 1: AR-Inhalt am Beispiel der Aggregatzustandsänderungen von Wasser. Nach dem Scannen des Bildes mit der Xpanda-App werden die Bezeichnungen für die Aggregatzustandsänderungen entsprechend eingeblendet. Quelle: Marty und Steiner (3).

Referenzen

- 1) www.b-tu.de/scienceontour
- 2) www.augmentedreality.ch/xpanda-augmented-reality-bildung
- 3) Marty, A. und Steiner, E. (2020). Lernen und Lehren mit Augmented Reality. Workshop zur Methodenbereicherung, 15. LeLa-Jahrestagung, 10. März 2020 in Dresden

Zum Download der Materialien des Workshops:



Nachhaltiges Lernen durch Beteiligung an Forschungsprozessen

Eine der Stärken von Citizen Science

Ob bei der Untersuchung der Luftqualität oder der Erforschung der Proteinfaltung, im Rahmen von Citizen Science-Projekten können Bürgerinnen und Bürger Wissenschaft aktiv mitgestalten. Die Beiträge reichen von der Mitwirkung bei der Datengewinnung und -auswertung über die Definition eigener Forschungsfragen bis hin zur gemeinsamen inhaltlichen und methodischen Ausgestaltung des gesamten Forschungsprozesses.

Neben dem Innovations- und Transformationspotential bei der Gestaltung gesellschaftlicher Veränderungsprozesse eröffnen sich durch Citizen Science auch neue Chancen für die schulische und außerschulische Bildung. Die vielfältigen Beteiligungsmöglichkeiten im Rahmen bürgerwissenschaftlicher Projekte können das bestehende Spektrum aktiver und forschender Lernformate bereichern. Lehrende und Lernende erhalten Zugang zu wissenschaftlicher Expertise und leisten durch ihre aktive Mitwirkung in Forschungsprojekten wertvolle Beiträge zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen. Citizen Science-Projekte können sich über neue Mitwirkende freuen und gewinnen durch ungewöhnliche Blickwinkel, die insbesondere Kinder und Jugendliche durch ihre Neugier und ihren unvoreingenommenen Blick auf die Welt einbringen können.

Schon jetzt richten sich einige bürgerwissenschaftliche Projekte wie die „Plastikpiraten“ oder „Erforsche Neophyten mit!“ explizit an Schulen. Citizen Science als Forschungs- und Bildungsansatz ist dennoch vielen Lehrenden noch unbekannt. Ziel der Vortrags- und Diskussionssession war es daher den LeLa-Teilnehmern einen Einblick in das Thema Bürgerwissenschaften zu geben und vielversprechende Anknüpfungspunkte für die Integration von Citizen Science und außerschulischen Bildungsformaten zu diskutieren.

Eine Abfrage unter den fachlich breit gefächerten Teilnehmenden zu Beginn der Session bestätigte das große Interesse an Citizen Science, machte aber noch einmal deutlich, dass bisher nur wenige direkt mit dem Thema in Berührung gekommen waren.

Mit der Frage, welche Anknüpfungspunkte zwischen Citizen Science und dem LernortLabor bestehen, hat sich Christian Thiel in seinem Vortrag auseinandergesetzt. Nach einer kurzen Vorstellung der Abteilung Bürgerwissenschaften des Jenaer DLR-Institutes wurden die unterschiedlichen Aspekte und Facetten von Citizen Science herausgearbeitet. Dabei wurde das enorme Potential der Partizipation von Bürgerinnen und Bürgern in Forschungsprozessen deutlich. Einerseits werden so wissenschaftliche Erkenntnisse ermöglicht, und andererseits können die Beteiligten neben dem Spaß an der Forschung einen persönlichen Wissensgewinn verzeichnen. Abschließend wurden mögliche Bezüge zum LernortLabor hergestellt.

Sebastian Höfner vom Lehrstuhl für Messtechnik der Universität des Saarlandes berichtete von seinen Erfahrungen im Schülerforschungsprojekt SUSmobil. In dem von der DBU geförderten Projekt lernen Schülerinnen und Schüler in drei Lernmodulen die Grundlagen der Gasmesstechnik kennen. Begleitet durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickeln sie anschließend eigene Fragestellungen zum Thema Luftqualität, die sie unter Verwendung von Sensorsystemen untersuchen. Seit dem Beginn des Projektes im Jahr 2017 entstanden auf diese Weise verschiedene Arbeiten, beispielsweise Untersuchungen zur Luft in Bienenstöcken oder die Entwicklung eines Waldbrand-Früherkennungssystems.

Im Gespräch mit den Teilnehmenden der Session wurden verschiedene Fragen diskutiert: Auf welche Weise können Schülerinnen und Schüler zur Entwicklung eigener Forschungsfragen motiviert werden? Welche positiven Erfahrungswerte konnten die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei der Zusammenarbeit mit Schülern und Schülerinnen sammeln? Wo liegen Grenzen dieser Form der Kooperation? Welche Rolle können außerschulische Lernorte wie Schülerlabore bei der Entwicklung und Durchführung von Citizen Science-Projekten spielen und welche Mehrwerte ergeben sich daraus für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie für Lehrende und Lernende?

Fazit: Die Zusammenarbeit von wissenschaftlichen Einrichtungen und außerschulischen Lernorten im Rahmen von Citizen Science bietet Mehrwerte für beide Seiten. Dieses Potential muss zukünftig noch stärker genutzt werden. Dabei gilt es insbesondere, neue Formen der Zusammenarbeit zu entwickeln und zu erproben.

*Friederike Klan und Christian Thiel
DLR-Institut für Datenwissenschaften Jena
Abteilung Bürgerwissenschaften*

Eine Abfrage unter den fachlich breit gefächerten Teilnehmenden zu Beginn der Session bestätigte das große Interesse an Citizen Science, machte aber noch einmal deutlich, dass bisher nur wenige direkt mit dem Thema in Berührung gekommen waren.

Plastikpiraten



<https://bmbf-plastik.de/de/plastikpiraten>

Erforsche Neophyten mit!



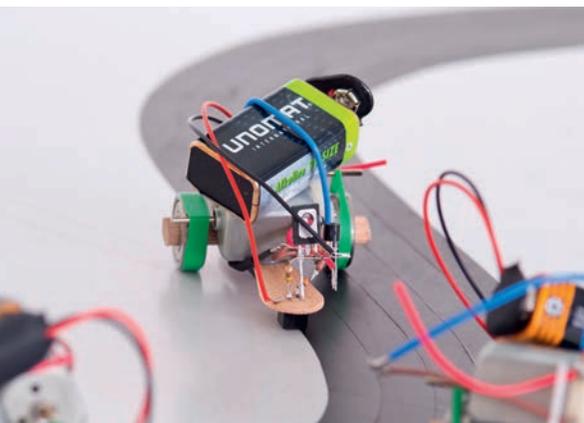
http://www.bonn.bund.net/themen_und_projekte/citizen_science_projekt_erforsche_neophyten_mit/

Robotik in Schülerlaboren

Auf der 15. LeLa-Jahrestagung in Dresden wurden in einer Vortragssession Beispiele für „Robotik im Schülerlabor“ vorgestellt. Kurse, in denen Roboter eine Rolle spielen, sind in vielen Schülerlaboren zu finden. Grob lassen sich sowohl aus technischer als auch didaktischer Sicht drei Richtungen feststellen: Es gibt Kurse mit starker „Hardware-Orientierung“ wie z. B. bei ASURO (DLR-Entwicklung) oder auch bei individuellen Arduino-Lösungen. Ein großes Angebot findet sich zu Robotern, die im Wesentlichen eine Black Box sind, mit Anwendungen, die mehr oder weniger industrieorientiert sind (autonome Roboter, Automatisierung). Hier ist vor allem Lego Mindstorms zu nennen. Eine Black Box sind auch humanoide Roboter, bei denen ein „menschliches“ Verhalten angestrebt wird, wie z. B. bei NAO der Fa. Aldebaran Robotics.

Elektromobil/Spurtmobil

Dass Roboterarbeiten auch ohne Software, also ohne Programmierung, möglich sind, zeigt z. B. ein Roboterkurs im dEIn-Labor an der TU Berlin. Im Workshop „Elektromobil: Ein elektronischer Linienvolger“ bauen Schülerinnen und Schüler ab Klasse 9 einen kleinen einfachen Roboter aus wenigen elektronischen Bauteilen, einem Helligkeitssensor und zwei Gleichstrommotoren. Der Roboter kann selbstständig fahren und einer schwarzen Linie folgen. Die Steuerung erfolgt ausschließlich elektronisch mithilfe von drei Transistoren. Schülerinnen und Schüler lernen hier, wie ein Elektromotor funk-



Das Elektromobil als Eisstielfahrer beim Verfolgen einer schwarzen Linie

Quelle: dEIn Labor, Claudia Ermel

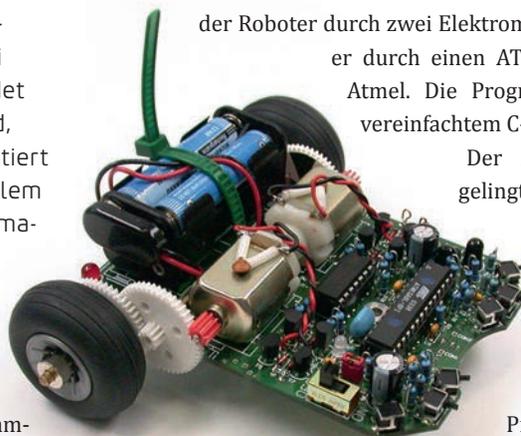
ASURO

Dagegen sind Hardware und Software bei ASURO (*Another Small and Unique Robot from Oberpfaffenhofen*) in der Aufgabenstellung bereits enthalten. Er wurde 2003 am Institut für Robotik und Mechatronik des Deutschen Zentrums für Luft und Raumfahrt (DLR) entwickelt. Am DLR werden zum einen hoch-autonome robotische Systeme, insbesondere zur Erkundung ferner Himmelskörper, entwickelt. Zum anderen liegt ein Schwerpunkt auf der Telepräsenz und der Mensch-Roboterkooperation.

ASURO sollte möglichst viele Aspekte der Technik eines autonomen Roboters für die Lernenden abbilden können. Er sollte komplett

selbst gebaut werden. Deshalb ist der Aufbau einfach, die Dokumentation ausführlich und es gibt ein Protokoll zur Fehlersuche.

Als Ergebnis entstand ein mobiler, autonomer Einplatinen-Roboter mit verschiedenen Sensoren. Die Kommunikation mit dem PC geschieht über eine Infrarotschnittstelle. Angetrieben wird der Roboter durch zwei Elektromotoren. Gesteuert wird er durch einen ATmega8L-Prozessor von Atmel. Die Programmierung erfolgt in vereinfachtem C-Code.



ASURO wie er von Schülerinnen und Schülern selbst gebaut wird

Quelle: DLR, Tobias Schüttler



Der Aufbau des Roboters gelingt mit geeignetem Werkzeug und entsprechender Sorgfalt Jugendlichen ab 14 Jahren ohne größere Probleme. Zum Erlernen der Programmierung dienen konkrete, in der Schwierigkeit gestaffelte Aufgaben, die in die ASURO-Funktionen und Grundfertigkeiten der C-Programmierung einführen.

„Lego Roboter“

Die Lego-Roboter gehören zur Lego-Mindstorms-Produktserie, die seit 1998 am Markt ist und in vielen Schülerlaboren verwendet wird. Bei der Entwicklung war das Massachusetts Institute of Technology (MIT) beteiligt. Die Produkte waren von Anfang an auch als Lehrmittel gedacht. Der erste bekannte Roboter war der RCX (*Robotic Command eXplorers*). Es kam bereits eine graphische Programmieroberfläche zum Einsatz, die relativ leicht erlernbar war. Der Nachfolger erschien 2006 und hatte die Bezeichnung NXT. Die Standard-Programmieroberfläche basierte auf *LabView* (National Instruments), einem Software-Industriestandard. Auf NXT folgte 2013 Lego EV3. Eine Vielzahl von Sensoren (u. a. von der Fa. Vernier) stehen für NXT und EV3 zur Verfügung.

2009 erschien auch ein Roboter mit dem Namen WeDo, der für den Einsatz in Grundschulen geeignet ist. Die Programmieroberfläche stellt nur sehr geringe Anforderungen an die Lesefähigkeiten.

Lego-Roboter sind als Spielzeug, aber auch an Schulen, in Schülerlaboren und auch in der studentischen Ausbildung zu finden. Auch verschiedene Roboter-Wettbewerbe sind von ihnen dominiert.

Humanoide Roboter

Humanoide Roboter sind durchweg eine etwas größere Investition. Sie faszinieren durch die Möglichkeit, menschliches Verhalten nachzuahmen und sich folglich damit auch näher auseinanderzusetzen. Beim Roboter Nao kommt ebenfalls eine graphische Programmieroberfläche (Choreograph) zum Einsatz.

Die Vortragssession konnte die vielen Möglichkeiten nur anreißen. Ein detaillierter Überblick im *LeLa magazin* ist in Vorbereitung.

Internationale Kooperationen

Bei einer internationalen Jugendbegegnung treffen sich Jugendliche aus zwei oder mehr Ländern, um gemeinsam an einem zukunftsweisenden Thema oder kreativen Projekt zu arbeiten. Dabei liegt neben der Vermittlung von Kenntnissen der Fokus insbesondere auf der Förderung der Kommunikation und dem gemeinsamen Handeln der Jugendlichen. Sie bauen so ihre Kompetenzen aus, machen interkulturelle Erfahrungen und lernen neue Sichtweisen kennen, die sie für die Gestaltung ihres weiteren beruflichen und privaten Lebensweges nutzen können.

In der Vortragsession „Internationale Kooperationen“ wurden Beispiele für eine Jugendbegegnung und ein Berufsorientierungsprojekt präsentiert. Außerdem gab es praktische Tipps zu Fördermöglichkeiten, zum Finden von Kooperationspartnern im Ausland und für eine erfolgreiche Netzwerkarbeit. Die Idee hinter der Session war es zu zeigen, welchen Mehrwert internationale Kooperationen im Bildungsbereich sowohl für die Jugendlichen als auch für die beteiligten Institutionen bieten können.

Andreas Töpfer von der solaris Förderzentrum für Jugend und Umwelt gGmbH Sachsen berichtete über ein Projekt, das Übergangsprozesse und Schnittstellen im Bereich Schule und Berufsausbildung adressiert. Das Projekt mit sechs europäischen Partnern wird finanziert durch das Programm Erasmus+ der Europäischen Union (2017-20). Ziel ist es, Methoden zu erarbeiten, zu erproben und für die beteiligten Regionen zu adaptieren, die helfen, junge Menschen für Naturwissenschaften und Technik zu interessieren, sie zu einer Karriere in diesen Bereichen zu motivieren und optimal vorzubereiten. Dafür wurden zwei langjährig erfolgreich durchgeführte Schülerwettbewerbe an die Voraussetzungen in den teilnehmenden Ländern angepasst. Einbezogen wurden Unternehmen aus den beteiligten Regionen und weitere Akteure im Berufswahl- und Berufsbildungsprozess. Als Ergebnis wurden u. a. drei Jugendbegegnungen

durchgeführt, bei denen Jugendliche aus allen Partnerländern ihre jeweiligen Wettbewerbsbeiträge präsentierten.

Das DLR_School_Lab der TU Dresden führt in den Sommerferien regelmäßig internationale Jugendbegegnungen mit MINT-Bezug in der deutsch-polnisch-tschechischen Grenzregion durch. Die Autorin berichtete in ihrem Vortrag vom Sommercamp „Neiße-Piraten“ 2019 mit 23 Jugendlichen aus den genannten Ländern. Aufbauend auf dem Citizen Science-Projekt „Plastikpiraten“ des BMBF und der Kieler Forschungswerkstatt haben die Jugendlichen an und in der deutschen, polnischen und tschechischen Neiße nach Mikroplastik gesucht, Müll gesammelt und kategorisiert sowie eine kleine Wetterstation gebaut und betrieben. Aus den Fotos, Videos und Interviews mit den teilnehmenden Jugendlichen, die während des Camps aufgenommen wurden, ist in einem weiteren Schülerprojekt ein Film entstanden, der sehr schön zeigt, wie Jugendliche aus verschiedenen Ländern über ein wissenschaftliches Projekt einander näherkommen, gemeinsam Spaß haben und sich für Natur und Technik begeistern (https://www.dlr.de/schoollab/desktopdefault.aspx/tabid-15872/25725_read-66123/).

Internationale Begegnungen und Projekte geben Jugendlichen die Möglichkeit, den eigenen Horizont zu erweitern und die eigene Kultur aus einer anderen Perspektive kennen zu lernen

Das Sommercamp des DLR_School_Lab der TU Dresden sowie das dazugehörige Filmprojekt wurden mit Mitteln des Deutsch-Polnischen Jugendwerkes DPJW gefördert. Michael Tefel stellte in seinem Vortrag das Förderprogramm des DPJW vor, das neben Jugendbegegnungen u. a. auch Berufspraktika und Kleinprojekte beinhaltet. Das Förderprogramm „Experiment Austausch“ bezuschusst gezielt Begegnungen mit MINT-Bezug (siehe auch Beitrag in dieser Ausgabe des *LeLa magazins*, S. 16). Außerdem veranstaltet das DPJW regelmäßig Workshops und Partnerkontaktbörsen.

Um internationale Jugendbegegnungen in einem Schülerlabor zu organisieren und durchzuführen, ist die Einbeziehung von Jugendlichen aus dem Partnerland sinnvoll, z. B. über den Internationalen Jugendfreiwilligendienst. Gernot Mosig von der Paritätische Freiwilligendienste Sachsen gGmbH berichtete zum Abschluss der Session aus der Sicht einer Trägerorganisation von den Möglichkeiten, die der Einsatz ausländischer Freiwilliger den Jugendlichen selbst aber auch den Einsatzstellen bietet.

In Kooperation mit internationalen Partnern können außerschulische Lernorte europäische Fördermöglichkeiten nutzen, um gemeinsame Bildungsprojekte zu planen und umzusetzen. Internationale Begegnungen und Projekte geben Jugendlichen die Möglichkeit, den eigenen Horizont zu erweitern und die eigene Kultur aus einer anderen Perspektive kennen zu lernen. Finanzielle und organisatorische Unterstützung bieten zahlreiche Organisationen und Institutionen. Die Vorträge und Wortbeiträge während der Session zeigten: Es lohnt sich, passende Partner und Träger vor Ort zu suchen und internationale Projekte anzugehen.



Abschluss der 1. LeLa-Jugendtagung 2020 in Dresden

Quelle: Fred Engelbrecht

Janina Hahn

Erfolg wird belohnt: LernortLabor verleiht den „LeLa-Preis 2020“ in Dresden

Wissenschaft zum Anfassen, Ausprobieren und Verstehen. Das bieten in Deutschland über 400 Schülerlabore. Sie leisten damit einen maßgeblichen Beitrag, jungen Menschen außerhalb der Schule eine Bildung zu ermöglichen, die sie in einer immer stärker globalisierten Welt zum mündigen Handeln befähigt. Für diesen Einsatz erfuhren Schülerlabore und ihre Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen nun auch eine besondere Anerkennung. Der „LeLa-Preis“ würdigt herausragende Leistungen der Schülerlabore und wurde auf der LeLa-Jahrestagung am 9. März 2020 in einer Feierstunde im Hilton Dresden vergeben.

LernortLabor vergab den LeLa-Preis 2020 in vier Rubriken, um der Vielfältigkeit der Schülerlaborszene gerecht zu werden. Die Preise sind damit eine Auszeichnung für besondere Angebote in der jeweiligen Rubrik und wurden von einer achtköpfigen Jury aus Expertinnen und Experten ausgewählt.



Die Preise „Experiment des Jahres“ und „MINT-Bildung von Lehrkräften“ wurden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gestiftet. Der Arbeitgeberverband GESAMTMETALL stiftete den Preis „Schülerlabor digital“ im Rahmen der Initiative think ING.

Zusätzlich vergab LernortLabor mit der Rubrik „Schülerprojekt des Jahres“ einen eigenen Preis für Schülerinnen und Schüler, die ein Projekt in einem Schülerlabor durchgeführt haben. Damit werden ihre besonderen Leistungen in der Zusammenarbeit mit Schülerlaboren gewürdigt.

Alle Preisträger und auch die Namen der Jury-Mitglieder sind auf der Internetseite von LernortLabor zusammen gefasst: <https://lernortlabor.de/LernortLabor/LeLa-Preis>

Übrigens: Die **Bewerbungsfrist für den LeLa-Preis 2021** beginnt am 01.09.2020! Weitere Informationen dazu unter <https://www.lernortlabor.de/LeLa-Preis-Ausschreibung2021>

Rubrik „Experiment des Jahres“

ERSTER PREIS

LMUchemlab: Dem Lotos-Effekt auf der Spur

Das Thema hat einen starken Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler. Im Versuch wird deutlich, wie es zur selbstreinigenden Wirkung nano-strukturierter Oberflächen kommt. Die hier verwendete Kontaktwinkelmessung ist eine einfache, für die Schülerinnen und Schüler sehr gut verständliche Methode zur Charakterisierung der Oberfläche.

Das vorgestellte Konzept beeindruckt auch dadurch, dass es auf weitere aktuelle Themen aus der Chemie übertragbar ist, wie zum Beispiel für Anwendungen in der Elektrochemie.

Das Angebot des **LMUchemlabs** richtet sich an Schülerinnen und Schüler der 8. bis 13. Klassenstufe an Mittelschulen, Realschulen und Gymnasien. Die Lernenden erhalten einen breiten und alltagsbezogenen Einblick

in die Welt der Naturwissenschaften mit Fokus auf den Themenbereich moderne Materialien. Seit Anfang des Jahres 2018 werden interdisziplinäre Experimente rund um das Thema moderne Materialien am Campus Großhadern bereitgestellt, die für Schülerinnen und Schüler nicht nur die Chemie im Alltag greifbar machen sollen, sondern auch Teil aktueller Forschungsthemen des Departments Chemie sind. Ziel dieses Vorhabens ist es, den Interessantheitsgrad aktueller Fachforschung durch den Schülerlaborbesuch zu wecken. Neue Geräte wie ein Rasterkraftmikroskop, eine Wärmebildkamera oder ein UV/VIS-Spektrometer bilden die authentische Grundlage für das Experimentieren in unserem LernortLabor. Damit arbeiten die Schülerinnen und Schüler mit neuesten Forschungsgeräten und treten so in die Fußstapfen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Departments.

ZWEITER PREIS

teutolab-biotechnologie: Biologie und Mathematik verbinden - Lactoseintoleranz verstehen und berechnen

Der Alltagsbezug „Lactose“ wird genutzt, um Interesse für wissenschaftliches Arbeiten zu wecken. Dabei macht das Konzept den gesamten Forschungsprozess erlebbar. Die Teilnehmer lernen sehr anschaulich Arbeitsweisen in einem Labor kennen. Besonders hervorzuheben ist, dass hier die Bedeutung mathematischer Methoden in der Forschung anschaulich vermittelt wird.

Das **teutolab-biotechnologie** möchte das Interesse von Schülerinnen und Schülern an Naturwissenschaften und Technik fördern sowie deren Motivation zum Lernen und deren Berufsorientierung positiv beeinflussen. In der Biotechnologie ist durch die Verknüpfung von Biologie, Chemie und Ingenieurwissenschaften eine interdiszi-

pliniäre Verbindung über Fachgrenzen in Theorie und Praxis gegeben. Das Schülerlabor bietet durch seine Anbindung an das Centrum für Biotechnologie (CeBiTec) eine einzigartige Möglichkeit, sowohl Schülerinnen und Schülern als auch Lehramtsstudierenden, Referendaren und Lehrkräften dieses zukunftsweisende Wissenschaftsfeld mit lebensnahen Anwendungsbezügen näher zu bringen.

DRITTER PREIS

Scienteens Lab: Den kürzesten Weg finden? Dank Graphentheorie!

Schon die Beschreibung des Experiments regt zum Mitmachen an. Vermeintlich einfache

Fragestellungen wie das „Königsberger Brückenproblem“ sind der Einstieg in die Welt der mathematischen Theorien. Die Problemstellungen werden alltagsnah formuliert und machen so Mathematik erlebbar. Ein Beispiel ist die Wegoptimierung für einen Handlungsreisenden, der 22 Städte in Luxemburg besuchen will. Die kluge Einfachheit der eingesetzten Materialien erlaubt es, diesen Kurs problemlos auf andere Schülerlabore zu übertragen.

Das **Scienteens Lab** der Universität Luxemburg bietet Kurse in den MINT Fächern Biologie, Mathematik und Physik für Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe an. Dabei wird den Jugendlichen ein Einblick in die Forschung ermöglicht, ihr Interesse

an den Naturwissenschaften geweckt und eine Entscheidungshilfe für ihre zukünftige Karriere geboten. Die Themen der Kurse orientieren sich am luxemburgischen Schulcurriculum und nehmen Bezug auf den aktuellen Forschungsstand. In den fakultativen Lehrerfortbildungen nehmen die Lehrkräfte an praktischen Experimenten teil, welche auch den Schulklassen angeboten werden. Dadurch können die Lehrer ihre Schüler optimal auf den Kurs im Schülerlabor vorbereiten. Hauptförderer des Scienteens Lab sind die „Fondation Veuve Emile Metz-Tesch“, der FNR sowie das LCSB und die Universität Luxemburg.

Rubrik „Schülerlabor digital“

ERSTER PREIS

M!ND-Center: Schülerlabor „Smart-Tree“

Das fächerübergreifende und gesellschaftsrelevante Projekt mit Realdaten nutzt verschiedene, in der Wissenschaft übliche, digitale Methoden wie z. B. die digitale Erfassung von Sensordaten oder Datenbankdesign und -abfragen. Damit erweitert das Projekt das Wissen über digitale Hilfsmittel im experimentellen Bereich und in der Datenauswertung und trägt damit zur Kompetenzentwicklung im Bereich Erkenntnisgewinn bei. In dieser Form kann das eine einzelne Schule kaum leisten. Es ist ein vorbildliches Projekt, in dem der sinnvolle Einsatz digitaler Methoden in der Forschung gezeigt wird. Die Angebotsformate des **M!ND-Centers** reichen vom spielerisch-intuitiven Entdecken naturwissenschaftlicher Zusammenhänge in der interaktiven Ausstellung „Touch Science“ über das vertiefende Experimentieren im Lehr-Lern-Labor bis zum eigenständigen Erforschen eigener Fragestellungen im Schülerforschungszentrum. Zentrale Bedeutung haben dabei die Lehr-Lern-Labore, in denen Schülerinnen und Schüler unter der Betreuung von Lehramtsstudierenden in kleinen Gruppen arbeiten. Im Fokus stehen bei allen Angeboten die Lehramtsstudierenden, die bei der Konzeption der Inhalte und bei der Betreuung der Schülergruppen wertvolle Praxiserfahrung sammeln. Die Wahl der Themen orientiert sich an aktuellen wissen-

schaftlichen Inhalten, aber auch mathematisch-naturwissenschaftliche Themen mit Alltagsbezug werden aufgegriffen.

ZWEITER PREIS

Digitales Labor Joseph-von-Fraunhofer-Gymnasium Cham: MINT-Camp: Robotik und digitale Fertigungstechnik

Großes Engagement führte zu einem Schülerlabor an einem Gymnasium. Das beschriebene zweitägige Projekt für Schülerinnen und Schüler aus der gesamten Oberpfalz widmet sich den Themen Mechatronik, moderne Fertigungsmethoden und Robotik. Berufs- und Studienorientierung wurde durch eine Zusammenarbeit mit dem Technologie Campus Cham vorbildlich integriert.

Basierend auf den vier Säulen Digitale Fertigung, Sensorik, Elektronik und Microcontrolling wurde das **Digitale Labor** so ausgestattet, dass die Schüler und Schülerinnen in allen diesen Bereichen die Möglichkeit haben, praktisch zu arbeiten und Versuche sofort in die Tat umzusetzen. Durch einfachste elektronische Bauteile ist es auch Unterstufenschülern möglich, sofort aktiv zu werden und das Digitale Labor nutzen zu können. Im Digitalen Labor finden die Schüler die örtlichen und apparativen Voraussetzungen, den sinnvollen, aber auch kritischen Umgang mit digital vernetzten Medien kennenzulernen, auszuprobieren und einzuüben. Das Labor ist an einer Schule, besitzt 16 Schülerarbeits-

plätze und steht auch den anderen Schulen des Landkreises zur Verfügung. In diesem Labor können die Schüler unter Anleitung oder auch selbstständig naturwissenschaftlich arbeiten.

DRITTER PREIS

dEIn Labor: Hacking als Beruf

Ein wichtiges Thema in der digitalen Welt – das „Knacken“ von Passwörtern. Der Zugang zu dieser Thematik ist niederschwellig gestaltet und gerade deshalb wird erfahrbar, welche Möglichkeiten digitale Techniken bieten, um persönliche Daten auszuspionieren.

Das **dEIn Labor** – das Elektrotechnik- und Informatik-Labor der TU Berlin – ist das zentrale Schülerlabor der Fakultät IV (Elektrotechnik und Informatik) der TU Berlin. Es bietet Jugendlichen die Möglichkeit, aktuelle technische Themen auf experimentelle Art und Weise kennen zu lernen. Die Workshops werden von Studierenden durchgeführt und richten sich an Schülerinnen von Klasse 5 bis zur Oberstufe. Die Angebote orientieren sich am Fächerspektrum der Fakultät IV. Aktuelle Themen sind z. B. das Bauen von Elektromotoren (auch als Lehrerfortbildung), Erneuerbare Energien, Robotik, Klangerzeugung, Programmieren, Elektronik, Videotechnik, Animation, Stop-Motion, Lautsprecherbau, LED-Dimmer, Synthesizer und die Entwicklung von Apps für Smartphones.



Rubrik „MINT-Bildung von Lehrkräften“

ERSTER PREIS

MIND-Center: Chemie all-inclusive!

„All-inclusive“ steht für Inklusion. Es geht um maximal heterogene Lerngruppen mit Förderbedarf zur geistigen Entwicklung bis hin zur Hochbegabung. Die Herausforderung in der Lehrerbildung besteht darin, dass Lehrkräfte in der Regel entweder über chemische oder über sonderpädagogische Expertise verfügen. Im Rahmen dieses Projekts wurden deshalb Methodenwerkzeuge für die Planung und Entstehung inklusiver Experimentier-Stationen entwickelt. Dieses Projekt ist beispielgebend und öffnet auch Wege für Schülerlabor-Angebote, die sich an Förderschulen wenden.

ZWEITER PREIS

makeScience!: Lehr-Lern-Labor makeScience!

Ein Lehr-Lern-Labor für Lehramtsstudierende verschiedener Schularten wurde konzipiert, wobei eines der Ziele der Austausch zwischen verschiedenen Studiengängen ist. Es werden dazu zwei Lernumgebungen genutzt. Im Vergleich zu anderen Lehr-Lern-Laboren steht hier die Umsetzung im Mittelpunkt und wird sehr detailliert begleitet. Das Gesamtkonzept ist vorbildlich und nachahmenswert.

Das Labor **makeScience!** ist ein außerschulischer Lernort, den Schülerinnen und Schüler ab der 5. Klasse bis zum Abitur kostenlos besuchen können. Darüber hinaus

bildet es gemeinsam mit dem GDCh-Lehrerfortbildungszentrum einen Ort der Lehrerbildung. Das Themengebiet Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit soll vor allem Schulklassen der Werkreal- und Realschulen ansprechen und bietet den Kindern und Jugendlichen die Möglichkeit, zu umweltrelevanten Themen mit großem Alltagsbezug zu experimentieren. Schülerexperimentierangebote wie „Wasser – und Wasserreinigung“, „Metallische Gegenstände schützen und bewahren“ und „Biokunststoffe“ seien hier beispielhaft genannt. Für Gymnasialschülerinnen und -schüler ab der Klassenstufe 10 bietet das Labor sowohl lehrplankonforme als auch weiterführende, alltagsbezogene Experimentierangebote. Beispielhaft für Laborkursthemen seien an dieser Stelle „Reaktionen in Bubble-Tea-Bällchen“ und „Kriminallabor PH Karlsruhe“ genannt. Diese Kurse sind in ein Lehr-Lern-Labor eingebunden. Im Labor können die Studierenden so durch die Vernetzung von Studium und Schulpraxis einen tiefen Einblick in ihr späteres Berufsfeld, die Arbeit mit Schülerinnen und Schülern, erhalten und ihre Kompetenzen erweitern.

DRITTER PREIS

JuLab: Fokus Forschung „Gehirnforschung“

Hier handelt es sich um einen beeindruckenden Ansatz zur interdisziplinären Ausbildung von Lehrkräften. Zentral ist die Ent-

wicklung der Bewertungskompetenz. Die Teilnehmer lernen Spitzenforschung kennen und beschäftigen sich mit ihrer ethischen Bewertung. Nach einer Einführung durch Fachwissenschaftler werden Bewertungskriterien erarbeitet. Beispielhaft ist, dass Lehrkräfte aus den Natur- und Geisteswissenschaften beteiligt sind. Zudem ist es ein nachahmenswertes Beispiel der Zusammenarbeit von Wissenschaftskommunikation und Lehrerbildung.

Das Schülerlabor **JuLab** des Forschungszentrums Jülich hat es sich zur Aufgabe gemacht, in einem praxisorientierten Ansatz junge Menschen für Naturwissenschaften und Technik zu begeistern. Es versteht sich als ein wichtiger Teil der Nachwuchsförderung, was ein zentrales Anliegen des Forschungszentrums ist. In einem authentischen Forschungsumfeld werden Schulklassen, interessierte Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte und Erzieher angesprochen und durch verschiedene Formate an aktuelle naturwissenschaftliche Themen herangeführt, die das Jülicher Forschungsspektrum widerspiegeln. Die Angebote des JuLabs sind wissenschaftspropädeutisch, interdisziplinär und authentisch. Die Themen wurden von Wissenschaftlern aus ihrem Forschungsumfeld vorgeschlagen und von Pädagogen und Didaktikern zielgruppengerecht aufbereitet.



Lohn für innovatives Arbeiten – die glücklichen Preisträger des 1. LeLa-Preises 2020

Quelle: Martin Förster, centrefilms

Preisrubrik „Schülerprojekt des Jahres“

ERSTER PREIS

Sophia Bohlen: Piperin – eine pfeffrige Lösung gegen die Plagegeister

In der Arbeit wird untersucht, ob Piperin, das im schwarzen Pfeffer vorkommt, ein Mittel gegen Stechmücken ist. Dabei beschäftigt sich Sophia Bohlen insbesondere mit den ökologischen Auswirkungen. Die Anwendung von Piperin wird kritisch hinterfragt, und es zeigt sich, dass Piperin kein geeignetes Mittel ist, da auch Wasserorganismen angegriffen werden. Die Arbeit überzeugt insbesondere durch die ganzheitliche Überlegung, systematisches Vorgehen und gut durchdachtes Experimentieren (siehe auch ihren Artikel Seite 20).

Unterstützt wurde Sophia Bohlen vom „Freilandmobil“/Nawi-Werkstatt in Landau.

Mit dem **Freilandmobil** als Ausgangspunkt erhalten Kinder und Jugendliche die Möglichkeit, umwelt- und naturbezogene Themen zu erfahren und experimentell zu erarbeiten. Den inhaltlichen Schwerpunkt der Angebote bildet das Thema „Umweltprozesse verstehen“. Dazu werden im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekts „Umweltbildung und Inklusion“, Lerneinheiten für Kinder und Jugendliche vom Kindergartenalter bis zur Sekundarstufe II entwickelt, die nachhaltiges Denken und Handeln zusammenführen. Im Sinne sozialer Gerechtigkeit richtet sich das Angebot des Schülerlabors an alle Kinder und Jugendlichen, unabhängig von ihren persönlichen Lernvoraussetzungen (z. B. im Hinblick auf Lesekompetenzen, Wahrnehmung oder Motorik). Dies wird durch speziell ausdifferenzierte Arbeitsmaterialien ermöglicht.

ZWEITER PREIS

Jonas Hamp: Zur Dynamik des azimuthal-radialen Pendels

Jonas Hamp untersucht in dieser Arbeit ein ungewöhnliches gekoppeltes Pendel. Dazu musste er sich insbesondere mathematische Methoden zuerst erarbeiten. So nutzt er in seiner Theorie zum Beispiel den Lagrange-Formalismus. Mittels Videotracking erhält er die experimentellen Daten und findet eine gute Übereinstimmung mit seiner Theorie. Hier wird ein komplexes Thema ausführlich bearbeitet. Das Engagement, das diese Arbeit widerspiegelt, ist vorbildlich. Seine Ar-



Sorgte für gute Stimmung: das Duo GUANDUO

Quelle: Martin Förster, centrefilms

beit wurde im LeLa magazin 25 (Nov. 2019) veröffentlicht.

Unterstützt wurde Jonas Hamp vom PhotonLab in Garching.

Das Schülerlabor **PhotonLab** gibt Schülerinnen und Schülern ab etwa der 10. Klasse Einblicke in die Welt der Wissenschaft anhand der Photonik. Durch eigenes Experimentieren soll die Begeisterung für die Physik im Allgemeinen und die Laserphysik im Besonderen geweckt werden. Die Auswahl der Versuche ist breit gestreut und reicht von einfachen, verblüffenden Versuchen mit Alltagsbezug bis hin zu komplexen Experimenten (je nach Jahrgangsstufe), die ihre Anwendung in den Laboren finden. In Lehrerfortbildungen wird das Angebot, das auch Berufspraktika und die Unterstützung bei Wettbewerben enthält, vorgestellt.

DRITTER PREIS

Karl Ritter und Christoph Baitis: Digitales Gästebuch

Im Auftrag einer Firma wird ein vorbildliches System zur Erfassung der Besucher entwickelt. Dabei mussten sich die Autoren sowohl mit der „Hardware“ als auch mit einer Datenbank und einer Benutzerschnittstelle beschäftigen. Das Gästebuch zeigt an, welche

Besucher sich gerade auf dem Firmengelände aufhalten. Optimiert wird der Prozess durch automatisch generierte Strichcodes, die auf den Besucherausweisen aufgedruckt werden.

Unterstützt wurden die beiden Jugendlichen bei ihrer vorbildlichen Arbeit durch das Schülerrechenzentrum Dresden.

Das **Schülerrechenzentrum** der Technischen Universität Dresden (SRZ) ist ein Zentrum der Begabtenförderung für Schüler und Schülerinnen in den Bereichen Informatik und Elektronik. Schwerpunkt der Informatikausbildung ist die Softwareentwicklung bzw. Programmierung. In der Elektronikausbildung werden Kenntnisse über die Funktion und Anwendung moderner elektronischer Bauelemente vermittelt. Die Vermittlung von Basiskenntnissen erfolgt im ersten Jahr in Grundkursen. Darauf aufbauend existiert ein breites Angebot weiterer Kurse mit jeweils einem Theorieteil und einer Arbeitsgemeinschaft. Im Laufe eines Jahres fertigen alle Schüler und Schülerinnen eine Projektarbeit an. Ausgewählte Schüler des SRZ können ihre Projektarbeit im engen Kontakt mit einem ortsansässigen IT-Unternehmen anfertigen.

Das NatLab an der Freien Universität Berlin

Das Schülerlabor NatLab der Freien Universität Berlin wurde 2002 gegründet und besitzt drei Schwerpunkte: die praxisorientierte Lehramtsausbildung, die Förderung des Interesses von Schülern und Schülerinnen an den Naturwissenschaften sowie die Öffentlichkeitsarbeit für die Universität.

Die praxisorientierte fachwissenschaftliche Lehramtsausbildung wird durch das Prinzip „Lernen durch Lehren“ realisiert. Seit seiner Gründung ist das NatLab in das Lehramtsstudium der Biologie integriert, seit 2015 in Form des Moduls *Praktische Vertiefung Fachwissenschaft Biologie* in den Bereichen Evolution, Genetik, Neurobiologie und Ökologie. Jedes Modul besteht aus drei Teilen: Im Seminar wird lehrplanrelevantes Fachwissen

das Projekt *NATürlich – Schülerinnen treffen Naturwissenschaftlerinnen*, eine regelmäßig über das Schuljahr stattfindende Seminarreihe für interessierte Mädchen ab der 10. Klasse, sowie die SommerUni, welche in den letzten beiden Wochen der Berliner Sommerferien stattfindet. Für mehr als 150 Schüler und Schülerinnen ab der 10. Klasse werden Vorlesungen, Praktika, Programmierkurse und Studienorientierung angeboten.

NATürlich und die SommerUni sind wie auch andere Ferienkurse Teil der Öffentlichkeitsarbeit für die Universität, da neueste Forschungsinhalte (z.B. von Sonderforschungsbereichen) genauso wie eine Studien- und Berufsorientierung vermittelt werden.

NatLab 2.0: Modern und virtuell

Im Januar 2020 ist das NatLab in neue, renovierte Räume gezogen, wo sich auf 500 m² vier moderne Labore, zwei Seminarräume mit Medientechnik und sechs Büros befinden. Leider können wir diese seit April 2020 nicht nutzen, da der Großteil des Hochschulbetriebs und damit auch die angebotenen Programme des NatLab kontaktfrei und damit digital laufen müssen, um der Ausbreitung von COVID-19 entgegenzuwirken. So haben die Lehrveranstalter des Evolutionsmoduls alternative Online-Lehrangebote für Seminar und Praktika entwickelt. Der Besuch einer Schulklasse in der Online-Version des Evolutionsmoduls beginnt mit einer Begrüßung durch Lehrveranstalter und Studierende im virtuellen Konferenzraum, gefolgt von einer Aufteilung der Schüler und Schülerinnen auf vier verschiedene Versuche, welche in getrennten Konferenzräumen (Abb. 1) stattfinden. Die Schüler experimentieren dann ausschließlich per Video-Konferenzschaltung, unter anderem mit Wasserwanzen und Gartenkresse. Eine gemeinsame Abschlussbesprechung der Ergebnisse rundet den Online-Besuch ab. Trotz anfänglicher Zweifel gaben die begleitenden Lehrkräfte positives Feedback und empfahlen, „ein solches Online-Angebot für weiter entfernte Schulen im Regelbetrieb auch nach der Pandemie anzubieten“.

Auch die Seminarreihe *NATürlich* wird seit April 2020 virtuell angeboten (Abb. 2). Da die Arbeitsplätze der Wissenschaftlerinnen

nicht direkt besucht werden können, bekommen die Mädchen ein Porträt der Person sowie eine Aufgabe mit Forschungsbezug vorab zugeschickt. So haben die Schülerinnen als Vorbereitung auf den Vortrag der Fluorchemikerin Julia Bader (SFB 1349) die schützende Wirkung von Fluoridzahncreme auf die Säurebeständigkeit von Eierschalen untersucht, in Vorbereitung auf das Seminar mit der Bodenökologin Eva Leifheit (Verbundprojekt *Bridging in Biodiversity Science*) die Wasserspeicherfähigkeit verschiedener Böden untersucht und in Vorbereitung auf das Zusammentreffen mit der Kristallographin Katja Fälber (Max-Delbrück-Centrum, SFB 958) eine Rechercheaufgabe zu den neuesten Proteinstrukturen von SARS-CoV-2 durchgeführt. In den entsprechenden Webinaren wurde gemeinsam über Wissenschaft, Arbeitsbedingungen und Berufsperspektiven diskutiert.

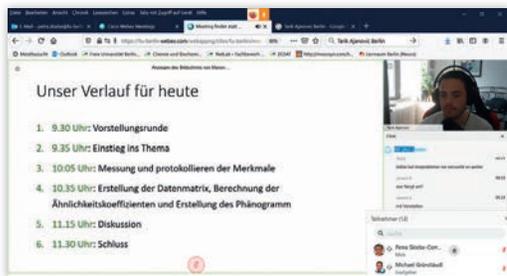


Abb. 1: Der Lehramtsstudent Tarik Ajanovic begrüßt die Schülerinnen und Schüler im virtuellen Konferenzraum und stellt ihnen den Programmablauf vor

vertieft. Im Praktikum I führen die Studierenden Versuche im NatLab durch und betreuen anschließend im Praktikum II an vier Tagen Schülergruppen zu verschiedenen Experimenten. Seit 2011 sind auch Chemiekurse in die Lehramtsausbildung eingebunden (*Chemische Experimentiertechniken für die Schule, Physikalisch-Chemisches Grundpraktikum, Organisch-Chemisches Grundpraktikum*).

Die Förderung des Interesses von Schülerinnen und Schülern an den Naturwissenschaften wird vor allem durch das Experimentieren und praktische Kennenlernen von modernen Methoden der Biologie und Chemie erreicht, welche an Schulen nicht oder nur schwer durchführbar sind. Es gibt Angebote für gesamte Schulklassen von der Grundschule bis zum Abitur (Breitenförderung, ca. vier Stunden), aber auch für einzelne Schülerinnen und Schüler (Interessiertenförderung). Zu letzteren gehören u. a.



Abb. 2: Dr. Eva Leifheit stellt ihre Forschung den Teilnehmerinnen der Seminarreihe vor
Quelle: Petra Skiebe-Corrette

Wie die gesamte Universität wird auch das NatLab die positiven Aspekte des virtuellen Lernens und der digitalen Vernetzung nutzen, um sich weiterzuentwickeln.

Petra Skiebe-Corrette, Alexander Fürst von Lieven, Michael Grünstäudl und Janine Seidel



Schülerforschungszentrum TheoPrax



Abb. 1: Die Natur als Chemische Fabrik – Schülerversuche zur Lignin-Gewinnung

Quelle: Fraunhofer Institut für Chemische Technologie

Am Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT) ist das bisher erste und (leider) auch einzige Schülerforschungszentrum, das an einem Fraunhofer Institut beheimatet ist. Das Schülerforschungszentrum TheoPrax ist 2003 aus der Arbeit des dortigen TheoPrax-Zentrums entstanden und zählt heute zu den Lab2Venture-Schülerlaboren. Es bietet Schülerinnen und Schülern aus Sekundarstufe I und II Projektarbeiten nach der TheoPrax-Methodik an. Der Schwerpunkt liegt neben dem **forschenden** (Kategorie^F) auch auf dem **unternehmerischen** Arbeiten von Schüler-Teams (Kategorie^U), auf **Wissenschaftskommunikation** (Kategorie^W) und auf der Unterstützung der **Berufsorientierung** (Kategorie^B). Die Projektarbeit wird in der Regel unterrichtsintegriert z. B. in naturwissenschaftlich-technischen Fächern oder im Seminarskurs Klasse 11 (Gymnasien Baden-Württemberg) angeboten.

Unternehmerisches Denken und Handeln

Die Projektthemen für die Schülerteams stammen aus der Industrie, von Kommunen,

Vereinen oder von Forschungsinstitutionen wie dem Fraunhofer ICT. Sie laufen alle in einem Angebots-Auftrags-Verhältnis. Dazu lernen die Projektgruppen neben vielem Fachlichen wie man sein Projekt von Beginn an strukturiert und organisiert. Sie erhalten Lehreinheiten in Kreativitätstechniken, um Ideen für ihr Projekt zu generieren, in Projektmanagementeinheiten wie das Erstellen von Struktur-, Zeit- und Kostenplänen, und zur Kommunikation im Team und mit externen Partnern. Die Schülerteams erstellen ein Angebot an den externen Partner. Mit der Beauftragung durch ihn kommt es dann zu einem echten Vertragsverhältnis – ein wichtiger Motivationsschub für die Schülerinnen und Schüler.

Forschendes Arbeiten und Wissenschaftskommunikation

Schülerprojektthemen, die vom Fraunhofer ICT in Auftrag gegeben werden, stammen in der Regel aus laufenden Forschungsprojekten einzelner Arbeitsgruppen oder aus Förderprojekten, die gemeinsam mit dem TheoPrax-Zentrum beantragt wurden. Damit können die notwendigen fachlichen und materiellen Ressourcen, die für den Einsatz

im Schülerforschungszentrum benötigt werden, finanziert werden.

Mit dem Projekt Materialforschung z. B. wurden Themen wie „Keramisierende Elastomere“, „Nachwachsende Faserverbundwerkstoffe“, „Direct-Ethanol-Brennstoffzelle“, „Entwicklung von Polymeren mittels Mikroreaktionstechnik“ von jeweils einem Schülerteam ein Schuljahr lang in den Räumen des Fraunhofer ICT bearbeitet.

Im Förderprojekt Holzschäume setzten sich Schülergruppen mit der Herstellung von Weichschäumen aus Lignin auseinander. Es entstand dabei als Nebenprodukt ein Miniextruder. Dieser wurde von den Schülern selbst entwickelt und gebaut, um neben den zeitaufwändigen Arbeiten in den Technika des Fraunhofer ICT zwischendurch einzelne Arbeitsschritte an der Schule selbst durchführen zu können.

Im BMBF-finanzierten Projekt BioKompass wurden verschiedene Formate zum besseren Verständnis des Themas Bioökonomie erprobt. Im Seminarskurs (ein Schuljahr lang) entwickelte ein Team eine 8-stündige Unterrichtseinheit Bioökonomie mit praktischen und gesellschaftswissenschaftlichen Einheiten am Beispiel Kunststoffe aus



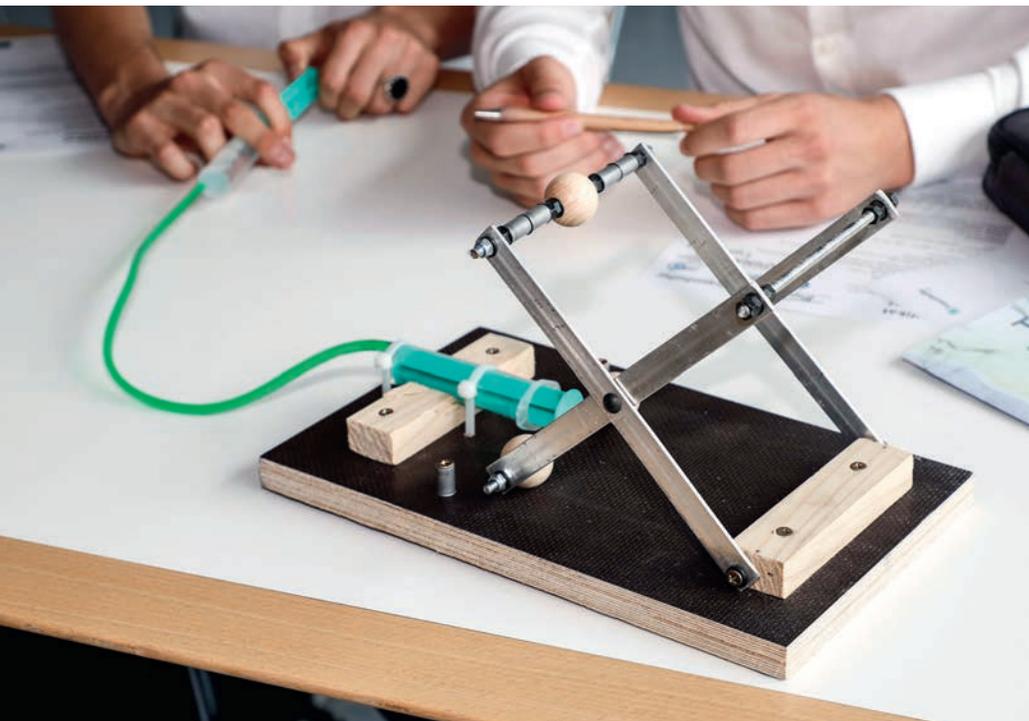


Abb. 2: Von Schülern gebautes Hydraulikmodell zur Erschließung ihres Projektes „Hydraulische Spannvorrichtung“

Quelle: Fraunhofer Institut für Chemische Technologie

fossilen und nachwachsenden Rohstoffen. Ein anderes Team entwickelte mit fachlicher Unterstützung des Fraunhofer ISI Karlsruhe ein Serious Game auf der Basis von Bioökonomie-Zukunftsszenarien. In der 3-tägigen *Fraunhofer Talent School* arbeiteten Schülerinnen und Schüler aus verschiedenen Bundesländern an der Extraktion und Verarbeitung von Lignin als nachwachsenden Rohstoff (die Natur als chemische Fabrik) bzw. entwickelten unter wissenschaftlicher Anleitung ebenfalls ein *Serious Game* (Bioökonomie – Zukünfte und Gaming). Zusätzliches Highlight war ein Kaminabend, an dem sich die Schülerinnen und Schüler mit Fraunhofer-Wissenschaftlern intensiv austauschen konnten.

Andere Themen werden von Wirtschaftsunternehmen beauftragt, die praktischen Arbeiten aber erfolgen im Schülerforschungszentrum mit fachlicher Unterstützung der ICT-Mitarbeiter. Ein Beispiel: Ein Schüler-Team eines technischen Gymnasiums untersuchte mit unterschiedlichsten Versuchsansätzen die Wiederverwertung von fehlproduzierten Windeln im Produktionsprozess. Die Betreuungsstunden der ICT-Fachleute wurden nach vorheriger Absprache der auftraggebenden Firma mit in Rechnung gestellt.

Berufsorientierung

Durch die Verknüpfung der (angewandt-)forschenden Projektarbeiten mit der Wirtschaft oder den Forschungsinstitutionen erhalten die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler direkten Einblick in die praktischen, organisatorischen und kommunikativen Abläufe in einem Unternehmen. Das erste Treffen (Kick-off Treffen) findet immer beim Auftraggeber statt und wird in der Regel von einer individuellen Unternehmens-/Institutsführung ergänzt. Die Motivation der Unternehmen wie auch der Forschungsinstitutionen zur Beteiligung an einem TheoPrax- oder Lab2Venture-Projekt liegt nachvollziehbar im *Recruiting* zukünftiger Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Gemeinsam mit französischen Schülern arbeiteten Karlsruher Schüler an einem grenzüberschreitenden Projekt an der „Hydraulischen Spannvorrichtung für die Bearbeitung eines Maschinenrahmens“ für ein Maschinenbau-Unternehmen in Frankreich. Während die praktischen und konzeptionellen Arbeiten von den deutschen Schülerinnen und Schülern übernommen wurden, erstellten die französischen Projektpartner die digitalen Zeichnungen und Stücklisten. Gemeinsame Projekttreffen wiederum fanden am Fraunhofer ICT statt.

Lehrerfortbildungen und Lehrmaterialien

Für die begleitenden oder interessierten Lehrkräfte werden von TheoPrax Lehrerfortbildungen zu den Projektmanagement-Modulen angeboten. Ausstehend ist momentan eine Lehrerfortbildung zum Thema Bioökonomie, aufbauend auf den entwickelten Projektergebnissen der oben genannten Schülerteams und passend zum Wissenschaftsjahr Bioökonomie. Covid-19-bedingt musste diese Lehrerfortbildung abgesagt werden. Eine digitale Version wird aktuell erarbeitet.

Zur Umsetzung der TheoPrax-Methodik in Schülerlaboren wurde gemeinsam mit LernortLabor und der DKJS (Deutsche Kinder- und Jugendstiftung) unter Finanzierung des BMWi der Wegweiser „Von der Idee zur Innovation“ erstellt und mit vielen Materialien allgemein zur Verfügung gestellt: http://www.lab2venture.de/wegweiser_material/L2V-Wegweiser.Web.pdf.

Ein Schritt in die Digitalisierung: Gemeinsam mit Lab2Venture Berlin (NatLab, SFZ Berlin, Gläsernes Labor), finanziert durch den Verein „Berliner helfen“ der Berliner Morgenpost, wurden für die Schülerteams Video-Tutorials zur TheoPrax-Projektarbeit entwickelt: <https://www.theoprax.fraunhofer.de/de/lehrmaterialien/tutorials.html>

Unser nächstes Vorhaben: Die Entwicklung weiterer digitaler Werkzeuge zur Unterstützung von TheoPrax- und Lab2Venture-Projekten in der TheoPrax-Methodik.

Martina Parrisius

i





<https://www.schuelerlabor-atlas.de/schuelerlabore/TheoPrax>

„Experiment Austausch“

Förderung für internationale MINT-Projekte

Beim internationalen MINT-Sommerncamp „Neisse-Piraten“ untersuchten Jugendliche aus Deutschland, Polen und Tschechien die Verschmutzung des Flusses Neisse durch Mikroplastik und anderen Müll. Das vom Schülerlabor DLR_School_Lab der TU Dresden initiierte und vom Deutsch-Polnischen Jugendwerk (DPJW) geförderte Projekt zeigt, wie im Rahmen einer internationalen Jugendbegegnung junge Menschen für naturwissenschaftliche und technische Fragen begeistert, wissenschaftliches Arbeiten eingeübt und interkulturelles Lernen gewinnbringend miteinander verbunden werden können.

Interesse und die Begeisterung nochmals unterstützt“, berichtet die Leiterin des Dresdner Schülerlabors Janina Hahn. Wie wichtig der grenzübergreifende Kultur- und Wissensaustausch ist, weiß das Team des DLR_School_Lab der TU Dresden, das seit mehreren Jahren mit Partnern aus Jelenia Góra (Polen) und Usti nad Labem (Tschechien) internationale Jugendbegegnungen organisiert.

Mit Hand und Fuß – Sprache ist keine Barriere

Wenn Jugendliche aus verschiedenen Ländern zusammen forschen, tüfteln oder experimentieren, ist Sprache keine Barriere.

In der Regel finden sie sofort Möglichkeiten der Verständigung auf Englisch, behelfen sich mit Übersetzungs-Apps oder durch nonverbale Kommunikation. So machte Petr, einer der tschechischen Teilnehmer des Sommerncamps, die Erfahrung: „Ich musste mir keine Gedanken darüber machen, ob ich Wörter richtig ausspreche. Wichtiger war, dass der Inhalt ankam.“

Durch die Teilnahme an einer internationalen MINT-Begegnung können Jugendliche Fähigkeiten wie Teamarbeit, Kommunikation, selbstständiges Arbeiten und Fremdsprachen einüben. Die Vermittlung

von interkulturellen und sprachlichen Kompetenzen spielt bei Jugendbegegnungen ebenso eine wichtige Rolle. Zugleich erfahren sie, wie Inhalte aus MINT-Fächern praktisch angewandt werden können. „Durch das Projekt haben wir gemerkt, was für Probleme wir wirklich mit Umweltverschmutzung haben, wie wir daran arbeiten und was wir verändern können“ konstatiert Max, einer der deutschen Teilnehmer der Begegnung.

von interkulturellen und sprachlichen Kompetenzen spielt bei Jugendbegegnungen ebenso eine wichtige Rolle. Zugleich erfahren sie, wie Inhalte aus MINT-Fächern praktisch angewandt werden können. „Durch das Projekt haben wir gemerkt, was für Probleme wir wirklich mit Umweltverschmutzung haben, wie wir daran arbeiten und was wir verändern können“ konstatiert Max, einer der deutschen Teilnehmer der Begegnung.

Wenn Sie auch schon einmal darüber nachgedacht haben, gemeinsam mit Jugendlichen Ihres Schülerlabors oder Ihrer Schule ein internationales MINT-Projekt zu organisieren, dann unterstützen wir Sie bei der Suche nach einer geeigneten Partnerorganisation und fördern Ihr Projekt. Dabei bleibt es Ihnen überlassen, ob Jugendliche gemeinsam Mini-Controller zur Smogmessung programmieren, die Flugkurve eines Fußballs berechnen oder Kunststoffe untersuchen.

Elisabeth Ritter

Deutsch-Polnisches Jugendwerk

Weitere Informationen

MINT-Förderprogramm „Experiment Austausch“: <https://dpjw.org/experiment-austausch/> (Antragsfristen: 30. September 2020 und 31. März 2021)

Deutsch-Polnisches Jugendwerk (DPJW): www.dpjw.org

Copernicus Science Centre: www.kopernik.org.pl/en
Kurzfilm über das deutsch-polnisch-tschechische MINT-Sommerncamp „Neisse-Piraten“:

<https://vimeo.com/artgenossen/review/392791894/7f7542e13d>



Abb. 1: Experimentieren am Ufer der Neisse und Dokumentieren des Projekts von der Brücke aus

Quelle: Janina Hahn, TU Dresden

„Ich habe mit meiner Gruppe zusammen eine Wetterstation programmiert. Das war eine tolle Erfahrung“ berichtet Ania, eine der polnischen Teilnehmerinnen der Begegnung. In international gemischten Teams arbeiteten die Jugendlichen mit einfachen Sensoren zur Messung von Luft- und Wassertemperatur, UV-Index und Lichtintensität wie auch Mikrosieben für Wasser und Sand (Abb. 1). Dabei entsorgten sie nicht nur eine Menge Müll entlang des Flussufers auf der deutschen, polnischen und tschechischen Seite. Das internationale Experiment war zugleich Teil der *Citizen Science-Aktion* „Plastikpiraten“. Alle gesammelten Ergebnisse sind in Bearbeitung zur Veröffentlichung in der Projektdatenbank. „Die Erfahrung an einem ‚echten‘ wissenschaftlichen Experiment teilgenommen zu haben, hat das

von interkulturellen und sprachlichen Kompetenzen spielt bei Jugendbegegnungen ebenso eine wichtige Rolle. Zugleich erfahren sie, wie Inhalte aus MINT-Fächern praktisch angewandt werden können. „Durch das Projekt haben wir gemerkt, was für Probleme wir wirklich mit Umweltverschmutzung haben, wie wir daran arbeiten und was wir verändern können“ konstatiert Max, einer der deutschen Teilnehmer der Begegnung.

Schülerlabor trifft Forscherklub – deutsch-polnische MINT-Jugendbegegnungen mit dem DPJW

Das Sommerncamp „Neisse-Piraten“ war 2019 eines von 25 internationalen Projekten, die im Rahmen von „Experiment Austausch“, dem MINT-Förderprogramm des Deutsch-Polni-

Projektwoche Systembiologie:

Beweggründe von Schülerinnen und Schüler zur Teilnahme

Bereits seit dem Jahr 2014 wird die von der Joachim Herz Stiftung geförderte Projektwoche Systembiologie in verschiedenen Schülerlaboren durchgeführt. Im *teutolab*-biotechnology der Universität Bielefeld findet sie seit vier Jahren statt. Alle Projektwochen gehen auf dasselbe Ursprungskonzept zurück, jedoch setzt jedes teilnehmende Schülerlabor seine eigenen Schwerpunkte. Gemeinsam haben sie die Fächerverbindung zwischen den Fächern Biologie, Mathematik und Informatik und die thematische Auseinandersetzung mit dem Stoffwechsel des Bakteriums *Escherichia coli* (Joachim Herz Stiftung, 2016). Unter Systembiologie wird die Verknüpfung experimenteller Methoden aus Molekularbiologie, Biochemie und Medizin mit Wissen und Technologien aus Mathematik, Informatik, Physik und Ingenieurwissenschaften verstanden (BMBF, 2018). Dabei gehen die experimentellen Methoden mit den mathematischen Modellierungen Hand in Hand (Kremling, 2012). Das Ziel ist es, ein Gesamtspiel des dynamischen Netzwerkes des Lebens darzustellen (BMBF, 2018).



Abb. 1: Arbeitende Schüler bei der Projektwoche

Quelle: Annkathrin Wenzel

In der Projektwoche wird beispielsweise das bakterielle Wachstum unter Berücksichtigung verschiedener Nährstoffquellen untersucht. Die durch photometrische Messungen gewonnenen Daten werden anschließend mathematisch ausgewertet. So können die Verdopplungszeit und die Wachstumsrate bestimmt werden. Des Weiteren kann die Enzymkinetik der β -Galactosidase gemessen werden. Wenn den Bakterien im Wachstumsversuch Lactose als Energiequelle zur Verfügung steht, wird durch das *lac*-Operon das Enzym β -Galactosidase gebildet, welches die Lactose abbaut. Im Fokus stehen dabei die Untersuchung der Aktivität des Enzyms in Abhängigkeit von der Substratkonzentration und die dazugehörige Auswertung der Daten (Abb. 1). Zur Charakterisierung der Enzymproben werden die maximale Reaktionsgeschwindigkeit und die Michaeliskonstante K_M ermittelt. Die Stoffwechselfvorgänge können darüber hinaus mit dem *CellDesigner*, einem vielfach verwendeten graphischen Service-Programm, veranschaulicht und modelliert werden (Abb. 2). Neben den Versuchen, den Auswertungen und den Modellierungen erhalten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in der Projektwoche ein abwechslungsreiches Programm mit passenden Vorträgen und Führungen (Wenzel und Grotjohann, 2019).

Um die Projektwoche besser auf die Erwartungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer anpassen zu können, wurde 2019 bei der Projektwoche in Bielefeld eine Interviewstudie durchgeführt. Eine zentrale Forschungsfrage war: Aus welchen Beweggründen melden sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer für die Projektwoche Systembiologie an?

Insgesamt nahmen 19 Personen (weiblich: 47,4 %; männlich: 52,6 %) an der Befragung teil (Alter $M = 16,5$ Jahre, $SD = 1,1$). In den Interviews bezogen sich die Teilnehmenden direkt und indirekt auf die verschiedenen Gründe für ihre Anmeldung, sodass die Grundmotive durch die qualitative Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018) im Rahmen der

Aus welchen Beweggründen melden sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer für die Projektwoche Systembiologie an?



Auswertung herausgearbeitet werden konnten.

In allen Interviews wird das hohe Interesse an mindestens einem der beteiligten Fächer benannt: „da ich mich halt sehr für Biologie, generell Naturwissenschaften interessiere“ oder „weil ich durchaus interessiert im Bereich Mathe bin“. Die meisten Aussagen beziehen sich allerdings auf das Interesse an der Biologie. Auch die Kombination der Fächer wurde vereinzelt positiv hervorgehoben „Ich fand diese Kombination recht interessant“. Dies ist nicht verwunderlich, da sich die Projektwoche an besonders interessierte Schülerinnen und Schüler richtet, die diese in ihren Ferien besuchen. Neben dem persönlichen Interesse scheint die Berufsorientierung einen großen Einfluss auf eine Anmeldung zu haben. „[I]ch kann mir (...) so etwas in der Art auch in meiner Zukunft vorstellen. Da wollte ich mal so reinschnuppern“. Viele der Teilnehmenden können sich vorstellen einen naturwissenschaftlichen Beruf zu ergreifen und nutzen die Projektwoche „um hier Erfahrungen zu sammeln“ und um heraus-

zufinden, was sie „im Studium erwartet“. Besonders da sie „noch ein bisschen unentschlossen“ sind. Einen besonderen Stellenwert scheinen dabei die Erfahrungen im praktischen Arbeiten bzw. der Laborarbeit zuzukommen. Die Befragten würden gerne „sehen wie es ist, in einem Labor zu arbeiten“ und um „praktische Erfahrungen sammeln“ zu können, da dieses aufgrund der tendenziell schlechten Ausstattung und des Zeitmangels in der Schule nicht möglich ist. Das heißt die Projektwoche übernimmt für die Teilnehmenden eine wichtige Rolle in der Berufsorientierung, da ihnen ein Forschungsfeld mit den entsprechenden Berufsgruppen und den Tätigkeiten vorgestellt wird und sie dort hineinschnuppern können.

Zudem äußern Teilnehmende die Hoffnung, dass sie die Inhalte der Projektwoche auch in der Schule anwenden können. „Ich glaub auch, dass das jetzt für die Schule auch so ein bisschen hilft“. Insbesondere wird auf die Vorbereitung und die Wiederholung für das Zentralabitur eingegangen: „Sowas musste ich eh nochmal wiederholen“ oder „dass es mir einfach so für den Matheunterricht, jetzt für das Abitur noch hilft“. Dieser Wunsch setzt Verbindungen zu den entsprechenden Kernlehrplänen voraus.

Aus diesen Ergebnissen lässt sich ableiten, dass es für die Teilnehmenden wünschenswert ist, wenn sie durch Projektwochen oder andere Angebote in Schülerlaboren zum Einen einen Einblick in die Tätigkeiten einer gewissen Berufsgruppe erlangen, um so Erkenntnisse für ihre Berufsorientierung ableiten zu können. Zum Anderen würden sie gerne durch die Beschäftigung mit ihren Interessensgebieten schulische Vorteile erzielen, durch Wiederholung bzw. Vertiefung der Inhalte. Durch diese Erkenntnisse könnten zukünftige Angebote noch besser angenommen werden.

Annkathrin Wenzel, Norbert Grotjohann
Universität Bielefeld
Biologiedidaktik (Botanik und Zellbiologie)

Literatur

- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2018). Systembiologie – Moderne Forschung zur Entschlüsselung des Lebens. Zugriff am 27.04.2020. Verfügbar unter <https://www.bmbf.de/de/systembiologie-moderne-forschung-zur-entschluesselung-des-lebens-411.html>
- Joachim Herz Stiftung (2016). Projektwochen Systembiologie. *LeLa magazin* 15, 18–19.
- Kremling A. (2012). Kompendium Systembiologie. Mathematische Modellierung und Modellanalyse (Studium, 1. Auflage). Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Kuckartz U. (2018). Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung (Grundlagentexte Methoden, 4. Auflage). Weinheim: Beltz Juventa.
- Wenzel A. und Grotjohann N. (2019). Projektwoche Systembiologie im *teutolab*-biotechnologie. *Journal für Didaktik der Naturwissenschaften und der Mathematik* 3, 99–113.

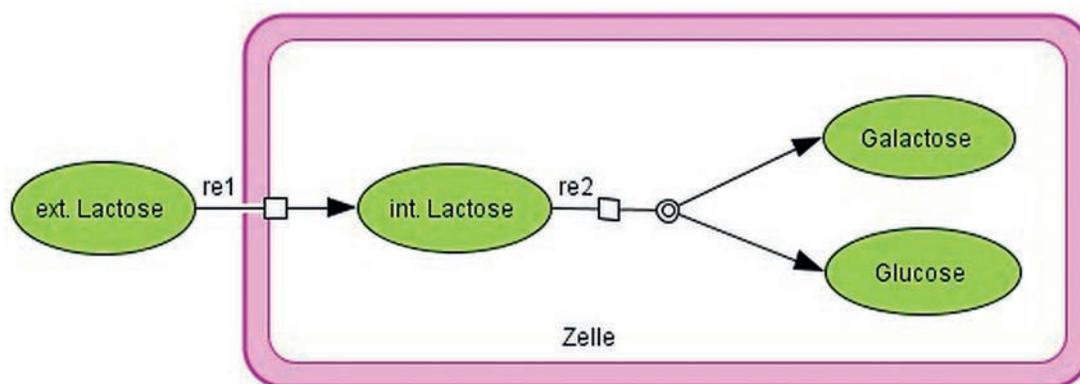


Abb. 2: Modell der Aufnahme und Spaltung der Lactose, erstellt mithilfe des CellDesigners

PIPERIN – eine pfeffrige Lösung gegen die Plagegeister

Motivation und Fragestellung

„Psssssss“, wer kennt es nicht, das nervige Geräusch beim Einschlafen im Sommer? Jeden Morgen ärgere ich mich über die juckenden Stiche der vorherigen Nacht. Gärten oder Naherholungsgebiete wie Badeseen spielen im Sommer eine sehr große Rolle für viele Menschen, doch was diese Freude leider sehr schnell trübt, sind die unzähligen Stechmückenstiche.

Problematisch ist hierbei auch die vermehrte Ausbreitung von invasiven Stechmückenarten in Deutschland (1) wie der asiatischen Tigermücke oder der japanischen Buschmücke (Abb. 1), welche Überträger gefährlicher Krankheitserreger wie des Zika-, Dengue- oder West-Nil-Fieber-Virus sein können.



Abb. 1: Verbreitungskarte der Stechmücken in Deutschland: Asiatische Tigermücke (rote Punkte), Japanische Buschmücke (türkise Kreise)

Um dieses Problem zu beseitigen, wurde ein Stechmückenbekämpfungsmittel namens BTI (ein Toxin aus *Bacillus thuringiensis israeliensis*) in Umlauf gebracht, welches jedoch aufgrund seiner fraglichen Umweltverträglichkeit (2) keine gute Möglichkeit darstellt, dieses hohe Stechmücken-vorkommen einzudämmen.

Aufgrund dessen möchte ich eine alltags-taugliche Alternative entwickeln, welche sich vor allem für den heimischen Gebrauch eignet und möglicherweise auch im Freiland benutzt werden kann, ohne vermehrt in das Ökosystem einzugreifen.

In ersten Versuchsreihen erwies sich schwarzer Pfeffer als sehr potent gegen Stechmückenlarven. Im Fokus stand nun die Fragestellung, welcher Bestandteil des Pfeffers die larvizide Wirkung verursacht. Meine Vermutung war hierbei der Scharfstoff Piperin, welcher in Versuchsreihen

mit Stechmückenlarven und anderen Wasserorganismen deshalb näher untersucht werden sollte.

Aufgabenstellung und Vorgehen

Zunächst führte ich einen Großversuch mit schwarzem Pfeffer in einer Regentonne durch, um die larvizide Wirkung des Pfeffers einstufen zu können.

Anschließend wurde das im schwarzen Pfeffer enthaltene Piperin in verschiedenen Dosierungen an Stechmückenlarven im Schülerlabor „NAWI-Werkstatt“ der Universität Koblenz-Landau getestet, um unter anderem die minimale letale Dosis zu ermitteln.

Dazu wurden insgesamt sechs Versuchsreihen angelegt. Darunter vier mit Stechmückenlarven, an welchen Piperinmengen von 1,25; 2,5; 5 und 10 mg betrachtet wurden (Abb. 2). In den übrigen zwei Versuchsreihen wurde die Wirkung des Piperin auf den kleinen Wasserorganismus *Daphnia pulex* untersucht, um so die mögliche Beeinträchtigung anderer Wasserorganismen im Freiland einschätzen zu können. Bei diesen wurde Piperin nur in zwei Dosierungen von 1,25 und 10 mg Piperin untersucht (Abb. 2).

Da das verwendete Piperin-Präparat stark mit Stärke vermischt war, wurde zusätzlich die Wirkung dieser Trägersubstanz auf beide Organismen getestet, um eine mögliche Fehlanalyse zu verhindern. Somit wurden zu jedem Piperin-Ansatz die entsprechende Menge an Stärke isoliert getestet.

In allen Versuchen wurden 10 Individuen (Stechmückenlarven bzw. Daphnien) auf die Bechergläser mit jeweils 150 ml Wasser verteilt.

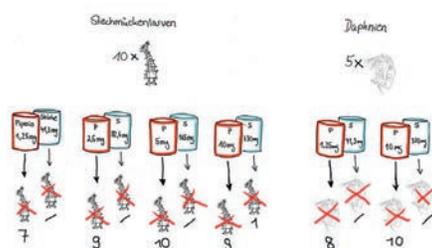


Abb. 2: Versuchsreihen mit Piperin und Stärke in verschiedenen Dosierungen an Stechmückenlarven und Daphnien. Mengenangaben bezogen auf 150 ml Wasser

Danach wurden die verschiedenen Mengen an Piperin und Stärke in das entsprechende Becherglas beigefügt. Nach regelmäßigen Zeitabständen wurde die Anzahl der gestorbenen Organismen ermittelt (in Abb. 2 unten zu sehen).

Neben den Versuchsreihen wurden auch morphologische Veränderungen der Stechmückenlarven vor und nach der Piperinzugabe unter dem Mikroskop beobachtet und fotografiert.

Um die Notwendigkeit eines alltags-tauglichen Larvizids festzustellen, erstellte ich zusätzlich eine Bürgerbefragung am Queichgelände in Landau.

Ergebnisse und Auswertung Großversuch mit Pfeffer

Bereits 5 g schwarzer gemahlener Pfeffer in 70 l Wasser genügt, um 100 % der Stechmückenlarven in der Regentonne zu vernichten. Nach zwei Wochen befanden sich jedoch wieder Larven in der Regentonne. Durch eine neuerliche Pfefferausbringung konnten erneut alle Larven abgetötet werden.

Versuchsreihe mit Pfefferlösung an Keimlingen

Um herauszufinden, ob das mit Pfeffer behandelte Wasser sofort und auch nachträglich zum Gießen von Pflanzen verwendet werden kann, wurde eine weitere Versuchsreihe erstellt.

Hierbei wurden in drei verschiedenen Ansätzen je 20 Dinkelsamen zusammen mit einer frisch angesetzten Pfefferlösung (1 g in 150 ml) zum Keimen gebracht. Diese Konzentration wurde absichtlich höher gewählt, als es in der Regentonne der Fall wäre. Als Kontrollgruppe dienten weitere drei Ansätze mit je 20 Dinkelsamen, welche mit unbehandeltem Wasser zum Keimen gebracht wurden. Mit der Pfefferlösung wurde eine Keimrate von 70% und eine Standardabweichung von 13% erreicht. Mit Wasser lag diese bei 82% mit einer Abweichung von 12%. Es könnte sein, dass der Pfeffer die Keimrate leicht reduziert, aber es ist wegen der Messungenauigkeiten auch möglich, dass er keinerlei Effekt hat.

Um vollkommen sicher zu gehen, dass

das Gießwasser den Pflanzen nicht schadet, ist es empfehlenswert nach der Pfefferausbringung in der Regentonne zwei Wochen mit dem Vergießen zu warten. Jedoch ist die Konzentration von Pfeffer in der Regentonne zudem sehr viel geringer als bei den erstellten Versuchsreihen.

Versuchsreihen mit Piperin

Piperin wirkt sich schon in sehr geringen Mengen (1,25 bis 10 mg in 150 ml Wasser) höchst toxisch auf Stechmückenlarven und Daphnien aus (Abb. 3). So erzielte 10 mg Piperin eine Sterberate von 90% bei Stechmückenlarven und von 100% bei Daphnien. Die minimal letale Dosis des Piperins konnte jedoch in dem getesteten Konzentrationsbereich nicht festgestellt werden, da bereits die niedrigste Dosis (1,25 mg Piperin) 70% der Larven tötete.

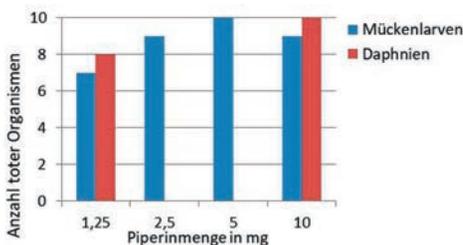


Abb. 3: Anzahl abgetöteter Stechmückenlarven bzw. Daphnien nach Piperinzugabe in verschiedenen Dosierungen (eingesetzt n=10)

Mikroskopische Aufnahmen

Unter dem Mikroskop waren morphologische Veränderungen an allen der vier beobachteten Larven nach der Piperinzugabe zu erkennen. Vor der Piperinzugabe schloss der Kopf direkt an den Brustkorb an und die Antennenhaare lagen dicht am Kopf an (Abb. 4a).

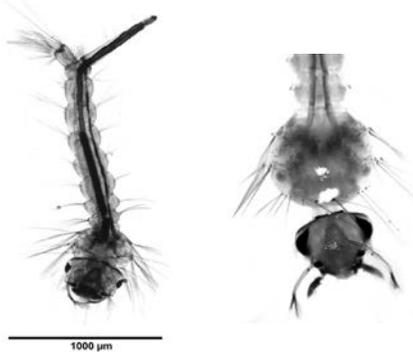


Abb. 4: Mikroskopische Aufnahmen einer Stechmückenlarve ohne Piperinbehandlung (a) und nach Piperinbehandlung (b)

Nach der Piperinzugabe weist die leblose Larve eine Verbindungsstelle zwischen Kopf und Brustkorb auf, welche mit einem Halsansatz vergleichbar ist. Außerdem sind die Antennenhaare nun weit geöffnet (Abb. 4b).

Bürgerbefragung

Es wurden 30 Personen befragt, von denen 23 sich durch Stechmücken sehr belästigt fühlen. Die Hälfte der Befragten besitzt eine häusliche Regentonne und acht dieser Personen benutzen regelmäßig BTI-Tabletten, um gegen Stechmückenlarven in dieser vorzugehen. Die Pfeffer-Methode könnte somit eine Alternative für Bürger und Bürgerinnen mit Regentonne darstellen, um der Verbreitung der Stechmücken entgegenzuwirken.

Zusammenfassung

Die durchgeführten Experimente haben gezeigt, dass Piperin eindeutig für die larvizide Wirkung des schwarzen Pfeffers mitverantwortlich ist. Allerdings stellt es keine gute Alternative zu BTI dar, da es wie dieses im Freiland zu stark ins Ökosystem eingreifen würde, was die Versuchsreihen mit *Daphnia pulex* bewiesen haben.

Durch die reine Form des Piperins besitzt dieses eine hohe Toxizität und ist deshalb nicht empfehlenswert für die Anwendung in der häuslichen Regentonne. Das Wasser kann folglich nicht ins Freiland vergossen werden, da Pflanzen und Tiere beschädigt werden könnten.

Eine echte Alternative stellt jedoch gemahlener schwarzer Pfeffer dar, der sich als Stechmückenbekämpfungsmittel in Regentonnen für den häuslichen Gebrauch hervorragend eignet. Dabei reichen schon sehr geringe Mengen von 5 g in 70 l Wasser aus, da ausschließlich die Oberfläche des Wassers mit Pfeffer bedeckt sein muss. Mit dieser Methode kann das Wasser auch nachträglich zum Gießen verwendet werden, da die larvizide Wirkung von schwarzem Pfeffer circa nach zwei Wochen verfällt. Dies bedeutet jedoch auch, dass für eine konstante Prävention gegen Stechmückenlarven regelmäßig Pfeffer in die Regentonne zugegeben werden muss. Vorteilhaft sind auch die geringen Kosten des Pfeffers (Tabelle).

Die Reduzierung der Stechmücken kann mit dieser Methode direkt vor Ort stattfinden, nicht aber in der freien Natur wie

Tabelle: Vergleich von BTI, Piperin und Pfeffer hinsichtlich verschiedener Kriterien bei der Ausbringung in einer Regentonne

	BTI	Piperin	Pfeffer
Kosten	27€ / 1000 l	1000€ / 1000 l	2,76€ / 1000 l
leichte Verfügbarkeit	✓	✗	✓
geringe Gewässerbelastung	keine eindeutige Angabe des Herstellers	✗	✓
hohe Artsspezifität	✗	✗	✓

beispielsweise in Gartenteichen, da dort die Wirkung des Pfeffers in den ersten zwei Wochen auch andere Organismen beeinträchtigen kann.

Wie geht's weiter?

Eine mögliche Fortsetzung meines Projekts wäre die Entwicklung eines ungiftigen und wirkungsvollen Repellents, das direkt am Menschen wirkt, somit eine großflächige Ausbringung von Insektiziden unnötig macht und dadurch das Ökosystem erhält. Außerdem ist ein Workshop für die Zivilbevölkerung am „Freilandmobil“ in Landau geplant, bei welchem die „Pfeffer-Methode“ erläutert werden soll. Hierbei handelt es sich um ein mobiles Umwelt-Schülerlabor, welches mit passender Laborausstattung einen wissenschaftlichen Austausch in der Gesellschaft ermöglicht.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinen tatkräftigen Unterstützern und Unterstützerinnen des Reallabor Queichland und der AG-Chemiedidaktik der Universität Koblenz-Landau bedanken, die mich während meiner Forschungsarbeit jederzeit mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln unterstützt haben und mir stets viele spannende Anregungen für mein Projekt lieferten.

Sophia Bohlen

Referenzen

- (1) WDR: Verbreitungskarte Stechmücken: <https://www1.wdr.de/mediathek/video/sendungen/planet-wissen-swr/video-verbreitungskarte-stechmuecken-100.amp> [05.06.20]
- (2) Negative Auswirkungen BTI: <https://www.uni-koblenz-landau.de/de/aktuell/archiv-2019/abschlussberichtbti> [05.06.20]

Geschichtliche Spurensuche

Ein persönlicher Bericht

Bei dem Wort „Forschung“ kommt den meisten Menschen vermutlich etwas naturwissenschaftliches in den Sinn. Chemikerinnen forschen nach neuen Heilmitteln und Physiker nach der besten Möglichkeit, den Mars zu besiedeln. Dass es Forschung auch in den Geisteswissenschaften gibt, scheint oft übersehen zu werden.

Eine Art, Forschung im geisteswissenschaftlichen Bereich zu unternehmen, ist die geschichtliche Spurensuche. Und diese ist auch schon in jungen Jahren möglich. Ich war während meiner Schulzeit in einem Geschichtsseminar, das sich mit den vergessenen Biographien von Juden aus meiner Heimatstadt befasste, die Opfer des Nationalsozialismus waren. Gemeinsam mit zwei Lehrern und 15 Mitschülern wurden die Leiden von fünf verschiedenen Familien recherchiert. Aus der Arbeit entsprang eine Wanderausstellung, die schließlich auch von Ludwig Spaenle, dem Antisemitismusbeauftragten der Bayerischen Staatsregierung, und Charlotte Knobloch, der ehemaligen Präsidentin des Zentralrats der Juden in Deutschland, besucht und auch in das Jüdische Museum in München eingeladen wurde. Nachdem meine Mitschüler und ich das Abitur abgelegt hatten, bemühte sich unsere Seminarleiterin, mit der ich weiter in Kontakt blieb, die Ergebnisse in einem Buch festzuhalten, wobei ich sie unterstützte.

Das Seminar erhielt auch Anerkennung von außen für die Arbeit. Wir nahmen an zwei Geschichtswettbewerben teil und gewannen bei beiden einen Landespreis.

Besonders im Fach Geschichte scheint es, als müsste man diese gründlich studiert haben, um einerseits überhaupt einen Überblick über die vielen Geschehnisse zu haben, andererseits um etwas Neues herausfinden zu können. Doch es stellte sich heraus, dass Geschichtsforschung im Sinne einer geschichtlichen Spurensuche auch ohne Geschichtsstudium und in jungen Jahren durchaus machbar ist. Man braucht le-

diglich eine systematische Herangehensweise, die hier präsentiert werden soll.

Thema finden

Besonders die jüngere Geschichte und leider auch die nationalsozialistische Vergangenheit vieler Kleinstädte und Kommunen wurde noch nicht flächendeckend untersucht. Hier bietet sich die Möglichkeit, sich über die Vergangenheit des eigenen Wohnorts zu informieren. Dann geht es darum, Fragen zu stellen, denn so ist es am einfachsten, sich auf Spurensuche zu begeben. In vielen Städten liegen z.B. vor einigen Häusern Stolpersteine. Die Namen und die dazugehörigen Daten sind oft nahezu alles, was über die Personen zu finden ist, so dass sich die Frage stellt: Was haben diese Personen damals durchlebt?

Historische Belege finden

Um eine Antwort auf die Frage zu finden, sind Archive ein guter Anhaltspunkt. Dort lassen sich auf Anfrage und mit Unterstützung des Archiv-Personals und Historikern und Historikerinnen die richtigen Dokumente finden. Es kann auch vorkommen, dass man sich erstmal zunächst durch einen großen Stapel an Dokumenten durchwühlen muss, um mehr Informationen zu erhalten, denn nicht alle sind für die Spurensuche relevant. Meistens reicht es jedoch nicht, nur ein Archiv aufzusuchen. Wenn in den gefundenen Unterlagen andere Orte erwähnt werden, lohnt es sich, auch die Archive dort anzufragen. Ein Beispiel dazu wäre, dass meine eigene Stadt nur wenige Kilometer von Dachau entfernt wäre. Da ich z.B. den Namen und das Geburtsda-



Abb. 1: Das Buch von Julia Christof und ihrem Geschichtsseminar

tum des Mannes kannte, dessen Geschichte ich zu rekonstruieren versuchte, konnte ich das Archiv der Gedenkstätte anfragen, ob er dort inhaftiert war. Tatsächlich wurde dieser Mann zwei Wochen lang in Dachau festgehalten. Außerdem stieß das Seminar auf eine Seminararbeit einer ehemaligen Schülerin, die sich intensiv mit den Leben der Opfer aus der Stadt befasst hatte und uns somit eine starke Grundlage bieten konnte.

Aufgabenverteilung und Einteilung

Der dritte wichtige Aspekt der systematischen Herangehensweise an ein solches Projekt ist die Aufgabenverteilung. Wie bereits genannt, kann es vorkommen, dass man sich durch sehr viele Dokumente durcharbeiten muss, um neue Erkenntnisse zu erhalten. Es empfiehlt sich deswegen, in einer Gruppe zu arbeiten, bei der jede Aufgabe klar definiert ist. Wenn man allein an einem solchen Projekt arbeitet, sollte man es sich selbst gut einteilen, um nicht die Lust am Forschen zu verlieren. In meinem

Seminar waren wir z.B. 15 Schülerinnen und Schüler, aufgeteilt in verschiedenen Gruppen, die sich jeweils einem Familienschicksal widmeten. Innerhalb dieser Gruppen übernahm jeder die Recherche über ein bestimmtes Familienmitglied. So hatte jeder genug zu tun und es konnte effizient gearbeitet werden.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Hat man schließlich die nötigen Informationen gesammelt und somit den Forschungsteil der Arbeit abgeschlossen, stellt sich die Frage, wie man sein Ergebnis präsentieren kann. Welches Medium sich dafür am besten anbietet, ist abhängig davon, welche Zielgruppe man erreichen möchte und welche Außenwirkung man sich erhofft. Das kann über auffällige Kunst oder Performance Art gehen, die auf das Projekt aufmerksam machen soll, bis über Poster, eine eigene App, einen Blog, einen Dokumentationsfilm oder ein Buch.

Ich blieb mit der Seminarleiterin auch

nach meiner Schulzeit noch in Kontakt und sie hatte die Idee, die Ergebnisse der Spurensuche in einem Buch festzuhalten. Ich machte mich nochmal dran, einige Fotos zu schießen und schrieb Texte, sodass schließlich im Herbst 2019 "Mit unbekanntem Ziel verweist" von Julia Christof, der Seminarleiterin, erschien (Abb. 1).

Der Titel des Buchs lautet "Mit unbekanntem Ziel verweist", weil genau das in den 1930er Jahren in der örtlichen Zeitung über die deportierten Juden stand. Heute würde man sagen: *Fake News* – und das war es auch. Keine der Personen, die plötzlich aus der Stadt verschwanden, hatte das freiwillig getan. Alle jüdischen Kaufhäuser der Stadt wurden zwangsarisiert und die Zeitung hetzte über die Juden, eine jüdische Bürgerin wurde sogar durch die Stadt gejagt. Viele wurden danach nach München in ein sogenanntes "Judenhaus" geschickt, von wo sie dann nach Theresienstadt, Auschwitz oder andere Konzentrationslager gebracht wurden. Die Stolpersteine waren alles, was öffentlich

an sie erinnerte, doch mit ihrem genauen Schicksal hatte sich kaum einer auseinandergesetzt. Die Nationalsozialisten wollten die jüdische Bevölkerung gänzlich vernichten und jede Erinnerung an sie zerstören. Doch das haben sie nicht geschafft. Durch eine Spurensuche nach den betroffenen Bürgern und Bürgerinnen bleiben sie in Erinnerung.

Das Seminar erhielt auch Anerkennung von außen für die Arbeit. So besuchten viele Bürger und Bürgerinnen der Stadt unsere Ausstellung (Abb. 2), wir nahmen an zwei Geschichtswettbewerben teil und gewannen bei beiden einen Landespreis. Falls Sie Schülerinnen und Schüler haben, die sich auch mal an diese Art von Geschichtsforschung im Sinne einer historischen Spurensuche wagen möchten und eine junge Ansprechperson mit Erfahrung suchen, können Sie mir gern jederzeit schreiben: paulinakgastl@gmail.com

Paulina Gastl



Abb. 2: Ein Einblick in die Wanderausstellung des Seminars

Quelle: Paulina Gastl

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 (Vi.S.d.P)
Dr. Olaf J. Haupt
PD Dr. Knut Jahreis
Dr. Corina Rohen
redaktion@lernortlabor.de

LAYOUT

Ulrike Heinichen, grafitypus

BEZUGSBEDINGUNGEN

Mitglieder von „LernortLabor – Bundesverband der Schülerlabore 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.

LeLa-Preis
2021

Expe
des

Schüle
dig

LeLa-Preis
2021

MIN
von I

LeLa-Preis
2021

Schülerprojekt
des Jahres

1. Platz
Schülerin

P. Skiba-Corrette
Prof. Dr. Petra Skiba-Corrette
LernortLabor

Göttingen, 2021



Aktuelle Informationen
zur neuen Ausschreibung
www.lernortlabor.de/LeLa-Preis