

### Überblick

Außerschulische Lernorte in Kiel

Seite 3

### Aus der Praxis

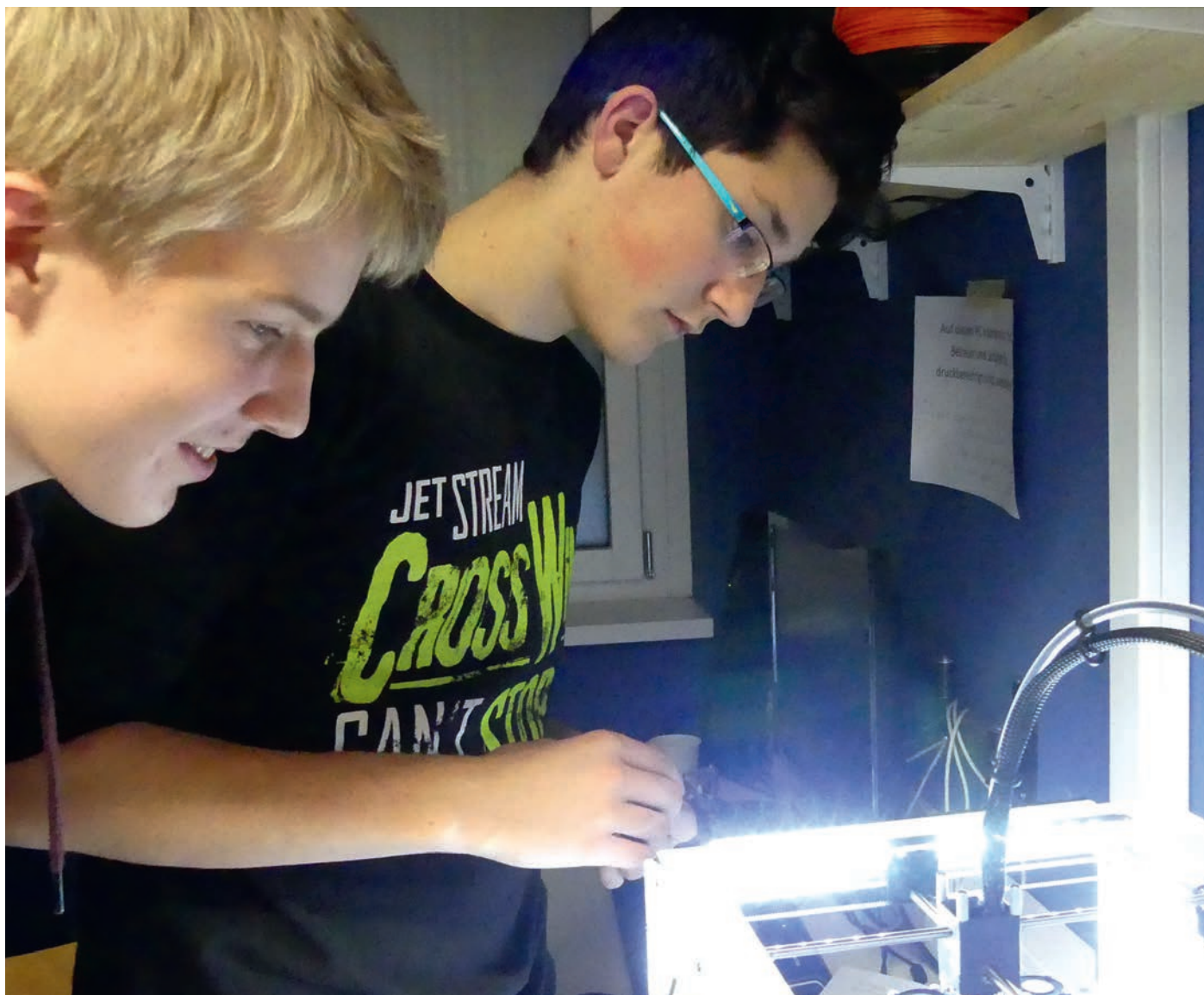
Die mitochondriale Eva –  
Entdecke deine Urmutter

Seite 11

### Digitalisierung

Schülerlabore und eLearning

Seite 14



Am 3D-Drucker

Quelle: Schülerforschungszentrum Nordhessen SFN

### Weitere Themen:

#### Schülerlabore stellen sich vor:

- Schülerlabor *teutolab*-physik in Bielefeld • zentrum natur + technik in Aurich
- Schülerforschungszentrum Nordhessen SFN in Kassel • BaSci Lab Biologie in Bremen
- phaeno Science Center in Wolfsburg

## Editorial

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

das Redaktionsteam des LeLa *magazins* freut sich sehr, die 20. Ausgabe unserer Verbandszeitschrift rechtzeitig zur 13. LeLa-Jahrestagung in Kiel gedruckt vorlegen zu können. Sie können darin unter anderem lesen, mit welcher Vielfalt an außerschulischen Lernorten und Schülerlaboren auf dem Gebiet der MINT-Fächer Kiel beeindruckt werden kann.

Wir wollen ab sofort möglichst in jeder Ausgabe ein Beispiel zu einem Praktikum mit detaillierter Beschreibung von Ablauf und

praktischer Umsetzung veröffentlichen. In der vorliegenden Ausgabe fangen wir mit der Darstellung eines Workshops an, in dem Schüler und Schülerinnen auf der DNA-Ebene feststellen können, von welcher der verschiedenen Urmütter sie abstammen. Wer derartige Praktikumsabläufe mit allen teilen möchte, ist also herzlich eingeladen, entsprechende Texte einzureichen.

Digitalisierung ist heute bei Politikern und Politikerinnen fast schon ein Modewort geworden. Auch in der Bildung wird der Digitalisierung eine wichtige Funktion zugeschrieben. Ob sie wirklich die Bildung verbessert und wo sie Sinn macht, muss diskutiert werden. In der vorliegenden Ausgabe des LeLa *magazins* veröffentlichen wir einen ersten Artikel zu diesem

Thema, in dem das Berliner NatLab Möglichkeiten darstellt, wie eLearning im Rahmen eines Praktikums sinnvoll eingesetzt werden kann.

Schließlich – als weiteres Zeichen unserer Vielfalt im Bundesverband – können Sie sich über abwechslungsreiche Angebote aus fünf Schülerlaboren informieren: über das Zentrum natur + technik in Aurich, das *teutolab*-physik in Bielefeld, das BaSci Lab Biologie in Bremen, das phaeno in Wolfsburg und das Schülerforschungszentrum Nordhessen in Kassel.

Viel Spaß und anregende Diskussionen in Kiel bei der Jahrestagung!

Fred Engelbrecht

---

**An dieser Stelle möchten wir das neue, zukunftsorientierte Leitbild von LernortLabor vorstellen. Es wurde vom Vorstand des Bundesverbandes zusammen mit den Mitgliedern und dem Kuratorium in einem mehrere Monate dauernden Prozess entwickelt.**

## Leitbild von LernortLabor



### VISION

■ Alle jungen Menschen erhalten eine Bildung, die sie in einer globalisierten und naturwissenschaftlich-technisch geprägten Welt zum mündigen Handeln befähigt. Dazu leisten die Schülerlabore einen maßgeblichen Beitrag.

### MISSION

■ LernortLabor fördert die Vernetzung der Schülerlabore auf nationaler und internationaler Ebene und unterstützt regionale Netzwerke und lokale Kooperationen seiner Mitglieder. LernortLabor stärkt das Wir-Gefühl und fördert die Nutzung von Synergien zwischen den Schülerlaboren.

■ LernortLabor fördert die Positionierung seiner Mitglieder in der Bildungslandschaft durch eine aktive Informationspolitik und Öffentlichkeitsarbeit.

■ LernortLabor unterstützt seine Mitglieder bei der fachlichen Weiterentwicklung und Qualitätssicherung, sowie bei der begleitenden Forschung zur wissenschaftlichen Evaluation der Schülerlabore.

■ Nicht zuletzt bildet LernortLabor eine Plattform für die Entstehung und Etablierung neuer Schülerlabore sowie für die (Weiter-)entwicklung neuer Formate.

■ LernortLabor wirbt Ressourcen für seine Mitglieder und die Vereinstätigkeiten ein.

■ LernortLabor unterstützt die Funktion der Schülerlabore als Mittler zwischen Schule, Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und anderen Bildungsinitiativen.

### WERTE

■ LernortLabor steht für eine wissenschaftliche und faktenbasierte Denkweise.

■ LernortLabor arbeitet im Sinne seiner Mitglieder demokratisch, gemeinnützig und unabhängig.

■ LernortLabor arbeitet transparent und glaubwürdig und setzt seine Ressourcen verantwortungsvoll ein.

■ LernortLabor ist offen für alle, die sich mit seinen Zielen und Werten identifizieren.

# Außerschulische Lernorte in Kiel

Kiel bietet als Wissenschafts- und Universitätsstadt seit jeher viele Möglichkeiten für interessierte Jungen und Mädchen, sich außerhalb der Schule mit spannender Forschung zu beschäftigen. Mit dem GEOMAR und den Kieler Hochschulen verfügt die Landeshauptstadt über ein großes Portfolio an unterschiedlichen Themen, Fachrichtungen und Forschungsschwerpunkten. Universitätseinrichtungen wie das Zoologische Museum oder die Medizin- und Pharmaziehistorische Sammlung bieten außerschulisch interessante Arbeitsschwerpunkte an. Daneben stehen klassische Schülerlaborangebote von Fachhochschule, Universität und IPN oder der Mediendom, der mit seinen Programmen in ferne Welten entführt. Auch neue technische Entwicklungen in Kiel werden mit der Öffentlichkeit geteilt. So können sich Interessierte beispielsweise in einer geführten Ausstellung über das Konzept des neuen Küstenkraftwerks informieren. Hier einige Beispiele für außerschulische Lernorte in Kiel:

## Zoologisches Museum Kiel

Interessierte aller Altersklassen können sich im Zoologischen Museum durch aktives Erleben Wissen erarbeiten. Faszinierende Ausstellungsstücke regen die Lernenden an, durch genaues Beobachten eigenständig Erkenntnisse zu gewinnen sowie Zusammenhänge

zu erkennen. Eine wesentliche Motivation für die Jungen und Mädchen ist das Entdecken einmaliger Originalpräparate und nie gesehener Lebewesen aus alltäglichen Lebensräumen. Ergänzt wird das Angebot durch einen modern eingerichteten Mikroskop-Raum.

Das Zoologische Museum bietet Führungen vom Elementarbereich bis hin zur Oberstufe an. Die Angebote für Schulklassen orientieren sich dabei eng an den Lehrplänen und Themen des Fachunterrichts. Schwerpunkte sind hier Evolution, Ökologie und Meeresforschung.

## Medizin- und Pharmaziehistorische Sammlung

Die Dauerausstellung des Museums widmet sich der Apothekengeschichte und der Pathologie. Ausgestellt sind beispielsweise Apothekenverkaufs- und -arbeitsräume aus dem 19. Jahrhundert. Bei Veranstaltungen führt das Museum dort unter anderem die Herstellung traditioneller Apothekenprodukte vor. Die permanente Ausstellung zur Pathologie präsentiert die Feuchtpreparate-Sammlung des Pathologischen Instituts der Uni Kiel. Ergänzt wird die Dauerausstellung durch wechselnde Ausstellungen zur Medizingeschichte und medizinischen Forschung.

Zu der Vielzahl von museumspädagogischen Angeboten für Kindergartengruppen, Schulklassen, Kinder und junge Erwachsene zählen Workshops, Führungen oder Geburts-

tagsfeiern mit verschiedenen thematischen Schwerpunkten.



Medizin- und Pharmaziehistorische Sammlung

Foto/Copyright: Sascha Klahn/  
Exzellenzcluster Entzündungsforschung

## Mediendom der Fachhochschule Kiel

Der Mediendom der Fachhochschule Kiel hat pro Quartal 25 bis 30 verschiedene Shows im Programm. Bereits für Kinder ab fünf Jahren bietet der Mediendom ganz neue Eindrücke und einzigartige Lernerlebnisse. Ältere Jugendliche und Erwachsene finden einen außerschulischen Lernort vor, der an andere Orte oder in bereits vergangene Epochen führen kann.

Mit einer europaweit herausragenden Ausstattung ist der Mediendom eine der prägenden Lehr- und Forschungseinrichtungen für 360°-Anwendungen in Deutschland. Durch emotionales Berühren sollen die immersiven Installationen Einstellungen verändern. Im Rahmen des Kiel Science Outreach Campus (KiSOC) entsteht zurzeit beispielsweise eine 360°-Produktion mit nanotechnologischen Inhalten.



Mediendom

Foto/Copyright: Marco Knopp/Licht&Feder



Zoologisches Museum Kiel

Foto/Copyright: Nena Weiler





GEOMAR

Foto/Copyright: GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

### GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

Die Schulprogramme des GEOMAR bieten weiterführenden Schulen ein breites interdisziplinäres Themenspektrum aus vielen Bereichen der Meeresforschung. Mit Klassen der Sekundarstufe wird beispielsweise das Zusammenwirken physikalischer, chemischer und biologischer Faktoren bei der Entstehung von Sauerstoffminimumzonen im Ozean thematisiert. Weitere Themen sind die Biodiversität in marinen Lebensgemeinschaften oder die aktuelle Diskussion um Climate Engineering als mögliche Reaktion auf den Klimawandel.

Die Angebote für Schülerinnen und Schüler reichen vom einige Tage dauernden Klassenprojekt über ein- bis zweiwöchige Ferien-

schulangebote bis zur Förderung besonders motivierter Jugendlicher über Monate oder Jahre.

### Aquarium GEOMAR

In den 15 Schaubecken mit einem Wasserinhalt von 500 bis 17.000 Litern werden vorwiegend Tiere der Nord- und Ostsee sowie des Nordatlantiks gezeigt. Einige Becken vermitteln einen Eindruck von der Fauna des Mittelmeeres sowie der Vielfalt von Formen und Farben der Bewohner der tropischen Meere. In einer Außenanlage direkt an der Kiellinie wird eine Gruppe von Seehunden gezeigt. Für Kindergartengruppen und Schulklassen bietet das Aquarium Führungen hinter die Kulissen an.



Aquarium GEOMAR

Foto/Copyright: Stefan Kolbe/CAU

### Ausstellung zum Küstenkraftwerk K.I.E.L.

Das neue Küstenkraftwerk K.I.E.L. (Kiels intelligente Energie-Lösung) ist der Beitrag der Stadtwerke Kiel zur Energiewende und bildet die Basis für die künftige Wärmeversorgung in der Landeshauptstadt. In der Ausstellung zum Küstenkraftwerk erhalten die Gäste Einblicke in die faszinierende sowie europaweit einzigartige Technologie. Gleichzeitig informiert die Ausstellung über Daten, Fakten und Hintergründe. Interaktive Elemente und Bausteine zum Begreifen veranschaulichen die Flexibilität und Komplexität des neuen Kraftwerks. In den Führungen für Schulklassen erfahren die Kinder und Jugendlichen mehr über das Konzept und die intelligente Umsetzung der Energiewende.



Küstenkraftwerk K.I.E.L. Foto/Copyright: Stadtwerke Kiel

### Ausstellungskonzept EXPOneer

EXPOneer ist ein einfaches, kostengünstiges und modulares Ausstellungssystem. Die Lernenden können mit dem System eigene kleine Ausstellung kuratieren und bauen. Den Grundrahmen bilden Möbel der Expedit-/Kallax-Serie von IKEA, die mit vielfältigen Modulen ausgestattet zu einer modernen Ausstellung werden. Die Module sind dabei so konstruiert, dass sie mit einfach zu beschaffenden Materialien aus dem Baumarkt oder Elektronik-Versand ohne Spezialwerkzeug oder -kenntnisse gebaut werden können.

Anwendung findet das Ausstellungssystem beispielsweise in verschiedenen vom IPN koordinierten Projekten. Die beteiligten Schülerinnen und Schüler präsentieren hier ihre Projektergebnisse abschließend in selbst entworfenen und gebauten Ausstellungen.





EXPOneer

Foto/Copyright: Lorenz Kampschulte/IPN

### Kieler Forschungswerkstatt

In den thematischen Laboren der Kieler Forschungswerkstatt beschäftigen sich Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte und Lehramtsstudierende mit wissenschaftlichen Fragestellungen aus den Meeres- und Nanowissenschaften. Sie erfahren mehr über die gesellschaftlichen Aspekte von Energie, erhalten Zugang zu aktuellen Themen aus der humanmedizinischen und biologischen Forschung oder lernen, warum Boden mehr als nur Dreck ist. Die geisteswissenschaftlichen Werkstätten bieten Angebote aus dem Bereich Sprache oder zu historisch-politischen Themen.

In der Breite soll mit den Angeboten das Interesse junger Menschen an Wissenschaft generell und den MINT-Fächern im Speziellen gefördert werden. Daneben stehen die

Spitzenförderung, die Lehrkräfteaus- und -weiterbildung sowie die Kommunikation wissenschaftlicher Inhalte in die Gesellschaft.

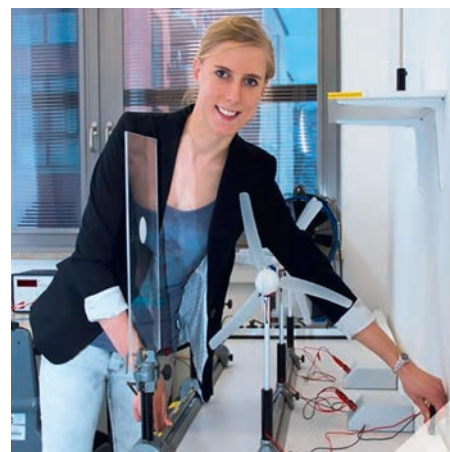
### Kids 4 New Energy

Das Schülerlabor des Fachbereichs Informatik und Elektrotechnik der FH Kiel bietet im Schwerpunkt Programme für die Klassenstufen 8 bis 10 der Gymnasien und Gemeinschaftsschulen an. Ziel ist die Vertiefung des Unterrichtsstoffes und die Erhöhung des Praxisbezuges. Zudem soll das Interesse der Jugendlichen an moderner Technologie sowie der Umweltproblematik gesteigert werden. Die Laborthemen orientieren sich am notwendigen Systemwechsel unserer Energieversorgung im Hinblick auf die Klimadiskussion.

Derzeit bietet das Schülerlabor zehn verschiedene Versuche zu den Themenbereichen Solarenergie, Windenergie, Wasserstoffnutzung und Energieeinsparung an. Lehrkräfte haben die Möglichkeit einzelne Module oder das gesamte Angebot zu buchen.

### Roberta-Regio-Zentrum

Mit den Angeboten im Roberta-Regio-Zentrum möchte die FH Kiel Schülerinnen und Schüler für technische Studiengänge interessieren. Roberta nutzt dabei die Faszination von Robotern, um das Interesse für MINT-Fächer spannend und praxisnah zu wecken. Die Kurse richten sich in erster Linie an Klassen der Stufen 6 bis 9 an Gemeinschaftsschulen und Gymnasien. Bei Bedarf können aber auch Kurse für Grund- oder Berufsschulklassen angeboten werden. Ergänzend können sich Lehrkräfte zum Roberta-Teacher ausbilden lassen.



Kids 4 new Energy

Foto/Copyright: Fachhochschule Kiel

Die Roboterkurse sind so konzipiert, dass sie insbesondere auch für Mädchen interessant sind. So soll das Berufsspektrum für junge Frauen erweitert, traditionelle geschlechtsspezifische Vorstellungen aufgeweicht und Potenziale erschlossen werden.

### Besucherlabor der Physik

Seit 2014 bietet das Besucherlabor der Physik interaktive Führungen für Schulklassen an. Das Thema und der Schwierigkeitsgrad richten sich dabei individuell nach den Vorkenntnissen der Schülerinnen und Schüler. Im Zentrum der Führungen steht in der Regel ein Thema aus der Schulphysik. Dieses erkunden die Kinder und Jugendlichen in seiner ganzen Breite mit Experimenten, die nicht an jeder Schule verfügbar sind.

Bei dem Laborbesuch wird gezielt an das Vorwissen der Lernenden angeknüpft. Gleichzeitig werden durch die Diskussion und das gemeinsame Experimentieren bestehende Kenntnisse neu verknüpft und neues Wissen vermittelt. Im Vordergrund steht dabei nicht so sehr die Zahl oder das Detail, sondern die Frage, was womit wie zusammenhängt.



Besucherlabor der Physik

Foto/Copyright: Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, CAU



Kieler Forschungswerkstatt

Foto/Copyright: Anna Thielisch/Kieler Forschungswerkstatt

# Das Schülerlabor *teutolab-physik* – Faszination am Fach „Physik“ wecken

Physikalische Alltagsphänomene für Schülerinnen und Schüler anschaulich und verständlich zu machen und sie dafür durch eigenständiges Experimentieren zu begeistern – das hat sich das *teutolab-physik* zur Aufgabe gemacht. Als eines von fünf Schülerlaboren an der Universität Bielefeld weckt und fördert es seit mehr als 14 Jahren bei Schülerinnen und Schülern die Neugier und das Interesse an der Physik und am selbstständigen Erforschen. Denn Physik besteht nicht nur aus Zahlen und Formeln, sondern spielt in alle Bereiche des praktischen Lebens hinein.

Seit Gründung im Jahr 2003 haben insgesamt knapp 35.000 Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 4 bis 6 unser Mitmachlabor *teutolab-physik* jeweils an einem Vormittag besucht. Die Experimentierangebote sind für ganze Schulklassen ausgelegt, wobei das selbstständige Experimentieren in Kleingruppen von bis zu 10 Schülern im Mittelpunkt steht. Das Lehr-Lern-Labor der Fakultät Physik ist mittlerweile ein fester Bestandteil des Physik-Lehramtsstudiengangs an der Universität Bielefeld, so dass die Betreuung überwiegend von Lehramtsstudierenden übernommen wird. Doch auch wissenschaftliche Mitarbeiter, Lehrer und Professoren engagieren sich im Schülerlabor.

## Angebotsspektrum für alle Schularten

Als Themen wurden diejenigen übergeordneten Bereiche der Physik herausgegriffen, die grundlegende, in zahlreichen Alltagsphänomenen wirksame Prinzipien und Gesetze in einer einfachen Umgebung verständlich werden lassen und in den höheren Jahrgangsstufen wieder aufgegriffen werden können:

### 4. Klasse:

#### **Magnetismus: Das Magnetfeld der Erde – Kompassbauen**

Die dazu notwendigen Kenntnisse zum „Magnetismus“ werden von den Kindern mit Hilfe von Experimenten erarbeitet.

#### **Optik: Licht und Sinneswahrnehmung – Fotografieren mit der Lochkamera**

Die Kinder lernen die Lochkamera und ihre Funktion kennen. Anschließend wird das erworbene Wissen genutzt, um mit Lochkameras Fotos aufzunehmen und zu entwickeln.

### **Überraschende Effekte: Physikalischen „Zaubertricks“ auf der Spur**

Die Kinder lernen durch selbstständiges Experimentieren physikalische Effekte und deren Erklärungen kennen. Alle Zaubertricks können die Kinder zu Hause mit normalen Haushaltsgegenständen nachmachen.

Außerdem bekommen die Schülerinnen und Schüler zur Nachbereitung im Unterricht ein Forscherheft an die Hand.

### 5./6. Klasse:

#### **Optik: Retroreflexion: Sehen und gesehen werden – Sicherheit für Kinder im Straßenverkehr!**

Die Schüler untersuchen im abgedunkelten Labor mit Hilfe einer Taschenlampe die Sichtbarkeit verschiedener Gegenstände aus der Position eines Autofahrers. Sie entdecken, dass bei Tag unscheinbar graue Reflexmaterialien nachts unter bestimmten Bedingungen durch deren besondere mikroskopische Oberflächenstruktur geradezu „aufzuleuchten“ scheinen.

Für dieses Experimentiermodul „*Optik: Sehen und gesehen werden – Sicherheit für Kinder im Straßenverkehr*“ ist das Schülerlabor *teutolab-physik* im Oktober 2014 von der Aktion Kinder-Unfallhilfe e.V. mit einem Präventionspreis ausgezeichnet worden.

#### **Elektrizität: einfache Stromkreise**

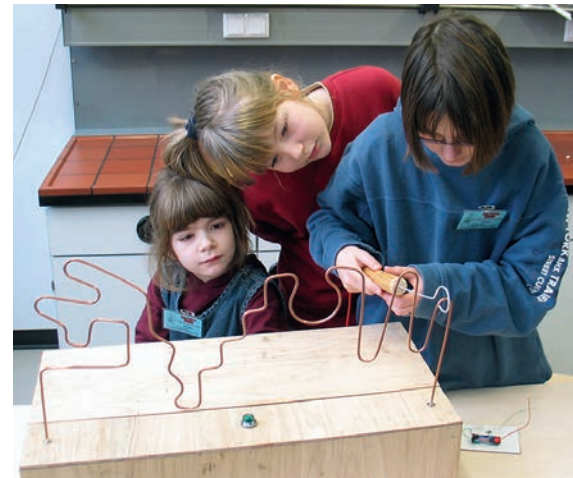
Das Ziel ist, Kindern die Funktionsweise des „Heißen Drahts“ zu vermitteln (Bild). Dazu untersuchen sie die Schaltung des Geräts, stellen sie graphisch dar und bauen sie nach.

#### **Astronomie: Was sieht man am Himmel: Sterne und Planeten**

Hier geht es darum, was man nachts am Himmel sehen kann. Diese Beobachtung soll unser Wissen über die Erde, das Planetensystem und die Sterne in Zusammenhang bringen.

### **Multiplikator durch Netzwerkschulen und weitere Veranstaltungen**

Neben dem eigentlichen Laborbetrieb ist das Schülerlabor auch bei unterschiedlichen Veranstaltungen präsent. So zum Beispiel beim Tag der offenen Tür an der Universität Bielefeld, Nordrhein-Westfalentag Bielefeld 2014, Science-Festival GENIALE, Erlebniswochen der VHS Gütersloh, Girls Day, Universitätsprojekt „Welcome Science: Flüchtlingskinder experimentieren“, und anderen. Dabei haben nicht nur Schüler, sondern auch Eltern und Lehrer



Das Geschicklichkeitsspiel „Der heiße Draht“ in dem Modul „Elektrische Stromkreise“ vermittelt das Prinzip des einfachen Stromkreises

Quelle: *teutolab-physik*

die Möglichkeit, Informationen rund um das Schülerlabor zu erhalten.

Als Multiplikator ist das *teutolab-physik* mittlerweile in einem Netzwerk in der Region etabliert. In Zusammenarbeit mit den Lehrkräften der weiterführenden Schulen gibt es sog. Netzwerkschulen, die ihrerseits Grundschulen ihrer näheren Umgebung zum Experimentieren einladen und die Module des *teutolab-physik* anbieten. Mittlerweile umfasst das Netzwerk fünf weiterführende Schulen in Ostwestfalen.

Katja Tönsing und Dario Anselmetti

## Kontakt

**teutolab**  **physik**

*teutolab-physik*  
Universität Bielefeld  
Fakultät für Physik  
Universitätsstr. 25  
33615 Bielefeld  
Tel.: 0521-106 2439  
E-Mail: [teutolab-PHYSIK@physik.uni-bielefeld.de](mailto:teutolab-PHYSIK@physik.uni-bielefeld.de)  
<http://www.uni-bielefeld.de/teutolab/fachorientiert/physik/index.html>

Fachrichtung: Physik  
Zielgruppen: 4.–6. Klasse, alle Schultypen



# Schülerforschungszentrum Nordhessen SFN: Der (eigene) Weg ist das Ziel

Können Jugendliche forschen? Ja, denn im SFN arbeiten etwa 400 Jugendliche sehr erfolgreich an über 180 eigenen wissenschaftlichen Projekten aus allen Bereichen der Naturwissenschaften und Technik. Sie werden dabei von 35 Lehrer/innen und Student/innen lediglich beraten.

## Von der Theorie in die Praxis

Das SFN ist aus dem im Winter 2001/02 vom Autor gegründeten PhysikClub hervorgegangen und besitzt seit Mai 2012 ein eigenes vierstöckiges Gebäude mit hochwertiger Laborausstattung:

Labore für Chemie, Biologie, Schallexperimente, Photonik und Mikrogravitation werden durch ein Elektronenmikroskop, ein Polarisationspektrometer, eine Hochgeschwindigkeitskamera mit 10.000 fps, eine Wärmebildkamera sowie einer Hochvakuumanlage ergänzt. Eine große Sternwarte bietet nicht nur Möglichkeiten zur astronomischen Forschung, sondern wird auch als Schul- und Volkssternwarte betrieben. Eine große Werkstatt mit CNC-Fräsen, einer Drehbank und vielem mehr steht den Jugendlichen zur Verfügung. Zur Entspannung gibt es eine Dachterrasse, eine Bibliothek mit Ruhemöglichkeit und zur Selbstversorgung eine Küche. Mehrere große Arbeits- und Workshop-Räume bieten die Möglichkeit zur individuellen Gestaltung der Arbeitsplätze.



Untersuchungen mit der Wärmebildkamera

Quelle: SFN

Die Mitarbeiter des SFN leisten viel ehrenamtliche Arbeit, das Land Hessen finanziert aber auch zwei Lehrerstellen und die Stadt Kassel zahlt eine halbe Verwaltungsstelle. Die studentischen Mitarbeiter/innen werden aber größtenteils über Sponsoren finanziert, ebenso sämtliche Projektkosten der Jugendlichen.

Zurzeit werden in vielen nordhessischen

Städten autonome Außenstellen des SFN gegründet. Mit der Schule Nr. 17 im sibirischen Nowy Urengoi besteht eine Partnerschaft. Gemeinsame Forschungsprojekte von Jugendlichen werden durch jährliche gegenseitige Forschungsaufenthalte ermöglicht.

## Was bietet das SFN?

In der einwöchigen Ferienakademie sollen Kinder der Klassen 3 bis 5 spielerisch an MINT-Themen herangeführt werden. Damit beginnen wir unsere Arbeit in der Grundschule.

Die eigenständige Forschung der Jugendlichen ist in drei Clubs eingeteilt, die einen unterschiedlichen Betreuungsschlüssel haben und sich an neurokognitiven Aspekten orientieren:

- Im **KidsClub** für die Klassen 5 und 6 gibt es Lehrgänge, die von Lehrer/innen, Student/innen und Oberstufenschüler/innen geleitet werden. Alle sechs Wochen werden die Themen gewechselt: Mikroskopieren, Programmieren von Robotern, Raketen, Arbeit im Chemielabor oder Löten sind einige der Themen und Techniken. Besonders interessierte Kinder werden durch das sog. freie Forschen besonders gefördert und arbeiten schon an Projekten für „Schüler experimentieren“.
- Im **JuniorClub** für die Klassen 7 und 8 beginnt die eigentliche Projektarbeit, die hier meistens ein Jahr dauert aber noch etwas intensiver betreut wird (z.B. autonomes Hoverboard, Hausisolation, Müonendetektor).
- **Ab Klasse 9** bearbeiten die Jugendlichen dann im ScienceClub eigenständige mehrjährige Forschungsthemen (z.B. Entwicklung eines Hexapods, Quantenkryptographie, Tunneleffekt bei Schall).

Alle Teams müssen sich ihre Fragestellungen selbst erarbeiten und werden dazu ermutigt, keine vorgegebenen Themen zu bearbeiten. Die Beratungen durch die Mitarbeiter/innen beziehen sich häufig nur auf Hilfen bei der Strukturierung der Arbeit sowie der Materialbeschaffung.

Als Zusatzprogramm bietet das SFN auch regelmäßig Vorträge und Workshops an:



Pizza with the Prof (Prof. K. Singer)

Quelle: SFN

Bei „Pizza with the Prof“ erläutern Wissenschaftler/innen aus ganz Deutschland ihre Arbeiten und diskutieren dann beim gemeinsamen Pizzessen mit den Jugendlichen. Alle zwei Jahre findet ein großer Workshop außerhalb von Kassel statt, in dem fachübergreifende Themen unter Mitwirkung von Wissenschaftlern erarbeitet und diskutiert werden. Zusätzlich gibt es in den Ferien regelmäßig Workshops für Hochbegabte in der Mathematik (Tensoralgebra, Berechnung von Geodäten, Vektoranalysis), an denen auch Kinder unter 10 Jahren erfolgreich teilnehmen.

Klaus-Peter Haupt

## Kontakt

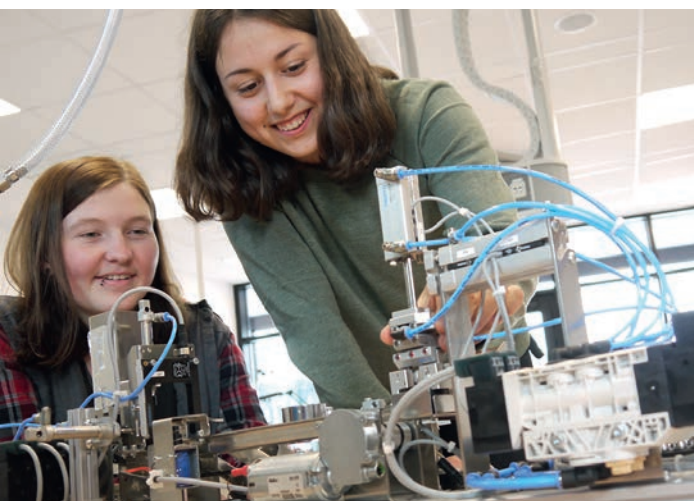


Schülerforschungszentrum Nordhessen der Universität Kassel  
Parkstr. 16  
34119 Kassel  
Tel.: 0561-76644971  
E-Mail: [info@sfn-kassel.de](mailto:info@sfn-kassel.de)  
[www.sfn-kassel.de](http://www.sfn-kassel.de)

Fachrichtungen: Physik, Technik, Biologie, Chemie, Astrophysik, Geophysik, Informatik, Mathematik  
Zielgruppen: Kinder und Jugendliche der Klassen 3 bis 13 aller Schulformen

# Natur und Technik im Zusammenklang für eine nachhaltige Entwicklung erleben

Das UNESCO-Weltaktionsprogramm BNE fordert von der Bildung für jeden Lernenden die Möglichkeit, sich Wissen, Fähigkeiten, Werte und Einstellungen anzueignen, um zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen (Deutsche UNESCO-Kommision, 2014). Der anerkannte BNE-Lernort zentrum natur + technik (znt) verfolgt diese Zielsetzung aus der Perspektive der Technik als „Mittel und Methode zur Gestaltung der realen Welt“ (Haupt und Hempelmann, 2015).



Pneumatisch gesteuerte Anlagen in der Automatisierungstechnik

Quelle: znt

Täglich werden mit enormem Energieaufwand unzählige Produkte und Dienstleistungen entwickelt und für unser Leben bereitgestellt. Ohne den sinnvollen technischen Einsatz von Werkzeugen, Maschinen sowie fortschrittlicher Herstellungsverfahren wäre dies nicht denkbar. In den Projekten des znt trifft die Kreativität der TeilnehmerInnen auf technische Sinnhaftigkeit. Im Vordergrund stehen selbst gemachte Erfahrungen im Umgang mit technischen Lösungsmöglichkeiten vor dem Hintergrund einer verantwortungsvollen Nutzung der zur Verfügung stehenden Energieträger. In angeleiteten Projekten stehen Erfahrungsräume zur Verfügung, die nicht nur die fachliche Durchdringung technischer Zusammenhänge, sondern auch die Verständigung über deren gesellschaftliche Bedeutung fördern. Dieser stark handlungsorientierte Ansatz erlaubt Kindern und Jugendlichen, eigene Kriterien zu finden, technische Entwicklungen im gesellschaftlichen Kontext zu beurteilen

und ermöglicht, „die eigene Lebensführung ins rechte Verhältnis zur Technik zu setzen“ (Schmayl, 2013).

Das znt ist integraler Bestandteil des Energie-, Bildungs- und Erlebniscentrums (EEZ) in Aurich und wurde 2015 eröffnet. Mittlerweile nutzen mehr als 5.000 Besucher pro Jahr die Angebote als Ergänzung zur schulischen Bildung. Für einen Besuch werden in der Regel zwei Projekte gewählt und im Wechsel durchgeführt. Je nach Klassenstufe und Projektdauer resultieren daraus ein bzw. zwei Projektvor-

mittage: So steht der gesamten Lerngruppe der gleiche Erfahrungsraum zur Verfügung und eine Einbindung im Sinne einer curricularen Anschlussfähigkeit ist möglich. Aufgrund der kleineren Projektgruppen kann sowohl den einzelnen Lernenden als auch den Projekteinhalten ausreichend Zeit gewidmet werden.

In fast allen Projekten steht nach einer kreativen Einstiegsphase die Fertigung eines funktionstüchtigen Modells im Mittelpunkt, welches die Kinder und Jugendlichen quasi als „dokumentierten Lernweg“ mit nach Hause nehmen dürfen.

Beispielsweise werden im Bereich Energie Windwagen, Segelboote und Windräder hergestellt, Solarboote und Kurbelleuchten ausgetüftelt. Auch Windkanäle stehen für die Untersuchung von Windwiderstands- und Auftriebsphänomenen zur Verfügung. Unter anderem werden beim Klimawandel & Küstenschutz die Auswirkungen des Meeresspiegelanstieges auf das Leben der Küstenbewohner erfahrbar gemacht. Der Bereich Ökologie & Ökonomie umfasst Nachhaltigkeit beim Transport und hinterfragt die dabei eingebrachten Ressourcen. Angebote zur Berufsorientierung bieten Einblicke in das Arbeiten mit Werkzeugmaschinen in der UMT-Werkstatt, die Automatisierungstechnik (Elektronik, Pneumatik, Robotik) sowie das computergestützte Konstruieren und Fertigen (2D/3D-CAD/CAM). Auch die Bionik wird als Technologie für nachhaltige Entwicklung weiter ausgebaut. Wer bei den Angeboten im Vormittagsbereich Lust auf mehr bekommen hat, kann im Nach-

mittagsbereich gemeinsam mit anderen eigene Ideen verfolgen und in der UMT-Werkstatt arbeiten, NAO-Roboter im Bereich Robotertechnik programmieren, sich auf Wettbewerbe vorbereiten oder im Konstruktionslabor eigene Modelle konstruieren und beispielsweise mit einem 3D-Drucker fertigen. Zudem finden im znt regelmäßig Fortbildungen statt, um auch den Austausch zwischen pädagogischen Fach- und Lehrkräften zu fördern.

Weiterentwickelt wird die Arbeit des Lernortes der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg im Rahmen des Promotionsprogramms „MINT-Lernen in informellen Räumen (GINT)“ (4).

Kai Leferink

## Literatur

- 1) Deutsche UNESCO-Kommision e.V. (2014). UNESCO Roadmap zur Umsetzung des Weltaktionsprogramms „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“.
- 2) Haupt O. und Hempelmann R. (2015). Naturwissenschaftlich-technische Umweltbildung in Schülerlaboren: Inventarisierung – Qualitätssicherung – Dissemination, *LeLa magazin* 11.
- 3) Schmayl (2013). Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts, Schneider Verlag Hohengehren.
- 4) <https://www.uni-oldenburg.de/gint/> (letzter Aufruf: 18.1.2018).

## Kontakt



zentrum natur + technik  
Osterbusch 2  
26607 Aurich  
Tel.: 04941-918630  
E-Mail: [info@znt-aurich.de](mailto:info@znt-aurich.de)  
[www.znt-aurich.de](http://www.znt-aurich.de)

Fachrichtungen: Technik, Naturwissenschaften, Mathematik, Erdkunde, Gesellschaftslehre  
Zielgruppen: Klassenstufen 1 bis 12 aller Schulformen



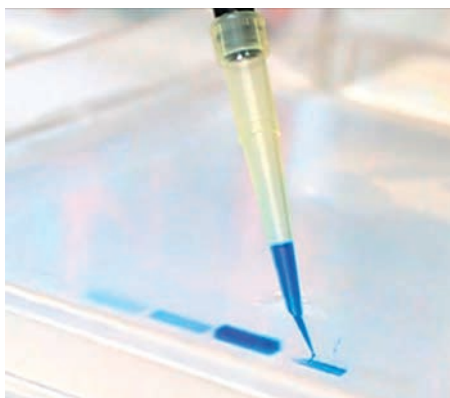
# Das BaSci Lab Biologie an der Universität Bremen

## Interdisziplinär forschen, lehren und lernen

Das BaSci Lab Biologie ist das fachdidaktische Lehr-Lern-Labor der Universität Bremen. Es richtet sich an Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I und II und lädt diese zum forschenden Lernen in spannenden, gesellschaftlich relevanten Kontexten ein. Die problemorientierte Bearbeitung fachwissenschaftlich anspruchsvoller Themen mit innovativen Methoden wie etwa Planspielen, in denen Phasen des forschenden Lernens eingebettet werden, sind für das BaSci Lab prägend. BaSci steht für Backstage Science.

### BaSci Lehr-Lern-Labor – ein Ort des Forschens in spannenden Kontexten

Das BaSci Lab Biologie ist ein außerschulischer Lernort, in dem biologische und interdisziplinäre etwa 4- bis 6-stündige Module für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I und II aller Schultypen angeboten werden. Diese Module werden in Kooperation mit Fachwissenschaftlerinnen und Fachwissenschaftlern entwickelt und umfassen Themen zur Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE), zur Nanotechnologie, zur Molekularbiologie und zur Humanbiologie. Unterrichtliche Ziele sind die Förderung von Wissenschaftsverständnis, Systemdenken sowie Kommunikations- und Bewertungskompetenz der Lernenden. Im Rahmen der Module erlangen die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftsmethodische Kompetenzen nach dem Ansatz der „Inquiry Based Science Education“ (IBSE). Sie erforschen und entwickeln naturwissenschaftliche Schlüsselkonzepte selbst, indem sie lernen, wie sie Untersuchungen durchführen und ihr Wissen und das Verständnis zur Welt um sie herum erweitern. Sie brauchen dafür Fähigkeiten



BaSci-Modul Molekularbiologie

Quelle: T. Barendziak



Student erklärt Schülerin den Umgang mit der Mikropipette im BaSci-Modul Molekularbiologie

Quelle: T. Barendziak

ten, die auch in der Wissenschaft angewandt werden, wie das Entwickeln von Fragestellungen und Hypothesen, Planung und Durchführung der Datenerhebung, das Beurteilen und Werten von Beweisen in Hinsicht auf bereits Bekanntes, das Ziehen von Rückschlüssen und die Diskussion der Ergebnisse. Um das Interesse und die Motivation der Lernenden zu fördern, sind die BaSci-Module in gesellschaftlich relevante Kontexte eingebettet. Beispiele hierfür sind die Risikobeurteilung von Nanopartikeln in Alltagsprodukten (Nanotechnologie), Analyse von DNA im Kontext eines Kriminalfalls (Molekularbiologie), Stammzellenspende für Leukämieerkrankte (Humanbiologie) oder Bioinvasion der Pazifischen Auster im Wattenmeer (Bildung für nachhaltige Entwicklung). Die Kontextualisierung ist methodisch innovativ meist in Form von Planspielen aufbereitet.

### BaSci Lehr-Lern-Labor – ein Ort der biologiedidaktischen Lehrerbildung

Das BaSci Lab Biologie ist nicht nur außerschulischer Lernort, es ist auch Ort der Forschung im Bereich der Biologiedidaktik und der universitären Lehramtsausbildung. Dabei sind Schülerlabor, Lehrerbildung und fachdidaktische Forschung eng miteinander verflochten. So werden Studierende bei der Entwicklung und Durchführung von BaSci-

Modulen im Rahmen der Lehrveranstaltung „Forschungsmethoden und Forschungsprojekte der Biologiedidaktik – INQUIRE for Teacher Students“ eingebunden und können so wertvolle Praxiserfahrungen sammeln. Die Lehrveranstaltung basiert auf einem im EU-Projekt „INQUIRE – Inquiry-based teacher education for a sustainable future“ entwickelten Konzept des kooperativen Lernens von Pädagoginnen und Pädagogen außerschulischer Lernorte und Schulen sowie Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern. Ziel ist es, dass die diagnostischen Fähigkeiten der angehenden Lehrerinnen und Lehrer dahingehend gefördert werden, dass Ungleichheiten in den Lernvoraussetzungen und Wissensstände der Schülerinnen und Schüler erkannt, Interessen erhoben, sprachliche und soziale Kompetenzen bei der Entwicklung der BaSci-Module berücksichtigt werden.

Auch in die Begleitforschung der Module werden Studierende mit eingebunden. Im Rahmen von Masterarbeiten (z.B. zur Entwicklung und Evaluation binnendifferenzierender Materialien) und von Promotionsarbeiten (z.B. zur Förderung von Wissenschaftsverständnis durch „Reflexionscafés“, ein auf der World-Cafe-Methode basierendes Diskussionsforum) werden die Konzepte der BaSci-Module kontinuierlich weiterentwickelt.

Doris Elster

## Kontakt



BaSci Lehr-Lern-Labor Biologie Universität Bremen  
Fachbereich Biologie und Chemie, Biologiedidaktik,  
Leobener-Straße 3, NW2, Raum A1290  
28359 Bremen  
Tel.: 0421-21863260  
E-Mail: [doris.elster@uni-bremen.de](mailto:doris.elster@uni-bremen.de)  
<https://blogs.uni-bremen.de/bascilab/>

Fachrichtungen: Biologie, Naturwissenschaften  
Zielgruppen: Sekundarstufe I und II aller Schultypen

# Vom Staunen zum Denken: phaeno Science Center Wolfsburg

## phaeno, die Experimentierlandschaft

Am Anfang steht die Neugier, die zum Forschen und Entdecken einlädt: Den Rodeokreis bändigen, bunte Schatten werfen, die Kugel auch mal bergauf rollen lassen – im phaeno treffen Schülerinnen und Schüler auf vielfältige Phänomene, die sie in Erstaunen versetzen und ihnen Rätsel aufgeben. Es ist dieser Moment, auf den es ankommt: Die plötzliche emotionale Reaktion weckt den Entdeckergeist, passive Verwunderung wird zu aktiver Neugier. Intrinsisch motiviert fangen die Kinder und Jugendlichen an, Fragen zu stellen und nach Antworten und Erklärungen zu suchen – und damit auch zu lernen. Die Schülerinnen und Schüler können durch eigenes Tun naturwissenschaftlich-technische Grunderfahrungen sammeln, ein eigenes Bild von der Welt entwickeln und sich über die Beschäftigung mit den Phänomenen als selbstwirksam und kompetent erleben. Die über 350 Experimentierstationen ermöglichen dabei vielfältige Zugänge – insbesondere für heterogene Lerngruppen: Von der reinen Begegnung über das Anwenden bis hin zum systematischen Untersuchen oder freiem Erkunden der Phänomene findet hier jeder seinen Weg.

## Programme für Schülerinnen und Schüler

phaeno ist ein vom Niedersächsischen Kultusministerium anerkannter außerschulischer Lernort im Rahmen der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). Die Ausstellung wird durch Science Shows und Workshopangebote in vier Besucherlaboren ergänzt, außerdem werden regelmäßig Lehrerfortbildungen zu unterschiedlichen MINT-Themen angeboten. Rund 60.000 Schülerinnen und Schüler besuchen phaeno jedes Jahr, etwa ein Viertel der Lernenden nehmen dabei auch an einem Workshop teil. Inhalte dieser Workshops sind naturwissenschaftliche und mathematische Phänomene sowie technische Umsetzungen mit Alltagsbezug. Die Themen weisen Bezüge zu den Curricula der unterschiedlichen Schulformen und Jahrgangsstufen auf. Das angebotene Programm ändert sich halbjährlich, derzeit sind im Rahmen des Schulprogramms 27 Workshops buchbar.

## Wie viel Kraft hast du?

Ein Beispiel ist der Workshop „Wie viel Kraft hast du?“ für die Jahrgänge 7 bis 10. Im Rahmen dieses Workshops experimentieren die Schülerinnen und Schüler mit verschie-

den Möglichkeiten der Kraftübertragung und lernen so Grundprinzipien der Mechanik kennen. Zunächst messen sich die Jugendlichen im Armdrücken und steigen so in die Thematik ein. Dann steht plötzlich eine Waschmaschine im Weg, die erst zur Seite geräumt werden soll, damit die Lernenden später ausreichend Platz zum Experimentieren haben. In Kleingruppen entwickeln die Schülerinnen und Schüler Ideen, wie sich die schwere Maschine zur Seite räumen lässt, und präsentieren diese im Plenum. Mit jeder Schüleridee rückt die Waschmaschine ein bis zwei Meter weiter, bis sie schließlich ganz aus dem Weg geräumt ist. Ganz intuitiv haben die Lernenden verschiedene Arten der Kraftübertragung genutzt – und können

den dahinterliegenden Prinzipien nun im Rahmen einer Stationsarbeit näher auf den Grund gehen: So beschäftigt sich die Station „Fingerhakeln“ mit dem Phänomen der Gegenkraft. An der Station „Kraftprotz“ erfahren die Jugendlichen am eigenen Leib, welche Auswirkung Hebelarm und Drehpunkt haben können. Die Station „Der Stärkere gibt nach“ zeigt das Wechselwirkungsprinzip nach Isaac Newton auf. An der Station „Gewichtheber“ wird die Funktion eines Flaschenzugs verdeutlicht. Die Station „Wippe“ führt vor, dass Drehmomente aus dem Gewicht und Abstand des Gewichts zur Wippe zu berechnen sind. Und an der Station „Der lange Weg nach oben“ lernen die Mädchen und Jungen das Prinzip der schiefen Ebene kennen. Während der Experimentierphase stehen die Workshop-Leiterinnen und -Leiter für Fragen und Hilfestellungen zur Verfügung, lassen die Teilnehmenden aber ganz bewusst selbstständig experimentieren. In einer abschließenden Besprechung werden gemeinsam offene Fragen und besondere Entdeckungen aus der Experimentierphase geklärt.

*Hannah Ziegler, Mareike Wilms und Alexandra Schautz*



Wie bewege ich eine Waschmaschine ohne viel Kraftaufwand?

Quelle: Janina Snatzke

## Kontakt

**phaeno**  
da staunst du.

phaeno gGmbH  
Willy-Brandt-Platz 1  
38440 Wolfsburg  
Tel.: 05361-890 100  
Fax: 05361-890 10 206  
E-Mail: [entdecke@phaeno.de](mailto:entdecke@phaeno.de)  
[www.phaeno.de](http://www.phaeno.de)  
[www.facebook.com/phaeno](https://www.facebook.com/phaeno)

Fachrichtungen: Naturwissenschaften, Mathematik, Technik  
Zielgruppen: Schülerinnen und Schüler aller Jahrgangsstufen, Kita-Kinder, Lehrkräfte, Referendare, Studierende des Lehramts, Studierende in Wissenschaft und Technik, pädagogische Fachkräfte, Auszubildende, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler



# Die mitochondriale Eva – Entdecke deine Urmutter

## Einleitung

Im *teutolab*-biotechnologie der Universität Bielefeld können Biologiekurse der gymnasialen Oberstufe an ganztägigen Workshops teilnehmen. Der Schülerlaborbesuch dient entsprechend der Zielsetzung klassischer Schülerlabore der Ergänzung des Unterrichts und soll sowohl das Interesse als auch den Wissenserwerb fördern (Haupt et al., 2013). Durch das Experimentieren in einem professionell ausgestatteten Labor können die Schülerinnen und Schüler (SuS) Primärerfahrungen sammeln, die in der Schule in dieser Form nicht möglich sind (Karpa und Merkel, 2015). Es wird Lernen durch aktive Konstruktion in einem problemorientierten Kontext angestrebt (Karpa und Merkel, 2015). Einmalige Besuche mit möglichst enger Verzahnung mit dem Unterricht zeigen bereits positive Effekte, es werden jedoch Mehrfachbesuche empfohlen (Haupt et al., 2013).

Im *teutolab*-biotechnologie standen für die vom Curriculum geforderte Anwendung gentechnischer Methoden bisher drei verschiedene Kontexte für Biologiekurse der Qualifikationsphase 1 zur Auswahl, die sehr positiv evaluiert wurden (Röllke und Grotjohann, 2015). Sie werden durch ein Skript zur Vorbereitung und ein Arbeitsblatt zur Nachbereitung in den Unterricht eingebettet und führen zu einem deutlichen Wissenszuwachs (Röllke und Grotjohann, 2017). Um den Biologiekursen einen weiteren Schülerlaborbesuch in der Q2 zu ermöglichen, wurde das Angebot um einen Workshop aus dem Themenbereich der Evolution erweitert. So thematisiert „Die mitochondriale Eva – Entdecke deine Urmutter“ die Herkunft des Menschen. Wie im Kernlehrplan für die Sekundarstufe II für Gymnasien und Gesamtschulen in Nordrhein-Westfalen vorgesehen, wird hier Evolution als ein dynamischer Prozess dargestellt, der mithilfe von molekularbiologischen Forschungsmethoden belegt ist (MSW NRW, 2014). So werden die Inhaltsfelder Genetik und Evolution miteinander verknüpft.

Im Folgenden sollen die fachlichen Hintergründe sowie die praktische Umsetzung des Workshops vorgestellt werden. Er wurde so konzipiert, dass er als Einstieg in das Thema Humanevolution ohne Vorwissen der SuS durchgeführt werden kann. Zudem soll er durch die praktizierte Anwendung der abiturrelevanten molekularbiologischen Verfahren zur Wiederholung und Vertiefung dienen.

Dies kann im Rahmen eines wiederholten Schülerlaborbesuches geschehen, wird aber nicht vorausgesetzt.

## Fachbiologische Hintergründe

Zur Entwicklung der Hominiden wurden verschiedene Theorien entwickelt, wann welche Arten aus welchen Gründen entstanden sind und wie die Entwicklungs- und somit auch Verbreitungsgeschichte des modernen Menschen verlaufen ist. So postuliert die multi-regionale Hypothese, dass der *Homo sapiens* in verschiedenen Regionen separat aus dem *Homo erectus* evolvierte. Nach der Out-of-Africa-Hypothese dagegen gab es eine große Wanderungswelle von *Homo sapiens* von Afrika über Asien nach Europa, bei der langfristig alle Formen des *Homo erectus* verschwanden (Campbell und Reece, 2003). Aufgrund der Entwicklung molekulargenetischer Methoden wurden in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend aus DNA-Untersuchungen gewonnene Daten in die Evolutionsforschung einbezogen. Hier wurden zunächst Allele von Blutgruppensystemen, HLA-Gene und diverse ausgewählte nukleare Gen-Marker betrachtet (Cavalli-Sforza, Piazza, Menozzi und Mountain, 1988). Besonders klare Hinweise zur phylogenetisch-geografischen Verbreitung liefert jedoch die Analyse mitochondrialer DNA (mtDNA).

Das Genom der Mitochondrien weist im Vergleich zu nuklearer DNA diverse Vorteile für die molekulare Phylogenetik auf: Zunächst einmal wird sie rein mütterlich vererbt. Demnach müssen bei der Erstellung von Stammbäumen exponentiell ansteigende Rekombinationen, die aufgrund des Austausches väterlichen und mütterlichen Erbgutes entstehen würden, nicht berücksichtigt werden. Zudem ist viel Ausgangsmaterial vorhanden, da eine Zelle je nach Funktion mit bis zu 1.000 Mitochondrien ausgestattet sein kann (Knippers, 2006).

Dieses DNA-Molekül ist relativ stabil (Thias, 2008) und kann auch aus fossilen Funden mit geeigneten Techniken extrahiert werden (Sykes und Kamphuis, 2009). Zudem evolviert tierische mtDNA recht schnell (Knippers, 2006). Daher eignet sie sich, Ereignisse in stammesgeschichtlich relativ kurzen Zeiträumen zu rekonstruieren. Dabei müssen abhängig vom untersuchten evolutionären Zeitraum Sequenzen mit der passenden Variabilität ausgewählt werden. Zur Untersuchung stehen 16.569 Basenpaare (bp) zur Verfügung. Für die Analyse der Geschichte der Menschheit ist der D-Loop von besonderer Bedeutung: Er umfasst ca. 1.100 Basenpaare und weist Regionen mit einer besonders hohen Mutationsrate auf (Aquadro und Greenberg, 1983; Horai und Hayasaka, 1990). Es werden zwei hypervariable Regionen unterschieden: Die HV1-Region befindet



Alignment mit MEGA

Quelle: *teutolab*-biotechnologie





Entnahme eigener Mundschleimhautzellen

Quelle: teutolab-biotechnologie

sich an der Position 16024 bis 16365 bp des mt-Genoms und umfasst somit 341 bp. Die HV2-Region ist 267 bp groß, sie befindet sich im Abschnitt von 73 bis 340 bp (Thias, 2008). Die Variabilität dieser Abschnitte ist so groß, dass ihre Untersuchung sich sogar für eine Unterscheidung von Individuen eignet und somit in forensischen Untersuchungen eingesetzt werden kann (Thias, 2008). Zudem sind einheitliche Mutationen in definierten Bereichen bei größeren Bevölkerungsgruppen zu beobachten. Träger der gleichen Mutationen können aufgrund der maternalen Vererbung der Mitochondrien sicher auf die gleiche Mutter zurückgeführt werden. So geben die zu Clustern zusammengefassten einheitlichen Mutationen, die Haplogruppen, Auskunft über eine gemeinsame Herkunft. Die Analyse hypervariabler Regionen der mtDNA von Menschen verschiedener Kontinente zeigt, dass Afrikaner vorwiegend der Haplogruppe L angehören (Torroni et al., 1996) und sich bei den Europäern neun verschiedene Haplogruppen herausgebildet haben (Macaulay et al., 1999; Richards et al., 1998). Aufgrund der Anwendung der Mutationsrate als molekularer Uhr konnte zudem geschlossen werden, dass vor ca. 50.000 Jahren die Divergenz zwischen den Europäern und Afrikanern – und somit die Wanderung – begann (Macaulay et al., 1999). Die molekularbiologischen Untersuchungsergebnisse stützen somit in ihrer Gesamtheit die Annahme, dass der *Homo sapiens* in Afrika seinen Ursprung hat und dann in einer großen Wanderbewegung Europa und die anderen Kontinente besiedelte (Horai et al., 1995).

### Praktische Umsetzung

Durch die Sequenzanalyse der hypervariablen Regionen des D-Loops ist es möglich, jedes heute lebende menschliche Individuum einer Haplogruppe zuzuordnen. In dem hier vorgestellten Workshop „Die mitochondriale Eva – Entdecke deine Urmutter“ können SuS im Schülerlabor selbst die notwendigen Analyseschritte durchführen und sich abschließend einem Haplotyp – und somit ihrer „Urmutter“ – zuordnen.

### DNA-Extraktion

Zunächst wird DNA aus Mundschleimhautzellen isoliert. Dafür wird ein Wattestäbchen verwendet, mit dem gründlich Zellen aus den Innenseiten der Wangen abgerieben werden. Für die anschließenden Extraktionsschritte wird das NucleoSpin Tissue XS-Kit von Macherey-Nagel verwendet. Nach dem „Protocol for buccal swaps“ werden die Zellen unter Verwendung von Puffern und Proteinase K aus den Wattestäbchen gelöst und lysiert. Im Anschluss wird die Probe auf eine Säule gegeben. Die DNA bindet an der Kieselsäuremembran und wird mit verschiedenen Puffern in mehrmaligen Waschschr

gereinigt. Abschließend wird die gereinigte DNA durch einen Nidrigsalzpuffer von der Säule eluiert und kann als Template für die PCR verwendet werden.

### Polymerase-Kettenreaktion (PCR)

Um die hypervariablen Regionen zu amplifizieren, wird eine PCR mit Primern durchgeführt, die spezifisch für die HV1-Region sowie für die HV2-Region binden. Sie wurden mithilfe des Tools „Primerfox“ vom teutolab-biotechnologie designed. Dafür wurde die gesamte Basensequenz des mitochondrialen Genoms aus der Datenbank des National Center for Biotechnology Information (NCBI) heruntergeladen sowie die gewünschten Bereiche eingegeben. Sie wurden bewusst über die hypervariablen Regionen hinausgehend gewählt, da sich dies technisch für die Sequenzierung von Vorteil erwiesen hat. Die hinterlegte Datenssequenz geht auf die erste Sequenzierung des mt-Genoms von *Homo sapiens* zurück. Sie wird entsprechend der wissenschaftlichen Arbeitsgruppe um Anderson, der dies erstmals 1981 gelang, als Anderson-Sequenz bezeichnet und als Referenzsequenz für phylogenetische Untersuchungen verwendet.

Die benötigten Desoxyribonukleotide, Taq-Polymerase und PCR-Puffer werden als



Universität Bielefeld



teutolab biotechnologie

### Mutationen der einzelnen Haplogruppen

| Typ | Name   | Punktmutation                     |
|-----|--------|-----------------------------------|
| H   | Helena | 00073A – Referenzsequenz          |
| V   | Velda  | 00073A – 16.298                   |
| U   | Ursula | 00073G                            |
| K   | Katrin | 00073G – 16.224 – 16.311          |
| J   | Jasmin | 00073G – 16.069 – 16.126          |
| T   | Tara   | 00073G – 16.126 – 16.294          |
| X   | Xenia  | 00073G – 16.223 – 16.278          |
| I   | Ina    | 00073G – 16.129 – 16.223 – 16.391 |
| W   | Wilma  | 00073G – 16.223 – 16.292          |

Gruppen-Nr.: .....

**Zu welcher Haplogruppe gehört meine Sequenz?**

Meine Sequenz hat in der **HV2-Region** an der Position 00073 folgende Base: .....

Meine Sequenz hat in der **HV1-Region** an den folgenden Positionen eine Mutation: .....

**Damit gehört meine Sequenz zur folgenden Haplogruppe: .....**

Arbeitsblatt zur Auswertung

Quelle: teutolab-biotechnologie



Mastermix erworben (von verschiedenen Firmen erhältlich).

Für die PCR werden 2 µl von 10 µmolarem Primermix, 4 µl Mastermix, 2 µl DNA und 12 µl steriles voll-entsalztes Wasser in spezielle PCR-Gefäße zusammen pipettiert. Der Reaktionsmix durchläuft 32 Zyklen mit 30 sec. Denaturierung bei 94 °C, 30 sec. Hybridisierung bei 56 °C und 30 sec. Polymerisation bei 72 °C. Dem Programm ist eine 15-minütige initiale Denaturierung vorgeschaltet sowie eine 5-minütige abschließende Polymerisation nachgeschaltet.

### Gelelektrophorese

Zur Überprüfung der erfolgreichen Amplifikation werden 10 µl der PCR-Produkte in ein 1%-iges Agarosegel pipettiert. Das Gel wird für 20 Minuten bei 110 Volt gefahren. Als Längstandard wird eine „DNA-Leiter“ für den benötigten Molekulargewichtsbereich verwendet. Nach 20-minütiger Färbung mit Gelred sind aufgrund der Auswahl der Primer bei der HV1-Region Banden von 521 bp Größe, bei der HV2-Region von 426 bp Größe entstanden.

### Sanger-Sequenzierung

Da die überschüssigen Primer die Sequenzier-Reaktion stören würden, werden die Proben mit ExoSAP-IT™ aufgereinigt. Jeweils 2 µl des Enzymmixes werden zu 5 µl jeder Probe pipettiert und für 15 Minuten bei 37 °C und weitere 15 Minuten bei 80 °C inkubiert. Anschließend werden die Basenfolgen der amplifizierten DNA-Fragmente im Sequenzierlabor ermittelt, das sich in unmittelbarer Nähe des Schülerlabors im Centrum für Biotechnologie (CeBiTec) der Universität Bielefeld befindet. Durch Aufnahmen des Sequenziergerätes wird den Schülerinnen und Schülern der praktische Ablauf veranschaulicht. Zudem steht zur Veranschaulichung ein Kapillarelektrophorese-Element des Sequencers zur Verfügung.

### Auswertung

Die durch die Sequenzierabteilung zurückgesendete Buchstabenfolge wird mithilfe des Programms Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) ausgewertet. Es dient dem Vergleich von Sequenzen (Alignment) sowie der Erstellung von Stammbäumen. Für die Analyse wurden im Vorfeld Referenzsequenzen für die typischen europäischen Haplogruppen vorbereitet. Zunächst wurde die Anderson-Sequenz aus NCBI heruntergeladen und in das Alignment-Fenster von MEGA eingefügt. Um abgleichen zu können, mit welchem der in Europa charakteristischen Haplotypen die

Basenfolge einer Schülerprobe übereinstimmt, wurden alle Haplotypen als Referenz erstellt, indem die Anderson-Sequenz kopiert und die einschlägigen Mutationen in der HV1-Region nach Richards et al. (1998) eingefügt wurden. Da die HV2-Region lediglich eine Mutation an Position 73 aufweist oder nicht, wurde dieser Bereich als erstes kontrolliert. SuS, bei denen hier Adenin vorliegt, stammen von der Urmutter Velda (Haplotyp V) oder Helena (Haplotyp H) ab. Die Unterscheidung zwischen diesen beiden Typen hängt wiederum von einer möglichen Mutation an Position 16298 ab. SuS, bei denen an Position 73 Guanin vorliegt, stammen von einer der Urmütter Ursula, Katrin, Jasmin, Tara, Xenia, Ina oder Wilma ab. Diese unterscheiden sich untereinander in möglichen Mutationen an drei bis vier Positionen. Je nachdem, welche Mutation vorliegt, kann die Probe einer der Haplogruppen zugeordnet werden. So können sich die SuS selbst einer Urmutter zuordnen.

## Literatur

- Aquadro C.F. und Greenberg B.D. (1983). Human Mitochondrial DNA Variation and Evolution. Analysis of Nucleotide Sequences from Seven Individuals. *Genetics* 103, 287–312.
- Campbell N.A. und Reece J.B. (2003). *Biologie* (Spektrum Lehrbuch, 6. Aufl. [2. dt. Ausg.]). Heidelberg: Spektrum Akad. Verl.
- Cavalli-Sforza L.L., Piazza A., Menozzi P. und Mountain J. (1988). Reconstruction of human evolution. Bringing together genetic, archaeological, and linguistic data. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 85, 6002–6006.
- Haupt O.J., Domjahn J., Martin U., Skiebe-Corrette P., Vorst S., Zehren W. et al. (2013). Schülerlabor – Begriffsschärfung und Kategorisierung. *MNU* 66 (6), 324–330.
- Horai S. und Hayasaka K. (1990). Intraspecific Nucleotide Sequence Differences in the Major Noncoding Region of Human Mitochondrial DNA. *The American Journal of Human Genetics* 46, 828–842.
- Horai S., Hayasaka K., Kondo R., Tsugane K. und Takahata N. (1995). Recent African origin modern humans revealed by complete sequences of hominoid mitochondrial DNAs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 92, 532–536.
- Karpa D. und Merkel M. (2015). Herausforderung außerschulischer Lernort – Theoretische Erkenntnisse und praktische Erfahrungen im Rahmen eines Hochschulseminars. *Schulpädagogik heute*, 6 (11).
- Knippers R. (2006). *Molekulare Genetik*. Stuttgart: Thieme.
- Macaulay V., Richards M., Hickey E., Vega E., Cruciani F., Guida V. et al. (1999). The Emerging Tree of West Eurasian mtDNAs. A Synthesis of Control-Region Sequences and RFLPs. *The American Journal of Human Genetics* 64, 232–249.
- MSW NRW (Hrsg.). (2014). Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen. *Biologie* (Schriftenreihe Schule in NRW, Heft 4722).
- Richards M., Macaulay V., Bandelt H.-J. und Sykes B. (1998). Phylogeography of mitochondrial DNA in western Europe. *The American Journal of Human Genetics* 62, 241–260.
- Röllke K. und Grotjohann N. (2015). Praktikumstag im teutolab-biotechnologie für alle ein Gewinn! Ein Vergleich von Grund- und Leistungskursen. *LeLa magazin* 12, 13–15.
- Röllke K. und Grotjohann N. (2017). Auswirkung der Vor- und Nachbereitung eines Schülerlaborbesuches auf den Wissenserwerb. *Nachwuchskonferenz – „Wissenschaftliche Erforschung und Evaluation von Schülerlaboren“*, Bochum.
- Sykes B. und Kamphuis A. (2009). Die sieben Töchter Evas. Warum wir alle von sieben Frauen abstammen – revolutionäre Erkenntnisse der Gen-Forschung. Bergisch Gladbach: Bastei Lübbe.
- Thias V. (2008). Eine forensische Methode zur Einzelzelluntersuchung mit Sequenzierung des D-Loops der mtDNA. *Dissertation*, Justus-Liebig-Universität. Gießen.

## Diskussion und Fazit

Der dargestellte Workshop wird aufgrund seiner Verknüpfung der Themen Evolution und Genetik von Lehrkräften gern ausgewählt. Die hier dargestellte praktische Umsetzung soll anderen Schülerlaboren als Basis für eine mögliche Aufnahme in das eigene Programm dienen. Das *teutolab*-biotechnologie steht bei Fragen dazu gern zur Verfügung.

**Danksagung:** Das *teutolab*-biotechnologie bedankt sich beim X-Lab Göttingen für die freundliche Zusendung des Schülerskriptes „7 Urmütter“. Hier wird der Kontext unter Anwendung abweichender laborpraktischer Umsetzung bei der DNA-Extraktion und der Analyse der hypervariablen Regionen ebenfalls angeboten.

Kerstin Röllke, Elanor Schrader, Norbert Grotjohann  
Universität Bielefeld  
Universitätsstr. 25, 33615 Bielefeld

# Schülerlabore und eLearning: Wie passt das zusammen?

Digitalisierung ist in aller Munde. Sollten Schülerlabore sie als mühselige Pflicht oder als Chance sehen?

Digitalisierung hat viele Aspekte. So gehört die Verwendung digitaler Geräte zur Durchführung und Datenaufnahme von Experimenten dazu, was Schülerlabore schon lange tun. Dazu gehört auch der Einsatz von interaktiven Bildschirm- und Simulationsexperimenten, was für Schülerlabore zunächst nicht sinnvoll erscheint. Jedoch können sie gefährliche oder ethisch nicht vertretbare Experimente z. B. an Wirbeltieren erlebbar machen. Im NatLab, dem Schülerlabor des Fachbereichs Biologie, Chemie, Pharmazie der Freien Universität Berlin, werden die elektrophysiologischen Antworten von Nervenzellen der Katzenretina auf optische Reize mit Hilfe eines *in silico*-Chips simuliert (Abb. 1). Chip und Reizprogramm stammen aus der Arbeitsgruppe von Prof. Delbruck (Institute for Neuroinformatics, Zürich). An diesem Modell können die Schüler\*innen wie bei „realen“ Experimenten eigene Hypothesen aufstellen, Untersuchungen planen und Daten sammeln. Die meisten Schülerlabor-Experimente sollten selbstverständlich weiterhin real sein.

Digitalisierung bedeutet zudem den Einsatz von digitalen Lehr-Lern-Szenarien sowohl zur Vor- und Nachbereitung des Laborbesuchs als auch zur Datenauswertung und Präsentation während des Besuchs. Im Rahmen einer Masterarbeit wurde ein „technology enhanced textbook“ (tet.folio) entwickelt, das neben benötigtem neurobiologischen Fachwissen auch den Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung vermittelt. Schon vor dem Laborbesuch können Schüler\*innen durch Nutzung des Materials eigene Forschungsideen und -interessen einsenden sowie Experimente selbstständig planen (Abb. 2). Der Vorlauf ermöglicht den Kursbetreuer\*innen, das benötigte Material vorzubereiten und während des Besuchs gezielt auf eventuelle Fehlvorstellungen oder Lücken im wissenschaftlichen Denken einzugehen. Das als „Design-based-Research Modell“ konzipierte Material wurde in diesem Winter von knapp 120 Schüler\*innen getestet. Die Ergebnisse der begleitenden Evaluation werden im Frühjahr 2018 den Lehrkräften vorgestellt, deren Schüler\*innen mit dem Material gearbeitet haben. Zukünftig soll das Material in Form eines regelmäßigen



Abb. 1: Zwei Schülerinnen vom Shadow-Gymnasium Berlin untersuchen die Antworten einer Ganglienzelle der Katzen-Retina mithilfe eines *in silico*-Chips und eines Oszilloskops

Quelle: NatLab/René Mückai

„Runden Tische“ gemeinsam mit interessierten Lehrkräften weiterentwickelt und auf weitere Themen ausgeweitet werden.

Im Rahmen eines DBU-Projekts zu den Metallen der Seltenen Erden wurde neben fünf Experimenten für die Sekundarstufe ein Online-Lernraum nach dem „Flipped Classroom“-Modell entwickelt, da das Thema trotz

seiner Aktualität nicht im Rahmenlehrplan enthalten ist und daher wenig Unterrichtszeit darauf verwendet werden kann. Vorab dienen die frei zugänglichen digitalen Werkzeuge (Abb. 3) der niedrigschwelligen Sensibilisierung der Schüler\*innen für das Labor sowie das Thema, im Nachgang der vertiefenden Reflexion der Versuche. Zur Förderung der



Abb. 2: Technologie-gestütztes Vorbereitungsmaterial für den NatLab-Kurs Neurobiologie. Planung des eigenen Experimentes mit Unterstützung durch Forscher-Tipps

Quelle: NatLab/René Mückai



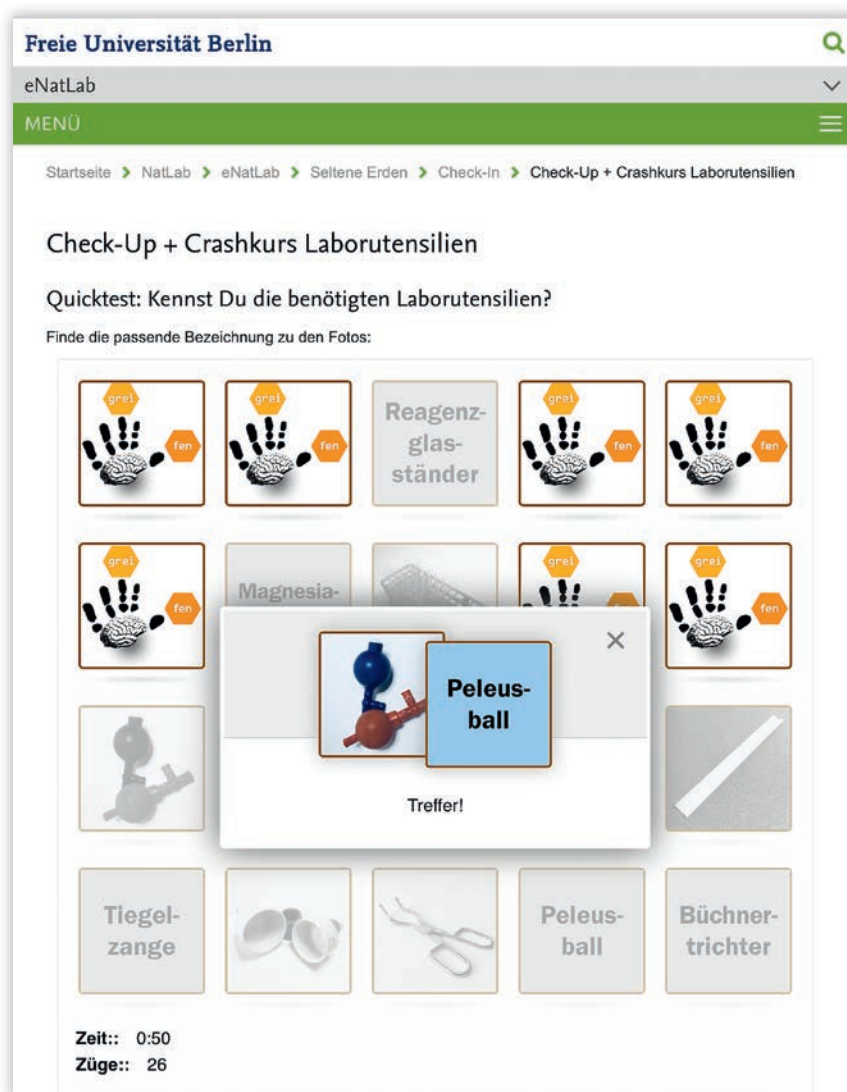


Abb. 3: Beispiel für ein Vorbereitungstool: Memory zu den Laborgeräten

Quelle: NatLab/Ulrike Jeggle

Fach- und Methodenkompetenz werden Hintergrundinformationen zur Verfügung gestellt, anhand derer der Zusammenhang zwischen eigenem Konsumverhalten und dafür benötigten Rohstoffen erarbeitet werden kann. Lehrkräfte werden in verbindlichen Fortbildungen in die Online-Plattform eingeführt und erhalten danach Zugang zum passwortgeschützten Bereich mit ergänzenden Lehrmaterialien.

Seit Herbst 2017 wurde dieses Angebot trotz seines fakultativen Inhalts bereits von über 170 Schüler\*innen genutzt.

Das NatLab hat sich auf den Weg gemacht, digitale Methoden einzusetzen. Trotz des vielversprechenden Starts ist uns bewusst, dass wir noch am Anfang stehen. Es gilt noch viel auszuprobieren und zu optimieren, bis die Potenziale digitaler Medien zur Unterstützung

naturwissenschaftlichen Experimentierens voll genutzt werden können. Unsere Erfahrungen wollen wir – wie wir es auch von Schüler\*innen erwarten – nutzen, um Schlüsse zu ziehen und kreativ unsere digitalen Lehr-Lern-Szenarien zu verbessern.

Petra Skiebe-Corrette, René Mückai,  
Ulrike Jeggle, Katharina Kuse

## Impressum

### Herausgeber

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

### Redaktion

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

### Layout

Ulrike Heinichen, grafitypus

### Bezugsbedingungen

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

### Online

www.lela-magazin.de

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

ISSN 2196-0852

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

# Neue LeLa-Publikation



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

Bei Interesse kann die Publikation bei LernortLabor bezogen werden.

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