

Supplementary Material

Zur Entwicklung von Schülerlaboren – Ein ideologiekritischer Blick auf die Schülerlabor- landschaft in Deutschland und Einordnung der Kölner Schülerlabors

Im Folgenden werden die Struktur des Kölner Schülerlabors „Unser Raumschiff Erde“ und die verschiedenen, regelmäßig im Mittelstufenteil laufenden Projekte vorgestellt.

1. Struktur des Schülerlabors

Um der Notwendigkeit altersspezifischer Methoden und Herangehensweisen Rechnung zu tragen, hat das Schülerlabor innerhalb der Universität verschiedene, sich ergänzende Standorte.

1.1. Mittelstufenlabor der Fachgruppe Didaktiken der Mathematik und der Naturwissenschaften

Der Mittelstufenteil des Schülerlabors ist für Besuche ganzer Klassen bzw. Kurse konzipiert. Hier experimentieren die SchülerInnen in kleinen Gruppen zu je 4-5 Personen in einem eigens eingerichteten Raum typischerweise an einem Vormittag für einen Zeitraum von etwa 4 Zeitstunden. Dabei werden sie von Lehramtsstudierenden betreut.

Im Medienlabor des Instituts für Physik und ihre Didaktik können begleitende Medien zu den behandelten Themenfeldern von den Studierenden erstellt und dann von Lehrkräften und SchülerInnen – vorzugsweise im Rahmen der Vorbereitung des Laborbesuchs – genutzt werden.

1.2. Oberstufenlabor der Fachgruppen Physik und Chemie

Im Oberstufenbereich melden sich die SchülerInnen individuell für mehrtägige Ferienprogramme in den Laboren des Departments für Chemie bzw. der Fachgruppe Physik an. An authentischen Lernorten bekommen sie hier sowohl Eindrücke von aktueller naturwissenschaftlicher Forschung als auch vom universitären Umfeld. Sie arbeiten dabei an leicht vereinfachten Experimenten aus Lehre und Forschung der Arbeitsgruppen der Chemie und der Physik. Ziel dabei ist, moderne Forschungsinhalte, aber auch das Vorgehen in der wissenschaftlichen Forschung an sich, den SchülerInnen altersgerecht zu vermitteln und auch Impulse für die spätere Kurs- und Studienwahl zu geben.

Das Schülerlabor sieht es auch als eine seiner Aufgaben an, besonders Mädchen für naturwissenschaftliches Arbeiten zu begeistern. Bereits in der Mittelstufe setzt z.B. das Projekt „Schnupperuniversität“ an, insbesondere Mädchen für naturwissenschaftliche Kurse in der Schule und dann auch für ein naturwissenschaftliches Studium zu interessieren.

Weitere Infos: www.zdi-schuelerlabor.uni-koeln.de

2. Projektthemen

Mittlerweile sind verschiedene Projektthemen im Schülerlabor etabliert („Klima“, „Wasser“, „Astronomie“, „Verhalten von Insekten“).

Bei einigen Projektthemen – inklusive dem im Folgenden schwerpunktmäßig vorgestellten Klimaprojekt – wechseln die SchülerInnen alle 30-60 Minuten in Kleingruppen zwischen unterschiedlichen Stationen. Die Schulklassen sind in der Regel ca. vier Stunden im Labor; dies reicht oft nicht dafür aus, dass alle Stationen von allen SchülerInnen bearbeitet werden, was die Bedeutung der Nachbereitung an den Schulen zusätzlich steigert.

2.1. Projektthema „Klima“

Themen rund um das Klima und die sich abzeichnenden – wohl mittlerweile nachweislich durch den Menschen verursachten – Klimaveränderungen finden noch zu wenig Eingang sowohl in den Schulunterricht als auch in die Lehramtsausbildung. Das Projekt stellt die hohe und stetig zunehmende umwelttechnische, politische und soziale Bedeutung und den herausragenden Wert unserer irdischen Lebensbedingungen in den Mittelpunkt.

Das Thema Klima ist einerseits im Detail umfangreich und komplex, Klima und Klimawandel sind aktuelle wissenschaftliche Forschungsthemen. Andererseits sind die wesentlichsten für das Klimageschehen verantwortlichen Ursachen und Zusammenhänge für SchülerInnen einfach zu verstehen und bereits in der Sekundarstufe I begrifflich zu machen.

Das Klimaprojekt hat hier nicht zum Ziel, einen Gesamtüberblick über das Thema Klima oder die Diskussion über den Klimawandel zu geben. Stattdessen werden ausgewählte Mechanismen, die auch jenseits der Debatte um den Klimawandel entscheidend für die klimatischen Verhältnisse sind, erarbeitet. Dabei werden an fast allen Stationen exemplarisch Zusammenhänge zwischen verschiedenen Mechanismen behandelt, um z.B. heraus zu arbeiten, wie Gleichgewichte zu Stande kommen. Dies halten die Autoren für entscheidend, um Argumente in der Debatte um den Klimawandel nachvollziehen und bewerten zu können, wozu auch in der Arbeit im Schülerlabor immer wieder angeregt wird.

Zwischen den einzelnen Stationen wird dabei bewusst kein konsekutiver Ablauf verfolgt. Vielmehr wird in Anknüpfung an die Überlegungen Humboldts [1] „Bildung als Dialektik von Entfremdung und Rückkehr aus der Entfremdung“ [2] aufgefasst: An jeder Station werden neue Phänomene und Zusammenhänge „als etwas uns zunächst Unbekanntes

und Fremdes erfahren“ [2] und erarbeitet, um anschließend zurück zu kehren und die neuen Erkenntnisse in die Zusammenhänge des bereits Bekannten einzuordnen. Letzteres wird vor allem durch die Nachbereitung in den Schulen unterstützt. Zusätzlich wird am Ende jeder Station ein Zusammenhang zur nächsten Station für die SchülerInnen hergestellt. Das heißt, die SchülerInnen und betreuenden Studierenden nehmen „das Netz der aufzubauenden Beziehungen an einem Zipfel auf und entfalten [einen Teil davon] schrittweise.“ [3] „Die Erklärung muß [dabei] immer wieder zu den Punkten zurückkehren, an denen sie ein Element stehen gelassen hat, es erneut aufnehmen und von hier aus [das Netz] weiterspinnen.“ [3] Ziel davon ist, „den Schüler zu befähigen, (...) die notwendigen Transformationen, Variationen usw. vorzunehmen. (...) Nur so werden [Operatoren und Begriffe] zu Instrumenten eines lebendigen Denkens.“ [3]

Entsprechend dem tatsächlichen Forschungsstand wird das Thema Klima nicht als ausgeforschtes Gebiet präsentiert, in dem sich die BetreuerInnen perfekt auskennen. Dementsprechend haben sie beim Faktenwissen zwar einen gewissen Vorsprung, vor allem aber machen sich SchülerInnen und Studierende gemeinsam ein relevantes Thema zu eigen. Die Studierenden zeigen den SchülerInnen dabei, wie man, obwohl vieles ungeklärt ist, mit Hilfe von meist qualitativen, globalen Methoden der Naturwissenschaften zu sicheren Aussagen kommen kann.

Dabei hat sich insbesondere die Argumentation mit Erhaltungssätzen bewährt. Die Arbeit mit Erhaltungssätzen ist eine wichtige Methode der Physik, deren Potenzial für intuitives, sowohl qualitatives wie auch quantitatives Arbeiten mit nur minimalen mathematischen Vorkenntnissen in der Schule zu selten ausgeschöpft wird. Bei genauerem Hinschauen sind Erhaltungsgrößen auch in anderen Naturwissenschaften von zentraler Bedeutung.

Im Folgenden werden die am häufigsten bearbeiteten Stationen vorgestellt.

2.1.1. Sonne und Strahlung

An der Station „Sonne und Strahlung“ wird Licht als Energieträger und Analysewerkzeug kennen gelernt. Dazu werden Lichtsorten, Absorption und Emission behandelt. Sämtliche Wellenphänomene und die zugehörigen Fachbegriffe (v.a. Wellenlänge, Frequenz) werden ausgeklammert und vor allem das Verhältnis von Energie, Lichtintensität und Lichtsorte erarbeitet. Dazu werden Experimente zur Aufspaltung, Mischung und Filterung von Licht durchgeführt und mit Handspektroskopen verschiedene Lichtquellen inklusive der Sonne als Motor für das gesamte Klimageschehen analysiert.



Abb.: Analyse eines Natrium-Spektrums

2.1.2. Jahreszeiten, Klimazonen und Konvektion

An einem Modell mit einer Lampe als Sonne und einem Globus, an den sich eine Solarzelle anheften lässt, werden die Jahreszeiten und der Strahlungshaushalt der Erde simuliert. Durch die Erarbeitung der Konvektion von Luft und Wasser (auf Grund der Temperaturabhängigkeit der Dichte) und der Erddrehung wird der Zusammenhang zu Winden und Meeresströmungen hergestellt, wobei sich die verschiedenen Klimazonen ergeben. Hierbei spielt die Argumentation mit Erhaltungsgrößen verschiedener Art eine große Rolle: Energieerhaltung beim Strahlungshaushalt der Erde; Drehimpulserhaltung als Grund für die konstante Ausrichtung der Erdachse beim Erarbeiten der Jahreszeiten.

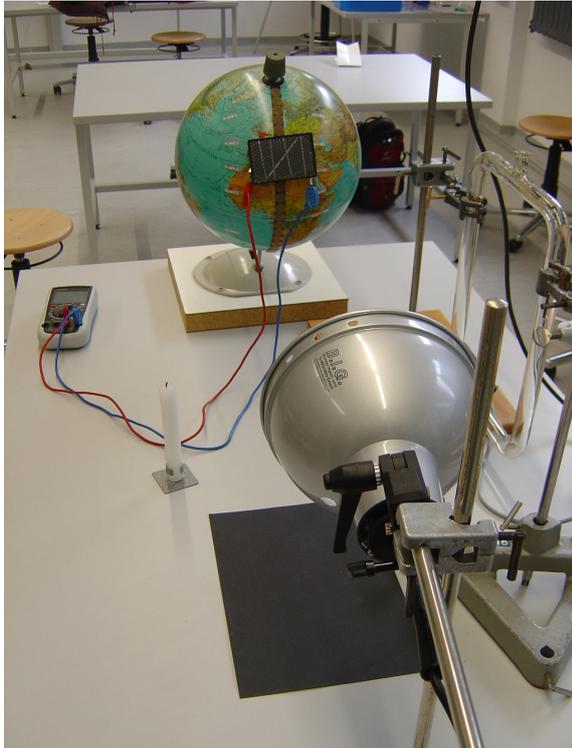


Abb.: Modell zur Erarbeitung der Jahreszeiten und Klimazonen

2.1.3. Photosynthese und Pflanzenwachstum

Bei einer schnell wachsenden Wasserpflanze wird die Sauerstoffentwicklung unter verschiedenen Einstrahlungsbedingungen und verschiedenen Lichtsorten untersucht. Zudem wird Pflanzenwachstum unter verschiedenen klimatischen Bedingungen studiert. Damit werden entscheidende Prozesse kennen gelernt, die einen Zusammenhang zwischen Energiehaushalt, Atmosphärenzusammensetzung und Vegetation auf der Erde herstellen.



Abb.: Vergleich von Pflanzenwachstum

2.1.4. Dendrochronologie

Entscheidende Erkenntnisse über die effektiven Zusammenhänge beim Klima stammen aus der Auswertung der Klimageschichte. Sie ist zudem Testszenario von Klimasimulationen. An dieser Station wird die Dendrochronologie als Methode zur Rekonstruktion des Regionalklimas kennen gelernt. Dazu wer-

den die Jahresringe im Querschnitt verschiedener Hölzer analysiert und Niederschlags- und Temperaturverhältnisse rekonstruiert. Als Exkurs wird außerdem die Dendrochronologie als Werkzeug zur regionalen Zuordnung und Datierung archäologischer Funde besprochen.

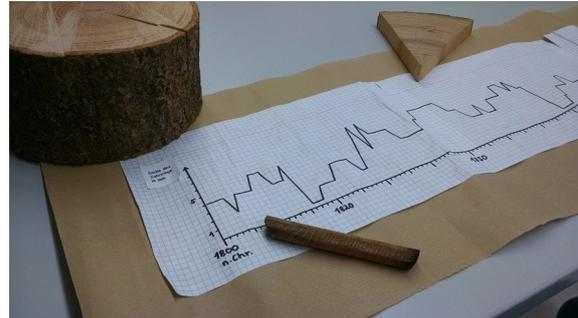


Abb.: Rekonstruktion der lokalen Klimageschichte mit Hilfe von Holzstücken

2.1.5. Pollen als Klimaboten

Eine weitere Methode zur Rekonstruktion der Klimageschichte ist die Analyse der Pollenvorkommen in Sediment-Bohrkernen aus dem Boden eines Sees mit Hilfe mikroskopischer Beobachtung. Sie ermöglicht die Rekonstruktion der längerfristigen Geschichte der Vegetation.

2.1.6. Klimagase

An dieser Station wird im ersten Teil die Absorption von Infrarotlicht durch CO_2 untersucht und an Hand der historischen Entwicklung der Durchschnittstemperatur auf der Erde und geschichtlicher Ereignisse wie Völkerwanderung etc. die Bedeutung selbst geringer Änderungen der Durchschnittstemperatur diskutiert. Andererseits wird der anthropogene Treibhauseffekt vor allem durch CO_2 , Methan und Abgase ins Verhältnis zum natürlichen (v.a. durch Wasserdampf und ebenfalls CO_2 angetriebenen) Treibhauseffekt gestellt. Der Laborversuch hierzu wird u.a. von Kriechenbauer und Wiesner [4] beschrieben; zu bewertendem Lernen in diesem Kontext siehe [5].



Abb.: Untersuchung der Löslichkeit von CO_2 in Wasser

Im zweiten Teil der Station wird die Bedeutung der Ozeane als CO_2 -Speicher und die Gefahr einer Ket-

tenreaktion durch Freisetzung des gelösten CO₂ bei Erwärmung der Ozeane diskutiert.

2.1.7. Gewitter

An dieser Station wird das Zustandekommen von Ladungstrennung beim Gewitter durch Kontaktelektrizität bei stark konvektierenden, feuchtigkeitsgesättigten Luftmassen studiert. Hierbei wird die Abhängigkeit der Entstehung von Unwettern durch starke Luftströmungen heraus gearbeitet (und damit an die Station Jahreszeiten, Klimazonen und Konvektion angeknüpft). Außerdem werden mit Hilfe einer Influenzmaschine erzeugte Blitze untersucht. Dabei wird dabei die Bedeutung von Phänomenen thematisiert, die auch an anderen Stationen vorkommen. An der gesamten Station, aber besonders bei der Besprechung der Kontaktelektrizität, spielt die Ladungserhaltung eine Schlüsselrolle in der didaktischen Reduktion.

2.2. Weitere Projektthemen

Die oben erwähnten weiteren Projektthemen sollen hier nur kurz angerissen werden:

2.2.1. „Astronomie“

Hier stehen die Suche nach und die Voraussetzungen für Leben auf Exoplaneten im Vordergrund. Es werden insbesondere folgende Themen adressiert: Sonne und Strahlungsarten, das Auffinden von Exoplaneten, Planetenatmosphären und Sonnenbeobachtung. Für die unteren Jahrgangsstufen (6-8) werden neben der Thematisierung von Sonnenstrahlung, Jahreszeiten und Mondphasen Sonnenuhren oder einfache Fernrohre gebaut und Sternbilder betrachtet. Die vollständig ausgearbeitete und erprobte zu Exoplaneten wird von Küpper und Schulz in [6] beschrieben.

2.2.2. „Wasser“

Bei diesem Experimentiertag geht es um das Thema „Sauberes Wasser“. Die konkrete Problemstellung ist die Reinigung eines Abwassers. Die SchülerInnenengruppen arbeiten nicht an Stationen, der Lösungsweg wird vollkommen offen gehalten. An einer Materialtheke werden verschiedene Labormaterialien zur Verfügung gestellt, aus denen die SchülerInnen frei wählen können. Die betreuenden StudentInnen stehen zur Diskussion und Beratung zur Verfügung. Eigene Lösungsstrategien zu entwickeln, aus Fehlwegen zu lernen und die Freude am selbständigen, freien Experimentieren, stehen dabei im Mittelpunkt des Projekttages.

2.2.3. „Verhalten von Insekten“

Die zentrale Frage dieses Experimentiertages ist: Was macht ein Verhaltensforscher? Im Mittelpunkt des Interesses stehen dabei Insekten. Die SchülerInnen erlernen hier nicht nur den fachgerechten Umgang mit den Tieren, sondern auch wichtige verhaltensbiologische Methoden: der Umgang mit Lupe und Mikroskop, das Anfertigen wissenschaftlicher Zeichnungen, das Beobachten der Tiere und das Protokollieren anhand eines Ethogramms. Komplettiert wird der Workshop mit eigenen Experimenten mit den (lebenden) Grillen, Gottesanbeterinnen und Stabschrecken.

3. Literatur

- [1] Humboldt, W. v. (1986): Theorie der Bildung des Menschen. Bruchstück. I. Klassische Problemformulierungen. In: Tenorth, H.-E. (Hrsg.): Allgemeine Bildung: Analysen zu ihrer Wirklichkeit. Versuche über ihre Zukunft. Weinheim/München: Juventa-Verlag

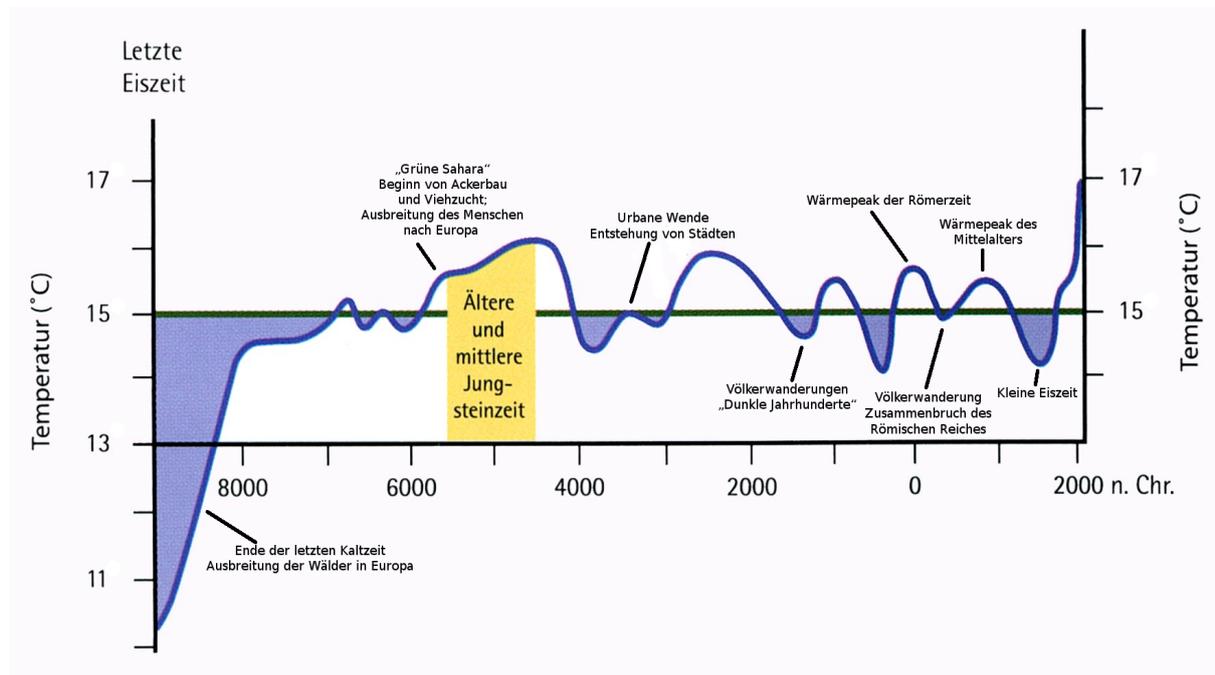


Abb.: Temperaturentwicklung im Holozän, bis etwa 1850 durch astronomische Phänomene dominiert. Quelle: Fehler: Verweis nicht gefunden, S.54, Abbildung 1; Beschriftung ergänzt

- [2] Benner, D. (1995): Wilhelm von Humboldts Bildungstheorie. Eine problemgeschichtliche Studie zum Begründungszusammenhang neuzeitlicher Bildungsreform. 2. Auflage, Weinheim, München: Juventa-Verlag, S. 107
- [3] Aebli, H. (1997): Grundformen des Lernens. 10. Auflage, Stuttgart: Klett, S. 201 ff.
- [4] Kriechenbauer, C., Wiesner, H. (2010): Treibhauseffekt in der Wasserflasche. In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 59, 2, S. 40-41
- [5] Höttecke, D., Mrochen, M. (2010): Bewerten Lernen im Treibhaus, Physikalisches Wissen beim Bewerten und Entscheiden nutzen. In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 59, 2, S. 26-35
- [6] Küpper, A.; Schulz, A. (2017): Schülerinnen und Schüler auf der Suche nach der Erde 2.0 im Schülerlabor der Universität zu Köln. In: Astronomie und Raumfahrt im Unterricht, 54, 1, S. 40-44