

Hochschule macht Schule – vom Forschungsexperiment zum Schulexperiment

Ingeborg Heil, Martin Wüller, Johannes Bohrmann

RWTH Aachen, Inst. für Biologie II, Abt. Zoologie und Humanbiologie, Mies-van-der-Rohe-Str. 15, 52074 Aachen, heil@bio2.rwth-aachen.de

Einleitung

Aktuelle universitäre Forschung findet nur selten den Weg in die Öffentlichkeit und - wenn überhaupt - nur nach langer Zeit in den Unterricht. Dabei implizieren gerade aktuelle biologische Forschungsthemen Aspekte, die im Sinne der *scientific literacy* relevant sind: Kontext- und Problemorientierung, Interdisziplinarität, konkrete Anwendungsbezüge, experimentelles Vorgehen und wissenschaftlichen Diskurs. Sie können also einen Beitrag zur Förderung konzept- und prozessbezogener Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern leisten. Voraussetzung ist eine entsprechende didaktische Konstruktion, indem sie zu neuen Schulexperimenten weiterentwickelt werden.

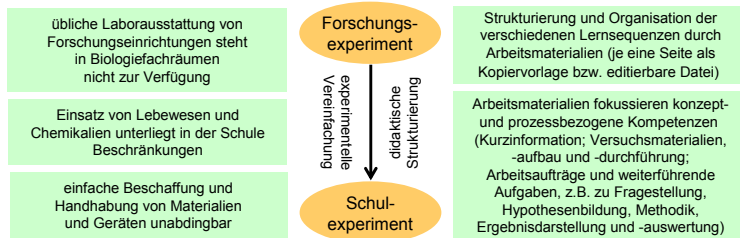
Zielsetzung

- universitäre Forschungsexperimente stehen Pate für die Entwicklung neuer experimenteller Lehr-Lern-Umgebungen, insbesondere für die Sekundarstufe II
- Fokus der Entwicklungsarbeiten: Möglichkeiten der experimentellen Umsetzung am Lernort Schule, Lehrerhandreichung (fachliche Klärung), Wissenschaftspraxisorientierte Unterrichtsmaterialien (didaktische Strukturierung)
- Multiplikation und Evaluation durch Lehrerfortbildungen: Eingang in die Unterrichtspraxis, Beitrag zur Unterrichtsentwicklung

Entwicklungsansatz

- Entwicklung neuer Schulexperimente in enger Kooperation von Fachdidaktik und Fachwissenschaft und unter Beteiligung von Lehrenden aus der Schulpraxis sowie Schülerinnen und Schülern
- Prämisse: *keine* zusätzlichen Lehr-Lern-Angebote, sondern Unterrichtskonzepte, die curricular ohnehin festgelegte Kompetenzen in einem größeren Zusammenhang mit experimentellem Schwerpunkt integrieren
- Ausgangspunkt: *nicht* bestimmte fachliche Kontexte der Fachwissenschaft, sondern obligatorische Themen der S II, für die ein geeigneter universitärer Forschungsgegenstand zunächst gefunden werden muss (umweltlicher, gesellschaftlicher oder individueller Zusammenhang als Voraussetzung)
- Anforderungen: praktisch-methodische Vereinfachung des Forschungsexperiments als wesentliches Kriterium für die unterrichtliche Umsetzbarkeit als Schulexperiment; Arbeitsmaterialien, die einen möglichst selbstständigen Lernprozess v.a. in den experimentellen Phasen erlauben, Lehrerhandreichung, die den Lehrenden die fachliche Klärung liefert
- Bereiche: Mikrobiologie (Wockelmann 2008), Ökotoxikologie (Wüller et al. 2008a), Neurophysiologie (Wüller et al. 2008b), Bionik (Wüller et al. 2009)

Vom Forschungs- zum Schulexperiment: Elemente der didaktischen Konstruktion



Beispiel für die Realisierung

Die antimikrobielle Wirkung von Alicin aus Knoblauch

Forschungsansatz: An der RWTH Aachen wird die Wirksamkeit von Alicin und verwandter Substanzen als Pflanzenschutzmittel untersucht. Alicin ist ein schwefelhaltiger Inhaltsstoff des Knoblauchs *Allium sativum*, der in den Zellen nach einer Verletzung gebildet wird. Man hofft, durch die Analyse der natürlichen Abwehrstoffe des Knoblauchs und anderer Pflanzen und Pilze neue Pflanzenschutzmittel entwickeln zu können. So sollen durch tierische und mikrobielle Schädlinge bedingte Ernteauffälle verhindert und Resistenzreaktionen gegenüber Pflanzenschutzmitteln reduziert werden.

Thematische Einordnung nach EPA (KMK 2004): Funktionszusammenhänge und deren molekulare Grundlagen (hier v.a. Zellbiologie und Physiologie): Bau und Funktion von Zellen, Stoff- und Energiewechsel, Enzymatik, Anwendungen moderner biologischer Erkenntnisse (hier: Pflanzenschutz)

Schulversuch: Wirkung von Alicin aus Knoblauch auf Bäckerhefe

Schwerpunkte: Plattendiffusionstest als Bioassay, Mathematisierung der Ergebnisse

Experimentelle Vereinfachungen des Forschungsexperiments bei der Konstruktion des Schulexperiments (Auswahl)

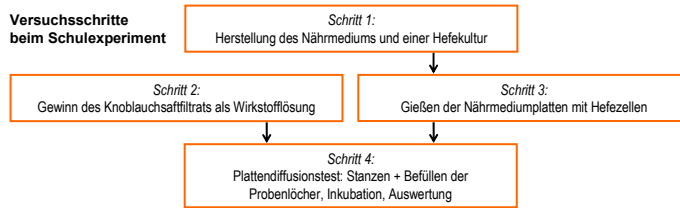
Forschungsexperiment	Schulexperiment
<ul style="list-style-type: none"> pathogene Mikroorganismen laborübliches Nährmedium Laborgeräte, z.B. <ul style="list-style-type: none"> Autoklav Wärmeschrank mit Schüttelinkubator Mikroliter-Pipetten 	<ul style="list-style-type: none"> Bäckerhefe (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) Zuckerrübensirup + Agar Agar Haushaltsgeräte, z.B. <ul style="list-style-type: none"> Knoblauchpresse Küchensieb Schnellkochtopf Geräte aus dem Biologie-/Chemieraum, z.B. <ul style="list-style-type: none"> Trockenschrank Wasserstrahlpumpe standardisierte Verfahren mit einfachen Hilfsmitteln, z.B. 100 µL ≈ 5 Tropfen (Pasteurpipette)

Im Forschungsexperiment (links) und im Schulexperiment (rechts) verwendete Geräte und Materialien



Durchführung am Städtischen Gymnasium Alsdorf (Grundkurs Biologie, Jg. 12)

- Herstellen des Zuckerrübensirupnährmediums
- Abmessen des Nährmediums vor dem Plattengießen
- Stanzten der Probenlöcher
- Ergebnis des Plattendiffusionstests
- Ausmessen des Hemmhofdurchmessers



Arbeitsmaterial zu den Versuchsschritten 3 und 4

PG Scherpapierarbeiten: Antimikrobielle Wirkung von Alicin aus Knoblauch auf Hefezellen

Kurzinformation: Die Herstellung von Hefezellen ist zu machen, werden Nährmediumplatten gegeben, welche möglichst gleichzeitig mit Hefezellen besetzt sind. Diese können bei späterem Wachstum im Medium einen decken, das Medium vollständig durchdringen lassen. Die Herstellung des Nährmediums erfolgt wasserseitig auf den Medien, die durch das Hefezellenwachstum bedingt sind.

Versuchsmaterialien:

- 100 µL = 5 Tropfen des Pasteurpipette
- 100 µL = 5 Tropfen des Hefezellen

Durchführung:

- Das Petri-Plattchen stellt abgeben zu können, wird der Arbeitsplatz mit 70%igen Ethanol gereinigt und danach (1) ein Braunerreagenzglas in mindestens 5 cm Abstand.
- Je einem Becherglas mit 100 ml Zuckerlösung und 100 ml Wasser.
- 3 Liter Wasser werden in 4 Liter Agar Agar Pulver hinzugegeben. Das Gemisch wird anschließend unter Aufsicht zum Sieden gebracht (Kochzeit ca. 3 min).
- 100 µL (5 Tropfen) Hefezellen werden in die Pasteurpipette gegeben.
- Sobald das Zuckerlösungsgemisch auf 80 °C abgekühlt ist, werden mit dem Standzylinder 10 ml Nährmedium abgemessen und in vier getriggerten Schälchen in diese abgemessen.
- Die zur vollständigen Anhebung des Nährmediums verbleiben die Petri-Platten mit richtig aufgesetztem Deckel in der Nähe des Becherglases.

Aufträge:

- Füllen Sie die Schritte 1 bis 6 aus und gießen die Nährmediumpellets.
- Experiment Sie, weshalb entgegen den Angaben der Kurzinformation aus Schritt 5 das Mischen nur auf 80 °C abgekühlt wird.

→ LS

Scherpapierarbeiten: Antimikrobielle Wirkung von Alicin aus Knoblauch auf Hefezellen

Kurzinformation: Wie die in Abb. 1 dargestellten Fraktionierung kann die Alicin-Konzentration des eingesetzten Knoblauchaffiltrats bzw. der Verdünnungen aus dem entsprechenden Hefezellenkulturschritt bestimmt werden.

Heute wird zunächst der Wert des Hemmhofdurchmessers logarithmiert und als y-Wert in die Funktionsgleichung eingesetzt. Die gemessene Alicin-Konzentration x-Wert kann anschließend durch die Umformung der Gleichung berechnet werden.

Beleggleichung: Die folgende Beleggleichung zeigt die konkrete Berechnung der unbekannten Alicin-Konzentration eines Knoblauchsaffiltrats aus einem Hemmhofdurchmesser von 22 mm.

$$y = 0.0119x + 1.3019$$

$$R^2 = 0.9073$$

Aufträge:

- Werten Sie die Versuchsgabe aus.
- Berechnen Sie die Alicin-Konzentration des hergestellten Knoblauchsaffiltrats und der drei Verdünnungen.

Diskussion

Kriterien bei der Beurteilung und Auswahl von experimentellen Lehr-Lern-Umgebungen in der Schulpraxis

Curriculare Passung	Der ausgewählte aktuelle Forschungskontext erfüllt die thematische und methodische Obligatorik des Lehrplans.
Didaktische Strukturierung	Wissenschaftliches Experimentieren von Schülerinnen und Schülern kann modellhaft und exemplarisch initiiert werden.
Rahmenbedingungen des Lernortes Schule	Die Umsetzung im Biologiefachraum ist ohne großen apparativ-methodischen und organisatorischen Aufwand möglich.
Arbeitsmaterialien (Lehrerhandreichung, Schülerarbeitsblätter)	Eine effiziente und ökonomische Unterrichtsvorbereitung ist möglich. (z.B.: Es gibt konkrete Anleitungen zu Materialien, Geräten und möglichem Unterrichtsverlauf sowie Kopiervorlagen. Die fachliche Klärung ist gegeben.)

Ausblick

- Lehrerfortbildungen:
- Durchführung, Erprobung und Evaluation der experimentellen Lehr-Lern-Umgebungen durch Kolleginnen und Kollegen aus der Schulpraxis
 - Erweiterung der Handlungskompetenz von Lehrenden und damit Realisierung im Lehralltag
 - Optimierung der bereits erstellten sowie Auswahl und Ausgestaltung weiterer Schulexperimente