

Forschen, Lernen und Lehren im Schülerlabor

Das Goethe-BioLab verbindet attraktive Lernangebote mit didaktischer Forschung



Arten- und Naturschutz spannend vermitteln: Lehramtsstudierende und Mitarbeiter der Didaktik der Biowissenschaften gestalten Aktionstage zum Thema »Biologische Vielfalt erleben« im Opel-Zoo Kronberg. Schülerinnen und Schüler werden dabei zu selbständigem Forschen angeleitet.

von Paul Dierkes

Der Wissenstransfer aus Forschung und Wissenschaft in die Schule sowie der direkte Kontakt zu Schülerinnen und Schülern stellt für die Didaktik der Biowissenschaften der Goethe-Universität ein wichtiges Ziel dar. Aus diesem Grund wurde 2008 das Schülerlabor »Goethe-BioLab« am Campus Bockenheim eingerichtet, in dem Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, mit modernen Forschungsmethoden zu arbeiten, eigenständig Experimente durchzuführen und einen Einblick in die Forschungstätigkeiten des Fachbereichs Biowissenschaften zu gewinnen. Die Angebote richten sich an ein breites Publikum: In den vergangenen zwei Jahren haben 1900 Schülerinnen und Schüler – von der Grundschule bis zur Oberstufe – Veranstaltungen des Goethe-BioLabs besucht.

Das Lernen außerhalb des Klassenraums unterscheidet sich in vielen Faktoren vom schulischen Lernen. Im Goethe-BioLab finden Schülerinnen und Schüler eine anregende, authentische Lernumgebung vor, in der das selbstständige Experimentieren einen Kernpunkt darstellt. Angebote hierzu gibt es zu vielen biologischen Themenbereichen. Die Schülerlabortage werden durch wissenschaftliche Hausarbeiten und im Rahmen von Promotionen wissenschaftlich begleitet. Die fachdidaktische Forschung versteht sich hierbei als Entwicklungsforschung, die innovative Lernkonzepte für das Schülerlabor erarbeitet sowie deren Qualität durch eine Evaluation sichert und weiterentwickelt. Neben einer rückblickenden Wirkungskontrolle werden hierbei inhaltsbezogene und prozessbezogene Variablen ermittelt, die bei den Schülerinnen und Schülern das Interesse und die Motivation für das Fach Biologie nachhaltig fördern. Die Ergebnisse werden zur Überprüfung und Anpassung der eigenen Veranstaltungen genutzt, ermöglichen aber auch umfassendere Aus-

gen zur sinnvollen Gestaltung von außerschulischen Lernkonzepten und -umgebungen.

Effektivität außerschulischen Lernens

Studien zur Effektivität außerschulischen Lernens sind bislang nur wenig zu finden, eine vergleichende Übersicht hierzu wurde 2009 von C. Pawek vorgelegt.¹⁷ Die ersten empirischen Ergebnisse zeigen jedoch, dass das reine Experimentieren im Schülerlabor nicht unmittelbar eine langfristige Förderung von Interesse und Motivation gegenüber naturwissenschaftlichen Fächern hervorruft. Vielmehr scheinen hier die eigenständige Auseinandersetzung mit experimentellen Inhalten und Apparaturen sowie die zielgerichtete Vor- und Nachbereitung des Besuchs am außerschulischen Lernort zur Verbesserung beizutragen. Vor- und Nachbereitung sind allerdings zeitintensiv, finden in der Schule statt und sind daher für viele Schülerlabore kaum zu verwirklichen. Um diese Lücke dennoch zu schließen, werden im Goethe-BioLab interaktive E-Learning-Module zur zielgerichteten Vor- und Nachbereitung eingesetzt. Erste Module zu molekularbiologischen und neurobiologischen Schülerlabortagen sind bereits fertiggestellt und werden in nächster Zeit auf ihre Wirkung hin evaluiert. Enthalten sind Informationen zur Goethe-Universität, interaktive Selbstlernmodule mit wichtigen Fachinhalten und Hinweise zum sicheren Arbeiten im Labor (Texte, Flash-Animationen). Bei komplexen Arbeitsabläufen, die beispielsweise bei den molekularbiologischen Versuchen zum genetischen Fingerabdruck vorkommen, werden kurze, vertonte Filmsequenzen und Animationen zur Visualisierung der Versuchsschritte eingesetzt, in denen dynamische Prozesse optimal dargestellt werden können. Um sicherzustellen, dass die Inhalte von den Schülerinnen

und Schülern durchgearbeitet und verstanden werden, durchlaufen diese am Ende ein Abschlussquiz. Die E-Learning-Module sollen Lehrkräfte dabei unterstützen, Schülerinnen und Schüler optimal und effizient auf den Besuch des Goethe-BioLabs vorzubereiten sowie nach dem Besuch die erarbeiteten Ergebnisse einfach im Regelunterricht aufzugreifen und nachbereiten zu können.

Experimente für den Biologieunterricht – Die Oberstufe im Fokus

Einen Schwerpunkt setzt das Goethe-BioLab mit Angeboten für Schülerinnen und Schüler der Oberstufe im Bereich Zellbiologie, Molekularbiologie, Evolution und Neurophysiologie. Warum sind gerade Angebote für die Oberstufe wichtig? Eigene empirische Untersuchungen im Rahmen von schulpraktischen Studien zeigen, dass das Experimentieren im Schulfach Biologie in höheren Klassen eine seltene Arbeitsweise darstellt. An Gymnasien werden Experimente in den Klassen 5 bis 7 noch relativ häufig durchgeführt (12 bis 23 Prozent von 330 beobachteten Schulstunden). In den Klassen 9 bis 13 sinkt der prozentuale Anteil im Unterricht auf 6 bis 10 Prozent (428 beobachtete Schulstunden). Die selbstständige Durchführung der Experimente durch die Schülerinnen und Schüler ist ebenfalls nicht die Regel: Nur 29 Prozent aller Experimente erfolgen in Einzel- oder Partnerarbeit, wohingegen die Arbeit in größeren Gruppen (34 Prozent) oder das Demonstrationsexperiment durch die Lehrkräfte (37 Prozent) häufiger anzutreffen sind. Ein ähnliches Bild vermittelt die Befragung von Studienanfängern im Fach Biologie. Auf die Frage »Wie groß war der Anteil des Experimentalunterrichts in Ihrem Biologieunterricht der Oberstufe?« stuften 71 Prozent der Befragten den Anteil als gering oder sehr gering ein (139 Befragte). Die Gründe für den geringen Anteil des schülerorientierten Experimentalunterrichts in der Oberstufe sind vielschichtig, wobei die fehlende apparative Ausstattung in Schulen und die zeitintensive Vorbereitung durch die Lehrkräfte eine wichtige Rolle spielen.

In der Abteilung für Didaktik der Biowissenschaften wird versucht, diesen Schwierigkeiten gezielt durch folgende Maßnahmen entgegenzuwirken: 1. Die Entwicklung und Evaluation von Lern- und Experimentierkoffern für die Schulpraxis. 2. Die Entwicklung, Durchführung und Evaluation von Schülerlabortagen, in denen Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, selbstständig oberstufenrelevante Themen experimentell zu erschließen und mit modernen Forschungsmethoden zu arbeiten.

Beide Strategien sind mittlerweile erfolgreich angelaufen: Im Rahmen seiner Promotionstätigkeit entwickelte und evaluierte Marc Grahmann, pädagogischer Mitarbeiter in der Abteilung für Didaktik der Biowissenschaften, den GeniE-Lernkoffer (**Genetik im Experiment**) – der als kostengünstiger, molekularbiologischer Experimentierkoffer im Regelunterricht der Schule oder an Projekttagen einsetzbar ist.  Die finanzielle Förderung des Konzepts durch das Hessische Kultusministerium ermöglichte die Erstellung von 100 GeniE-Lernkoffern, die nun für den schulischen Einsatz zur Verfügung stehen. Eine Einführung in das GeniE-Konzept erfolgt im Rahmen von Lehrerfortbildungen. Auch an Schülerlabortagen, die von der Ber-



tha Heraeus und Kathinka Platzhoff Stiftung sowie der Firma Merck gefördert werden, haben Lehrkräfte die Möglichkeit, das Konzept zu prüfen und Schülerinnen und Schüler beim selbstständigen Experimentieren zu beobachten. Weitere Experimentierkoffer werden derzeit entwickelt.

Spezielle Schülerlabortage, in denen der selbstständige Umgang mit modernen Forschungsmethoden im Vordergrund steht, gibt es ebenfalls zu verschiedenen Themenbereichen. Im folgenden Abschnitt wird ein solcher Tag exemplarisch vorgestellt.

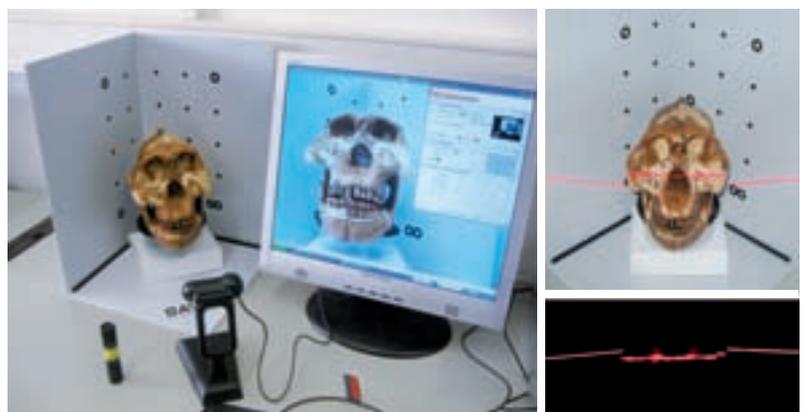
3D-Scanning im Schülerlabor – Paläoanthropologische Forschungsmethoden zum Anfassen

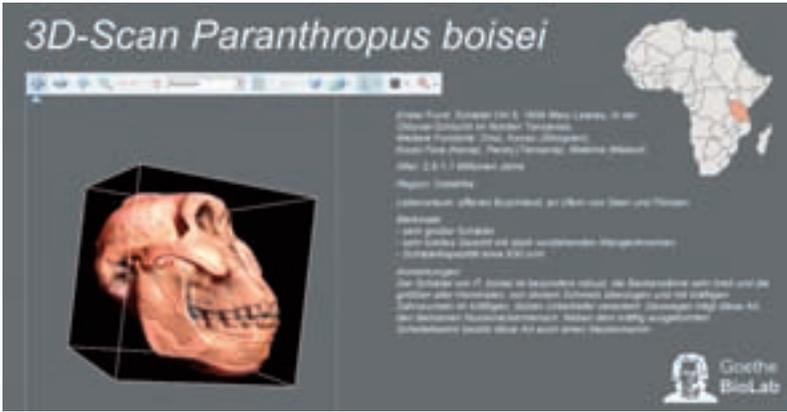
Die Forschung in der Paläoanthropologie spielt für das Schulfach Biologie eine wichtige Rolle, da sie die wissenschaftliche Grundlage für Erkenntnisse zur Stammesgeschichte der Menschen bildet und somit einen entscheidenden Beitrag zum Verständnis unserer eigenen Evolution leistet. Paläoanthropologische Forschungsmethoden bleiben im schulischen Kontext meist unberücksichtigt. Im Rahmen eines Schülerlabortages wurde versucht, diese Problematik durch den schülergerechten Einsatz von 3D-Scanning-Verfahren zu lösen und paläoanthropologische Forschungsmethoden somit für Schülerinnen und Schüler nicht nur zu veranschaulichen, sondern auch tatsächlich erlebbar zu machen.

Paläoanthropologische Funde sind meist sehr selten und wertvoll. Eine berührungs- und zerstörungsfreie Dokumentation mit Hilfe von 3D-Scanning-Verfahren besitzt daher in der paläoanthropologischen Forschung einen hohen Stellenwert, damit Daten fossiler Funde unter Wissenschaftlern ausgetauscht und dreidimensionale Datensätze in Objekt-Datenbanken verfügbar gemacht werden können. Darüber hinaus können

 E-Learning-Module dienen zur gezielten Vor- und Nachbereitung von Schülerlabortagen und ermöglichen Schülerinnen und Schülern eine eigenständige Auseinandersetzung mit dem Forschungsthema. Hier ein Beispiel für den molekularbiologischen Schülerlabortag »Genetik im Experiment«, der sich an Oberstufenschüler richtet.

 Paläoanthropologische Forschungsmethoden zum Anfassen im Goethe-BioLab: Versuchsaufbau zum 3D-Scanning eines Hominidenschädels.





4 Nachhaltiges Lernen mit schülerorientierten Produkten: Beispiel eines interaktiven Steckbriefs eines Hominiden-Schädels, der durch zwei Schüler erstellt wurde.

mit diesem Verfahren dreidimensionale Objekte aus Einzelteilen virtuell zusammengesetzt werden, beispielsweise einzelne Knochenfragmente zu komplexeren Strukturen. Fehlende Teile können im virtuellen Modell ergänzt, und das vermutete Erscheinungsbild kann rekonstruiert werden. Diese paläoanthropologische Vorgehensweise kann im Schülerversuch durch den Einsatz eines einfachen, bedienungsfreundlichen 3D-Laserscansystems (David LaserScan, Entwicklung Technische Universität Braunschweig, Institut für Robotik und Prozessinformatik) nachvollzogen werden.

Im Rahmen des Schülerlabortages erhalten die Schülerinnen und Schüler eine inhaltliche Einführung. In einer anschließenden Diskussion zur Problematik fossiler Funde erkennen sie die wichtige Rolle virtueller 3D-Objekte bei der Rekonstruktion sowie dem Aus-

tausch von Informationen. Vor dem selbstständigen Erstellen von Scanaufnahmen erfolgt eine Einführung in die Funktionsweise des Systems: Medieneinsatz (Software, Kamera) und Prinzip der Datenerfassung mit Linienlasern. 3 Eine exemplarische Scanaufnahme von einem Schädelmodell vermittelt ihnen einen ersten Eindruck vom System und weckt das Interesse. Im Anschluss stellen jeweils zwei Schülerinnen oder Schüler eigenständig ein virtuelles 3D-Objekt eines Schädels her. Zu den zwölf Schädelmodellen stehen Informationsquellen zur Verfügung, die eine detaillierte Erstellung eines »interaktiven E-Steckbriefes« ermöglichen. In diesem wird das selbst erstellte 3D-Objekt integriert und mit begleitenden Sachinformationen ergänzt. 4 Das 3D-Objekt kann im pdf-Dokument per Maus beliebig rotiert und in der Größe verändert werden. In der abschließenden Ergebnispräsentation im Plenum erfolgt eine Vorstellung der Schädelmodelle mithilfe der erarbeiteten E-Steckbriefe.

Im Rahmen des Schülerlabortages nutzen die Schülerinnen und Schüler den PC nicht nur als reines Lern- und Informationsmedium, sondern auch als ein Mess- und Analysewerkzeug, mit dem sie eine forschende Rolle einnehmen können. Eine begleitende Studie zeigte, dass insbesondere das Interesse an modernen Forschungsmethoden langfristig erhöht wurde. Die hohe Interaktivität und die individuellen Gestaltungsmöglichkeiten (Erstellung eigener Visualisierungen, E-Steckbriefe) spielen hierbei wahrscheinlich eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung des Interesses (zur Interessentheorie siehe auch^{2/1}).

Studieren und Forschen im Schülerlabor

Für die fachdidaktische Forschung und Praxis bieten Schülerlabore oder andere außerschulische Lernorte vielfältige Möglichkeiten. Aus diesem Grund wurde durch die Didaktik der Biowissenschaften, die Didaktik der Chemie und das Zentrum für Lehrerbildung und Schul- und Unterrichtsforschung im März 2009 das SU-FIS-Projekt (**Studieren und Forschen im Schülerlabor**) ins Leben gerufen, welches eine Stärkung und Verbesserung der Lehre und Forschung in den naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken anstrebt. Im Rahmen des SUFIS-Projektes wurden seither Angebote geschaffen, die den Lehramtsstudierenden eine integrative Auseinandersetzung mit Theorien und der Praxis des Lehrens und Lernens in den Naturwissenschaften ermöglichen. In den Biowissenschaften dienen als Lehr- und Lernumgebung das Goethe-BioLab sowie kooperierende außerschulische Lernorte, zu denen insbesondere der Opel-Zoo in Kronberg gehört. Diese Lehr- und Lernumgebungen bieten den Lehramtsstudierenden vielfältige Möglichkeiten, bei der Konzeption didaktischer Szenarien mitzuwirken, Lernprozesse zu begleiten,

selbst zu erproben und zu evaluieren – Lehren und Lernen wird unter diesen Bedingungen leichter beobacht- und analysierbar.

Im Wintersemester 2009 / 2010 wurde das interdisziplinäre Seminar »Kriminalbiologie und chemische Forensik« (gemeinsam mit der Didaktik der Chemie) und im Sommersemester 2010 das Seminar »Verhaltensforschung im Opel-Zoo« angeboten 5 6.

Schülerkommentare

Zum Verhaltenstag im Opel-Zoo:

»Ich fand den Verhaltensforschungstag auch viel besser als eine normale Führung, da man sich auch selbst einbringen und sozusagen mitforschen konnte.« (Nathalie, 6. Klasse)

»Am liebsten würde ich nur noch in eure Schule gehen.« (Schüler, 6. Klasse)

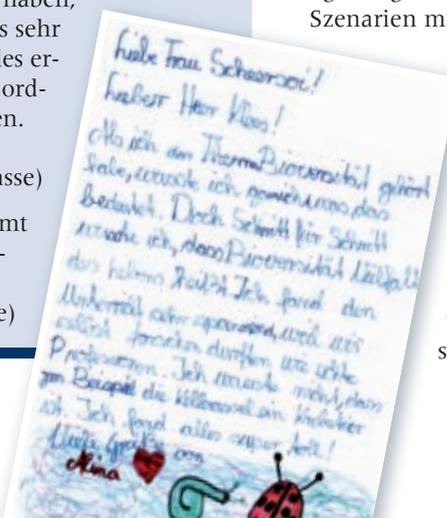
Zum Tag Ordnen und Bestimmen/Mikroskopieren in der Grundschule:

»Ich fand den Unterricht sehr spannend, weil wir selbst forschen durften wie echte Professoren.« (Alina, 4. Klasse)

»Ich fand es gut, dass sie nicht so viel geredet haben, sondern uns selber forschen gelassen haben. Auch gut fand ich, dass wir durch das Mikroskop schauen durften, denn dort hat man z.B. die Biene ganz anders gesehen.« (Sabrina, 4. Klasse)

»Ich finde es gut, dass Sie eine ganz andere Art haben, Unterricht zu halten. Ich finde, mit Ihnen hat es sehr viel Spaß gemacht, weil Sie uns nicht immer alles erzählt haben, zum Beispiel nicht, wie man Tiere ordnet, Sie haben uns immer selbst überlegen lassen. Wir haben selber herausfinden müssen, welche Merkmale Tiere haben.« (Christiane, 4. Klasse)

»Ich habe gedacht, dass ein alter Professor kommt und uns mit Zeugs volllabert, was wir nicht verstehen. Doch es war ganz anders.« (Loana, 4. Klasse)



Schülerlabore in Deutschland

»Schülerlabore sind außerschulische Einrichtungen, in denen sich Schülerinnen und Schüler durch eigenes Experimentieren im Rahmen schulischer Veranstaltungen mit modernen Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften, Mathematik und Informationstechnologie auseinandersetzen können. Dazu zählen Angebote an Universitäten, Fachhochschulen, Forschungseinrichtungen, Museen, Science Centern, Technologie- und Gründerzentren und der Industrie, die in geeigneten Laboren Begegnungen mit diesen Feldern ermöglichen. Die Experimentiertage finden regelmäßig, täglich oder wöchentlich, statt.«^{1/3/} Schülerlabore, die dieser Definition entsprechen, gibt es mittlerweile viele in Deutschland. Die Schülerlaborbewegung begann vor etwa 15 Jahren. Bis heute wurden seitdem über 240 Schülerlabore gegründet^{1/3/}. Die Schülerlabore im akademischen Umfeld nehmen als wissenschaftsnahe außerschulische Lernorte eine besondere Rolle ein. Hier finden die Schüler meist eine authentische Lernumgebung, einen direkten Kontakt zu Forschern und die Möglichkeit zum selbstständigen Experimentieren mit modernen Forschungsmethoden. Als zentrale Zielsetzungen gelten:

- ▶ Die Förderung von Interesse und Aufgeschlossenheit von Kindern und Jugendlichen gegenüber Naturwissenschaft und Technik.
- ▶ Die Vermittlung eines aktuellen Bildes naturwissenschaftlicher und technischer Fächer, wobei die Lebenswelt der Kinder und Jugendlichen sowie die gesellschaftliche Relevanz berücksichtigt werden.
- ▶ Einblicke in Tätigkeiten und Berufsbilder im naturwissenschaftlichen und technischen Bereich zu ermöglichen.

Beide Seminartypen beinhalten einen praktischen Anteil (im Schülerlabor oder im Opel-Zoo) sowie ein begleitendes Seminar. In der praktischen Phase lernen und üben die Lehramtsstudierenden in vorbereiteten Lehr-/Lernsituationen die praktische Anwendung von Konzepten mit Schulklassen, wobei der Einsatz fachgemäßer Arbeitsweisen einen Schwerpunkt bildet. Das Seminar dient zur Vermittlung der fachdidaktischen, methodischen und pädagogischen Grundlagen, der Vorbereitung der Lehr-/Lernsituationen sowie der Reflexion und Analyse praktischer Erfahrungen aus dem Kontakt mit Schulklassen. Anders als in der zweiten

Literatur

- ^{1/1/}Pawek, C. (2009) *Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe* Dissertation, Kiel.
- ^{1/2/}Vogt, H. (2007) *Theorie des Interesses und des Nicht-Interesses* In: Krüger, D. & Vogt, H. (Hrsg.) *Theorien in der biogiedidaktischen Forschung* Springer Verlag; Berlin, Heidelberg, S. 9–20.
- ^{1/3/}Dähnhardt, D., Haupt, O. J. & Pawek, C. (2009) *Kursbuch 2010 – Schülerlabore in Deutschland* Marburg: Tectum Verlag.



5 Das Seminar Verhaltensforschung im Opel-Zoo ist Bestandteil der praktischen Ausbildung von Lehramtskandidaten. Hier eine Studentin und Schülerinnen bei der Verhaltensbeobachtung.



6 Ein Rotgesichtsmakake untersucht ein von Schülerinnen und Schülern gebasteltes Beschäftigungsobjekt, das mit Futter gefüllt ist. Die Beobachtung von Primaten ist aufgrund ihres komplexen Erkundungsverhaltens besonders interessant für den außerschulischen Unterricht.

Phase der Lehrerausbildung, in der die Einübung und Reflexion eigener Praxis des Unterrichtens im Vordergrund steht, sollen die praktischen Erfahrungen Lehramtsstudierende zu einer Auseinandersetzung mit fachdidaktischer Theoriebildung anregen. Fachdidaktische Fragestellungen werden im Rahmen des Seminars thematisiert und für die Lehramtsstudierenden transparent gemacht, um so das Verständnis und Interesse für fachdidaktische Forschung zu wecken und zu vertiefen. Im Rahmen von wissenschaftlichen Hausarbeiten erhalten die Lehramtsstudierenden die Möglichkeit, die gewonnenen Erkenntnisse anzuwenden und in eigene Konzepte einfließen zu lassen. Auf diese Weise leistet das Goethe-BioLab einen wertvollen Beitrag zur Ausbildung künftiger Lehrer und führt den didaktischen Wert eigenen Experimentierens für Schüler aller Altersstufen eindrucksvoll vor Augen. ◆

Der Autor

Prof. Dr. Paul Dierkes, 44, studierte Biologie und Chemie in Düsseldorf und Essen. Nach der Promotion erfolgte die Habilitation im Fach Neurobiologie. Seine Lehrtätigkeit im Bereich Lehramt Biologie begann er an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf und der Bergischen Universität Wuppertal. Seit 2006 ist er Professor in der Abteilung für Didaktik der Biowissenschaften der Goethe-Universität in. Er leitet seit 2008 das neu gegründete Schülerlabor Goethe-BioLab am Fachbereich Biowissenschaften. Seine Forschungsschwerpunkte sind: Wissenstransfer aus dem Bereich Biowissenschaften in Öffentlichkeit und Schule, Experimentalunterricht, E-Learning, außerschulische Lernorte, insbesondere Schülerlabore.

dierkes@bio.uni-frankfurt.de
www.goethe-biolab.de, www.uni-frankfurt.de/fb/fb15/institute/didaktik-biowiss/index.html