



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung  
(IMST-Fonds)**

**S3 „Themenorientierung im Unterricht“**

---

# **STEIL**

**STUDENT/INNEN ERLEBEN INNOVATIVE LERNUMGEBUNGEN**

## **Langfassung**

**ID 1075**

**Mag. Silvia Grabner, Mag. Andrea Frantz-Pittner, Dr. Thomas Kern  
Schulbiologiezentrum „NaturErlebnisPark“, Statteggerstraße 38, 8045 Graz**

**Mag. Dr. Astrid Wonisch, Mag. Margit Delefant,  
Arbeitsgruppe Fachdidaktik der Biologie, Institut für Pflanzenwissenschaften-  
der Karl-Franzens-Universität Graz, Schubertstraße 51, 8010 Graz**

**Ass. Prof. MMag. Dr. Gerhild Bachmann  
Institut für Erziehungswissenschaft der Karl-Franzens-Universität Graz  
Merangasse 70/2, 8010 Graz**

**Prof. DI. Dr. Alexander Nischelwitzer,  
Fachhochschule Joanneum,  
Studiengang Informationsmanagement, Alte Poststraße 147, 8020 Graz,**

Graz, Juli 2008

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>1    AUSGANGSSITUATION</b> .....	<b>4</b>
1.1   Projektziele .....	5
<b>2    DIDAKTISCHES KONZEPT - LEHRVERANSTALTUNG</b> .....	<b>6</b>
2.1   Theoretische Grundlagen.....	6
2.2   Konzept des prozessorientierten Aufbaues.....	7
<b>3    ABLAUF - DER LEHRVERANSTALTUNG</b> .....	<b>9</b>
3.1   Planung.....	9
3.2   Integration Pro Vision.....	9
3.3   Durchführung .....	10
3.4   Lernwerkstatt Zellbiologie - Beispiele.....	11
<b>4    EVALUATION - DER LEHRVERANSTALTUNG</b> .....	<b>15</b>
4.1   Fragestellungen der Untersuchung.....	15
4.2   Untersuchungsdesign und Methodik.....	15
4.3   Ergebnisse und Interpretation .....	17
<b>5    BIODIVERSITÄT</b> .....	<b>20</b>
5.1   Verortung des Projekts im Themenfeld Biodiversität & Evolution .....	20
5.2   Fragestellung der Untersuchung.....	21
5.3   Untersuchungsdesign und Methodik.....	21
5.4   Ergebnisse der Untersuchung.....	24
5.5   Interpretation.....	27
<b>6    DISKUSSION UND AUSBLICK</b> .....	<b>29</b>
<b>7    LITERATUR</b> .....	<b>30</b>
<b>8    ANHANG</b> .....	<b>34</b>

## ABSTRACT

*In einer innovativen Lehrveranstaltung hatten Lehramtsstudierende des Faches Biologie und Umweltkunde die Gelegenheit, sich praxisnahe auf ihre zukünftige Lehrtätigkeit vorzubereiten. Die Studierenden waren durch fachwissenschaftliche Lehrveranstaltungen inhaltlich auf die behandelten Themen „Zellbiologie“ und „Biodiversität“ vorbereitet, daher konnte sich der Inhalt der Lehrveranstaltung auf die didaktischen Aspekte konzentrieren.*

*Den Auftakt bildete eine Lernwerkstätte, in der verschiedene Beispiele forschend-entdeckendes Lernens erprobt werden konnten. Darauf aufbauend konnten die Studierenden Unterrichtseinheiten selbst entwickeln und diese mit Schüler/innen umsetzen.*

*Unterstützt wurde die Lehrveranstaltung durch den Einsatz einer MOODLE – Lernplattform.*

*In der Evaluation wurde ausgewertet, in welcher Form die Studierenden das Thema „Biodiversität“ für Schüler/innen aufbereitet haben.*

Schulstufe: Student/innen, Schüler/innen der Schulstufe 9

Fächer: Biologie

Kontaktperson: Mag. Silvia Grabner

Kontaktadresse: Schulbiologiezentrum „NaturErlebnisPark“ Statteggerstraße 38,  
8045 Graz

# 1 AUSGANGSSITUATION

In der gegenwärtigen Diskussion zur Reform der Lehrer/innenausbildung wird festgestellt, dass die Ausbildung nicht genügend auf das künftige Berufsfeld ausgerichtet wird. Die Erziehungswissenschaften, Fachwissenschaften und die Fachdidaktik sind nicht genügend aufeinander abgestimmt. In der bisherigen Lehramtsausbildung an den Universitäten werden nur bedingt praxisrelevante Lehrveranstaltungen, in denen innovative Unterrichtsmodelle vorgestellt werden, angeboten. (Krainer und Posch 1996, 2004; Raditz, 2002).

Studierende (und Lehrer/innen) wünschen sich in Bildungsveranstaltungen mehr Praxisnähe und Anschauungsbeispiele, die Ihnen Anregungen für die Umsetzung im eigenen Unterricht geben sollen. Daher entwickelten die Fachdidaktikgruppe für Biologie an der Universität in Graz und das Team des Schulbiologiezentrums eine innovative Lehrveranstaltung, die den Studierenden die Möglichkeit bietet, innovative Unterrichtsformen kennen zu lernen, darauf aufbauend Unterrichtseinheiten selbst zu entwickeln und Praxiserfahrung zu sammeln.

Der Impuls für das vorliegende Projekt entstand aus dem Wunsch nach einer intensiveren Kooperation zwischen dem Schulbiologiezentrum „NaturErlebnisPark“ und der Arbeitsgruppe Fachdidaktik Biologie an der Universität Graz. Zwischen den beiden Institutionen bestand bisher eine lockere Kooperation, Student/innengruppen hatten im Rahmen von Lehrveranstaltungen Gelegenheit zu Exkursionen ins Schulbiologiezentrum zu kommen.

Anliegen der Arbeitsgruppe Fachdidaktik war es, den Studierenden im Rahmen ihrer Lehramtsausbildung durch mehr Praxisnähe und Anschauungsbeispiele umfassendere Hilfestellungen für die zukünftige Arbeit zu geben. Da die zeitlichen, materiellen und personellen Ressourcen der Arbeitsgruppe begrenzt sind, bietet eine Kooperation mit einem außerschulischen Lernort eine weitere Chance, eine enge Vernetzung der fachtheoretischen und fachdidaktischen Ausbildung mit der Praxis zu erreichen.

Im Schulbiologiezentrum „NaturErlebnisPark“ ist ein umfangreiches Know-how zur Entwicklung und Umsetzung handlungsorientierter Unterrichtseinheiten vorhanden, ein umfassendes Angebot an Unterrichtsmaterialien und Experimenten steht zur Verfügung. Bisher erstreckte sich das Tätigkeitsfeld des Schulbiologiezentrums vorwiegend auf das Vor- und Grundschulalter sowie auf die Sekundarstufe 1. Mit dem vorliegenden Projekt soll eine Erweiterung auf die Sekundarstufe 2 in Angriff genommen werden. Den Startpunkt dafür bildet die Entwicklung und Erprobung einer Lehrveranstaltung für die 9. Schulstufe. Für das Schulbiologiezentrum bietet das Projekt die Chance, frühzeitig Kontakt zu zukünftigen Nutzer/innen zu erlangen, sowie das kreative Potential der Studierenden in die Entwicklung neuer Unterrichtsangebote einfließen zu lassen.

Die zentrale Idee dieses Projekts war es, eine neue Lehrveranstaltung zu entwickeln, die den Studierenden die Möglichkeit bietet, innovative Unterrichtsformen anhand direkt umsetzbarer Praxisbeispiele kennen zu lernen. Darauf aufbauend können die Studierenden Unterrichtseinheiten selbst entwickeln und Praxiserfahrung sammeln.

## 1.1 Projektziele

### Wir:

- Kontakt zwischen Didaktikzentrum der Uni Graz und Schulbiologiezentrum intensivieren
- Erfahrungen mit gemeinsamer Lehrveranstaltung für Studierende sammeln
- Gemeinsam Unterrichtsettings entwickeln, die im Schulbiologiezentrum weiter verwendet werden können

### LV für Student/innen:

- Verbindung von Theorie und Praxis ermöglichen
- Kennen lernen von didaktisch - theoriebasierten Unterrichtsmodellen
- Qualifizierung der angehenden Lehrer/innen durch Aufbau von didaktischen Kompetenzen unterstützen
- Förderung der Eigenverantwortung und des selbständigen Lernens
- Einsatz von neuen Medien ermöglichen

### Unterricht für Schüler/innen

- Handlungsorientierte Unterrichtsformen forcieren
- Hilfestellungen für einen forschend-entdeckenden Unterricht bereitstellen

### Projekt gesamt:

- Den Studierenden einen Erstkontakt zu außerschulischen Institutionen ermöglichen, der auch im späteren Berufsleben zur Unterstützung des naturwissenschaftlich orientierten Biologieunterrichts dienen kann
- den Versuchsklassen spannende Unterrichtseinheiten bieten
- Unterstützung und Erweiterung der Biologiedidaktik im regionalen Bereich

## **2 DIDAKTISCHES KONZEPT - LEHRVERANSTALTUNG**

### **2.1 Theoretische Grundlagen**

In der Bildungsforschung werden seit langem Kompetenzen von Lehrpersonen als grundlegend für deren erfolgreiche Berufsausübung angesehen. In der Aufarbeitung des Forschungsstandes wird deutlich, dass von Lehrpersonen ein breites Spektrum an Kompetenzen erwartet wird: Unter Kompetenzen von Lehrpersonen werden unter anderen erworbene Wissensstrukturen, das professionelle Handeln in Schule, Kollegium und Unterricht sowie die erzielten Wirkungen auf das Lernen der Schüler/innen verstanden. Die Konzeptualisierung von Kompetenzen betrifft somit die Ebenen des Wissens, Handelns und die Wirkung des Handelns (Blömeke 2001, Raditz und Pass 2002; Seidl und Prenzel 2007).

Beim Aufbau professioneller Kompetenz müssen demnach auch Einstellungen berücksichtigt werden, d.h. will man eine innovative Methodenkultur im Unterricht etablieren, genügt es nicht zu wissen, wie diese auszusehen hat, auch die Motivation zur Realisierung muss bei Lehrer/innen vorhanden sein. Für die Lehrerbildung sind daher Konzepte notwendig, die es ermöglichen, dass subjektive Einstellungen, Theorien und fachdidaktisches Wissen weiterentwickelt werden können und den Aufbau von entsprechenden Handlungskompetenzen ermöglichen.

Damit der erfolgreiche Erwerb von Kompetenzen gelingt, ist es erforderlich, dass methodisch-didaktische und lerntheoretische Erkenntnisse berücksichtigt werden. (Edelmann und Tippelt 2007, Klieme 2007). Geht man von dem erkenntnistheoretischen Hintergrund des Konstruktivismus aus, dann durchlaufen die Lernenden kontinuierliche Lernprozesse, in denen neue, sinnstiftende Wissenskonstrukte aufgebaut werden, diese werden untereinander vernetzt, mit bestehenden Konzepten verknüpft und immer wieder in verschiedenen Situationen mit neuen, besonderen problembasierten Kontexten verbunden. In diesen Prozessen müssen auch Autonomie und Selbstverantwortung gefördert werden, sowie die Möglichkeit zur Entfaltung von Individual- und Sozialkompetenz. Es gibt eine Reihe von Ansätzen, in denen die Übertragung und Anwendung konstruktivistischer Grundüberlegungen auf die Gestaltung von Lernprozessen und didaktischen Fragestellungen erfolgreich diskutiert wurden (Reinmann und Mandl 1999, Siebert 1999, Ollerenshaw 2000).

Die Anforderung an das didaktische Konzept unserer Lehrveranstaltung war sehr komplex. Die Planung und Gestaltung orientierte sich vor allem an Überlegungen von theoriebasierter Unterrichtserfahrung und an Verknüpfung von pädagogischen und fachdidaktischen Kontexten. Der Schwerpunkt wurde auf forschend entdeckendes Lernen in unterschiedlichen Ausprägungen gelegt.

Durch eine Kombination aus verschiedenen Unterstützungsmaßnahmen sollte das Lernen der Student/innen erfahrungsbezogen stattfinden und durch exemplarische Beispiele eine Verbindung von theoretischen Überlegungen und Anwendungsfeldern geschaffen werden. Die einzelnen didaktischen Maßnahmen, die diese Vorgangsweise unterstützten, wurden im Lauf des Projekts in einem kontinuierlichen Prozess

von Entwicklung, Durchführung und Evaluation erarbeitet. Die daraus resultierenden Unterrichtsmodelle und Materialien sollten das eigenverantwortliche Lernen der Studierenden fördern.

## 2.2 Konzept des prozessorientierten Aufbaues

Der prozessorientierte Aufbau der Lehrveranstaltung gliederte sich in folgende Schritte:

- **Einführungsphase**

Diese Phase dient zur Einführung und zur Vorbereitung von Aktivitäten, die während der Lehrveranstaltung durchgeführt werden. Dabei werden die Student/innen mit dem Ablauf der Lehrveranstaltung und mit dem begleitenden Kommunikationskonzept (Moodle Lernplattform) vertraut gemacht. Dann erfolgt ein fachlicher Input durch das Team der Fachdidaktiker/innen der Universität und ein theoretischer Input von Mitarbeiter/innen des Schulbiologiezentrums über das didaktische Modell der Lernwerkstatt (Frantz 2002, 2003; Grabner 2006).

- **Praktische Erprobung einer Lernwerkstatt – selbst Erfahrungen sammeln:** Die Studierenden übernehmen die Rolle der Lernenden und erleben selbst eine komplette Lernwerkstatt zum Thema „Zelle“ im Schulbiologiezentrum. Dabei erfahren sie wie Lernumgebungen gestaltet werden, damit ein forschend entdeckendes Lernen gefördert wird (Osborne und Dillon 2008). Die Student/innen beteiligen sich aktiv und erhalten Einblick in Einsatzmöglichkeiten für Materialien, Methoden und neue Medien im Biologieunterricht.

- **1. Reflektionsphase:** Durch Perspektivenwechsel, Interaktionsformen und Verbalisierung des eigenen Handelns werden Eindrücke und Wirkungen reflektiert. Das zugrunde liegende didaktische Konzept wird diskutiert, Erwartungen an Durchführung mit Schüler/innen (Ängste, Möglichkeiten der Umsetzungen...) und Stärken und Schwächen der Kompetenzen werden besprochen.

- **1. Entwicklungsphase:** Die Studierenden konstruieren neue Lösungsmöglichkeiten und Handlungsalternativen indem sie ergänzende Stationen zur bestehenden Lernwerkstatt entwickeln. Diese Phase ist gekennzeichnet durch individuelle Arbeitsphasen und kollektive Arbeitsphasen. Jeder Studierende entwickelt zunächst selbst konkrete Materialien für den Biologieunterricht in der 9. Schulstufe zum Thema „Zelle“. Über die Moodle Lernplattform und in einem Workshop werden Ideen, Materialien und Abläufe ausgetauscht und diskutiert. Dabei werden die Student/innen teilweise von den Fachdidaktiker/innen der Universität und teilweise von Mitarbeiter/innen des Schulbiologiezentrums betreut, die hinsichtlich lehr- und lerntheoretischer Einbettung der Fachinhalte und praktischer Umsetzbarkeit beraten. Die Bereitstellung von Literatur und Arbeitsbehelfen, sowie Beratung und Übernahme von Tätigkeiten

bei Beschaffung und Bastelanleitungen stehen den Student/innen zur Verfügung.

- **2. Praktische Erprobung mit Schüler/innen - Studierende übernehmen die Rolle der Lehrenden:** In dieser Phase sollen die Student/innen Gelegenheiten zum Erwerb von Praxiserfahrung bekommen. Die Studierenden führen selbstständig mit einer Kleingruppe von Schüler/innen alle Phasen der Lernwerkstatt durch. Dabei erproben sie nicht nur die selbst entwickelten Lernwerkstattstationen, sondern auch die von ihren Kolleg/innen. Student/innen begleiteten die Schüler/innen auch bei der Entwicklung und Bearbeitung von individuellen Fragen. Dabei sammeln sie Erfahrungen im Umgang mit Schüler/innen und methodisch-didaktischen Informationen über Planungsentscheidungen, Abläufe, Kommunikationsstrukturen und eingesetzte Methoden. Jeweils zwei Studierende filmten das Unterrichtsgeschehen.
- **2. Reflexionsphase:** Anhand von Videoaufzeichnungen wird das Unterrichtsgeschehen nachbearbeitet. Dadurch können Erfahrungen in Handlungsabläufen und interaktionelle Mikrosituationen (Teilergebnisse) diskutiert werden. Diese Reflexion und Auseinandersetzung mit der eigenen Lehrtätigkeit bietet Gelegenheiten Studierende zu ermutigen ihre eigenen Gedanken auszusprechen und im Austausch mit Lehrpersonen und anderen Studierenden auch andere Eindrücke und Gedanken kennen zu lernen. Dabei erfolgt eine gezielte Reflexion des Unterrichtsgeschehens, damit die daraus gewonnen Erkenntnisse im nächsten Entwicklungsprozess einfließen können.
- **2. Entwicklungsphase - Weiterführung:** Die Student/innen entwickeln anhand von weitergehenden Aufgabenstellungen und durch die Einordnung in einen übergeordneten Rahmen eine thematisch neu orientierte Lernwerkstatt zum Thema „Biodiversität“. Die Student/innen entscheiden eigenverantwortlich welche Methoden Sie für die Entwicklung der neu zu gestaltenden Lernwerkstatt einsetzen werden. Diese Erfahrungen sollen zur Professionalisierung und zum Perspektivenwechsel für ihre Rolle als zukünftige Lehrende beitragen.

## **3 ABLAUF - DER LEHRVERANSTALTUNG**

### **3.1 Planung**

Im Rahmen einer neu entwickelten Lehrveranstaltung für LA Student/innen der KF- Uni Graz erhielten Studierende die Möglichkeit didaktisch - theoriebasierte Unterrichtsmodelle kennen zu lernen und Praxiserfahrung zu sammeln. In mehreren Planungssitzungen legten die Arbeitsgruppe Fachdidaktik Biologie und die Mitarbeiter/innen des Schulbiologiezentrums die fachwissenschaftlichen Inhalte, die lehr- und lerntheoretische Einbettung in die Fachinhalte und den organisatorischen Rahmen der Lehrveranstaltung fest. Die Themenwahl ergab sich schließlich aus dem Lehrplan der 9. Schulstufe und den Einschätzungen der Fachdidaktiker/innen, welche Unterrichtsfelder besonderer Unterstützung bedürfen. Schließlich wurden zwei Themen gewählt, nämlich „Die Zelle“ und „Biodiversität“.

Die Studierenden wurden durch fachwissenschaftliche Lehrveranstaltungen inhaltlich auf die behandelten Themen vorbereitet, daher konnte sich der Inhalt der Lehrveranstaltung auf die didaktischen Aspekte konzentrieren. Die Planung der weiteren Aktivitäten erfolgte auf der Basis des extra dafür entwickelten Modells.

### **3.2 Integration Pro Vision**

Mit dem Institut für Informationsmanagement wurde im Rahmen dieses Projektes eine Kooperation eingegangen, die darauf abzielte den Umgang mit neuen Medien in die Vorlesung zu integrieren. Dabei sollten Student/innen verschiedene Einsatzmöglichkeiten von „Powerful e-learning“ kennenlernen, dafür ein technisches Basiswissen bekommen und die Fähigkeit erwerben, technische Produkte im Hinblick auf die Bildungspraxis zu bewerten.

In Kooperation mit der FH Jonneum wurden gemeinsame Arbeitsschritte für die didaktische Aufbereitung der fachwissenschaftlichen Grundlagen und die Begleitung der gemeinsamen Entwicklung von Unterrichtselementen erarbeitet. Biologische Systeme sind von Dynamik und Komplexität gekennzeichnet. Neue Informations- und Kommunikationsmedien sollen den Schüler/innen dabei helfen Wissen über den Aufbau und die Funktion komplexer biologischer Systeme zu erwerben bzw. den Computer als Modellbildungswerkzeug zu nutzen.

Ziele der Kooperation

- Erweiterung durch spez. Fachwissen im Bereich Informationsmanagement
- Erweiterung des methodischen Repertoires durch gezielten Einsatz von neuen Medien (Computer, Handy,...) zur Veranschaulichung von Lerninhalten (zB.: Meiose)
- aktive Auseinandersetzung der Student/innen und Schüler/innen über Einsatzmöglichkeiten von neuen Medien zur Unterstützung selbständiger Lernprozesse
- Studierenden und Schüler/innen Kontakt mit Forscher/innen aus relevanten Wissenschaftsbereichen ermöglichen

Ein weiterer Gewinn dieser Kooperation war, dass eine Moodle Lernplattform für alle Beteiligten (Team von der Universität, Fachhochschule und vom Schulbiologiezentrum, Student/innen der Studienrichtungen Biologie Lehramt und Erziehungswissenschaften) eingerichtet wurde. Durch die Integration dieses Mediums in die Lehrveranstaltung konnte eine vereinfachte Form des „Blended Learning“ Konzepts genutzt werden, indem teilweise Arbeitsaufträge und Diskussionen von allen Beteiligten in den Phasen zwischen den einzelnen Meetings ausgetauscht werden konnten.

### 3.3 Durchführung

Insgesamt nahmen 11 Student/innen an der Lehrveranstaltung teil. Vier Schulklassen mit insgesamt 85 Schüler/innen der Schulstufe 9 nahmen an der Lernwerkstatt „Zellbiologie“ teil.

September 2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation der Kooperationen (Beteiligte Institutionen und Schulen)</li> <li>• Planung der WS für Student/innen und Einbindung in die LV</li> <li>• Planung der Einbindung von ProVision (powerful elearning, Moodle Lernplattform)</li> <li>• Planung des Untersuchungsdesigns, Vergabe von Bakkalaureats- und Se-Arbeiten in Kooperation mit dem Institut für Erziehungswissenschaften der Universität Graz</li> </ul>
Oktober / November 2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführungslehrveranstaltung zur Zellbiologie und Biodiversität</li> <li>• Einführung in das didaktische Konzept der Lernwerkstatt</li> <li>• Sammeln von Erfahrung mit forschend entdeckenden Unterrichtseinheiten zum Thema Zellbiologie mit Student/innen</li> <li>• Erhebung von Daten für Begleitstudien</li> <li>• Erprobung von eLearning Elementen in Kooperation mit proVision</li> <li>• Einführung in die Arbeit mit der Moodle-Lernplattform in Kooperation mit proVision</li> <li>• Planung von Unterrichtseinheiten zum Thema Zellbiologie für Schüler/innen der 9. Schulstufe durch Student/innen (Moodle LPF, WS)</li> <li>• Präsentation des Projektes am Naturwissenschaftstag der Universität Graz</li> </ul>
Dezember 2007  Jänner 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erprobung der selbstentwickelten Unterrichtsmaterialien zum Thema Zellbiologie mit Schüler/innen</li> <li>• Reflexion der eigenen Unterrichtstätigkeit anhand von Videoaufzeichnungen</li> <li>• Erhebung von Daten für Begleitstudie</li> <li>• Weitere Planung von Unterrichtseinheiten für Schüler/innen der 9. Schulstufe zum Thema Biodiversität durch</li> </ul>

	Student/innen
Feber / März 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung der Daten</li> </ul>
April / Mai/ Juni 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weitere Auswertung der Daten</li> <li>• Interpretation der Ergebnisse und Dokumentation</li> <li>• Integration der externen Evaluation und Dokumentation</li> </ul>

### 3.4 Lernwerkstatt Zellbiologie - Beispiele

Insgesamt wurden 6 Stationen zum Thema Zellbiologie entwickelt, wobei mehrere Aktivitäten pro Station ursprünglich vom Team des Schulbiologiezentrums geplant wurden. Jede Station wurde von 1-2 Student/innen überarbeitet und für die Durchführung mit Schüler/innen adaptiert.

#### **Folgende Inhalte wurden pro Station behandelt:**

- Plasmolyse und Osmose
- Tierische und pflanzliche Zelle
- Zellkern und DNA
- Chloroplasten und Photosynthese
- Zellatmung und Energieerzeugung
- Einzeller

#### Beispiele am Thema Zellatmung und Energieerzeugung:

#### Stationenplan zum Thema Zellatmung, wie er für Student/innen im Schulbiologiezentrum ausgearbeitet wurde

- Arbeit am PC
- Versuch Hefe

#### **Arbeit am PC über Mitochondrien und Energieerzeugung:**

Es werden Internetlinks und CD-Roms für diese Arbeit zur Verfügung gestellt und in deren Benützung eingeführt.

**Aufgabe:** Sammle mit Hilfe der Internetlinks und CD-Rom wichtige Informationen zum Thema Mitochondrien und Energieerzeugung. Trage dies in die Arbeitsblätter ein.

1. Arbeitsblatt für Mitochondrien (Struktur, Funktion und Vermehrung)
2. Arbeitsblatt: Virtuelles Labor Energieerzeugung

## Anleitung Versuch: Hefe

### Benötigte Materialien:

1 Esslöffel, Zucker, warmes Wasser, 1 Päckchen Trockenhefe, 1 Plastikflasche (750ml), 1 Luftballon, 1 Teelicht, 1 breite Tasse, Streichhölzer, Kalkwasser, 1 Strohhalm, 1 Reagenzglas

### Durchführung:

**1. Schritt:** Löse 2 Esslöffel Zucker in 100 ml warmen Wasser auf (ca. 40° C), füge 1 Päckchen Trockenhefe unter Rühren hinzu. Fülle die Mischung in eine leere Plastikflasche und verschließe die Flasche dicht mit einem leeren Luftballon (den man zuvor durch mehrmaliges Aufpusten gedehnt hat). Lasse die Flasche an einem warmen Ort stehen (ca. 1 Stunde) und schwenke sie ab und zu.

Für die weitere Vorgehensweise hast du 2 Möglichkeiten:

- **Variante 1:** Stelle ein brennendes Teelicht in eine breite Tasse und lasse nun das Gas im Luftballon langsam an der inneren Tassenwand in die Tasse ausströmen.  
**Vorsicht:** Luftballon nicht an die Flamme halten!!
- **Variante 2.:** Destilliere Kalkwasser, damit es eine klare Lösung wird und gieße es danach in ein Reagenzglas. Nimm nun einen Strohhalm und stelle ihn in das Reagenzglas hinein und lasse nun das Gas im Luftballon durch den Strohhalm in das Reagenzglas fließen.

### Was kannst du beobachten?

**1. Schritt:** Die Hefe fängt an Schaum und Gas zu bilden. Der Schaum sammelt sich über der Mischung von Zuckerwasser und Hefe an. Das Gas steigt nach oben in den Luftballon und bläst diesen auf. Nach einer Wartezeit von ca. 1. Stunde ist der Schaum fast in der ganzen Flasche vorhanden und der gasgefüllte Luftballon hat nun einen Durchmesser von ca. 12 cm.

- **Variante 1:** Nachdem man das Gas aus dem Luftballon langsam am Rand einer breiten Tasse strömen lässt, geht die Teelichtflamme aus.
- **Variante 2.:** Wenn das Gas durch den Strohhalm ins Reagenzglas strömt, wird das destillierte Kalkwasser trüb.

## Stationenplan zum Thema Zellatmung, wie er von Student/innen für Schüler/innen überarbeitet wurde

### 1) Station: Theorie der Zellatmung:

Anhand eines Kartenspieles wollen die Student/innen den Schüler/innen die Prozesse Glykolyse, Zitronensäurezyklus, und Atmungskette näher bringen. Das Spiel beinhaltet einen kurzen theoretischen Text in dem die Zusammenhänge klar werden sollen. Ziel ist es die einzelnen Prozesse zu kennen deren Ausgangsstoffe und Produkte.

### „Der schwarze ATPeter“

#### **Einleitung:**

Die Zellatmung ist der Prozess in der Zelle durch den die für die Lebensvorgänge notwendige Energie bereitgestellt wird. Der Prozess zeigt wie es uns möglich ist aus der Nahrung (Glucose) schlussendlich Energie in Form des Energieträgers ATP (Adenosin TRI Phosphat) zu gewinnen. Die Zellatmung läuft in drei Teilprozessen ab: Glykolyse, Zitronensäurezyklus und Atmungskette an dessen Ende der ATP Gewinn steht.

#### **Kartenspiel: „Der schwarze ATPeter“**

Was Du dazu brauchst: den Spielplan zur Zellatmung, 31 Spielkarten

#### Spielregeln:

Setzt euch in einen Sesselkreis und legt den Spielplan in die Mitte. Es wird nach denselben Regeln gespielt wie das Spiel schwarzer Peter.

Zunächst werden die Spielkarten gemischt und gleichmäßig verteilt. Hat man nach dem austeilen bereits ein zusammenpassendes Kartenpaar, darf man es sofort auf den Spielplan an der richtigen Stelle ablegen. (Welche Karten ein Paar bilden siehst Du auf dem Spielplan > Immer 2 bilden ein großes Kästchen)

Dann beginnt das Spiel:

Der Spieler links vom Kartengeber zieht nun aus dem Blatt seines linken Nachbarn eine Karte und steckt sie zu seinem Blatt. Kann er mit dieser Karte ein Paar bilden, so legt er dieses an der richtigen Stelle auf dem Spielplan ab. Passt die Karte nicht, muss er sie behalten und sie kommen zu seinen Handkarten. Dann ist der nächste Spieler an der Reihe.

Auf diese Art setzt sich das Spiel solange fort, bis alle Paare abgelegt und einem Spieler als einzige Karte der Schwarze ATP Peter in der Hand bleibt. Dieser Spieler ist dann der schwarze ATPeter.

2) Station: Praxis> Hefe bläst Luftballon auf:

Ausgehend vom theoretischen Teil sollen in diesem Experiment die Zellatmung mit Ihren Ausgangsstoffen und Produkten veranschaulicht werden. Wir wollen grundsätzlich vom schon erprobten Versuch im Schulbiozentrum ausgehen diesen aber noch etwas verfeinern.

**Zellatmung am Beispiel Hefe**

**Materialien:**

1 Messbecher, 1 Esslöffel, Zucker, warmes Wasser, 1 Päckchen Trockenhefe, 1 Plastikflasche (750ml), 1 Luftballon, 1 Teelicht, 1 breites Becherglas, Streichhölzer, 1 Trinkhalm

**Durchführung:**

Fülle in einen Messbecher 100ml warmes Wasser (ca. 40°C). Das Wasser kann vorher auf der Heizung erwärmt werde. Löse nun 2 Esslöffel (bzw. 2 Päckchen) Zucker im Wasser auf und füge noch ein Päckchen Trockenhefe unter ständigem Rühren hinzu.

Fülle nun die Mischung in eine leere Plastikflasche (500 - 750ml). Nun muss die Flasche dicht mit dem Luftballon verschlossen werden. Es ist darauf zu achten, dass der Luftballon vor seinem Einsatz durch Aufblasen bereits gedehnt wurde, um ein besseres Ergebnis zu erzielen.

Ist alles erledigt, wird die Flasche nun an einen warmen Ort gestellt (z.B. auf die Heizung). Binnen einer Stunde sollte sich der Ballon komplett mit  $CO^2$  füllen.

**$CO^2$  - Nachweis:**

Um nachzuweisen, dass sich wirklich  $CO^2$  im Ballon befindet wird nun ein einfacher Trick angewandt. In ein breites Becherglas wird ein Teelicht gestellt und angezündet. Vorsichtig; damit das Gas nicht austritt; wird jetzt der Luftballon von der Fläche genommen. Lasse das Gas im Luftballon langsam an der inneren Tassenwand in die Tasse ausströmen. Wenn nötig nimm den Trinkhalm zur Hilfe, indem du das Gas durch den Trinkhalm in das Becherglas strömen lässt. Vorsicht, den Luftballon nicht an die Kerze halten.

## **4 EVALUATION - DER LEHRVERANSTALTUNG**

Die Evaluation erfolgte in Kooperation mit dem Institut für Erziehungswissenschaft der Universität Graz. Herr Philipp Cichocki bearbeitete einzelne Teilfragen im Rahmen einer Bakkalaureatsarbeit, die durch Ass. Prof. MMag. Dr. Gerhild Bachmann betreut wurde. Weitere Student/innen erhoben in Seminararbeiten formative Aspekte, die direkt während der Veranstaltungen erhoben wurden (Interesse der Schüler/innen bzw. der Studierenden) sowie summative Aspekte die nach Abschluss der Veranstaltungsreihe untersucht wurden (Qualität der Kooperation).

### **4.1 Fragestellungen der Untersuchung**

Die Fragestellungen der Untersuchung orientierten sich an den Zielsetzungen des Projekts. Außerdem wurden die Angebote bzw. Aktivitäten des Projekts hinsichtlich ihrer Nützlichkeit für die Planung und Durchführung der Lernwerkstatt evaluiert.

Die Fragestellungen lauteten:

- Können die in Kapitel 1.1. beschriebenen Zielsetzungen des Projekts erreicht werden?
- Welche Angebote bzw. Aktivitäten des Projekts empfinden die Student/innen als hilfreich für die Planung und Durchführung der Lernwerkstatt?
- Fühlen sich die Student/innen zur Durchführung der Lernwerkstatt gut vorbereitet?
- Können die Studierenden die theoretischen Vorüberlegungen zur Lernwerkstatt auch in die Praxis umsetzen und welche Erfahrungen haben sie dabei gemacht?
- Wie stehen die Student/innen dem Projekt gegenüber: Hat sich der Aufwand gelohnt und sollte das Projekt ein fixer Bestandteil der Lehrer/innenbildung sein?

### **4.2 Untersuchungsdesign und Methodik**

(aus Cichocki 2008)

Das Untersuchungsdesign entspricht einer One Shot Case Study. Das ist eine populationsbeschreibende Untersuchung mit einem Messzeitpunkt. Die Erhebung wird als Posttest durchgeführt, d.h. die Daten wurden erst nach der Maßnahme, die eine Veränderung herbeiführen soll, erhoben. In diesem Fall wurde die Untersuchung nach der praktischen Durchführung der Lernwerkstatt mit den Schulklassen angesetzt.

Die Daten wurden mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens erhoben. Alle elf teilnehmenden Studierenden wurden in die Untersuchung mit einbezogen. Sechs Student/innen wurde der Fragebogen direkt am Schulbiologiezentrum „Naturerlebnispark“ ausgehändigt. Von diesen wurden alle ausgefüllt retourniert. Den übrigen fünf Studierenden wurde der Fragebogen per E-Mail zugesandt, mit der Bitte, um postalische Rücksendung. Von diesen wurden nur zwei wieder retourniert. Das ergibt eine Rücklaufquote von insgesamt 73%.

### **4.2.1 Fragebogenkonstruktion**

Der Fragebogen wurde von Herrn Philipp Cichocki unter Mithilfe des Teams vom Schulbiologiezentrum „NaturErlebnispark“ und mit Unterstützung von Frau Ass.-Prof.<sup>in</sup> Bachmann, der Betreuerin der Bakkalaureatsarbeit erstellt, die auf abzuändernde Feinheiten im Fragebogen aufmerksam machte. Außerdem wurde der Fragebogen vor der eigentlichen Erhebung an einige Kolleg/innen ausgeteilt, um unverständliche oder missverständliche Formulierungen zu entdecken und auszubessern. Der Fragebogen wurde in acht Bereiche gegliedert, die im Folgenden genauer erläutert werden.

Der Fragebogen besteht aus 59 Items. Von diesen sind 54 auf einer vierstufigen Antwortskala zu bewerten. Mit den übrigen 5 Items wurden personenbezogene Daten erhoben. Im ersten Teil des Fragebogens (Items 1a-1h) wurden die Studierenden zu ihren Vorkenntnissen bezüglich des Unterrichtsmodells der Lernwerkstatt befragt. Es wurde erhoben, ob die allgemeinen Zielsetzungen des Projekts erreicht werden konnten. Die Student/innen wurden in diesem Abschnitt zu ihrer generellen Meinung über das Projekt befragt, d.h. ob es ein fixer Bestandteil der Lehrer/innenbildung sein soll und ob sich der Aufwand überhaupt lohne. Es standen die Antwortkategorien von „trifft zu“ bis „trifft nicht zu“ zur Verfügung. Im zweiten Teil des Fragebogens (Items 2a-2j) wurden die Studierenden hinsichtlich der Nützlichkeit der Angebote des Projekts für die Planung und Durchführung der Lernwerkstatt befragt. Die einzelnen Angebote wurden aufgelistet und waren von „hilfreich“ bis „nicht hilfreich“ zu bewerten. Im dritten Teil des Fragebogens (Items 3a-3j) wurde erhoben, ob die Studierenden ihr fachliches Wissen über die einzelnen Themen der Zellbiologie erweitern konnten. Die Items waren von „trifft zu“ bis „trifft nicht zu“ zu bewerten. Der vierte Teil des Fragebogens (Items 4a-4d) untersuchte, welche Aspekte des Projekts wie z.B. die Handhabung von Mikroskopen oder die Theorie zur Lernwerkstatt, die Student/innen gerne genauer behandelt hätten. Zur Bewertung standen die Antwortkategorien von „gerne“ bis „gar nicht gerne“ zur Verfügung. Abschnitt fünf und sechs im Fragebogen (Items 5a-6e) beziehen sich auf die Erfahrungen, die die Studierenden bei der praktischen Umsetzung der Lernwerkstatt mit den Schulklassen machten. Die einzelnen Items waren von „trifft zu“ bis „trifft nicht zu“ zu bewerten. Im siebten Teil des Fragebogens (Items 7a-7j) wurden der Theorie entnommene handlungsorientierte Unterrichtsprinzipien aufgelistet, die von „wichtig“ bis „unwichtig“ zu bewerten waren. Am Ende des Fragebogens (Items 8a-8e) wurden personenbezogene Daten erhoben.

### **4.2.2 Befragte Stichprobe**

(aus Cichocki 2008)

Von den acht befragten Studierenden waren vier männlich und vier weiblich. Der Studienfortschritt der Studierenden war unterschiedlich; die Semesteranzahl variierte zwischen dem fünften und vierzehnten Semester. Die Hälfte, also vier Student/innen befanden sich im 7., die übrigen verteilen sich auf das 6., 9., 11. und 14. Semester. Hinsichtlich des zweiten Studienfaches unterscheiden sich die Student/innen erheblich. Je zwei studieren neben Biologie noch Englisch und Chemie, die weiteren Geographie, Bewegung und Sport, Philosophie und Psychologie und Physik.

## 4.3 Ergebnisse und Interpretation

(aus Cichocki 2008)

Eines der Hauptziele des Projekts konnte erreicht werden. Alle Studierenden gaben an, dass sie sich im Stande fühlen bzw. eher im Stande fühlen eine Lernwerkstatt vorzubereiten und durchzuführen.

Auch was die Beschaffung bzw. Herstellung von Versuchsmaterialien angeht, so gaben alle Studierenden an, dass sie sich dazu im Stande fühlen bzw. eher im Stande fühlen. Trotzdem wünschten sich 62,5% der Studierenden gerne bzw. eher gerne mehr Informationen zu Arbeitsmaterialien und der Beschaffung von Versuchsplänen. Dieser zum Teil widersprüchliche Befund könnte sich durch eine Erweiterung der Untersuchung mit Interviews aufklären.

Eine weitere zentrale Zielsetzung des Projekts war es, die Studierenden dazu anzuregen, Lernwerkstätten im Beruf als Lehrer/in einzusetzen. 87,5% der Studierenden meinten, dass sie dieses Unterrichtsmodell umsetzen bzw. eher umsetzen werden, nur ein Student gab an, dass er das nicht tun werde. Hier könnte ein Interview Aufschluss darüber geben, warum er dies ablehnt.

Wenn es um die Erweiterung des Fachwissens zur Zellbiologie geht, so konnten die meisten Student/innen es nicht erweitern. Zu gewissen Themen der Zellbiologie konnten manche ihr Wissen ausbauen, jedoch nur sehr vereinzelt. Dies mag darauf zurückzuführen sein, dass die Stationen, die sie bearbeiteten, diese Themen einschlossen. Bei Themen, die sie nicht selbst erarbeiteten, konnten sie ihr Wissen anscheinend nicht erweitern, da sie sich nur begrenzt damit beschäftigten. Auch Beobachtungen bei der praktischen Durchführung der Lernwerkstatt deuten darauf hin. Die Studierenden kannten zum Teil die Versuchspläne der Stationen, die ihre Kolleg/innen erarbeiteten nicht und machten sich zum Teil erst vor Ort mit diesen vertraut, obwohl die Anleitungen auf der Lernplattform „Moodle“ allen zur Verfügung standen. Aus dieser Perspektive verwundert es nicht, dass sich alle Studierenden schlecht bzw. eher schlecht auf die Durchführung der Lernwerkstatt vorbereitet fühlten. Einerseits mag der Befund darauf zurückzuführen zu sein, dass die praktische Durchführung der Lernwerkstatt etwas Neues für sie war, andererseits sicher auch darauf, dass sie zu wenig Eigeninitiative zeigten, sich die Stationen ihrer Kolleg/innen im Vorfeld genauer anzusehen.

Für die Planung und Durchführung der Lernwerkstatt empfanden die Studierenden den Austausch mit den Studienkolleg/innen als am hilfreichsten. Auch das selbstständige Ausprobieren der Lernwerkstatt „Zellbiologie“ wurde als sehr hilfreich bewertet, wahrscheinlich weil sie sich dadurch mit der Struktur und dem Ablauf einer Lernwerkstatt vertraut machen konnten. Zudem lernten die Studierenden bei der Lernwerkstatt zur Zellbiologie schon die meisten Versuche kennen, die sie später bei ihren eigenen Stationen einsetzten.

Der Theorieinput zum E-Learning und das Ausprobieren dessen, wurden von allen Student/innen als eher negativ bewertet. Diese Einschätzung kann darauf zurückzu-

führen sein, dass diese Angebote nicht direkt mit der Lernwerksatt in Verbindung standen. Die Studierenden lernten zwar neueste interaktive Lernapplikationen kennen, jedoch waren diese für die Lernwerkstatt nur wenig brauchbar und standen dem Schulbiologiezentrum auch nicht zur Verfügung.

Auch die Verwendung der Lernplattform „Moodle“ wurde zum Großteil eher negativ bewertet. Allerdings wird hier, wie schon oben erwähnt, angemerkt, dass wenn sich die Studierenden die Versuchspläne ihrer Kolleg/innen in den Foren besser angesehen hätten, sie sich vielleicht auf die praktische Umsetzung der Lernwerkstatt besser vorbereitet gefühlt hätten. Dadurch wäre ihnen die Lernplattform möglicherweise nützlicher erschienen.

Die Betreuung durch die Mitarbeiter/innen des Schulbiologiezentrums wurde von 50% als weniger hilfreich angesehen. Dass diese nicht besser bewertet wurde ist überraschend, denn in den subjektiven Beobachtungen durch Herrn Cichocki wurde festgestellt, dass die Betreuer/innen sehr bemüht waren. Vielleicht hätten sich die Studierenden genauere Anweisungen gewünscht, denn die Betreuer/innen gaben selten fertige Antworten auf die Fragen der Student/innen, sie unterstützten sie eher in ihrem Arbeitsprozess. Für eine genauere Analyse, z.B. welche Unterstützung sich die Studierenden von den Betreuer/innen gewünscht hätten oder warum einige Studierende mit der Betreuung unzufrieden waren, wäre eine Ausweitung der Untersuchung durch Interviews von Nöten.

Die theoretischen Vorüberlegungen zur Lernwerkstatt umzusetzen, bereitete einigen Studierenden zum Teil Schwierigkeiten. Das verwundert nicht, wenn man davon ausgeht, dass die Studierenden noch sehr wenig Praxiserfahrung haben. Denn die Herausbildung von professioneller Kompetenz, d.h. die Fähigkeit eine Anforderungssituation zu bewältigen, kann erst in der Ausübung des Berufs selber gelingen, wo man praktisch ständig mit Anforderungssituationen konfrontiert wird.

Jedoch konnten die Studierenden zum größten Teil die Erfahrung machen, dass Experimente dazu geeignet sind, um die Schüler/innen mit naturwissenschaftlichen Arbeitsmethoden vertraut zu machen, um einen Bezug zum Alltag herzustellen, um die Fragehaltung der Schüler/innen anzuregen und um ihr Interesse am behandelten Thema zu wecken. Angesichts dieser positiven Erfahrungen in Bezug zum Einsatz von Schülerexperimenten, kann davon ausgegangen werden, dass sie diese als wertvoll für den Unterricht ansehen und auch einsetzen werden.

Die Einstellung zu handlungsorientierten Unterrichtsprinzipien der Studierenden ist zum größten Teil positiv. Nur die gemeinsame Ausarbeitung von Handlungsplänen und die Produktorientierung erachten je 50% der Studentinnen als unwichtig bzw. eher unwichtig. Begründungen dafür, könnten weiterführende Interviews liefern.

Ob die Studierenden aufgrund des Projekts handlungsorientierte Unterrichtsprinzipien als wichtig erachten, lässt sich nicht feststellen, da ihre Einstellungen diesbezüglich vor dem Projekt nicht erhoben wurden.

Das Projekt selbst wurde von den Studierenden recht negativ bewertet. Die meisten gaben an (87,5%), dass das Projekt kein bzw. eher kein fixer Bestandteil der Lehrer/innenbildung sein soll. Ein Grund dafür könnte die eher negative Einschätzung

des Erfahrungswertes in Relation zum Arbeitsaufwand sein. Nur 37,5% der Studierenden meinten, dass sich der Aufwand in Bezug zum Erfahrungswert gelohnt bzw. eher gelohnt hat. Auch hier würden sich weiterführende Interviews zur genaueren Analyse dieser Ergebnisse anbieten.

Von den beteiligten Student/innen der Erziehungswissenschaften wurde das Angebot des Schulbiologiezentrums als eine Möglichkeit erlebt, bei der Lehramtsstudierende nicht nur mit der Theorie über Unterricht konfrontiert werden, sondern diese auch an der Praxis reflektieren können. Durch die handelnde Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsmodell der Lernwerkstatt, bei dem die Studierenden Großteils positive Erfahrungen machen konnten, vor allem was den Einsatz von Experimenten angeht, werden sie sich im Beruf sicher eher daran erinnern, als wenn sie im Studium nur „irgend wann einmal“ davon gehört hätten. Außerdem haben die Studierenden nun eine konkrete Vorstellung von Lernwerkstätten, wie sie sie einsetzen können und auf welche Weise die Schüler/innen dabei profitieren. Zudem haben die Studierenden im Schulbiologiezentrum Ansprechpartner/innen kennen gelernt, bei denen sie sich über die neuesten fachdidaktischen Erkenntnisse und Neuerungen informieren können.

# 5 BIODIVERSITÄT

## 5.1 Verortung des Projekts im Themenfeld Biodiversität & Evolution

Das Hauptaugenmerk vom Projekt-STEIL liegt darin, dass Lehramtsstudierende handlungsorientierte Unterrichtsformen am Beispiel einer Lernwerkstatt praktisch erleben können. Biodiversität ist eines der beiden Themengebiete, zu denen Studierende Lernwerkstattstationen gestalten. Die Studierenden waren durch entsprechende fachwissenschaftliche Lehrveranstaltungen inhaltlich auf diese Thematik vorbereitet. In den zugrunde liegenden Lehrveranstaltungen lag der Schwerpunkt auf der fachwissenschaftlichen Dimension von Biodiversität, insbesondere Konzepte der funktionalen Vielfalt und der Artenvielfalt wurden behandelt. In den Workshops wurden den Studierenden weitere Dimensionen der Biodiversität kurz vorgestellt.

Es war den Studierenden freigestellt, welche Aspekte von Biodiversität sie in ihren Seminararbeiten aufgreifen wollten. In der Evaluation wurde erfasst, welche Aspekte der Biodiversität jeweils von den Studierenden aufgegriffen wurden.

Die Studie von Menzel und Bögeholz (2006) zeigt auf, dass Schüler/innen der 11 Schulstufe mit dem Begriff „Biodiversität“ nicht vertraut sind, während die Interpretation der biologischen Vielfalt kaum Schwierigkeiten bereitet. Diese Erfahrung haben wir bisher auch im Schulbiologiezentrum „NaturErlebnisPark“ gemacht. Am leichtesten zu vermitteln ist der Aspekt der Arten- und Formenvielfalt. Hier können auch jüngere Kinder über Sinneserfahrungen wie Tasten und Anschauen Unterschiede und Gemeinsamkeiten wahrnehmen. Um das Konzept der funktionalen Vielfalt für Kinder zugänglich zu machen, sind experimentelle Zugänge und Modelle hilfreich. Allerdings ist die Voraussetzung dafür, dass schon ein gewisses Abstraktionsvermögen vorhanden ist. Recht gute Erfahrungen haben wir mit der Unterscheidung verschiedener Ökosysteme gemacht. Unter Einbeziehung verschiedener biotischer und abiotischer Faktoren.

Noch keine Erfahrung wurde im Schulbiologiezentrum „NaturErlebnisPark“ mit der Vermittlung von Biodiversität im Sinne einer genetischen Vielfalt innerhalb einer Population gemacht. Insgesamt scheinen uns die auf die fachwissenschaftliche Sichtweise ausgerichteten Dimensionen der Biodiversität gut im Unterricht umsetzbar zu sein. Als große didaktische Herausforderung sehen wir es aber an, über die rein fachwissenschaftliche Dimension hinausgehend auch die gesellschaftspolitisch interessanten Aspekte von Biodiversität anzusprechen.

Für eine Bildung für Nachhaltigkeit hat die Auseinandersetzung mit Biodiversität Bedeutung, wenn die Nutzung von biologischem Wissen im Alltag und in der Gesellschaft gelingt, wenn man über die ökologischen Zusammenhänge hinaus gehend auch die ökologisch-sozialen Konflikte des Biodiversitätsverlusts berücksichtigt.

Daher waren wir auch schon sehr gespannt mit welchen Konzepten, Methoden und Aufgabenstellungen Student/innen an die Bearbeitung des Themas Biodiversität herangehen würden.

## 5.2 Fragestellung der Untersuchung

Die grundlegende Fragestellung war, wie Lehramtsstudierende das Thema Biodiversität im Unterricht umsetzen würden.

## 5.3 Untersuchungsdesign und Methodik

Untersuchung der Methoden zur Vermittlung von Biodiversität

<b>Bearbeitung</b>	Team Schulbiologiezentrum
<b>Fragestellungen</b>	Welche Methoden setzen angehende Lehrer/innen bevorzugt ein, um das Thema Biodiversität zu vermitteln?
<b>Zielgruppe</b>	Student/innen
<b>Untersuchungsinstrumente</b>	Analyse der Seminararbeiten
<b>Termine</b>	März 2008
<b>Nutzung der Ergebnisse</b>	Unterstützung für Weiterentwicklung der Veranstaltung,

Die von den Studierenden eingereichten Seminararbeiten wurden einer deduktiven qualitativen Inhaltsanalyse unterzogen. Dafür wurden zunächst die Analysekategorien definiert und die Kodierregeln zu den einzelnen Kategorien festgelegt. Anschließend wurden die in den Arbeiten enthaltenen Textstellen den Kategorien zugeordnet. Ziel der Analyse ist es, bestimmte Aspekte aus dem Material herauszufiltern, unter vorher festgelegten Ordnungskriterien einen Querschnitt durch das Material zu legen oder das Material aufgrund bestimmter Kriterien einzuschätzen. Auf diese Weise wurde das Textmaterial strukturiert und wir konnten einen Überblick erhalten. (vgl. Mayring 2003).

### 5.3.1 Analysekategorien

**Kategorie A:** Welche Dimensionen der Biodiversität werden von den Studierenden angesprochen?

Unterschieden wurden folgende Kategorien: (Mayer 1996):

<b>genetische Vielfalt</b>	intraspezifische Vielfalt: Variabilität innerhalb einer Art
<b>Artendiversität</b>	die Anzahl der in einem bestimmten Gebiet vorkommenden Spezies
<b>Funktionelle Vielfalt</b>	die Vielfalt von ökologischen Funktionen und Prozessen im Ökosystem
<b>Ökologische Vielfalt</b>	Die Diversität drückt sich in den zahlreichen Lebensgemeinschaften, Biotoptypen und Landschaften sowie in deren

	ökologischen Prozessen aus. Sie repräsentiert die verschiedenen kollektiven Reaktionen von Arten auf unterschiedliche Umweltbedingungen
<b>Kulturelle Vielfalt</b>	humanwissenschaftliche Dimensionen der Biodiversität (ökonomischer Wert, ökologischer Wert, wissenschaftlicher Wert, ästhetischer Wert, rekreativer Wert (=Erholungsfunktion))

**Kategorie B: Welche Lernzieldimensionen werden von den Aktivitäten berührt?**

Lernziele können im Allgemeinen bestimmten Lernzieldimensionen zugeordnet werden. Am gängigsten ist eine Untergliederung in kognitive, affektive und instrumentelle (manuell – motorische) Lernziele. Weiters wird in manchen Didaktiken auch eine soziale Lernzieldimension genannt, was uns ebenfalls sehr wichtig erscheint. Von der Festlegung auf eine Lernzieldimension werden meistens die anschließenden Methodenentscheidungen beeinflusst. Die Zuordnung zu den einzelnen Dimensionen erfolgte folgendermaßen (Glossar fachdidaktischer Begriffe 2007):

<b>Kognitive Lernziele</b>	beschreiben Veränderungen, die sich auf Kenntnisse, Wissen, Denken, Problemlösen und auf andere intellektuelle Fertigkeiten beziehen
<b>Instrumentelle Lernziele</b>	beschreiben Veränderungen in Bezug auf manuell-motorische Fertigkeiten
<b>Affektive Lernziele</b>	beschreiben Änderungen der Interessen, Einstellungen, Werturteile, Bereitschaften
<b>Soziale Lernziele</b>	beschreiben Veränderungen in Bezug auf die soziale Kompetenz und das gemeinsame Lernen

**Kategorie C: Wie sind die Anforderungsbereiche?**

Es wurden drei Anforderungsstufen definiert (nach: SINUS BAYERN 2007)

<b>Anforderungsbereich I</b>	Sachverhalte, Methoden und Fertigkeiten reproduzieren
<b>Anforderungsbereich II</b>	Sachverhalte, Methoden und Fertigkeiten in neuem Zusammenhang benutzen
<b>Anforderungsbereich III</b>	Sachverhalte neu erarbeiten und reflektieren sowie Methoden und Fertigkeiten eigenständig anwenden

**Kategorie D: Wie ist Beschreibung der Aktivitäten?**

Augenmerk wurde darauf gelegt, welche sprachlichen Levels die Anweisungen für die Schüler/innen aufwiesen. Wurde Alltagssprache oder wissenschaftliche Fachsprache verwendet? Gab es eine Erklärung, wenn Fremdwörter und Fachbegriffe eingesetzt wurden?

Unterschieden wurde zwischen:

<b>Einfache, verständliche Sprache</b>
<b>Fachbegriffe werden verwendet und erklärt</b>
<b>Fachbegriffe werden ohne nähere Erklärung verwendet</b>
<b>Wissenschaftliche Sprache</b>

**Kategorie E: Welche Arbeitsweisen werden zur Erkenntnisgewinnung eingesetzt?**

Inwieweit werden handlungsorientierte bzw. die Schüler/innen aktivierende Arbeitsweisen angeregt. Besonders hervorgehoben wurden: (vgl. Glossar fachdidaktischer Begriffe 2007)

<b>Erkundungsformen: Betrachten, Beobachten, Untersuchen, Experimentieren</b>
<b>Vergleichen</b>
<b>Modellbildung</b>

**Kategorie F: Welche Arbeitsmaterialien kommen zum Einsatz?**

<b>es wird mit echten Tieren und Pflanzen gearbeitet</b>
<b>Bilder und Zeichnungen von Tieren, Pflanzen, Ökosystemen werden verwendet</b>
<b>Einsatz von neuen Medien ist vorgesehen (Computer, TV, Handy)</b>
<b>Einsatz von einfachen Hilfsmittel (Lupe, Becher, Scheren, Löschpapier,...)</b>
<b>Einsatz von technischen Geräten und optischen Hilfsmitteln (Fernglas, Mikroskop,...)</b>
<b>Arbeiten im Freiland sind vorgesehen</b>
<b>Exemplarische Literatur, Arbeitsblätter, wissenschaftliche Texte werden verwendet</b>
<b>Techniken zur Informationsentnahme und Informationsdarstellung; werden auch als Methodenwerkzeuge bezeichnet (Protokollieren, Zeichnen, Graphen und Tabellen erstellen und interpretieren, Beschreiben...)</b>

### **Kategorie G: Wie ist der Umgang mit der Komplexität?**

Die Komplexität und Stofffülle im Fachbereich Biologie ist dermaßen umfangreich, dass es unmöglich ist, im Unterricht alle Inhalte gründlich zu behandeln. Daher ist es sinnvoll, im Unterricht nicht die Inhalte, sondern Kompetenzen als Basis der naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy) in den Mittelpunkt zu stellen und systematische Wissensstrukturen aufzubauen.

Unter dem sogenannten „kumulativen Lernen“ versteht man die schrittweise Steigerung dieser Kompetenzen. Das bedeutet (vgl. Kattmann 2002):

<b>Alltagsbezug</b>	Erkennen des lebensweltlichen Bezuges, Anwendung des Wissens auf Alltagsprobleme und Situationen, der Unterrichtsinhalte wird stärker beachtet
<b>Aufbau einer komplexen Wissensstruktur</b>	durch authentische Problemstellungen und die Anwendung des Wissens in verschiedenen Kontexten, diese Erweiterung des Wissens führt zum Aufbau einer komplexen Wissensstruktur
<b>Output-Orientierung</b>	das Ergebnis, d.h. die Fähigkeiten des Lerners zählen; Lernfortschritt und Anwendung von Wissen werden als bedeutungsvolles Lernen erfahrbar gemacht
<b>themenverbindende Basiskonzepte</b>	Fächerverbindende und fächerübergreifende Grundkonzepte werden in den Mittelpunkt des Unterrichts gestellt

## **5.4 Ergebnisse der Untersuchung**

Die Student/innen entwickelten eigenverantwortlich Stationen für eine neue Lernwerkstatt zum Thema Biodiversität. In Teamarbeit wurden insgesamt 5 Stationen zu folgenden Themen bearbeitet (Beispiele siehe Anhang):

- Farbstoffe in der Natur
- Wachstum und Keimung bei Pflanzen
- Photosynthese
- Ernährung, Verdauung
- Anpassung der Pflanzen an Umweltparameter

Diese weisen folgende Merkmale auf:

	Farbstoffe in der Na- tur	Wachstum und Kei- mung	Photo- synthese	Ernährung, Verdauung	Anpassung von Pflanzen
<b>Einordnung der Aufgabenstellung in- nerhalb Biodiversität</b>					
genetische Vielfalt					
Artendiversität: ,					
Funktionelle Vielfalt	X	X	X	X	X
Ökologische Diversität	X			X	X
Kulturelle Vielfalt	X				
<b>Lernzielbereiche = Lernzieldimensionen</b>					
Kognitive Lernziele:	X	X	X	X	X
Instrumentelle Lernziele:	X	X	X	X	
Affektive Lernziele:	X				
Soziale Lernziele:	X	X	X		
<b>Anforderungsbereiche</b>					
Anforderungsbereich I:	X		X	X	X
Anforderungsbereich II:					
Anforderungsbereich III:		X			
<b>Wie ist Beschreibung der Aktivitäten</b>					
Einfache, verständliche Sprache	X	X	X	X	X
Fachbegriffe werden verwendet und er- klärt	X		X	X	
Fachbegriffe werden verwendet					
Wissenschaftliche Sprache					
<b>Arbeitsweisen zur Erkenntnisgewinnung</b>					
Erkundungsformen: Betrachten, Beobach- ten	X	X	X	X	X
Vergleichen	X	X	X	X	X
Modellbildung				X	

<b>Welche Arbeitsmaterialien kommen zum Einsatz</b>					
Es wird mit echten Tieren und Pflanzen gearbeitet	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>
Bilder und Zeichnungen von Tieren, Pflanzen				<b>X</b>	
Einsatz von neuen Medien ist vorgesehen	<b>X</b>				
Einsatz von einfachen Hilfsmittel	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
Einsatz von technischen Geräten und optischen Hilfsmitteln			<b>X</b>	<b>X</b>	
Arbeiten im Freiland sind vorgesehen					
Exemplarische Literatur, Arbeitsblätter, wissenschaftliche Texte	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
Techniken zur Informationsentnahme und Informationsdarstellung;	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Umgang mit der Komplexität</b>					
Alltagsbezug	<b>X</b>	<b>X</b>		<b>X</b>	
authentische Problemstellungen,		<b>X</b>			
Output-Orientierung	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
themenverbindende Basiskonzepte	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

## 5.5 Interpretation

Die grundlegende Fragestellung war, wie Lehramtsstudierende das Thema Biodiversität im Unterricht umsetzen würden.

In erster Linie wird von den Studierenden die Dimension der funktionellen Vielfalt angesprochen. Alle fünf Arbeiten beziehen sich auf diesen Aspekt der Biodiversität. Drei der Arbeiten schließen darüber hinaus auch die ökologische Dimension mit ein, eine Arbeit (Farbstoffe in der Natur) spricht auch die kulturelle Vielfalt im Sinne von ästhetischen Komponenten an. Die anderen, an sich klassischen biologischen Dimensionen der Biodiversität, nämlich die genetische Vielfalt und die Artenvielfalt werden in keiner der Arbeiten thematisiert.

In fast allen Arbeiten werden mehrere Lernziel Dimensionen angestrebt, was auch aus pädagogischer Sicht sinnvoll erscheint. Lediglich eine Arbeit beschränkt sich auf rein kognitive Lernziele. Instrumentelle Lernziele, insbesondere die Fertigkeit zum Experimentieren, werden in vier der fünf Arbeiten behandelt. Drei Arbeiten streben explizit auch soziale Lernziele an. Genannt werden hier vor allem die Fähigkeit im Team zu arbeiten und fachlich zu diskutieren. Eine der Arbeiten berücksichtigt darüber hinaus auch affektive Lernziele, es werden Einstellungen und Werturteile gezielt angesprochen.

Der Großteil der Arbeiten (vier) bewegt sich im Anforderungsbereich 1, was für einen ersten Einstieg ins Thema durchaus angemessen ist. Denn das Konzept der Lernwerkstatt, in der diese Aufgabenstellungen zum Einsatz kommen sollen, sieht vor, dass Lernende mit diesen Beispielen in relevante Gegenstandsbereiche eingeführt werden. Anschließend werden zu diesen Themen Fragen bzw. Problemstellungen generiert, die dann von den Lernenden selbständig bearbeitet werden. Für die Lösung der Problemstellungen werden die bereits vorhandenen Informationen einbezogen, in Vergleichsprozessen auf die neuen Anforderungen übertragen und die gemeinsamen Merkmale und Strukturen in die Wissensstruktur des Lernenden integriert (Funke und Zumbach 2005). In dieser Phase werden dann, je nach Problemstellung, die Anforderungsbereiche 2 und 3 angesprochen. Eine der Arbeiten ist dem schon recht anspruchsvollen Anforderungsbereich 3 zuzuordnen und erfordert fortgeschrittene Fähigkeiten zur Konstruktion und Interpretation von Experimenten.

Das Lernen im Fach ist untrennbar verknüpft mit dem Erlernen der Fachsprache. Das Sprachniveau in den jeweiligen Aufgabenstellungen ist gut auf die Schüler/innen abgestimmt. In allen Anleitungen wird eine einfache, verständliche Sprache eingesetzt. Der Übergang zu einer stärker fachlichen Ausdrucksweise muss denselben Sachverhalt auf unterschiedlichen Sprachebenen ausdrücken können (alltagssprachlich, fachsprachlich, bildhaft-anschaulich) und eine Balance zwischen sprachlichen Ausschmückungen und den Lehrzielen schaffen (Kulgemeyer und Schecker 2006). Die Untersuchungen von Wellenreuther (2005) weisen auch darauf hin, dass die Strukturierung (Makro- und Mikrostruktur) von Texten wesentlich zum Verständnis

beitragen. Zum Teil sind diese Zielsetzungen auch in der Verwendung der Fachsprache gut gelungen.

In allen Arbeiten werden handlungsorientierte Arbeitsweisen angesprochen, die bei den Lernenden das selbständige Arbeiten und den Erkenntnisgewinn durch die Durchführung von Experimenten unterstützen. Dies ist für naturwissenschaftliche Fächer insofern bedeutungsvoll, da das Experiment neben der Beobachtung und dem Vergleich eine wesentliche Methode zur Gewinnung von naturwissenschaftlichen Denkweisen und Wissen darstellt (Hammann 2007). Die Erkenntnisgewinnung durch naturwissenschaftliches Problemlösen spricht nach Mayer (2007) drei Dimensionen an: Praktische Arbeitstechniken (practical work), Wissenschaftliche Erkenntnis- methode (scientific inquiry) Charakteristika der Naturwissenschaften (nature of science). Neben diesen Zugängen ermöglicht auch der vielfältige Einsatz von Arbeitsmaterialien, die in den Arbeiten der Student/innen vorgesehen sind, den Lernenden viele Anknüpfungspunkte. Lediglich eine Arbeit (Anpassung von Pflanzen) beschränkt sich darauf, einzelne Objekte zur Anschauung zur Verfügung zu stellen.

Lernprozesse stellen einen kontinuierlichen Prozess dar. Das bereits vorhandene Wissen, meistens Vorstellungen über Dinge und Sachverhalte aus der Alltagswelt (Alltagsvorstellungen) und Sachkenntnisse von bereits vorhandenen wissenschaftlichen Konzepten, wird zum Ausgangspunkt eines Lernprozesses. Daher kann man durch Betonung eines Alltagsbezuges eine grundlegende Motivation der Lernenden schaffen. Auf die Bedeutung des Alltagsbezuges wird in drei der Arbeiten geachtet und bildet einen wichtigen Anknüpfungspunkt für die Lernenden. Die fünf Arbeiten stellen erfahrbare Basiskonzepte zum Thema Biodiversität dar. Durch den Einsatz aller 5 Arbeiten im Konzept einer Lernwerkstatt ist fächerverbindendes Lernen (Vernetzung innerhalb eines Faches) und fächerübergreifendes Lernen möglich. Wenn es gelingt neu aufzubauende und differenzierende Wissensvernetzung bei den Lernenden anzuregen, kann das Verständnis für Biodiversität im Sinne eines kumulativen Lernens gesteigert werden.

Insgesamt bieten die fünf Arbeiten einen guten Einstieg ins Thema „Biodiversität“. Besonders erfreulich ist die große Zahl von aktivierenden Elementen, die ein forschend-entdeckendes Lernen in verschiedenen Ausprägungen unterstützen. Neben der Betonung kognitiver Lernziele werden in fast allen Arbeiten auch Anreize geboten, um andere Kompetenzen zu fördern.

Insbesondere bei einer Kombination aller genannten Aktivitäten, z.B. im Stationenbetrieb ist zu erwarten, dass die Schüler/innen einen vielfältigen und anspruchsvollen Zugang zum Thema erhalten.

## 6 DISKUSSION UND AUSBLICK

Die Planung dieser Lehrveranstaltung sah sehr umfassende Zielsetzungen vor: Die Studierenden sollten nicht nur die Lernwerkstatt als eine Methode handlungsorientierten Unterrichts kennen lernen. Sie sollten darüber hinaus auch grundlegende Erfahrungen mit dem Einsatz neuer Medien erwerben, zwei Unterrichtsthemen ausarbeiten und eine praktische Unterrichtseinheit abhalten.

Teilweise konnten diese Zielsetzungen gut erreicht werden:

Den Studierenden wurde die Lernwerkstattmethode intensiv nahe gebracht. Sie fühlen sich imstande, eine Lernwerkstatt vorzubereiten und durchzuführen. Die Studierenden sind auch mit der Herstellung von Versuchsmaterialien vertraut, ein Großteil plant, Lernwerkstätten im späteren Unterrichtsleben einzusetzen. Der Austausch mit Kolleg/innen und das Ausprobieren der Experimente wurden als hilfreich empfunden. Die in Gruppenarbeit erstellten Seminararbeiten weisen eine hohe Qualität auf. Insbesondere die Arbeiten zum Thema „Biodiversität“ bieten einen vielseitigen, anspruchsvollen handlungsorientierten Zugang zum Thema.

In mancherlei Hinsicht scheinen die angestrebten Ziele allerdings als zu hoch gesteckt. Vielfach fühlten sich die Studierenden überfordert. Insbesondere die Lehrveranstaltungsinhalte über das e-learning und die Einführung der MOODLE-Lernplattform als Kommunikationsmedium wurden eher als Belastung, denn als Hilfestellung empfunden. Die dafür aufgewendete Zeit hätte für eine intensivere Betreuung bei der Erstellung der Unterrichtseinheiten und einer längeren Vorbereitung auf die praktische Unterrichtssituation eingesetzt werden können. Vielfach wünschten sich die Studierenden mehr Informationen und wären gerne stärker betreut worden.

Trotz dieser Schwachstellen ist der konkrete Output dieser Lehrveranstaltung sehr erfreulich: die Rückmeldungen der teilnehmenden Schulklassen waren äußerst positiv. Sowohl die Qualität der von den Studierenden ausgearbeiteten Stationen zum Thema „Zellbiologie“, als auch die direkte Betreuung der Schüler/innen durch die Studierenden wurden von Schüler/innen und Lehrer/innen sehr geschätzt. Auch die als Seminararbeiten erstellten Ausführungen zum Thema „Biodiversität“ sind sehr zufrieden stellend.

Daher ist es geplant, die Erfahrungen aus diesem Projekt in die Planung von zukünftigen Lehrveranstaltungen, die zur Erprobung praktischer Unterrichtssituationen für Studierende entwickelt werden, einfließen zu lassen. Ebenso soll die Kooperation mit der Arbeitsgruppe für Fachdidaktik der Biologie weiter ausgebaut werden.

## 7 LITERATUR

BORMANN I. DE HAAN G. (2008): *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden.

BAYRHUBER H., ELSTER D., KRÜGER D., VOLLMER H. J. (2007): *Kompetenzentwicklung und Assessment*. Studienverlag Ges.m.b.H., Innsbruck.

BLÖMEKE S., (2001): *Erwerb professioneller Kompetenz in der Lehrerausbildung und die Aufgaben von Zentren für Lehrerbildung*. Folgerungen aus einer Theorie universitärer Lehrerausbildung. In: Seibert, N. (Hrsg.): *Probleme der Lehrerbildung. Analysen, Positionen, Lösungsversuche*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

CICHOCKI P. (2008): *Eine empirische Untersuchung zum Erleben innovativer Lernumgebungen*. Bakkalaureatsarbeit zur Lehrer/innenprofessionalisierung im Projekt STEIL, Karl - Franzens - Universität Graz.

EDELMANN D., TIPPELT R. (2007): *Kompetenzentwicklung in der beruflichen Bildung und Weiterbildung*. Kompetenzdiagnostik, Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 8, Verlag für Sozialwissenschaften.

FRANTZ-PITTNER A., GRABNER S. et al. (2002): „*Entwicklung und Erprobung einer naturwissenschaftlichen Lernwerkstatt*.“ IMST<sup>2</sup> - Online im Internet: [http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2002/s4\\_i\\_bu\\_schulbiologiezentrum\\_030203.pdf](http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2002/s4_i_bu_schulbiologiezentrum_030203.pdf)

FRANTZ-PITTNER A., GRABNER S. et al. (2003): „*Was mich zum Fragen bringt“ Methoden zur Forcierung von Schülerfragen als Ausgangspunkt problemorientierter Lernprozesse*. IMST<sup>2</sup> - Online im Internet:

[http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2003/s4\\_i\\_andritz\\_lang\\_151203.pdf](http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2003/s4_i_andritz_lang_151203.pdf)

FUNKE J. & ZUMBACH J. (2006) *Problemlösen*. In: Mandl H. & Friedrich H.F. (Hrsg.) *Handbuch Lernstrategien*. Hogrefe Verlag GmbH & Co KG, Göttingen/Bern/Wien/Toronto/Seattle/Oxford/Prag.

GRÄBER W., NENTWIG P., KOBALLA T., EVANS R. (2002): *Scientific Literacy*. Leske + Budrich, Opladen.

GRABNER S., FRANTZ-PITTNER A. et al. (2006): „*IKARUS*“ IMST<sup>3</sup> - Online im Internet:

[http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2006/1057\\_347\\_Langfassung\\_Grabner.pdf](http://imst.uni-klu.ac.at/materialien/2006/1057_347_Langfassung_Grabner.pdf)

GRYGIER P., GÜNTHER J., KIRCHER E. (2004): *Über Naturwissenschaften lernen*. Scheider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler.

HAMMANN M., HOI PHAN T., BAYERHUBER H. (2007): *Experimentieren als Problemlösen: Lässt sich das SDDS – Modell nutzen, um unterschiedliche Dimensionen beim Experimentieren zu messen?* Kompetenzdiagnostik, Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 8, Verlag für Sozialwissenschaften.

KATTMANN U., (2002). *Vom Blatt zum Planeten*. Scientific Literacy und kumulatives Lernen im Biologieunterricht nach PISA. In: Monschner B., Kiper H. & Kattmann U. (Hrsg.), *Perspektiven für Lehrern und Lernen – PISA 2000 als Herausforderung*. Schneider, Hohengehren.

KLIEME E., HARTIG J. (2007): *Kompetenzkonzepte in den Sozialwissenschaften und im erziehungswissenschaftlichen Diskurs*. Kompetenzdiagnostik, Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 8, Verlag für Sozialwissenschaften.

KRAINER K., POSCH P. (1996): *Lehrerfortbildung zwischen Prozessen und Produkten*. Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn.

KROMBASS A., HARMS U. (2006): *Ein computergestütztes Informationssystem zur Biodiversität als motivierende und lernförderliche Ergänzung der Exponate eines Naturkundemuseums*. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik, Jahrgang 12.

KRÜGER D., VOGT H. (2007): *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

KULGEMEYER CH. & SCHECKER H. (2006): *PISA 2000 – 2006 – Ein Vergleich anhand eines Strukturmodells für naturwissenschaftliche Aufgaben*. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik, Jahrgang 12.

MANDL H., FRIEDRICH H. F. (2006): *Handbuch Lernstrategien*. Hogrefe Verlag GmbH & Co KG, Göttingen/Bern/Wien/Toronto/Seattle/Oxford/Prag.

MAYER J. (1996): *Biodiversitätsforschung als Zukunftsdisziplin*. Ein Beitrag der Biologiedidaktik. Ber. Inst. Didaktik Biologie 5, Münster.

MAYER J. (2007): *Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen*. Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

MAYRING P. (2003): *Qualitative Inhaltsanalyse*. Grundlagen und Techniken. 8. Auflage. Beltz Verlag, Weinheim & Basel.

MENZEL S., BÖGEHOLZ S. (2006): *Vorstellungen und Argumentationsstrukturen von Schüler/innen der elften Jahrgangsstufe zur Biodiversität, deren Gefährdung und Erhaltung*. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik, Jahrgang 12.

OLLERENSHAW C., RITCHIE R. & RIEDER K. (2000): *Kinder forschen. Naturwissenschaft im modernen Sachunterricht*. öbv & hpt, Wien.

OSBORNE J., DILLON J. (2008): *Science Education in Europe: Critical Reflections*. A Report to the Nuffield Foundation, King's College London.

PRENZEL M., GOGOLIN I., KRÜGER H. H. (2007): *Kompetenzdiagnostik*. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 8, Verlag für Sozialwissenschaften.

RADITS F., PASS G., AIGNER-BREUSS E., REININGER-CETIN C. (2002): *Was heißt praxisrelevant in der fachdidaktischen Ausbildung?* Ein Forschungsbericht über das Projekt "Selbsttätigkeit und Praxisrelevanz in der Fachdidaktikausbildung des Lehramts Biologie & Umweltkunde an der Universität Wien.

RADITS F., RAUCH F., KATTMANN U. (2005): *Gemeinsam Forschen - Gemeinsam Lernen*. Studienverlag Ges.m.b.H., Innsbruck.

REINMANN-ROTHMEIER G. & MANDL H. (1999). *Unterrichten und Lernumgebung gestalten* (Forschungsbericht Nr. 60, überarbeitete Fassung, Mai 1999). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.

ROCARD M., CSERMELY P., JORDE D., LENZEN D., WALBERG - HENRIKSSON H., HEMMO V. (2007): *Science Education Now. A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, European Commission Directorate-General for Research Information and Communication Unit, Brussels.

VOGT H., UPMEIER A. (2007): *Bildungsstandards - Kompetenzerwerb*. Shaker Verlag, Aachen.

URHAHNE D., (2006): *Berufswahlmotive von Lehramtsstudierenden der Biologie*. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik. Jahrgang 12.

SIEBERT H., (1999): *Pädagogischer Konstruktivismus*. Eine Bilanz der Konstruktivismusdiskussion für die Bildungspraxis. Luchterhand Verlag, Neuwied.

WELLENREUTHER M. (2005): *Lehren und Lernen – aber wie? Empirisch-experimentelle Forschungen zum Lehren und Lernen im Unterricht*. Grundlagen der Schulpädagogik, Bd 50, Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler.

Internetadressen:

<http://www.uni-giessen.de/cms/fbz/fb04/institute/geschichte/didaktik/aktivitaeten-didaktik-geschichte/geschichtsdidaktische-pruefungsthemen/forschend-entdeckendes-lernen> (7.Juli 2008).

Glossar fachdidaktischer Begriffe (2007). Online im Internet: [http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/didaktik-bio/de/top/html/34948/Glossar\\_2007.pdf](http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/didaktik-bio/de/top/html/34948/Glossar_2007.pdf) (30.6.2008).

[http://geonext.uni-bayreuth.de/fileadmin/MaterialienDB/86/HARMS\\_Modul\\_5.pdf](http://geonext.uni-bayreuth.de/fileadmin/MaterialienDB/86/HARMS_Modul_5.pdf) (30.6.2008).

Sinus Bayern (2007). Weiterentwicklung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Online im Internet : <http://www.sinus-bayern.de/> (30.6.2008)