



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
S5 „Entdecken, Forschen und Experimentieren“**

Biologische Experimente mit Recycling- Flaschen:

Erforschen des geheimnisvollen Lebens der Pilze durch Zucht von Champignons und Versuche im Plastikflaschenökosystem

Mag. Karl Brendle

**Schulen des bfi Wien
Margaretenstraße 65
1050 Wien**

Wien, 21. April 2006

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
1.1 Zielsetzung.....	4
1.2 Methoden	5
1.2.1 Didaktik	6
2 DURCHFÜHRUNG	8
2.1 Zeitplan	9
2.2 Ausgewählte Beispiele	15
3 EVALUATION UND ERGEBNISSE	17
3.1 Ein Experiment und seine Beschreibung durch einen Schüler.....	17
3.2 Auswertung der Fragebögen.....	18
3.3 Evaluation der Projektstagebücher	21
4 DISKUSSION	24
5 LITERATUR	25
6 ANHANG	27

ABSTRACT

Den SchülerInnen soll Gelegenheit zur Begegnung mit der Natur im Klassenzimmer gegeben werden. Dazu werden Recycling-Plastikflaschen verwendet, in denen SchülerInnen Miniökosysteme individuell gestalten, pflegen und beobachten können. Die SchülerInnen sollen durch Versuche mit Miniökosystemen in Recycling-Plastikflaschen für das Thema Boden sensibilisiert werden. Mikrobiologie soll in schülergerecht aufbereiteten Versuchen transparent und praktikabel gemacht werden.

Schulstufe: 12
Fächer: Biologie, Ökologie und Warenlehre
Kontaktperson: Mag. Karl Brendle
Kontaktadresse: Kempelengasse 12/24, 1100 Wien
Tel.: 01/4803971
schueler@brendle.at

1 EINLEITUNG

Nachdem Herr Direktor Burda letztes Schuljahr eine Unterrichtsstunde bei mir hospitiert hatte, kamen wir bei der Nachbesprechung detaillierter auf die Methodik zu sprechen. Ich hatte damals einen Methodenmix aus Overheadfolie, Tafel (verschiedenfarbiges Tafelbild), Arbeitsblatt mit Arbeitsaufgaben, Schulbuch und Anschauungsmaterial eingesetzt.

Der eindeutige Stargast dieser Unterrichtseinheit waren lebende Fruchtfliegen. Erst einmal effektiv präsentiert, baute ich um meine Anschauungsobjekte die Einleitung in das Kapitel Genetik und Evolution auf.

Die Plastikflasche mit Fruchtfliegenlarven und erwachsenen Tieren blieb, versorgt mit genügend Nahrung und versehen mit der Aufschrift „ Bitte nicht wegwerfen! Versuch für BOW“, auf einer Stellage in der Klasse zurück.

Manche SchülerInnen fanden Gefallen an ihren „Haustieren“ und es bot sich noch so manche Gelegenheit, in den folgenden Stunden immer wieder Bezüge, manchmal sehr unerwartet für die SchülerInnen, zu den Fruchtfliegen herzustellen.

Eine Beziehung zu einem lebenden Objekt aufzubauen, mit Hilfe unterschiedlicher Medien theoretische Anknüpfungspunkte herzustellen und in diesem logischen Geflecht von Zeit zu Zeit wieder zum lebenden Ausgangspunkt zurückzukehren, war also das Charakteristische an dieser Methodenkombination. Die Idee war es nun, diese Methode in einem naturwissenschaftlichen Projekt weiter zu entwickeln und zu erproben.

1.1 Zielsetzung

Plastikflaschen-Ökosysteme sollen dazu verwendet werden, die Natur in das Klassenzimmer zu holen. Mit diesem Projekt soll einerseits die Sensibilisierung und Emotionalisierung der SchülerInnen für das oft vernachlässigte Thema Boden erreicht werden.

Andererseits ist auch eine Reduktion der Berührungängste mit dem oft als abstrakt empfundenen Gebiet der Mikrobiologie ein wichtiges Ziel. Beides lässt sich einfach mit der Organismengruppe der Pilze in Experimenten rund um Plastikflaschenökosysteme platz- und kostensparend realisieren.

Der praktische, experimentelle Ansatz dieses Projektes soll handwerkliche und kreative Fertigkeiten fördern; sei es beim Entwickeln und der Umsetzung des experimentellen Designs, beim Basteln der Versuchsanordnung und des Zubehörs, beim sterilen Arbeiten und beim Mikroskopieren.

Ich möchte ein attraktives Angebot zusammenstellen und hoffe, dass die SchülerInnen durch aktives Ausprobieren, Beobachten, Auswerten und Fragen, ihr Interesse an den Naturwissenschaften auffrischen können. Durch Schüleraktivitäten soll die Freude am Experimentieren und die Neugierde geweckt werden.

1.2 Methoden

Das biologische Experimentieren mit Recyclingflaschen sollte als einfaches Werkzeug zur Erforschung naturwissenschaftlicher Phänomene kreativ in den Biologieunterricht integriert werden. Das methodische Herzstück stellen von den Schülerinnen individuell zu den entsprechenden Experimenten eingerichtete Flaschen-Ökosysteme dar. Was recht simpel mit einer Flasche beginnt, kann durch horizontale bzw. vertikale Ineinanderverschachtelung mehrerer Flaschen-Einheiten zu einem komplexen, miteinander in Wechselwirkung stehenden Biosphärensystem ausgebaut werden.

Das Basteln, Einrichten und Betreuen der Versuchscontainer, sowie weitere praktische Laborarbeiten sollten die Selbstorganisation und Selbstverantwortung in kooperativen Gruppen fördern.

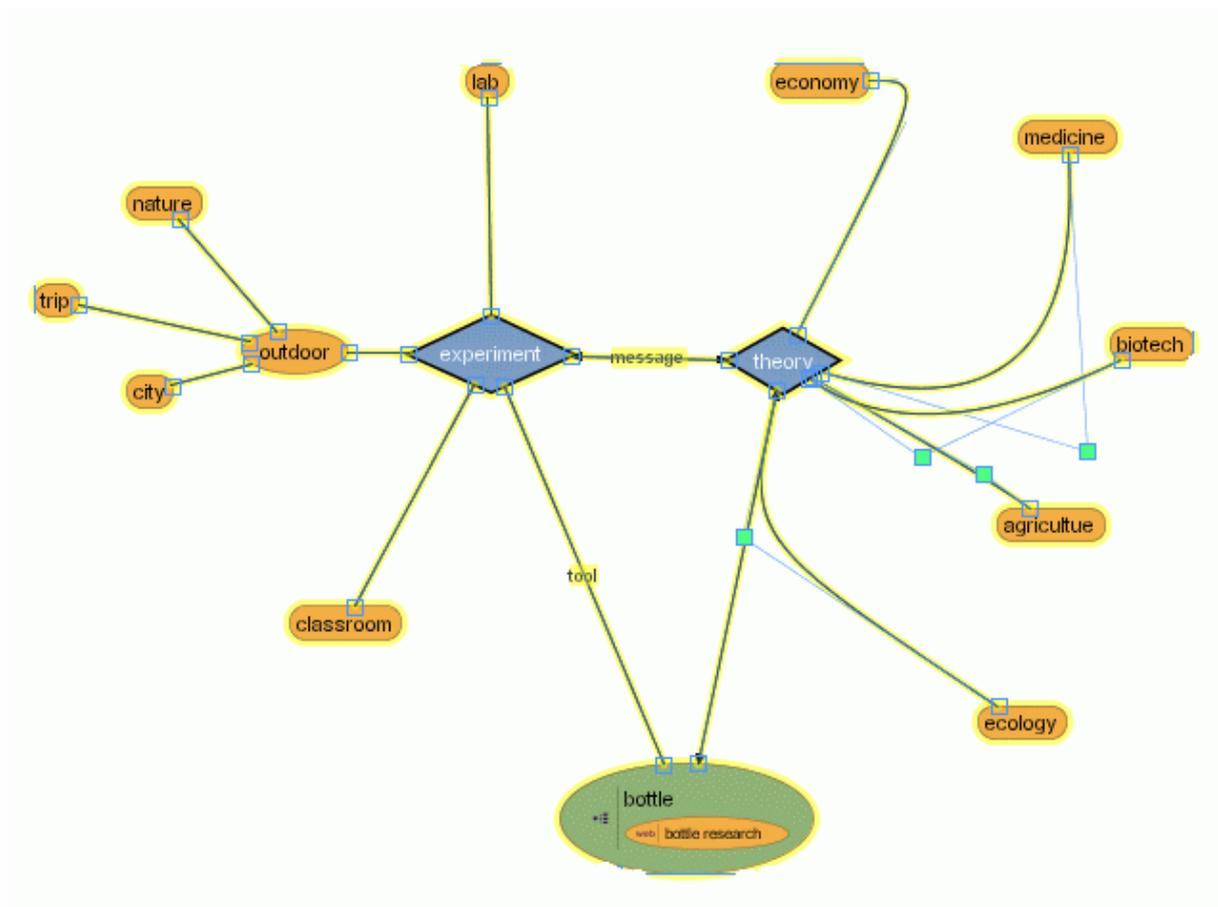
Die Techniken der praktischen Durchführung sollten speziell an das Thema Pilze, Mikrobiologie und Schülerinteressen (Evaluation) angepasst werden. Beim Experimentieren, Beobachten, Vergleichen und Protokollieren sammeln die SchülerInnen Erfahrungen mit der Natur in ihren Flaschen und es werden Fragen aufgeworfen.

Als Lehrer sehe ich meine Aufgabe hier Hilfestellungen bei der Strukturierung von Planungs- und Entscheidungsprozessen zu geben. Schlussendlich sollen die von den Schülern im Rahmen der Flaschenexperimente entwickelten modellhaften Konzepte mit dem gängigen Wissensnetz der Naturwissenschaften verknüpft werden. In der Graphik wird dies durch die Vernetzung mit den Ikonen (ecology, agriculture, economy, medicine, biotechnology) symbolisiert. Die grünen Verbindungslinien sollen individuelle Bezugspunkte der einzelnen Schülerinnen zum naturwissenschaftlichen Kontext darstellen.

Die zeitliche Vorgabe von zwei Einzelstunden pro Woche wurde durch Stundentausch mit Kolleginnen zu Blöcken von Doppelstunden für die Laboreinheiten an den Projektablauf angepasst.

Auf Interdisziplinarität wurde insbesondere bei der Planung der Exkursion geachtet. Es wurde eine Champignon-Zucht besucht, die sowohl aus betriebswirtschaftlicher (in Zusammenarbeit mit der Fachkollegin aus BW) als auch biotechnologischer Sicht analysiert wurde.

Zum Abschluss des Projektes gab es eine Präsentation im kleinen Rahmen, wo die Schülerinnen Highlights und Champignons aus eigener Zucht vorstellten.



1.2.1 Didaktik

Den SchülerInnen wird Gelegenheit zur Begegnung mit der Natur im Klassenzimmer gegeben. Ergänzend zu den kurzen Versuchen zwischendurch, werden Langzeitexperimente (über mehrere Wochen, Monate) laufen gelassen.

Die SchülerInnen stellen eine starke emotionale Beziehung zu ihrem persönlichen Flaschenökosystem her, indem sie dieses individuell gestalten, wöchentlich pflegen, beobachten und vergleichen. Die oftmalige und stetige Auseinandersetzung mit dem Objekt macht ein Erkennen von Prozessen, Veränderungen und damit ein tieferes Verständnis erst möglich.

Im Unterricht kann man das Flaschensystem mit seinem lebenden Inhalt als Aufhänger für unterschiedlichste Themen heranziehen. Die darauf folgende Theorie wird von den SchülerInnen als praxisrelevant erlebt. So wurden z.B. folgende Fragestellungen erarbeitet:

Was sind biotische und abiotische Umweltbedingungen?

Warum können Ergebnisse, die durch Versuche im Labor gewonnen wurden, nicht immer 1:1 auf die Verhältnisse im Freiland übertragen werden?

Was versteht man unter Sukzession?

Woher bezieht der pflanzliche Embryo in den ersten Tagen der Keimung seine Energie zum Wachsen?

Was versteht man unter den Begriffen Quellung und Keimung?

Welche Vitamine sind in Keimlingen in besonders hohen Konzentration enthalten und welche Aufgaben in unserem Körper haben sie?

Die Flaschensysteme entfalten und entwickeln ihre Lebensäußerungen nicht nach einem starren Programm. Da unbekannte Variablen in jeder Flasche enthalten sind, gibt es individuelle Überraschungen wie in einem „Überraschungsei“. Der Zufall entscheidet nämlich z.B. welche Pflanzensamen in der Walderde schlummern und die geeigneten Bedingungen zum Keimen vorfinden.

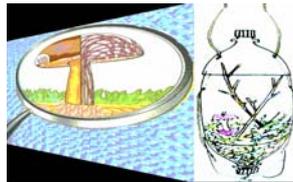
Die SchülerInnen suchen nach Erklärungen für ihre Ergebnisse. Es entsteht ein kreatives Klima. SchülerInnen fühlen sich selbst als ForscherInnen und erleben, dass sie selbst mit einfachen Mitteln die Natur ergründen und Neues entdecken können.

Die Flaschensysteme wecken auch die Neugierde von anderen SchülerInnen, KollegInnen und Schulwart im Schulhaus. Ich bekomme oft die Frage gestellt: „Machen wir das auch einmal in unserer Klasse?“

2 DURCHFÜHRUNG

Die SchülerInnen bekamen den Auftrag, ab sofort jede leere 1,5 Liter Plastikflasche zu sammeln. In der Garage wurde uns eine große Stange zur Verfügung gestellt. Dunkel, kühl und eine hohe CO₂-Konzentration. Also ideale Bedingungen für eine Champignonzucht und die bodenbiologischen Experimente.

Unterrichtsmaterialien für das Projekt sind den ganzen Sommer über eifrig zusammengetragen worden. Aus dem reichen Fundus wurden schülergerecht aufbereitete Projektunterlagen mit eigenem Logo zusammengestellt.



Mit den SchülerInnen wurde eine Vereinbarung getroffen, wie das Projekt in die Beurteilung eingeht.

Notizen und Berichte vom BOW-Projekt

Dazu verwenden die SchülerInnen einen Schnellhefter. Wir nennen ihn Projekttagbuch. Die Berichte dürfen handschriftlich abgefaßt werden (leserlich!). Jede SchülerIn verfasst einen eigenen Bericht.

Eintragungen während des Praktikums

Name der AutorIn, Nummer, Titel des Versuchs

Aufgabenstellung (Ziel). Sie können die zu den Versuchen verteilten Blätter in das Projekttagbuch einheften.

Verwendete Materialien und Geräte

Skizze des Versuchsaufbaues

Alle Beobachtungen und Messungen

Theorie zum Experiment

Nach dem Praktikum

Abgabe zum vereinbarten Termin (normalerweise nach 1 Woche). Zu spät abgegebene Berichte werden als ungenügend bewertet.

Zusammenfassung der wichtigsten Beobachtungen. Machen Sie dies wenn möglich in Tabellenform.

Diskussion der Resultate, Kritik am Versuch, Beantwortung allfälliger Zusatzfragen

Kurze Zusammenfassung von Versuchsdurchführung und Ergebnissen in wenigen Sätzen (3-4 Sätze). Was haben Sie gemacht? Was ist dabei herausgekommen?

Bewertung der Projektberichte

Abschreiben oder Kopieren wird negativ bewertet.

Die Berichte bekommen folgende Bewertung: - / 0 / +

Am Ende des Semesters zählt das Praktikum (Berichte.+ Eindruck bei der Arbeit) ca. ½ Zeugnisnote.

2.1 Zeitplan



Gestartet wurde das Projekt mit einem herbstlichen „Wettrennen der Zersetzer“, einem Kompostierungsexperiment. Dazu wurden Plastikflaschen gesammelt und daraus Flaschenökosysteme gebastelt. Zwei unterschiedliche Versuchsansätze machen den Ausgang des Rennens spannend. Beobachtungsaufträge, Protokollieren, Background Reading (auf Englisch) und Theorie begleiten dieses Langzeitexperiment.



Etwas zeitlich versetzt, aber parallel dazu, gingen wir an eine Klärung des Begriffes „Wissenschaftliche Methode“ und machten uns auf die Suche nach Beispielen aus dem Alltag. Ein kleines Labor mit dem Titel „Ist für die Keimung von Mungo-Bohnen Licht erforderlich oder nicht?“, sollte die Anwendung der wissenschaftlichen Methode zur Lösung von Fragestellungen an die Natur veranschaulichen. An diesen Versuch knüpften wir eine Lektion über Vitamine in Keimlingen und Ernährung.

Um das „Wettrennen der Zersetzer“ zu beschleunigen, wurden Springschwänze (Collembola), nämlich *Folsomia candida* in den Flaschen angesiedelt. Diese ernähren sich hauptsächlich von Pilzfäden und pflanzlichen Abfall.

Eine Analyse biographischer Texte und authentischer Fallbeispiele sollte die SchülerInnen für das Thema Mikroorganismen emotionalisieren. Exemplarisch ausgewählt wurden die beiden Naturwissenschaftler Pasteur und Semmelweis, sowie die Hungersnot 1847 in Irland.

Hernach widmeten wir uns der wirtschaftlichen und medizinischen Bedeutung von Pilzen.

Mit dem Thema Mikroorganismen als Krankheitserreger von Mensch, Tier und Pflanze, z.B: Haut- und Fußpilz wurde auf den Wunsch der SchülerInnen nach Gesundheitslehre eingegangen. Dies führte uns weiter zum Keratin, seinem Vorkommen, seiner Verwendung und dem Nachweis dieses Eiweißstoffes in einem kleinen Experiment.

Pilze als Ernte- und Vorratsschädlinge z.B.: als Produzenten gefährlicher Aflatoxine in Lebensmitteln, damit zusammenhängende negative ökonomische Auswirkungen auf die Volkswirtschaften Afrikas und gesundheitliche Risiken der Konsumenten wurden an Hand aktueller Medienberichte vorgestellt.

Die Geschichte der Entdeckung des Penicillins bis hin zur Resistenzentwicklung durch Antibiotika sollte den SchülerInnen die Wirkung ökologisch-evolutiver Mechanismen an einem medizinischen Beispiel vor Augen führen.

Eine Einführung in die sterilen Arbeitsmethoden und in die Konservierungsmethoden der Lebensmitteltechnologie sollte die SchülerInnen auf die Arbeit im Labor vorbereiten. Die

SchülerInnen führten kurze Versuche zum Verderb und zur Konservierung von Äpfeln und Bananen durch.



Es folgten zwei intensive Praxis-Doppelstunden Laborarbeit mit den Inhalten:

1. Einheit

Allgemeine Hinweise zum Arbeiten im Labor, Herstellen von Nährböden und Schrägar-Röhrchen, Gießen von Agarplatten, Untersuchung zu Verbreitung und Wachstum der Bakterien und Schimmelpilze in unserer Umgebung, Bauteile und Bedienungsanleitung des Mikroskops, Einführung in das Mikroskopieren. Die Zeit während des Sterilisierens der Agar-Nährböden im Dampfdruckkochtopf nutzen wir mit Mikroskopieren.

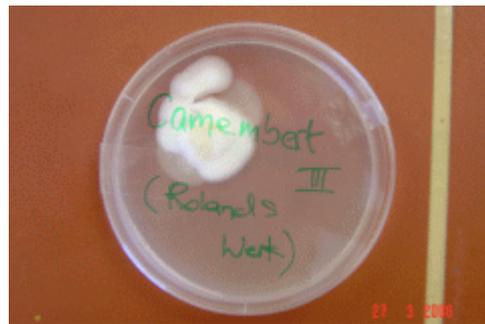
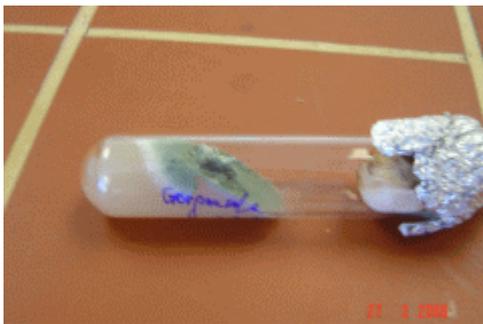


2. Einheit

Kultivierung und mikroskopische Untersuchung von Schimmelpilzen (Blauschimmel von Gorgonzola und *Penicillium camemberti* von Camembert oder Brie), Warum könnten Schimmelpilze eine chemische Waffe gegen Bakterien „erfunden“ haben? (Untersuchung zur Wirkung von Antibiotika und Desinfektionsmittel), Gewebekultur vom Kultur-Champignon (*Agaricus bisporus*).



Die Ergebnisse der Versuchsansätze wurden in den nächsten Stunden laufend beobachtet und protokolliert.



Nun bereitete sich die Klasse auf eine Exkursion in die Champignonzucht Weissenbacher in Kirchberg an der Pielach vor, die es uns ermöglichen sollte, sowohl betriebswirtschaftliche, als auch biotechnologische Fragen miteinander zu verknüpfen.

Wir hatten die Gelegenheit bei der Befüllung der Anlage mit neuem Substrat, frisch beimpft mit Pilzbrut, dabei zu sein. Helmut Weissenbacher hat uns seinen Betrieb vorgestellt. Danach fuhren wir mit der Mariazellerbahn noch ein Stück weiter in das Pielachtal, nach Frankenfels.

Eine kurze Wanderung durch die Taubenbach-Klamm führte uns aus der biotechnologischen Moderne zurück in die Arbeitswelt der Bergbauern, in die wir im Bergbauernmuseum „Haussteinhof“ einen Einblick bekommen haben.



Mit von unserer Exkursion brachten wir einen großen Sack voll Champignon-Pilzbrut und Spezial-Deckerde aus der Champignonzucht Weissenbacher mit in die Schule. Dort legten die SchülerInnen in Plastikflaschen und einem Plastikeimer die Champignonkulturen an, die jetzt in der Garage schon recht gut angewachsen sind.



Das Pilzmyzel ist schon prächtig entwickelt und es sollten sich in einigen Wochen die Fruchtkörper entwickeln.



Das wäre der krönende Abschluss dieses Projektes, welches ich mit einer Rezeptempfehlung beschließen möchte:

Man kann extra große Champignons entstielen, die Pilzhüte mit einer schmackhaften Käsefülle (Gorgonzola oder Brie) garnieren, mit Olivenöl beträufeln und im Ofen überbacken.....

2.2 Ausgewählte Beispiele

Ökologie und Bodenbiologie

Wettrennen der Zersetzer:

Ein Kompostierungs-Experiment

- Sammeln von Plastikflaschen
- Basteln einer Remineralisierungs-Säule
- Befüllen der Säule mit Substrat, verschiedene Ansätze

Remineralisierungs-Rennen

Beobachtung und Messungen: mind. 1x wöchentlich (Farbe, Struktur, Geruch, Lebewesen?), Höhe des Flascheninhaltes, Veränderungsrate, pH-Wert

Material: Zwei 1,5 Liter Plastikflaschen durchsichtig, Schere, wasserfester Stift, saugfähiger Schaumstoff, Küchenrolle, Gummiring, Nadel, Kerze, Feuerzeug, Falllaub von Ahorn bzw. frisches Laub von Hollunder, Walderde, Löffel.

Basteln der Remineralisierungs-Kontainer

Entfernen Sie die Etikette von der Flasche. Der Kleber löst sich leicht, wenn man die Flasche vorsichtig mit einem Föhn im Bereich der Etikette erwärmt.

Schneiden Sie die Flasche ca. 15 cm oberhalb des Bodens in zwei Hälften. Der Schnitt soll so geführt werden, dass der Zylinder gerade Seiten hat. Der obere Teil der Flasche wird umgedreht und wie ein Trichter in den unteren Teil der Flasche gesteckt.

Versehen Sie den Kontainer mit kleinen Lüftungs-Löchern, die Sie mit der an dem Teelicht erhitzten Nadel in das Plastik stechen.

Erde oder keine Erde?

Basteln Sie zwei Remineralisierungs-Säulen.

Nehmen Sie ungefähr gleiche Mengen von Blättern derselben Baumart. Füllen Sie beide Säulen locker, aber mischen Sie zu einem Ansatz eine halbe Tasse Walderde.

Gießen Sie gleiche Mengen an Teich- oder Regenwasser in jede Säule und warten Sie, bis das Wasser durchgesickert ist. Geben Sie soviel Wasser hinzu, bis in etwa insgesamt eine halbe Tasse in den Untersetzer abgeflossen ist. Teilen Sie es sich so

ein, dass ein solcher „Gewittersturm“ alle paar Tage das Wasser in die Säulen zurückgießt.

Nach dem Gießen ist die Öffnung des Containers mit einem Blatt luftdurchlässiger Küchenrolle und einem Gummiringel zu verschließen, um das Entweichen von möglichen Bewohnern zu verhindern.

Fragen:

Was wird während der Dekompostierung passieren? Machen Sie eine Voraussage!

Wie nass soll es in den Säulen sein?

Wie lange braucht die Mineralisierung der Blätter?

Welche Remineralisierungs-Säule kompostiert schneller und warum?

Welchen Effekt haben die Lüftungslöcher auf die Kompostierung?



3 EVALUATION UND ERGEBNISSE

Die Evaluation wurde auf drei sehr unterschiedliche Arten durchgeführt. Erstens mit einer Beschreibung der Experimente durch die SchülerInnen, zweitens durch eine Fragebogenaktion jeweils zu Beginn und Ende des Projektes und drittens durch die Auswertung der Projektstagebücher der SchülerInnen.

3.1 Ein Experiment und seine Beschreibung durch einen Schüler

Bericht: Experiment "Wetlauf der Zersetzer" von Johannes

Um den Versuch "Wetlauf der Zersetzer" zu starten, zerschnitten wir eine Plastikflasche in einen Ober- und einen Unterteil. Den Oberteil stülpten wir verkehrt herum in den Unterteil, nachdem wir den Flaschenhals mit einem Schwamm verstopften um das Wasser nur langsam durchsickern zu lassen. Nun konnten wir die Flasche füllen. Wir teilten uns in 2 Gruppen. Die eine gab zu ihren Blättern (Ahorn bzw. Hollunder) Erde, die anderen nicht. Wir gossen Teichwasser über die Blätter, was wir dann wöchentlich taten.

In meiner Flasche konnte ich beobachten, wie nach einer Woche sich ein weißer fadenartiger Schimmelpilz bildete. Nach dem ich Wasser wieder darüber schüttete, löste sich der Pilz leider, sozusagen, auf. Eine weitere Woche verging und nun konnte man bereits deutlich sehen, wie sich die unten liegenden Holunderblätter (ich hatte Holunderblätter ohne Erde) schwarz verfärbten und sich ihre Konsistenz veränderte. Irgendwann stachen wir noch Luftlöcher. Daraufhin senkte sich das Blätterwerk um gute 5 cm. Die unteren Blätter waren nun alle schwarz und begannen eine schleimige Konsistenz anzunehmen, was ich auf eine eigene Art von Pilzen und Algen zurückführe. Nur noch ein Teil der oben liegenden Blätter war grün. Nachdem ich die "Masse" durchmischte und wieder eine Woche wartete, war der einzige deutlich erkennbare Unterschied der, dass nun ein noch kleinerer Anteil der Blätter grün war.

Letzte Woche konnte ich leider nicht am Projekttag anwesend sein und kann daher nicht sagen wie die weitere Entwicklung verlief. Unser Projektziel ist es, dass im Endeffekt ein nährstoffreicher Humus entsteht.

Johannes hat genau beobachtet, wie rasch die Stickstoff-reichen Holunderblätter von den Mikroorganismen abgebaut wurden. Er beschreibt die Sukzession von unterschiedlichen Pilzen und Bakterien, die sich im Laufe der Kompostierung ablösen. Die Vorgänger schaffen die Lebensgrundlage für die nachfolgenden Lebewesen.

Einen wichtigen Effekt haben die Luftlöcher, die für eine bessere Sauerstoffversorgung der Flasche sorgen und so den Abbauprozess durch verbesserte Lebensbedingungen für aerobe Pilze und Bakterien noch einmal kräftig ankurbeln. Ebenso spielt die wöchentliche Pflege des Systems, das Gießen und Durchmischen eine wichtige Rolle für ein „rasches Wettrennen der Zersetzer“.

Wichtig für das Projekt ist es, dass die SchülerInnen auch ihre Ergebnisse miteinander vergleichen und diskutieren. Jeder ist gespannt, was sich in der Flasche des anderen tut.

Ich habe der Nachbesprechung der arbeitsintensiven Schülerberichte im Unterricht ausreichend Zeit beigemessen und wohlverdientes Feedback gegeben.

3.2 Auswertung der Fragebögen

Die Ausgangssituation wurde mit Hilfe eines Fragebogens, der in Anlehnung an den Artikel „Wann und wie mache ich eine Fragebogenuntersuchung? (nach Gertraud Benke, IMST3-Newsletter, Jahrgang 4/ Ausgabe 14/ Sommer 2005) erstellt wurde, evaluiert.

1. Meine Mutter und/oder mein Vater interessieren sich für Technik/Naturwissenschaften.
2. Wissen aus dem Bereich Biologie, Ökologie und Warenlehre ist wichtig für mich für:
a) Meinen Alltag zu Hause
b) Mein Studium
c) Meinen späteren Beruf
d) Meine Freizeit
3. Diese Dinge interessieren mich:
a) Warum können Lebensmittel selbst im saubersten Haushalt zu schimmeln beginnen?
b) Wie können Pilze meine Gesundheit beeinflussen?
c) Wie kann ich selbst ein naturwissenschaftliches Experiment planen und durchführen?
d) Lebewesen beobachten.
e) Ein lebendes, sich selbst erhaltendes System einrichten und versuchen es in Gang zu halten.
4. Das Wissen über die Bodenlebewesen und Vorgänge im Boden halte ich wichtig für den Fortschritt der Menschheit.
5. Sind Pilze verantwortlich für die Bevölkerungszusammensetzung der USA?
6. Glauben Sie, dass Pilze für die Wirtschaft von großer Bedeutung sind?
7. Glauben Sie, dass das Thema Pilze für Sie als HAK-SchülerIn von Bedeutung für ihren Ausbildungszweig ist?

Ausgangssituation

Besonders groß ist der Wunsch der SchülerInnen Lebewesen zu beobachten und etwas darüber zu erfahren, wie Pilze ihre Gesundheit beeinflussen können (siehe 3d und 3b).

Etwa die Hälfte der SchülerInnen interessiert sich für praktische Dinge wie Schimmelbildung im Haushalt, Planung und Durchführung von naturwissenschaftlichen Experimenten und das Einrichten und Pflegen eines Ökosystemes (vergleiche 3a, c, e). Ebensoviele SchülerInnen halten das Wissen über Bodenlebewesen und Vorgänge im Boden wichtig für den Fortschritt der Menschheit (siehe 4).

Die SchülerInnen glauben mehrheitlich nicht, dass das Thema Pilze in ihrem Ausbildungszweig als HAK-Schüler von Bedeutung ist (siehe 7). Derselben geringen Zustimmung erfreut sich die Annahme, dass Pilze für die Wirtschaft von großer Bedeutung sind (vergleiche 6).

Auch die Meinung, dass Wissen aus dem Bereich Biologie, Ökologie und Warenlehre relevant für das Studium und den späteren Beruf sein könnte, wird verneint bzw. mit Skepsis aufgenommen (siehe 2b,c).

Vorsichtig fällt die Abstimmung bezüglich des Wahrheitsgehaltes der Aussage, ob Pilze verantwortlich für die Bevölkerungszusammensetzung der USA sind, aus. 61 % der SchülerInnen sind sich hier nicht sicher (siehe 5). Hinweise zur Auflösung dazu finden Sie im Anhang, unter Fragen zum Text „IRLANDS GROSSER HUNGER“.

Endsituation

Es wurde derselbe Fragebogen wie zur Evaluation der Ausgangssituation zum Abschluß des Projektes noch einmal den SchülerInnen präsentiert. Da ein Schüler die Klasse verlassen hat, beträgt n nur mehr 18.

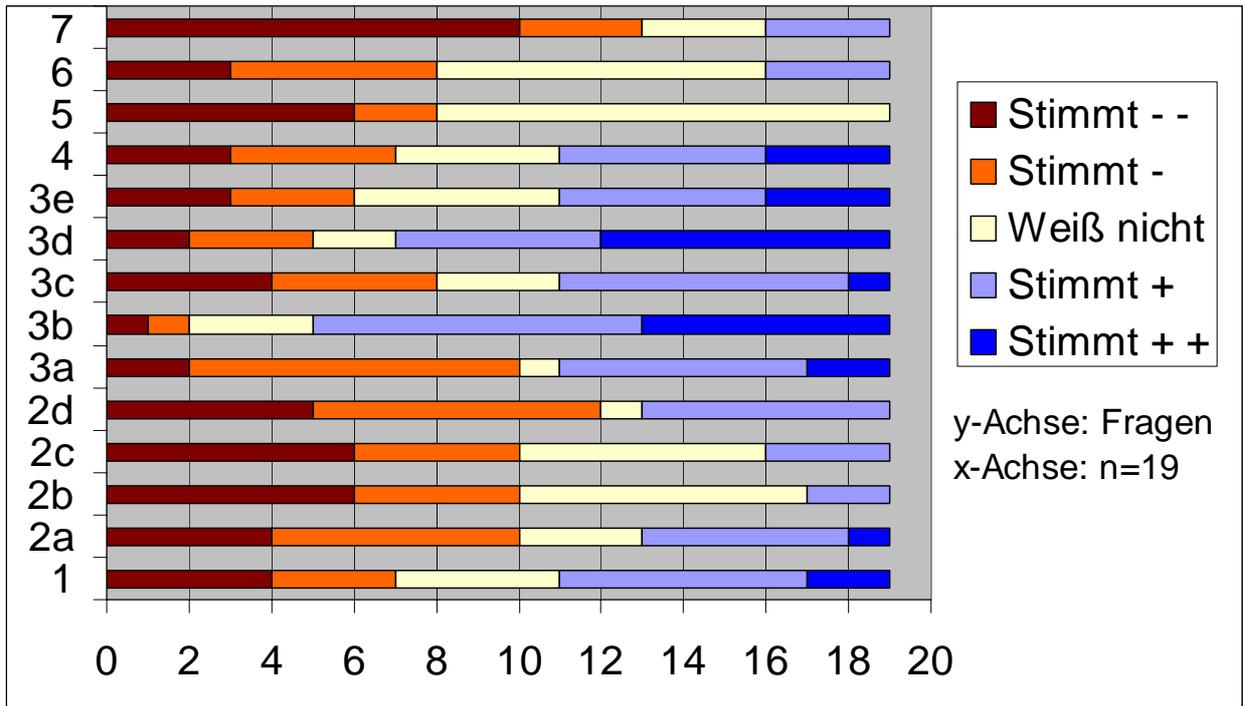
Einen sehr großen Zuwachs gab es bei der Bekundung des Interesses betreffend Schimmelbildung im Haushalt (3a) und einen leichten beim Thema Gesundheit und Pilze (3b). Diese beiden Interessensgebiete sprachen rund 80% der Klasse an. Die Wertung der Fragen 3c, 3d und 3e ist unverändert hoch geblieben.

Ebenfalls eine Bedeutungssteigerung zeichnet sich bei der Beurteilung der Wichtigkeit von Prozessen im Boden für den Fortschritt der Menschheit ab (Punkt 4).

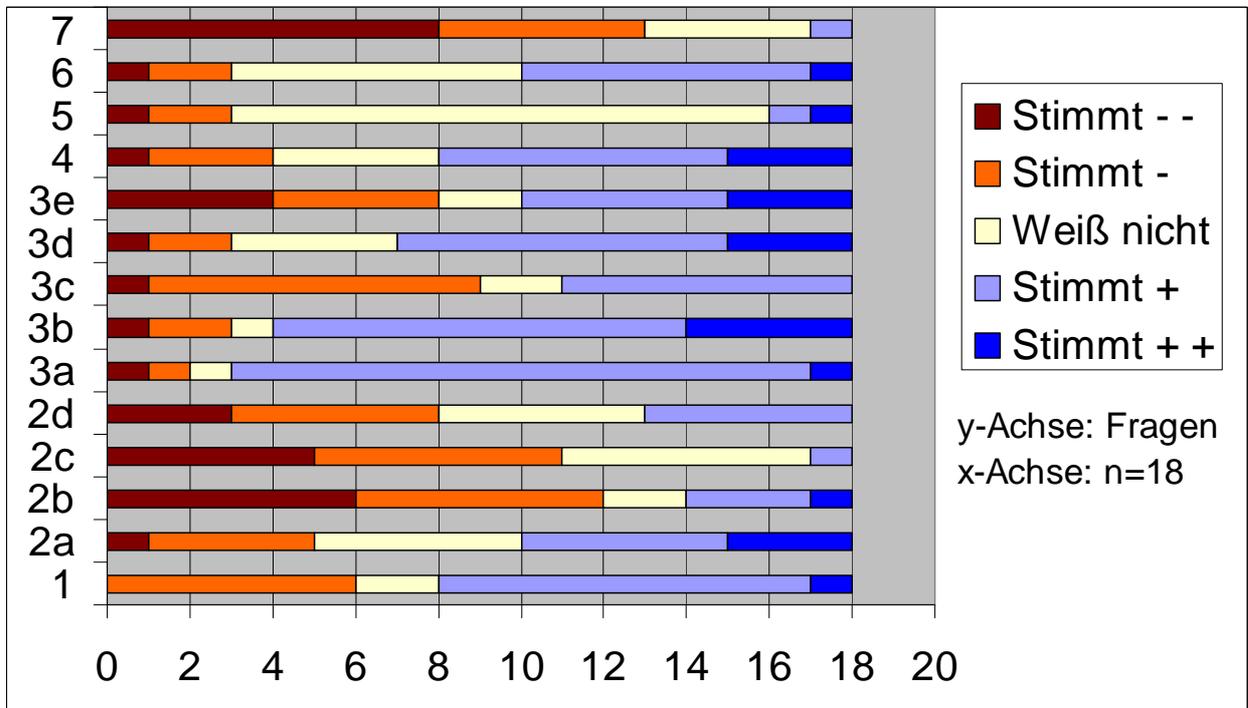
Die SchülerInnen bejahen die wirtschaftliche Bedeutung der Pilze wesentlich stärker als zu Beginn des Projektes (siehe 6), jedoch sehen sie das Thema Pilze nach wie vor nicht als bedeutsam für ihren Ausbildungsschwerpunkt als HAK-Schüler an (siehe 7). Einen eindeutigen Anstieg bei der Zustimmung gab es hingegen bei der Frage 2a, nämlich der Bedeutung des Unterrichtsgegenstandes BOW auf den Alltag zu Hause zu verzeichnen. Auffällig ist auch, dass nach Abschluss des Projektes die Einstellung der Eltern zu Technik und den Naturwissenschaften als interessierter eingestuft wird, als zu Projektbeginn (siehe Punkt 1).

Einige Schüler konnten nach Projektende sogar weitreichende Auswirkungen der Pilze auf die Bevölkerungszusammensetzung der USA nachvollziehen (Punkt 5).

Ausgangssituation



Endsituation



3.3 Evaluation der Projektstagebücher

Man sieht, was man fragt. „Das Beobachtete führt immer wieder auf den Beobachtenden zurück“, sagte Experimentalphysiker Georg Christoph Lichtenberg schon im vorvorletzten Jahrhundert.

Es folgt eine Sammlung von Aussagen aus den Auswertungen der Projektstagebücher der SchülerInnen.

Finde ich Bodenlebewesen eklig oder spannend? (Ob man tatsächlich Springschwänze zusetzen müsste? Ob nicht jemand anders die Flasche mit Laub befüllen könnte? Riecht es für mich nach Waldboden und Tropenhaus oder stinkt es unangenehm?

Das Spektrum der Wahrnehmungen ist breit gefächert und nuancenreich.

Die Kategorien bei Gerüchen reichten von angenehm bis unangenehm.

angenehm	erträglich	unangenehm
frisch	eigenartig	sehr übel
nach nassem Heu	komisch	sehr stark, riecht noch stärker
wie in einem Tropenhaus	nicht mehr so ekelhaft	stinkig
waldig-feucht, waldig, nach Wald		unerträglich
nach Erde, sehr erdig		
nach Dünger oder so ähnlich		
nach vertrockneten Blättern, nach vertrocknetem Laub		

Die Kategorien bei der Farbänderung des Wassers, das sich in den durchsichtigen Tropftassen unter den Remineralisierungs-Kolumnen sammelte:

Versuchsbeginn	Veränderungen	Versuchsende
gelb	intensiver gelber Ton	trüb
wenig gelblich	dunkler, gelb-grün	braun
sehr schmutzig	immer dunkler und schmutziger	



Die Kategorien bei der Beschreibung des pflanzlichen Abfalles in den Flaschen:

Versuchsbeginn	Veränderungen	Versuchsende
gelb-grün	die Blätter haben dunkelbraune Verfärbungen	
oben ist das Laub noch gelb, die oberen Blätter sind heller	weiter unten ist es braun bis ganz dunkel	Laub bekommt unten schwarze Flecken
braun	dunkler	

Kann ich mich noch richtig einlassen auf etwas Neues und mich auf Details konzentrieren? Spür ich die Lust, etwas Eigenständiges auszuprobieren und nutze ich die Möglichkeiten, dies gestalterisch in meinem experimentellen Design umzusetzen. (Fragen nach einer Extraportion Springschwänze. Fragen, ob Mungobohnen dazugegeben werden können? Ob man vielleicht mit Mineralwasser oder Milch gießen kann?)

Mustafa drückt seine Gefühle und Erfahrungen in seinem Projekttagbuch folgendermaßen aus: „Der Versuch war für mich eine Herausforderung, an einem interessanten Biologie-Experiment teilzunehmen. Dadurch habe ich die Erfahrung gemacht, wie sich die Erde verhält, wenn sie mit Wasser in Verbindung kommt. Im Allgemeinen hat sich das Projekt sehr gelohnt und ich freue mich schon auf das nächste Projekt.“

Dieser Schüler konnte Materialerfahrungen mit Erde sammeln und machte die Entdeckung, dass der Boden bei abwechselnder starker Wasserzufuhr und darauffolgender Austrocknung verschlämmt und verhärtet. Dadurch wird die Erde für das Wasser kaum durchlässig.

Nusel meint dazu: „Insgesamt haben wir diesen Versuch sehr interessant gefunden. Es war anders als sonst immer alles theoretisch zu hören. Solche Experimente und Projekte sollten wir öfter machen.“ Vielleicht zählen dazu auch Überraschungsmomente wie bei Manuel: „Es hat mich überrascht, dass die Pflanze (in der Flasche) schneller als normalerweise wächst.“

Hatice ist enttäuscht: „Leider waren keine Lebewesen in meiner Flasche vorhanden.“ Mustafa empfindet ebenso. „Leider ist es mir nicht gelungen, Lebewesen zu entdecken.“

Diesem starken Wunsch nach etwas sichtbar Lebendigem, nach herumkrabbelnden Tieren, kamen die Springschwänze, die wir zur Unterstützung bei der Kompostierung einsetzten, entgegen. Die Schüler entwickelten Fürsorge für die kleinen Urinsekten. „Ich habe Angst, dass meine Springschwänze ertrinken.“, war da von einer Schülerin zu hören.

Der Schritt, nebst dem eigenen Flaschensystem auch die Topfpflanzen in der Klasse gleich mit zu pflegen, wurde für einen anderen Schüler eine zusätzliche Verantwortung, die er von sich aus übernahm.

Gerade durch dieses Projekt wurden auch viele Fragen aufgeworfen und die Flaschensysteme können bei weitem nicht alle beantworten. Dazu bedarf es weiterer Versuche, um der Natur geschickt ihre Antworten zu entlocken.

Einige SchülerInnen haben sich mit Humor auf das Experiment und die Biologie eingelassen. So fand Johannes eine witzige, durchaus auch kritische Analogie zwischen Mensch und Tier in der Literatur:

„Sehr geehrter Herr Prof.!

Ich hab etwas für Ihr Spezialgebiet gefunden!
Folgender Text ist ein Nestroy Zitat und daher in einer sehr alten Rechtschreibung verfasst.

ANTHROPOLOGIE

"Der Mensch ist allerdings ein Säugethir, denn er saugt sehr viele Flüssigkeiten in sich, das Männchen Bir und Wein, das Weibchen Kaffee. Der Mensch ist aber auch ein Fisch, denn er hat Schuppen, die ihm manchmahl spät, manchmal gar nie von den Augen fallen.-Der Mensch ist ferner ein Wurm, denn er krümmt sich häufig im Staub; und bringt sich kriechend vorwärts,-der Mensch ist nicht minder ein Amphibium welches auf dem Land und im Wasser lebt. Denn Mancher der schon in Wasser ist, zieht noch ganz nobel auf's Land hinaus; der Mensch ist endlich auch ein Federvieh, denn gar mancher zeigt, wie er a Feder in d'Hand nimmt, daß er ein Vieh ist."

Schöne Ferien noch, Herr Prof..

Mit freundlichen Grüßen,
Johannes“

4 DISKUSSION

Das Ziel, das im Projekttitel hervorsteht, nämlich die Zucht von Champignons in Plastikflaschen ist gelungen. Dem Pilz reicht die Größe einer Plastikflasche aus, um genügend Mycel für die Fruchtkörperbildung aufbauen zu können.

Wir konnten mit dem Projekt zeigen, dass es möglich ist, mit einfachen kostengünstigen Mitteln auch anspruchsvolle mikrobiologische Laboreinheiten und ökologische Langzeitbeobachtungen im Klassenzimmer zu gestalten, die von den SchülerInnen selbst durchgeführt werden können.

So ist eine Sammlung von biologischen Versuchen in Plastikflaschen mit ausgearbeiteten Unterrichtsmaterialien für die 4. Klasse HAK auf der Basis der gewonnenen Projekterfahrungen entstanden.

Ich glaube, dass dieses Pilzprojekt dem Wunsch der SchülerInnen, die lebendigen Aspekte der Natur auch im Unterricht erleben und beobachten zu können, entgegen gekommen ist. Für mich war es auch sehr spannend zu sehen, wie stark das Eigeninteresse der SchülerInnen an Lebensäußerungen in den eingerichteten Plastikflaschen und an gesundheitlichen Aspekten immer wieder in den Unterricht miteingeflossen ist.

Das Experimentieren hat eine kreative Atmosphäre geschaffen, wo SchülerInnen auch ihre eigenständigen Hypothesen und Versuchsansätze entwickelt haben. So kam z.B. die Idee auf, auszuprobieren, wer den Sieg im „Kampf der Pilze“ Gorgonzola gegen Camembert in einer Petrischalen-Arena davon trägt. Ich glaube, dass die nötige Portion Spaß und Freude auch bei der Arbeit dabei war.

Ich gebe zu, dass die Plastikflaschensysteme von mir gelegentlich auch wie ein Trojanisches Pferd als Unterrichtseinstieg eingesetzt werden, wo ich die Neugierde der SchülerInnen dann auch von den Flaschen weiter auf theoretische Hintergründe umzulenken versuche.

Ferner muss ich zugeben, dass die „Bottle Biology“ nicht Aladins Wunderlampe ist. In den Projekttagbüchern hätte ich mir doch zum Teil eine intensivere Diskussion der Resultate, und engagierte Recherche der Theorie zum Experiment gewünscht. Auf der anderen Seite muss ich festhalten, dass die SchülerInnen sehr ehrlich protokolliert haben, was sie beobachtet haben. Diese ehrliche Suche nach der Wahrheit verbindet letztendlich alle Wissenschaftler.

Bei der Endevaluation hat sich gezeigt, dass die SchülerInnen das Interesse ihrer Eltern an Technik und den Naturwissenschaften höher einstufen, als zu Projektbeginn. Vielleicht könnte man bei einem späteren Projekt auch die Eltern, z.B. im Rahmen einer Präsentation miteinbeziehen.

5 LITERATUR

DUBOS R. 1960. Pasteur UND DIE MODERNE WISSENSCHAFT, PASTEUR AND MODERN SCIENCE.- Verlag Kurt Desch.

HARMS R. 1964. SEMMELWEIS Retter der Mütter“, Ein biographischer Roman.- Mosaik Verlag Hamburg.

RADEMACHER J. 1996. IRLANDS GROSSER HUNGER. Briefe und Reportagen aus Irland während der Hungersnot 1847, Alexander Sommerville.- UNRAST-Verlag, Münster.

SUHONEN R. E., DAWBER R.P.D., ELLIS D.H. 1999. FUNGAL INFECTIONS of the SKIN, HAIR AND NAILS.- Martin Dunitz Ltd, The Live4ry House, 7-9 Pratt Street, London NW1 0AE.

ZIMMERMAN B.E., ZIMMERMAN D.J. 2003 „KILLER GERMS. MICROBES AND DISEASES THAT THREATEN HUMANITY.-Contemporary Books, Chicago, New York.

SCHLEGEL H.G., ZABOROSCH C.1992. Allgemeine Mikrobiologie.- Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York.

PROMIES W. 1999. Lichtenberg.- Rowohlt, Hamburg.

ELSCHENBROICH D. 2005. Weltwunder. Kinder als Naturforscher.- Verlag Antje Kunstmann GmbH, München.

GISI U., SCHENKER R., SCHULIN R., STADELMANN F.X., STICHER H. 1997. Bodenökologie.- Thieme Verlag Stuttgart, New York.

SCHREIBER H. 1975. Vom Experiment zum Erfolg. Die Großen der Naturwissenschaft und Technik von Leonardo da Vinci bis Otto Hahn.- Arena-Verlag, Würzburg.

GREISENEGGER I., KATZMANN W., PITTER K. 1991. UMWELTspürnasen Aktivbuch Boden.- Orac Verlag, Wien ,München, Zürich.

TOPP W. 1981. Biologie der Bodenorganismen.- UTB, Heidelberg.

DRIVER R., SQUIRES A., RUSHWORTH P., WOOD-ROBINSON V. 1994. making sense of secondary science. research into children's ideas.- Routledge, London, New York.

FALKENHAN H.-H. 1981. HANDBUCH DER praktischen und experimentellen SCHULBIOLOGIE; BAND 3.- Aulis Verlag Deubner & Co, Köln.

GRÜNERT G., GRÜNERT H. 1984. Die farbigen Naturführer. Pilze.-Mosaik-Verlag GmbH, München.

STAMETS P., CHILTON J.S. 1983. THE MUSHROOM CULTIVATOR. A PRACTICAL GUIDE TO GROWING MUSHROOMS AT HOME.- Agaricon Press, Olympia, Washington.

HENNING B., KREISEL H. 1987. TASCHENBUCH FÜR PILZFREUNDE. Ein praktischer Ratgeber für den Pilzsammler.- VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

STAMETS P., 2000. Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms.- Ten Speed Press, Berkeley.

PÜTZ J., LELLEY J.I. 2001. Lebenselixier Pilze.-Egmont Vgs, Hobbythek, Köln

ARNDT I., HEIDEMANN C. 2005. Der Zoo im Erdgeschoss.- GEO 11/ November 2005, Gruener + Jahr AG & Co KG, Hamburg.

INGRAM M. 2003. BOTTLE BIOLOGY.- Kendall/ Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.

FEIGENWINTER M. 1996. Tieren begegnen I. Methodik und Didaktik des Naturkundeunterrichtes.- SCHUBI Lernmedien AG, Schaffhausen.

AUCHMANN M., BAUER L., DOPPELBAUER A., HÖLZL E., WINKLER S. 2001. Grundsatzlerlass ZUM Projektunterricht, Tipps zur Umsetzung.- DAS ZUKUNFTSMINISTERIUM, bm:bwk, AV-Druck Plus GesmbH, Wien.

RENZULLI J.S., REIS S.M., STEDTNITZ U. 2001. Das Schulische Enrichment Modell SEM. Begabungsförderung ohne Elitebildung.- Sauerländer Verlage AG, Aarau.

RENZULLI J.S., REIS S.M., STEDTNITZ U. 2001. Begleitband zum Schulischen Enrichment Modell SEM. Trainingsaktivitäten, Vorlagen, Unterrichtsmaterialien.- Sauerländer Verlage AG, Aarau.

6 ANHANG

Fragen zum Text „IRLANDS GROSSER HUNGER“ Briefe und Reportagen aus Irland während der Hungersnot 1847, Alexander Sommerville, herausgegeben von Jörg Rademacher, 1996, UNRAST-Verlag, Münster.

Warum wuchs die Bevölkerung in Irland zwischen 1660 und 1779 so schnell?

Wie war das Verhältnis zwischen Grundherrn und Pächter geregelt?

Was war die Ursache für die Hungersnot von 1847, abgesehen von den sozialen Missständen?

Was versteht man unter dem Begriff „coffin ships“?

Wie wirkte sich die Hungersnot in Irland auf die Bevölkerungsentwicklung aus?