



---

## **Praxisorientierte Umwelterziehung: Geographiestudenten machen Projektunterricht**

**Volker Wilhelmi**

### **Zitieren dieses Artikels:**

Wilhelmi, V. (1997). Praxisorientierte Umwelterziehung: Geographiestudenten machen Projektunterricht. *Geographie und ihre Didaktik*, 25(4), S. 177-200. doi 10.60511/zgd.v25i4.314

### **Quote this article:**

Wilhelmi, V. (1997). Praxisorientierte Umwelterziehung: Geographiestudenten machen Projektunterricht. *Geographie und ihre Didaktik*, 25(4), pp. 177-200. doi 10.60511/zgd.v25i4.314

## **Praxisorientierte Umwelterziehung: Geographiestudenten machen Projektunterricht**

VOLKER WILHELMI (Mainz)

### **1. Einleitung**

Umwelterziehung soll fächerübergreifend in den Unterricht integriert werden. Lehrpläne werden nach und nach modifiziert und um wichtige Inhalte und angemessene Methodenvorschläge erweitert. Parallel dazu werden vor allem Fortbildungsveranstaltungen angeboten, die den Lehrer(inne)n helfen sollen, die Anregungen und neuen Akzente der Umwelterziehung aufzunehmen und in ihren Unterricht einfließen zu lassen.

Dieses Konzept ist gut, erreicht aber immer nur die bereits im Dienst stehenden Kollegen. Im vorgeschalteten Referendardienst kommen auch - meist fachbezogen - zunehmend Fragestellungen der Umwelterziehung zur Sprache; dies ist um so wichtiger, als doch hier schon die Lehrer von morgen als junge, engagierte, offene und auf dem aktuellen Wissensstand befindliche Multiplikatoren angesprochen werden können. Eine Intensivierung und auch stärkere Konzeptionierung wäre hier sicher auch noch vorstellbar.

In ihrem eigentlichen Studium jedoch finden Student(inn)en - zumindest in der Ausrichtung für den gymnasialen Zweig - bislang nur wenige Möglichkeiten, gerade Themenfelder der Umwelterziehung nicht nur vorgestellt zu bekommen, sondern auch selbständig erarbeiten zu können. In der Universität hören sie in Vorlesungen und Seminaren zur Fachdidaktik sehr wohl - theoretisch - vom emotionalen Lernen als wichtiger Voraussetzung für einen verantwortungsbewußten Umgang mit der Natur oder von der Notwendigkeit des handlungsorientierten Unterrichtens; hingegen die wichtige Möglichkeit, diese Kenntnisse in eigene Erkenntnisse vor Ort, also an ihrem späteren Arbeitsort Schule umzuformen, wird nur selten angegeben. Dabei können nur so eigene Erfahrungen über den Umgang mit Schülern, aber auch der adäquaten Aufbereitung von Unterrichtsstoff gesammelt werden. Das von der Studienordnung vorgeschriebene Praktikum kann nicht allein Hilfestellung leisten, wird dieses doch in unterschiedlichster Intensität und Ausrichtung absolviert.

Notwendig ist also eine Brücke zwischen Universität und Schule, die den späteren Übergang von der Wissenschaft zur Praxis vorbereitet und somit auch leichter gestaltet. Wie wichtig Schulerfahrung für Lehramtsstudenten sein können, soll an folgendem Beispiel aufgezeigt werden: 15 Studenten der Johannes Gutenberg-

Universität Mainz (Fachbereich Geographie, 6. - 9. Semester) haben für 40 Schüler des Stefan-George Gymnasiums in Bingen am Rhein (12. Klasse, Erdkunde- und Biologie-Kurse) ein Bodenprojekt zur Umwelterziehung gemeinsam geplant, durchgeführt und kritisch nachbereitet.

## **2. Projektorientiertes Lernen - theoretische Vorüberlegungen**

### 2.1. Allgemeine Kennzeichen

Theoretische didaktische Arbeiten liegen zu diesem Thema vor (u.a. Pädagogisches Zentrum: Lernen in Projekten, 2/92). Gerade auch für die Geographie hat NIEMZ (1989), für den Projektarbeit zu den „Höhepunkten des Erdkundeunterrichts gehört“, wichtige Arbeiten veröffentlicht. Trotzdem werden oft wesentliche Elemente dieser Unterrichtsform in ihrer praktischen Umsetzung übersehen; am Ende steht dann ein oberflächlicher Projekt-Aktionismus (Projekt = „learning by doing“).

Ein theoretischer Bezugsrahmen ermöglicht die Auseinandersetzung, Schwerpunktbildung und das sinnvolle Fragenstellen an den Projektunterricht: So können sinnliche Erfahrung, vielfältige Sozialformen, schließlich auch Handlungsorientierung und sich daraus ergebende -kompetenz strukturiert und erfaßt werden. Die Kurzformel „Projekt = ganzheitliches und selbstbestimmtes Lernen“ enthält die wichtigsten Elemente dieser Lernform.

Folgende Merkmale des Projektunterrichts sind zu unterscheiden:

- \* Situationsbezug - Probleme, die lebensnah sind
- \* Interessenorientierung - Erfahrungswelt der Schüler
- \* Selbstorganisation und -verantwortung - Schülerkompetenz
- \* Gesellschaftliche Praxisrelevanz - Brücke „Schule - Leben“
- \* Zielgerichtete Planung - Transparenz: von Lehr- zu Lernzielen
- \* Produktorientierung - „Gebrauchswert“ der Arbeitsergebnisse
- \* Einbeziehen vieler Sinne - instrumental-kognitiv-affektiv
- \* Soziales Lernen - Kooperation und gegenseitige Rücksichtnahme
- \* Interdisziplinarität - als Schnittpunkt verschiedener Fächer
- \* Lehrgangbezug - Integration/Ergänzung von Fachinhalten des Lehrplans

### 2.2 Pädagogische und lernpsychologische Aspekte

- Lernen in Projekten setzt an bei konkreten, v.a. auch außerschulischen Situationen und Sachverhalten des täglichen Lebens, die von traditionellen Schulfächern nicht entsprechend aufgegriffen werden.

- Die originale Situation ermöglicht es den Schülern, weitgehend unselektiert und unverfälscht Primärerfahrungen machen zu können und diese als selbsterfahrene Basis für ihr Handeln akzeptieren zu können.
- Lernen und Handeln im Konkreten ermöglicht vielfältige Formen der Auseinandersetzung: Statt über Wirklichkeit nur zu reden, wird diese erschlossen und u.U. gestaltet - lebensrelevante, mit Inhalt gefüllte Denk- und Begriffsstrukturen werden erworben.
- Die direkte Erfahrung der Konsequenzen des eigenen Tuns ermöglicht bewußteres, reflektierendes und somit verantwortungsvolleres Verhalten.
- Der Wunsch, die Ergebnisse darzustellen und mitzuteilen, bedingt eine starke Identifikation, hohen qualitativen Anspruch, Motivation und damit überdurchschnittliche Arbeitsbereitschaft.
- Handlungsorientierung bedeutet Kopplung sensorischer und motorischer Aktivitäten, mit der (lern- und gehirnphysiologischen) Folge eines besseren Behaltensgrades.
- Ganzheitliches Lernen fördert eine umfassende Persönlichkeitsentwicklung, v.a. Selbständigkeit, Kooperationsfähigkeit und Verantwortlichkeit. Diese Auffassung von „Bildung als gemeinsamer Tätigkeit von Geist, Körper und Seele“ verbietet allerdings Handlungs- und Sinnesorientierung lediglich als Instrumentarium zur Optimierung von Lernprozessen einzusetzen! Dies wäre Mißbrauch sowie Manipulation und würde dem Projektgedanken widersprechen (ITTERMANN 1992).

Projektunterricht kann in verschiedenen zeitlichen Organisationsformen ablaufen: Kurzprojekte im Fachunterricht, Fachtage mit freieren Organisationsformen, epochaler Unterricht mit zusammenhängenden Zeitblöcken, die weit verbreitete Projektwoche und nicht zuletzt die regelmäßigen Projektzeiten mit regelmäßiger fortlaufender Projektarbeit.

Für unser Anliegen bot sich aus organisatorischen, aber auch pädagogischen Gründen das Kurzprojekt an, das im Unterricht vor- und nachbereitet wird, und dessen Schwerpunkt eindeutig auf einem Praktikumsnachmittag liegt: Längerfristige Einheiten würden nachträglich weder in den Stundenplan der Schüler noch in den der Studenten zu integrieren sein; zudem bot sich die einmalige Chance, nicht - wie üblich - mit nur einem Betreuer, dem Lehrer, sondern mit 15 Kommilitonen zusammen mit der Lerngruppe intensiv parallel an mehreren Stationen arbeiten zu können. Somit war eine zeitliche Straffung ohne inhaltliche Einarbeitung möglich und sinnvoll. Im folgenden soll dieses Projekt - chronologisch gerafft - beschrieben werden.

### **3. Das Projekt in der Praxis**

#### 3.1 Vorbereitender Unterricht

Allgemein muß ein Phänomen hervorgehoben werden, das die herrschende Distanz zwischen erster und zweiter Ausbildungsphase, also zwischen Universität und Studienseminar/Schule dokumentiert: Die starre Reihenfolge, in der theoretische Inhalte - aufeinander aufbauend - in der Regel in der Universität vermittelt werden, kann in der Schule extrem motivationshemmend, ja kontraproduktiv und unangemessen wirken.

Auf unser Projekt bezogen: Ist es notwendig, über Wochen Phänomene der Bodenbiologie, -physik und -chemie im Klassenraum zu behandeln, bevor man diese in der Natur sieht? Zuerst die Theorie, dann die Praxis? Studenten wollen oft diesen Weg gehen, da sie in ihrem Studium meist so arbeiten müssen. Angemessener ist aber eine möglichst zeitlich und räumlich enge Verknüpfung beider Bereiche, um viele Eingangs- und Lernkanäle der Schüler zu nutzen. Die eindeutige Bevorzugung des abstrakten, theoretischen Weges kann in der Universität sicher sinnvoll sein und akzeptiert werden, ist jedoch für die Schule oftmals abzulehnen. Also sollte vor Ort Wissensstoff über den Boden im Umgang mit ihm, am Medium selbst erfahren und erlernt werden.

Somit wurden nur zwei Unterrichtsstunden zur inhaltlichen Vorbereitung genutzt, die darüber hinaus auch Erwartungs- und Motivationscharakter hatten. Gleichzeitig wurde klar, daß damit Vorbereitung und Durchführung des Praktikums, hier besonders auch die Ausarbeitung der Arbeitsmaterialien, einen noch größeren Stellenwert erlangen müssen.

Folgende Inhalte wurden - bezogen auf das Waldökosystem - behandelt (in Stichworten): Kompartimente des Systems, Sukzessionsphasen und Systemstufen, Stoffkreislauf (spez. C und N), Mykorrhiza, Bodenchemie (Tonminerale, Puffermechanismen), Bestandteile des Bodens (organisches/anorganisches Material), Transfer auf Tropischen Regenwald.

Folgende zusammenfassende Grafik wurde im Unterricht eingesetzt und den Schülern als Arbeitsmaterial zur Verfügung gestellt:



Der Unterricht wurde mit Hilfe eines Kriterienkataloges, der zwar bereits im Fachseminar bearbeitet, sonst aber erst ausführlicher in der zweiten Ausbildungsphase zum Einsatz kommt, beobachtet und nachbesprochen:

### **Kriterienkatalog zur Unterrichtsbeobachtung:**

#### **1. Fachwissenschaftliche Aspekte:**

- \* Richtigkeit / Fachterminologie / Niveau / Problematisierung
- \* Lehrbuchbezug / Fachliteratur > Alternativen?
- \* alters-/ stufengerechter Unterricht
- \* wissenschaftliche Methode

#### **2. (Begründete) Auswahl und Reduktion:**

##### **a) Exemplarisches Prinzip**

##### **b) Prinzip der Anschaulichkeit**

- \* Originale Begegnung
- \* Medieneinsatz (Bilder, Folien, Buch, Arbeitsblatt, Experiment)  
> Medienauswertung
- \* Tafelarbeit (übersichtlich? Stundenthema, Zeichnung, Schrift)

##### **c) Prinzip der Schüleraktivierung**

#### **3. Stundenaufbau**

- \* Gliederung der Stunde / Zeiteinteilung / Didaktische Gesamtkonzeption  
> Alternativen?
- \* Hinführung / Einstieg / Motivation / Spannungsablauf > Alternativen?
- \* Ergebnissicherung / Teilzusammenfassung / Hausaufgabe / Tafelbild  
> Alternativen?

#### **4. Unterrichtsdurchführung:**

- \* Wechsel u.a. von Lehrervortrag, Unterrichtsgespräch, Still-, Partner- oder Gruppenarbeit, Schülervortrag... > Schwerpunkte > Alternativen?
- \* Lehrer-/schülerzentriert
- \* Problemorientierung > Hypothesenbildung
- \* **Art der Stundenführung** (Problemerschließung über Kern- bzw. Gelenkfragen, nicht Kleinfragen, also:  
**Sammlung > Akzentuierung > Verwesentlichung**

### 5. Stundenergebnisse:

- \* Förderung der Kreativität/Selbständigkeit/Kooperationsfähigkeit > „flexible response“
- \* deduktiv / induktiv / reduktiv > altersgemäß? > Alternativen?
- \* Fachliche Förderung der Schüler im kognitiven, instrumentalen und affektiven Bereich
- \* Übung der Schüler in typisch geographischen Methoden: u.a. Beobachten, Statistiken auswerten
- \* Übung von fachgerechtem Formulieren, logischem Schlußfolgern, Abstrahieren
- \* Welche Ziele sind erreicht worden? (wie? warum?)

### 6. Einordnung in die Unterrichtseinheit:

- \* sinnvolles Aufbauen auf Durchgenommenem / Abrufung unterschiedlicher Gedächtnisstufen / Weiterführung > Alternativen? > Flexibilität
- \* Einbindung in den Lehrplan

### 7. Lehrer - Schüler - Interaktion:

- \* Lehrerverhalten: persönliches Verhalten, Impulse, Fragetechnik/u.a. W-Fragen, Präzision der Formulierungen, Deutlichkeit, Lautstärke, autoritär <math>\diamond</math> Autorität
- \* Allgemeines Klima / Schülerverhalten
- \* Schülerinteresse / Mitarbeit / Disziplin
- \* Leistungsmessung
- \* Flexibilität des Lehrers

### 3.2 Vorbereitung durch Studenten

Drei Schwerpunkte wurden für das Projekt gewählt: Bodenchemie, Bodenphysik und Bodenbiologie.

Die Vorbereitung wurde sehr sorgfältig und arbeitsintensiv von Frau Sigrun Schmeißing und Herrn Oliver Braun (Studenten des SS 1994) durchgeführt, wobei die Programmvorschläge der beiden Studenten dann im Plenum (Fach-didaktisches Seminar) diskutiert und anschließend - inhaltlich gerafft - ausgewählt und zusammengestellt wurden. Bereits zu diesem Zeitpunkt wurden Zweifel an der Durchführbarkeit (v.a. zeitliche Engpässe) deutlich, aber sie wurden noch nicht konsequent ausgeräumt; die Eigenerfahrung vor Ort sollte nachhaltigere Ein-



drücke liefern als theoretische Überlegungen oder „gut gemeinte“ Ratschläge des Praktikers!

Folgende Fragen wurden u.a. diskutiert:

- Wie viele Betreuergruppen sollen eingewiesen werden?
- Wie groß sollen die Schülergruppen sein?
- Wie soll die Schülerarbeit gestaltet werden?
- Wie soll der Stoff gesichert/fixiert werden? ...

Folgende Arbeitsblätter wurden für alle Teilnehmer ausgegeben (nicht vollständig): Bodenbiologie - hier wurde ein umfangreicher Bestimmungsschlüssel für Streubewohner und Bodentiere ausgeteilt. Literatur zur individuellen Zusammenstellung: BRUCKER, G. & KALUSCHE, D. 1976, BERGMEIER, M. 1987, PZ-Information, 13/1990, KYBURZ-GRABER, R. 1981, TROMMLER, G. & GUTTMANN, R. 1981, WILHELMI, V. 1991.

## Bodenphysik

### 1. Grobklassifizierung der Bodenart („Knetprobe“)

#### Versuchsbeschreibung:

Man wirft einen Spatenstich aus und nimmt aus dem unteren Teil des Bodens etwa einen Eßlöffel Erde. Diese Probe wird im Handteller gut durchgefeuchtet und so lange geknetet, bis der Glanz des Wassers gerade verschwindet. Dann führt man die folgende Bestimmungsübung mit der entnommenen Bodenprobe und den mitgebrachten Böden durch:

(Wenn die angegebene Tatsache zutrifft, ist bei der gekennzeichneten Zahl fortzufahren).

Diagnostische Merkmale	Bodenart	% < 0,01 mm (abschlämbbare Teilchen)
1. Versuch, die Probe zwischen den Handtellern schnell zu einer bleistiftdicken Wurst auszurollen a) nicht ausrollbar: Gruppe der Sande; 2. b) ausrollbar: Gruppe der sandigen Lehme, Lehme und Tone; 4.		
2. Prüfen der Bindigkeit zwischen Daumen und Zeigefinger a) nicht bindig: Sand; 3 b) bindig	lehmiger Sand (IS)	14 - 18

3. Zerreiben auf der Handfläche		
a) in den Handlinien kein toniges Material sichtbar:	Sand (S)	0-9
b) in den Handlinien toniges Material sichtbar:	anlehmiger Sand (SI)	10-13
4. Versuch, die Probe zu einer Wurst von halber Bleistiftstärke auszurollen	stark sandiger Lehm (SL)	19-23
a) nicht ausrollbar:		
b) ausrollbar: sandiger Lehm, Lehm oder Tone;		5.
5. Quetschen der Probe zwischen Daumen und Zeigefinger in Ohrnähe		
a) starkes Knirschen:	sandiger Lehm (sL)	24-29
b) kein oder schwaches Knirschen: Lehm oder Tone;		6.
6. Beurteilen der Gleitfläche bei der Quetschprobe		
a) Gleitfläche stumpf:	Lehm (L)	30-44
b) Gleitfläche glänzend: Tone;		7.
7. Prüfen zwischen den Zähnen		
a) Knirschen:	lehmiger Ton (LT)	45-60
b) butterartige Konsistenz	Ton (T)	61-100

---

Information: Man bezeichnet die Bodenteilchen nach dem Durchmesser ihrer Körner (Korngröße):

- Ton	< 0,002 mm
- Schluff	0,002 - 0,063 mm
- Sand	0,063 - 2 mm
- Kies	> 2 mm

Unter dem Begriff „**Bodenart**“ versteht man die prozentuale Zusammensetzung der Korngrößengruppen mineralischer Partikel.

Arbeitsauftrag: Stufe die Böden mit Hilfe der Tabelle ein!

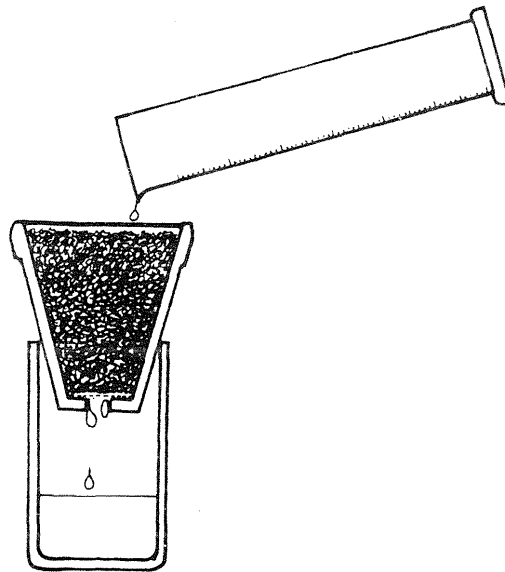
## 2. Wasserkapazität der Böden

**Welche Wassermengen können verschiedene Böden aufnehmen?**

Versuchsbeschreibung:

Die gelochte Unterseite der Blumentöpfe wird mit Watte abgedichtet. Anschließend füllt man die Töpfe mit 500 g der jeweiligen Bodenproben. Über diese wird langsam eine Wassermenge von 300 ml gegossen.

Das durchgesickerte Wasser wird in einem Becherglas mit Skalierung aufgefangen. Man wiederholt diesen Vorgang mit dem aufgefangenen Wasser 3 - 4 mal, damit auch alle Bezirke der Probe gleichmäßig durchnässt werden.



- Arbeitsauftrag:
- Bestimme die Menge des am Schluß durchgesickerten Wassers und der festgehaltenen Wassermenge.
  - Diskutiere, wo sich das festgehaltene Wasser befindet, und stelle einen Zusammenhang mit der Bodenart her.
  - Vervollständige die nachfolgende Tabelle zu den Eigenschaften der Bodenart anhand der Versuchsergebnisse:

	<u>Korngröße</u>	<u>Wasserhaltevermögen</u>	<u>Bodenluft</u>
Sandboden			
Lehmboden			
Tonboden			
Bodenprobe			

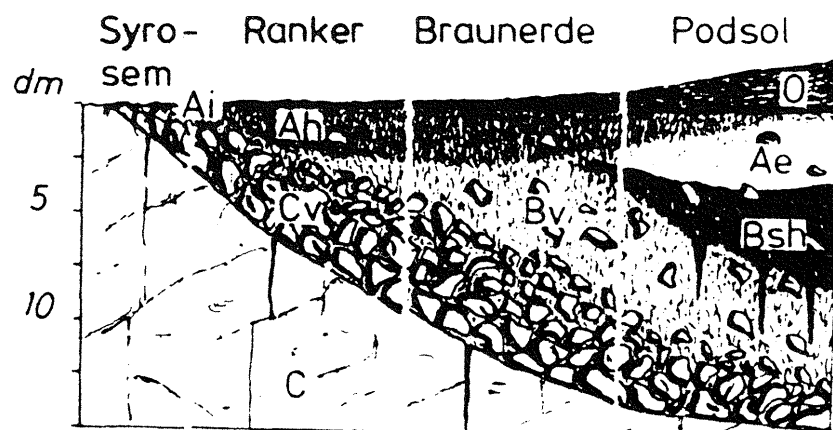
### 3. Bodenprofile erkennen und erläutern

Versuchsbeschreibung:

Ein Bohrstock wird mit einem Hammer senkrecht in den Boden eingeschlagen, mehrmals gedreht und wieder herausgezogen. An der offenen Seite ist die Horizontabfolge des Bodens zu erkennen.

<u>Information:</u>	Bodenprofil	= Bodenaufbau von der Oberfläche bis zum Ausgangsgestein (Horizontabfolge).
	Bodenhorizonte	= parallel zur Erdoberfläche verlaufende Lagen im Boden, welche durch Prozesse der Bodenbildung entstanden sind.
	Bodenentwicklung	= das Zusammenspielen aller Bodenbildungsfaktoren bewirkt Veränderungen, die zu einem bestimmten Bodentyp führen (Faktoren: Tierwelt, Ausgangsgestein, Vegetation, Klima, Zeit).
	Bodentyp	= abstrakte Einteilung der Böden mit ähnlichem Entwicklungszustand und ähnlicher Horizontabfolge (z. B. Braunerde).

- Arbeitsauftrag:
- Betrachte das entnommene Bodenprofil
  - Bestimme erkennbare Horizonte und gehe auf deren Mächtigkeit, Farbe und Zusammensetzung ein.
  - Zeichne ein schematisches Profil der vorliegenden Probe.
  - Nenne die klassischen Bodenhorizonte und vergleiche mit dem vorliegenden Profil (Vervollständigung der Skizze).
  - Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch die Bodenentwicklung aus Granit unter kühlfeuchten Klimabedingungen. Stelle einen Zusammenhang her zwischen Bodenentwicklung und Bodentyp.



Bodenentwicklung aus Granit unter kühlfeuchten Klimabedingungen (aus BLUME 1976)

## 1. Untersuchung des humosen Oberbodens

### Versuchsbeschreibung:

Man hebe schichtweise die Blätter und Pflanzenteile von der Oberfläche ab und betrachte dabei die Veränderungen beim sukzessiven Vorarbeiten.

Arbeitsauftrag:

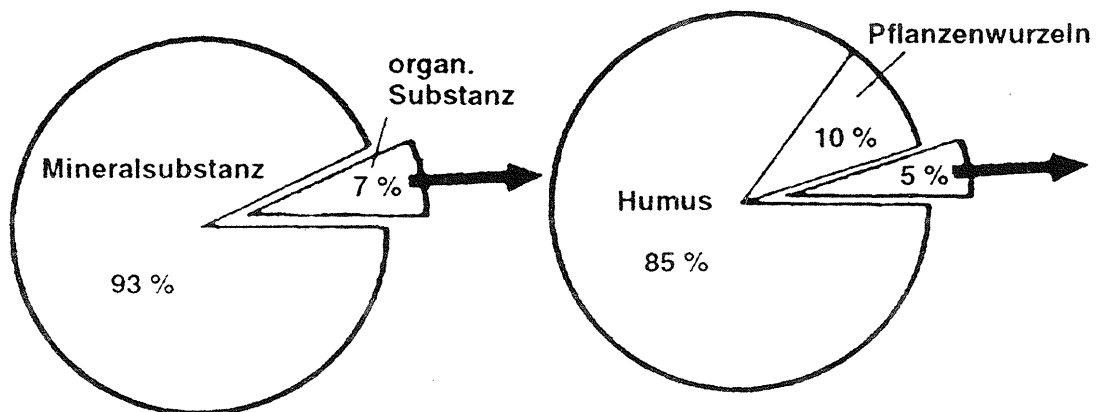
- Halte die Besonderheiten (Farbe, Zersetzungsgrad, Fraßspuren u.a.) schriftlich und zeichnerisch fest.
- Was versteht man unter dem Begriff „humos“?
- Nach der Art der Humusbildung unterscheidet man drei Formen, die in der nachstehenden Tabelle miteinander verglichen werden. Ordne den vorliegenden Boden zu einer der drei Humusformen zu:

### **Merkmale zur Grobansprache der Humusformen im Gelände** (aus FIEDLER 1973)

Merkmals	Rohhumus	Moder	Mull
Farbe	rötlich bis braun		dunkelbraun bis schwarz
Geruch	modrig-dumpfer Geruch		frischer Erdgeruch (wie Ackererde)
Horizontgrenzen im Oberboden	sehr scharfe bis deutliche Horizontgrenzen	(deutlich)	diffuse bis sehr diffuse Übergänge
Anteil und Vermischung von Humus und Mineralboden (in ungestörten Bodenprofilen)	geringer Gehalt an meist stark gebleichten Quarkörnchen: schwache Vermischung; vorwiegend mechanische Humuseinschlammung	schwache bis mäßige Vermischung zwischen Humusstoffhorizont und oberstem Mineralbodenhorizont	hoher Gehalt an Mineralbodensubstanz (schwach bis kaum gebleichte Körnchen bzw. auf lehmigen Böden viel tonige Substanz) und innige Durchmischung von Humus und Mineralboden
Zersetzungsgrad	unvollkommen (faserig)		vollkommen
Organismenspuren	Makrofauna fast völlig fehlend; starke Verpilzung und da-	Arthropodenkot; schwächere Verpilzung, nicht brechbar	Regenwurm Kot

	her zumindest Ver- moderungs- und Humusstoffhorizont; brech- und schneid- bar	
Bodenflora	meist artenarm (häufig Zwergsträu- cher und Bürsten- moose)	meist artenreich und vital (z.B. <i>Urtica urens</i> und <i>dioica</i> , <i>Geranium robertia- num</i> , <i>Chamaenerion angustifolium</i> , <i>Rubus idaeus</i> , <i>Stachys syl- vatica</i> , <i>Sambucus nigra</i> . <i>Senecio</i> - und <i>Galeopsis</i> -Arten)

- Aus der folgenden Grafik ist zu ersehen, daß die org. Substanz nicht nur von Humus und Pflanzenwurzeln gebildet wird. Ein wichtiger Teil ist das „*Edaphon*“; was versteht man darunter?



## 2. Feststellung der Bodenaktivität

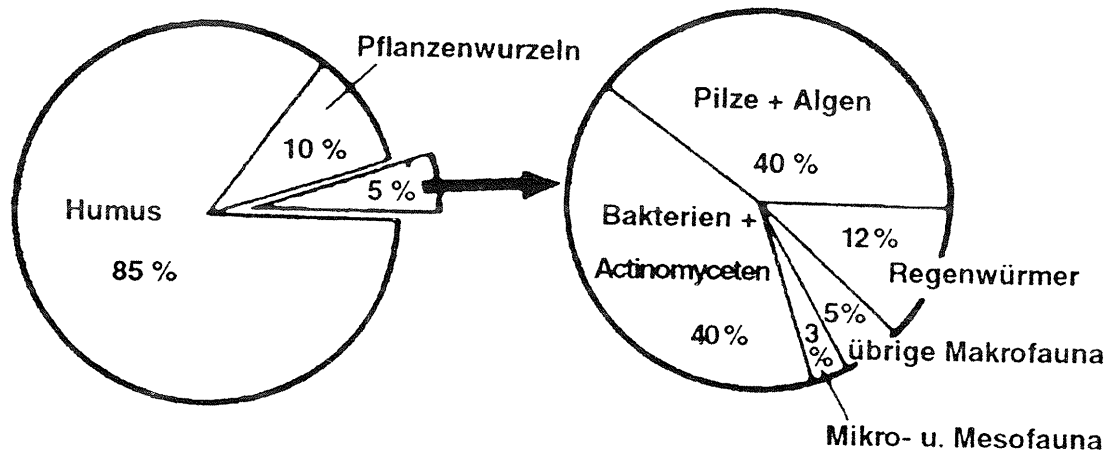
### Versuchsdurchführung:

Man füllt in eine Petrischale 10 ml gesättigte Ba (OH)<sub>2</sub> -Lösung und setzt die Schale auf die Bodenoberfläche. Ein Einmachglas wird anschließend über diese Vorrichtung gestülpt.

Der gleiche Versuch wird wiederholt, indem man als Unterlage nicht den Boden, sondern einen Pappkarton benutzt.

- Arbeitsauftrag:
- Beobachte, ob und welche Veränderungen an der Lösung festzustellen sind.
  - Blase mittels Strohhalm die Atemluft direkt in die  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -Lösung und vergleiche mit den anderen Lösungen.
  - Verbinde die Ergebnisse mit dem Begriff der Bodenaktivität.

Information: Gewichtsanteile der belebten Bodenschicht eines Mischwaldes



### 3. Aufschlammung - Erkennen von Mikroorganismen

#### Versuchsbeschreibung:

Man füllt einen Erlenmeyerkolben etwa zur Hälfte mit einer Bodenprobe aus dem humosen Oberboden, gibt konzentrierte Kochsalzlösung hinzu und schüttelt kräftig durch. An der Oberfläche setzen sich - neben Pflanzenresten - kleinste Organismen ab, die man mit einem Glasstab auf einen Objektträger überführt.

Information: Da die kleinsten Bodentierchen eine geringere Dichte (ca.  $1 \text{ g/cm}^3$ ) als die Bodensubstanz selbst haben, lassen sie sich mittels einer konzentrierten Kochsalzlösung durch Aufrahmen aus der Bodenprobe abtrennen.

Arbeitsauftrag: - Betrachte die Organismen unter dem Mikroskop und halte typische Beispiele davon zeichnerisch fest.

- Um welchen Teil des Edaphons handelt es sich bei den untersuchten Organismen?
- Erarbeite mit dem jeweiligen Gruppenbegleiter daraus eine Feingliederung.
- Vervollständige die Tabelle auf der Rückseite zusammen mit der „Meso-/Makrofauna-Gruppe“.

#### 4. Untersuchung der Meso- und Makrofauna

##### Versuchsbeschreibung:

Man nimmt von einer abgegrabenen Probe nacheinander kleine Portionen, breitet sie auf einer weißen Unterlage fein aus und sucht mit bloßem Auge oder mit der Lupe nach kleinen Lebewesen.

- Arbeitsauftrag:
- Betrachte Größe und Aussehen der Tierchen und vergleiche mit den beigegeführten Kopien.
  - Notiere die Bodentierchen, die man bestimmen kann, und gib die am häufigsten auftretenden an.
  - Vervollständige nachfolgende Tabelle zusammen mit der „Aufschlammungsgruppe“.

Funktionen	Tiergruppen
Einarbeiten von Pflanzenrückständen	alle Bodentiere,
Mischen und Lockern	Bodenwühler
Mischen organ. und mineral. Stoffe sowie Krümelbildung durch Darmassage	Regenwürmer, Asseln
Stabilisieren von Bodenaggregaten durch Schleimstoffe	Mikroorganismen
Vernetzung	Pilze, Algen
Zerkleinerung der Sproß- und Wurzelstreu	Bodentiere
Zerkleinerung organischer Stoffe	alle Organismen
Mineralisierung organ. Stoffe und Freisetzen von Nährstoffen	Organismensukzessionen
Bildung von Huminstoffen	Pilze, Strahlenpilze (Bakterien)
Körpereigene Nährstoffbildung (d.h. Schutz vor Festlegung oder Auswaschung)	alle Organismen
Förderung chemischer Verwitterung, bedeutsam z.B. Silikat- und P-Bakterien	alle Organismen
Förderung des Pflanzenwachstums durch Wirkstoffe	Mikroorganismen
Umwandlung organischer N-Verbindungen	spez. Bakterien
Bindung von Luftstickstoff	spez. Bakterien und Algen
Oxidation und Reduktion von S-, Mn-, N- und C-	spez. Bakterien



Verbindungen

Einschränkung von Krankheitserregern, Abbau von Mikroorganismen

Bioziden

Information: Die folgende Tabelle zeigt, daß die sichtbaren „großen“ Bodenorganismen nur einen kleinen Teil des tatsächlichen Bodenlebens ausmachen:

<b>Durchschnittliche Zahl von Bodentierchen in Wald- und Wiesenböden Mitteleuropas pro dm<sup>3</sup></b>	
Einzeller (Urtierchen und Algen)	1.000.000.000
Räder- und Bärtierchen	500
Fadenwürmer	30.000
Springschwänze	1.000
Milben	2.000
Kleine Spinnen, Krebse, Tausendfüßler, Insekten	100
Borstenwürmer	50
Regenwürmer	2

## Bodenchemie

### 1. pH-Wert-Messung

#### Versuchsbeschreibung:

Fülle den mit Watte verschlossenen Trichter mit einer erdfeuchten Bodenprobe. Übergieße die Probe mit 50 ml Wasser, deren pH-Wert man zuvor mit Indikatorpapier geprüft hat. Die durchlaufende Flüssigkeit wird in einem Becherglas aufgefangen, um erneut den pH-Wert zu bestimmen (a.)

Wiederhole denselben Vorgang mit b. 50 ml 0,1 molarer Salzsäure

c. 50 ml 1,0 molarer Salzsäure

d. 50 ml Wasser, wobei dem Boden zuvor Kalk untergemischt wurde

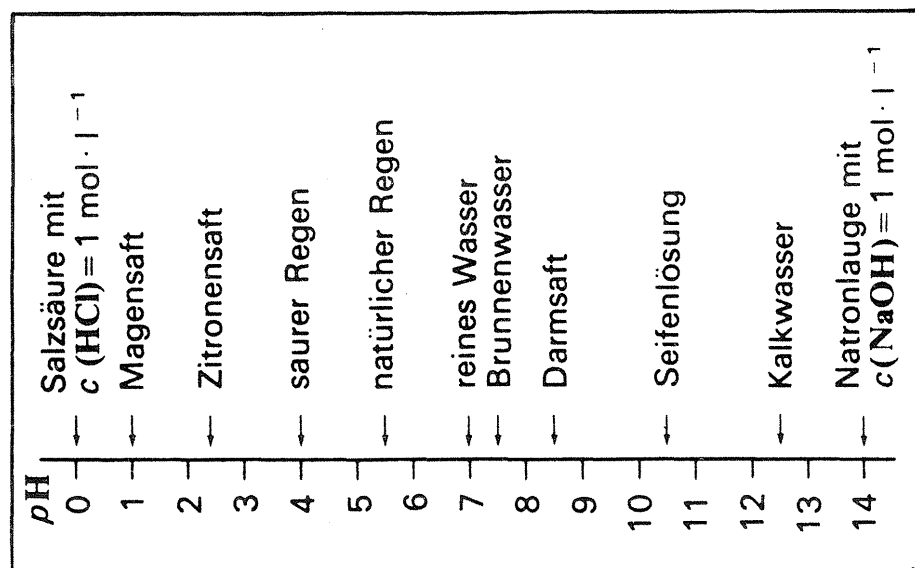
e. 50 ml 0,1 molarer Salzsäure, wobei dem Boden zuvor Kalk untergemischt wurde.

Information: Wasser dissoziiert in die Komponenten  $\text{H}_3\text{O}^+$  und  $\text{OH}^-$ .

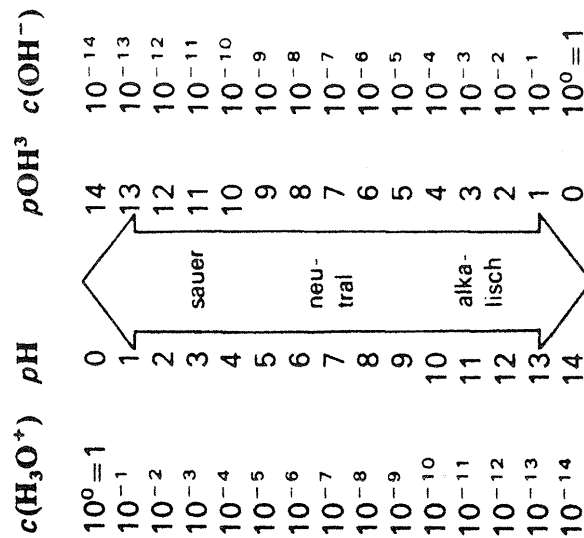


Der pH-Wert gibt Auskunft über die  $[H_3O^+]$  und  $[OH^-]$  einer Lösung, indem die logarithmische Maßzahl für die Oxonium-Ionenkonzentration angegeben wird.

Der pH-Wert ist für den Ablauf vieler chemischer und biochemischer Vorgänge entscheidend. Normale Lebensvorgänge laufen nur zwischen den pH-Werten 4-9 ab.



pH-Werte einiger Flüssigkeiten



Zusammenhang zwischen der Oxonium-Ionenkonzentration, der Hydroxid-Ionenkonzentration, dem pH-Wert. (Die Konzentration der Ionen sind in  $\text{mol}^2 \cdot \text{l}^{-2}$  angegeben.)

Arbeitsauftrag: - Eintragen der ermittelten pH-Werte in nachfolgende Tabelle:

	natürlich (H <sub>2</sub> O)	angesäuert (0,1 m HCl)	angesäuert (1 m HCl)	gekalkt (H <sub>2</sub> O)	gekalkt (0,1 m HCl)
--	---------------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------------	------------------------

pH

- Vergleiche die pH-Werte aus a. mit b. und c. und interpretiere sie.
- Nenne Faktoren, die den pH-Wert des Bodens beeinflussen.
- Vergleiche die pH-Werte von d. und c. und gehe auf die Bedeutung des Kalks für die Bodenreaktion ein.
- Welche Reaktion findet zwischen Kalk und Säure statt? Stelle die Reaktionsgleichung auf.

## 2. Überprüfen des Bodenkalkgehaltes

Versuchsbeschreibung:

Auf die zu untersuchende Probe aus 10 cm Tiefe wird 10 %ige Salzsäure getropft. Den gleichen Vorgang wiederhole man an reinem Kalk. Nach Dauer und Heftigkeit des Aufbrausens kann man auf den Kalkgehalt schließen:

- ⇒ kein sichtbares oder hörbares Aufbrausen..... kein Kalk
- ⇒ kein sichtbares Aufbrausen, aber dicht am Ohr .....  
hörbares Zischen.....unter 1 % Kalk
- ⇒ schwaches, nicht anhaltendes Aufbrausen..... 1 - 2 % Kalk
- ⇒ deutliches, nicht anhaltendes Aufbrausen..... 2 - 4 % Kalk
- ⇒ starkes, lang anhaltendes Aufbrausen .....über 5 % Kalk

Arbeitsauftrag: - Schätze den Kalkgehalt der Probe ab.

- Diskutiere, in welcher Form der Kalk im Boden vorliegt.

Ein erster Versuch der Studenten, Lernziele zu formulieren, erbrachte folgende Liste:

a. Bodenphysik:

- Lernziele: - Bestimmen der Bodenart; Probe im Vergleich zu tonigem, schluffigem und sandigem Boden
- Erläuterung der Begriffe Ton, Sand, Schluff (Korngröße)
- Bestimmen der Wasserkapazität - Zusammenhang mit Bodenarten darstellen anhand der Vergleichsböden

- Differenzierung der Begriffe Bodenart und Bodentyp

#### b. Bodenchemie:

- Lernziele:
- Boden-pH-Wert in Abhängigkeit von der anthropogenen Nutzung
  - Erkennen der Pufferfähigkeit von Boden
  - Zusammenhänge der Bodenversauerung (natürlich ↔ anthropogen)
  - Kalk als Kompensator der Versauerung (natürlich ↔ anthropogen)

#### c. Bodenbiologie:

- Lernziele:
- Bestandteile eines Bodens (Bodenwasser, Bodenluft, Mineralien, Humus, Bodenorganismen, Wurzeln)
  - Funktion von Bodenorganismen
  - Humusformen erläutern (Mull, Moder, Rohhumus)
  - Definition der Begriffe Edaphon und Bodenaktivität
  - Grob- und Feinaufschlüsselung des Edaphons (Fauna, Flora)
  - Abhängigkeit der Organismenvielfalt von der Bodennutzung
  - Einwirkung des pH-Wertes auf das Edaphon (Problematisieren der Versauerung)

Typisch und sicherlich interessant: allein die Lernzielkategorie des Erkennens/Wissens mit leichten Transferansätzen wird von den Studenten gewählt. Die Bewertung von ermittelten Sachverhalten - besonders aber der in der Umwelterziehung so wichtige emotionale Bereich - wird, wenn nicht ausgeschlossen, so doch vernachlässigt bzw. bleibt unerwähnt. Gerade hier läßt sich ein Defizit in der universitären Lehramtsausbildung feststellen: Auch hier müßten - neben der wichtigen Wissensvermittlung für den Fachstudenten - bereits pädagogisch relevante Aspekte für den Lehramtsstudenten stärker vermittelt werden.

### 3.3 Die Durchführung des Projektes

Zu Beginn stand die Standortbeschreibung des Projektes in unmittelbarer Nachbarschaft zum Stefan-George-Gymnasium in Bingen: ein für Geographen besonders reizvoller Ort, kann man doch von hier aus Rhein- und Nahedurchbruch, das Rheinische Schiefergebirge mit Rheingau, Taunus und Hunsrück sowie das Rheinhessische Tafel- und Hügelland sehen und in ihrer Genese erklären.

### Projektstationen:

Jeweils zwei Studenten betreuten folgende, in Sichtweite voneinander entfernt liegende Stationen für Schülergruppen von ca. 5 Teilnehmern:

- \* Weinberg: Bodenchemie, Bodenphysik, Bodenbiologie
- \* Mischwald: Bodenchemie, Bodenphysik, Bodenbiologie

Die Schüler hatten jeweils an einer Station ein Ergebnisprotokoll anzufertigen, um so den Lernerfolg zu dokumentieren.

### 3.4 Anmerkungen zum Projektverlauf

Eine durchgehende Lehrform konnte im ersten Durchgang beobachtet werden: der Frontalunterricht, so wie er in der Vorlesung und vielleicht auch noch auf einer universitären Exkursion vorgeführt wird. Die Folge davon, bereits nach 45 Minuten: müde Lehrer und Schüler! Einzige Ausnahme: die Station Bodenbiologie; hier fordert das Untersuchungsmedium Humus/Baumstumpf automatisch zu Schüleraktivität (Untersuchung *lebender, sich bewogender Tiere* mit Lupen und Pinzetten), die Lehrerrolle wird auf die viel leisere, sehr effiziente Funktion des Impuls- und Ratgebers verlagert.

Aber bereits der zweite Durchgang ließ große Veränderungen im Lehrerverhalten der Studenten erkennen: Aus ihrem ersten „Versuch“ selbst gelernt, wurde auf allen Stationen zunehmend schülerorientiert verfahren, mit dem spürbaren Erfolg einer Motivation und Belebung aller. Entscheidend dabei war eine veränderte Fragetechnik, die jeder in unterschiedlicher Ausprägung so vervollkommnete, daß am Ende des Projektes aus den *Lehrstationen der Studenten* handlungsorientierte *Lernstationen der Schüler* wurden. Auch hier wiederum zeigte sich: die Eigenerfahrung kann durch keinen theoretischen Vortrag ersetzt werden. Und je früher die Möglichkeit dazu gegeben wird, desto leichter und selbstverständlicher werden diese Lehr- und Lernformen im Referendariat angenommen und umgesetzt.

## **4. Kritische Bewertung des Projektes**

### 4.1 der Schüler/Auswertung der Projektkontrolle

Es stellte sich heraus, daß v.a. im Bereich der Bodenbiologie eine inhaltliche und zeitliche Überforderung der Schüler stattgefunden hatte: Die Protokolle waren hier zu oberflächlich. Dagegen wurde in Bodenchemie und -physik erwartungsgemäß der Stoff verstanden und beschrieben.

Die Schülerresonanz war überaus positiv: Die Arbeit draußen wirkte stark moti-

vationsfördernd, die Schüler hatten einfach Spaß daran; dies gilt insbesondere für die Bodenbiologie, die eindeutig den größten Anteil an Eigenaktivität hat! Dagegen wirkte die Bodenchemie, so jedenfalls wie sie hier durchgeführt wurde (hoher Erklärungsanteil durch den Gruppenleiter), eher langweilig.

#### 4.2 der Studenten

- \* Alle Versuche müssen unbedingt vorbereitet und einmal vorher „durchgespielt“ werden. Eine mangelhafte Vorbereitung der Studenten führte immer zu oberflächlicher Improvisation > auf den späteren Unterricht durchaus übertragbar!
- \* Das Problem der Binnendifferenzierung innerhalb der Lerngruppen: Wo soll das Niveau angesetzt werden? Gerade im Bereich Bodenchemie hätten Leistungsträger unter den Schülern mit eingesetzt werden können, um diese einzubinden; gerade hier divergierte das Leistungsspektrum aufgrund unterschiedlichster Vorkenntnisse (Kurssystem) gewaltig. Sollte u. U. die Gruppeneinteilung vom Lehrer vorgenommen werden?
- \* Das Problem einer unterschiedlichen Teilnehmermotivation wurde in allen Gruppen offenbar und konnte nicht endgültig gelöst werden. Im nachhinein: es hätten differenziertere Arbeitsaufträge, die Eigenaktivität fordern, geholfen. Gerade beim Bereich Bodenbiologie konnte beobachtet werden: *praktische Arbeit wirkt spontan motivierend.*

#### 4.3 des Dozenten / des Lehrers

- \* Die theoretische Vorbereitung durch die Doppelstunde erwies sich im nachhinein als günstig, da mit dieser Basis weiterführende Problemstellungen vor Ort schneller angesprochen werden konnten.
- \* Die Stoffreduktion erscheint v. a. im Bereich der Bodenbiologie nicht genügend geleistet; die Bearbeitung erfolgte zu oberflächlich unter zu hohem Zeitdruck.
- \* Die Zusammenführung der Ergebnisse bzw. die Auswertung erfolgte zufriedenstellend, wobei hier gerade Schwächen im Bereich der Bodenbiologie (s. o.) deutlich wurden.
- \* Besonders der Bereich der Bodenchemie muß schülerzentrierter gestaltet werden; dies könnte unter Zuhilfenahme z. B. von Untersuchungskoffern (Elementbestimmungen) maßgeblich verbessert werden.
- \* Die emotionale Komponente wurde in der Planung (s. o.) bereits nicht integriert, folgerichtig waren auch in der Durchführung Defizite erkennbar. - Der

Gefahr des alleinigen ökosystematischen Analysierens wurde bei Bodenchemie und -physik nicht begegnet; bei der Bodenbiologie jedoch traten dafür - eher intuitiv - emotionale Aspekte des Erlebens, Staunens, der Freude etc. in den Vordergrund. Dabei wurde deutlich: Emotionen sind nicht nur in der Orientierungsstufe und Sekundarstufe I eine wichtige Komponente des Unterrichts!

- \* Die kritische Auseinandersetzung mit ungewohntem Stoff und v.a. neuen Schülergruppen, die Veränderung der Lehrstrategie im Verlauf des Projektes und damit der selbständige Lernerfolg der Studenten waren für den Beobachter, aber auch für die Beteiligten eine gute und ausbauwürdige Erfahrung.

## **5. Abschlußbemerkung und Danksagung**

Die vorliegende Arbeit ist ein Versuch, theoretische Überlegungen zur Didaktik der Umwelterziehung für die Geographie nicht nur aufzustellen, sondern diese auch in der Praxis - zumindest im Ansatz - mit Schülern umzusetzen. Dabei fiel die große Distanz zwischen Ausbildungsort und späterem Einsatzort der Lehramtstudenten auf - der Schritt von der Universität in die Schule ist für manchen sehr groß. Deshalb sind gerade praktische Übungen zur Didaktik ein wichtiger, auch von den Studenten mit großem Engagement wahrgenommener Teil der ersten Ausbildungsphase. Die Lernerfolge sind für alle Beteiligten groß: Die Schüler freuen sich über junge und „frische“ Lehrer, die von Unterrichtsregeln unbelastet sind; die Studenten können selbst das ausprobieren und kritisch hinterfragen, was sie sich theoretisch ausgedacht haben; und schließlich der beobachtende Dozent gewinnt wichtige Impulse von den noch unkonditionierten und somit relativ frei agierenden späteren Erdkundelehrern.

Mein Dank gilt den engagierten Geographie-Studentinnen und -Studenten des Fachdidaktik-Seminars vom Sommersemester 1994.

Nicht zuletzt vielen Dank für die freundliche Unterstützung durch die Schulleiterin des Stefan-George-Gymnasiums Bingen, Frau OStD' Dr. H. Offermanns, die die Integration der Ausbildungsveranstaltungen des Geographischen Instituts in den Schulalltag fördert. Damit konnte diese Schule zum Ausbildungs- und Begegnungsort für Studenten, Referendare und Lehrer werden.

### **(Weiterführendes) Literaturverzeichnis**

BERGMEIER, M. (1987): Bodenuntersuchung, ein praxisorientiertes Unterrichtskonzept für den Biologie- und Chemieunterricht der Sekundarstufen I und II, für Projekttag und Studienfahrten. - Offenbach.

- BRUCKER, G. & KALUSCHE, D. (1976): Bodenbiologisches Praktikum, Biologische Arbeitsbücher 19. - Heidelberg.
- DRUTJONS, P. (1988): Plädoyer für eine andere Umwelterziehung, Unterricht Biologie 134/12. Jg., S. 4 - 12.
- HELLBERG-RODE, G. (1995): Umwelt und Entwicklung aus der Sicht der Biologie - aus der subjektiven Perspektive einer Biologiedidaktikerin. - In: K. Engelhard (Hrsg.), Umwelt und Entwicklung. - Münster.
- JANSSEN, W. (1988): Naturerleben, Unterricht Biologie 12, Heft 137, S. 2 - 7.
- KLAUTKE, S. / KÖHLER, K. (1991): Umwelterziehung - ein didaktisches Konzept und seine Konkretisierung, Unterricht Biologie 15, Heft 164, S. 48 - 51.
- KYBURZ-GRABER, R. (1981): Schutz des Waldes, IPN-Einheitsbank Biologie, Textsammlung. - Köln.
- MIKELSKIS, H. (1988): Ökologische Bildung - Die Gestaltung des Mensch-Umwelt-Verhältnisses als Leitmotiv einer pädagogischen Suchbewegung. - In: Zukunftsaufgabe Umweltbildung in Niedersachsen, Hannover, S. 104 - 113.
- NIEMZ, G. (1978): Geographieunterricht als Projektarbeit, Beiheft Geographische Rundschau 8, Heft 4.
- NIEMZ, G. (1980): Arbeit vor Ort - unverzichtbarer Bestandteil geographischen Unterrichts. - In: Geographie und Schule 2, Heft 6, S. 3 - 10.
- NIEMZ, G. (1989): Projektarbeit im Geographieunterricht - Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage. - Geographie heute, Heft 75.
- PÄDAGOGISCHES ZENTRUM / LANDESZENTRALE FÜR UMWELTAUFKLÄRUNG (1990): Lebensgrundlage Boden, fächerübergreifender Unterricht Erdkunde-Biologie-Chemie, PZ-Information 13, Bad Kreuznach.
- PÄDAGOGISCHES ZENTRUM (1992): Handlungsorientierte Umwelterziehung in Zusammenarbeit mit außerschulischen Partnern. - Bad Kreuznach.
- PÄDAGOGISCHES ZENTRUM BAD KREUZNACH / LANDESZENTRALE FÜR UMWELTAUFKLÄRUNG MAINZ (1991): Umwelterziehung - Beispiele aus der Schulpraxis. - Bad Kreuznach.
- PRAXIS GEOGRAPHIE (1992): Projektlernen im Nahraum, Heft 7/8. - Braunschweig.
- STEIN, C. (1983): Umwelterziehung statt Umweltschutz-Unterricht. - In: Praxis Geographie, Heft 3, S. 6 - 11.



- TROMMLER, G. / GUTTERMANN, R. (1981): Nahrungsbeziehungen von Bodentieren, ein Unterrichtsmodell Orientierungsstufe. - Unterricht Biologie, Heft 57. - Seelze.
- UNTERBRUNNER, U. / MEIER, R. (1989): Verantwortungsbewußte Umwelterziehung durch lebendiges Lernen. - In: Die Grundschulzeitschrift 26, S. 8 - 14.
- WILHELMI, V. (1991): Lehrerfortbildung als Beitrag zur Umwelterziehung an rheinland-pfälzischen Schulen: Belastete Böden - die schleichende Umweltkatastrophe, eine Seminarstudie. - Landeszentrale für Gesundheitserziehung in Rheinland-Pfalz. - Mainz.
- WILHELMI, V. (1992): Unterrichtspraxis: Schulalltag unter ökologischen Vorzeichen - „Fragen, auf die wir draußen eine Antwort finden wollten.“ Terrasse, Magazin für den Geographieunterricht, Heft 3. - Stuttgart.
- WILHELMI, V. (1993): Didaktik und Methodik der Umwelterziehung - eine praxisorientierte Gesamtkonzeption. - In: Mitt. Pollichia, Bd. 80, S. 347 - 380. - Bad Dürkheim.
- WILHELMI, V. (1994): Grundlegende Untersuchungen zur biologischen Zersetzung im Waldboden. - In: Mitt. Pollichia, Bd. 81, S. 291 - 299. - Bad Dürkheim.
- WILHELMI, V. (1996): Ökologische Bildung - Methodenhilfe für die Orientierungsstufe? - In: Umwelterziehung praktisch 36 (Pädagogisches Zentrum Bad Kreuznach). - Bad Kreuznach.