



Sonne – Motor des Lebens

Entwicklung und Evaluation

einer praxisorientierten Lehrveranstaltung

in der Ausbildung von Biologie- und Physiklehrer/innen

Institutionen: Universität Wien, PI Wien

LehrerInnenteam: Roland Albert, Doris Elster, Regina Hitzzenberger, Robert Kartusch, Helga Stadler

Abstract:

Das Projekt „Sonne – Motor des Lebens“ ist eine Pilotprojekt zur Entwicklung einer interdisziplinären Lehrveranstaltung im Bereich der Umweltbildung. Es wurde im Sommersemester 2001 erstmals durchgeführt. Zielgruppe waren sowohl Studierende des Lehramts der Biologie und Umweltkunde als auch der Physik. Als Voraussetzung zur Teilnahme wurde das Interesse am fächerübergreifenden Arbeiten, am „Blick über den Zaun“ zum Fachfremden mit dem Ziel einer ganzheitlichen Bearbeitung eines Unterrichtsthemas erwartet.

Auch das Leitungsteam war interdisziplinär zusammengesetzt: Fachwissenschaftler und Fachdidaktiker/innen der Biologie kooperierten mit Fachwissenschaftler/innen und Fachdidaktiker/innen der Physik sowie Praktiker/innen aus der Schule.

Zielsetzung der Lehrveranstaltung war die Vermittlung einer fachlichen Ausbildung zur Bearbeitung des Themenkomplexes Photosynthese und Strahlung. Darüber hinaus sollte es den Student/innen ermöglicht werden, möglichst früh in ihrer Ausbildung Erfahrungen mit anspruchsvoller Projektarbeit im späteren Berufsfeld Schule zu erlangen. Dabei konnten sie jene Methoden, die sie später im Unterricht realisieren sollten, selbst in der Praxis kennen lernen, erproben und reflektieren. Angestrebt wurden dabei das Sammeln von Erfahrungen in der Projektmethode, das Erleben von Gruppendynamik, die Reflexion eigener Handlungsmöglichkeiten und die Auseinandersetzung mit eigenem Fachwissen.

Innovationsbeschreibung:

Bericht: Doris Elster



Ein Forschungsprojekt zum Thema „Selbstständiges Lernen“ (S4)
im Rahmen des Projekts **IMST²**
(Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching)

Oktober 2001

INHALTSVERZEICHNIS

Präambel	2
1. Ausgangssituation	3
2. Interdisziplinäres Projekt: Sonne – Motor des Lebens	4
2.1. Inhalte und Ziele	4
2.2. Projektablauf	5
2.3. Durchführung des Schulprojektes	6
3. Evaluation	8
3.1. Fragen der Evaluation	8
3.2. Datenerhebung	9
4. Ergebnisse und Erfahrungen	10
4.1. Welche Synergien entstanden bei der interdisziplinären Bearbeitung des Themas „Sonne – Motor des Lebens“?	10
4.2. Wurde das Projekt als praxisrelevant für die Ausbildung der zukünftigen Biologie- und Physiklehrer/innen angesehen?	11
4.3. Wo lag der Lerngewinn der Student/innen?	11
4.4. Ist die Projektmethode geeignet, Studierende zu selbstständigem und eigenverantwortlichem Arbeiten zu motivieren?	14
4.5. Welche Erfahrungen machten Schüler/innen bei diesem universitär-schulischen Kooperationsprojekt?	16
5. Interdisziplinarität schafft Synergien	21
5.1. Zur Interdisziplinarität in der universitären Lehre	21
5.2. Zur Kooperation zwischen Schule und Universität	22
5.3. Zur Kooperation zwischen Schüler/innen und Student/innen	23
6. Resümee und Ausblick	24
7. Literatur	25

Präambel

Im dritten Stock des Bundesrealgymnasiums Albertgasse ist heute schon vor dem Läuten der Schulglocke hektisches Leben. Kisten werden angeschleppt, Demonstrationspräparate aus der Schulsammlung geholt, Materialien und Chemikalien für die Durchführung pflanzenphysiologischer und physikalische Experimente verteilt. Letzte Absprachen werden getroffen. Mit großem Interesse warten die Student/innen auf „ihre“ Schulklasse: Hat man sich auch wirklich gut genug für den heutigen Tag vorbereitet? Werden die Experimente klappen? – Mit dem Läuten kommen auch die ersten Schüler/innen. Vorsichtig warten sie erst einmal am Gang ab, ob sie denn heute in den Biologie- oder in den Physiksaal gehen sollen, denn am Programm steht: „Inter-

disziplinäres Projekt: Sonne – Motor des Lebens“. Der Tag wird sowohl für die Studierenden als auch für die Schüler/innen wie im Fluge vergehen. Denn in den naturwissenschaftlichen Fachsälen sind Stationen einer Lernwerkstatt vorbereitet, bei denen Experimente zur Photosynthese und Strahlung unter der Anleitung und Betreuung der Studierenden möglichst selbsttätig erprobt, erforscht und hinterfragt werden können.



Bild 1: Herstellen eines Chlorophyllextrakts



Bild 2: Ein Student als Berater der Schülerinnen beim Experimentieren

1. AUSGANGSSITUATION

An österreichischen Universitäten wurde das universitäre Lehrangebot bislang hauptsächlich an Fachdiplomstudien ausgerichtet. Eine Studienreform (Universitätsstudien-gesetz 1997) gibt dem Lehramtsstudium seit kurzem die Möglichkeit bzw. den Auftrag, verstärkt ein Lehramtsprofil zu entwickeln. Dabei wird auf Fachdidaktik-generell größerer Wert gelegt. Dieser Auftrag ermöglicht den einzelnen Studienrichtungen „Spielräume“, unterschiedliche fachdidaktische Lehrveranstaltungen zu schaffen und in der Praxis zu erproben. So sollen zukünftige Lehrer/innen des Faches Biologie und Umweltkunde sowie der Physik bereits sehr früh in ihrer Ausbildung Erfahrungen mit anspruchsvoller Projektarbeit im späteren Berufsfeld Schule erlangen.

Eine der ersten innovativen Lehrveranstaltungen in diesem Sinne stellt im Studienplan Biologie Lehramt das „interdisziplinäre Projekt“, eine dreistündige Pflichtlehrveranstaltung im Rahmen des fachdidaktischen Ausbildungsblocks, dar. Der Rahmentitel „Interdisziplinäres Projekt“ wurde von der Studienkommission gewählt, um auf praxisorientierter Basis Vernetzungen sowohl zwischen Schule und Universität als auch zwischen einzelner Fächer anzuregen. Erste Erfahrungen mit ähnlichen projektorientierten Lehrveranstaltungen, die eine Kooperation bzw. Vernetzung Schule und Universität unter Einschluss von Aspekten der Umweltbildung anstreben, liegen in der Biologielehrausbildung bereits vor (Elster u.a. 2000, Unterbruner 2000). Eine Vernetzung mit einem zweiten Studienfach hat bisher allerdings nicht stattgefunden. Dazu müssen konkrete Lehrveranstaltungen wie etwa das hier beschriebene Projektpraktikum „Sonne - Motor des Lebens“ in den allernächsten Jahren an der Universität erst aufgebaut werden.

In der Physik existiert seit 1994 eine Lehrveranstaltung, die es den Studierenden ermöglicht, im Team eine Unterrichtssequenz vorzubereiten und an einer Schule durchzuführen (Stadler 1999). Die Zielsetzung dieser Lehrveranstaltung ist mit jener, die im vorliegenden Bericht beschrieben wird, durchaus vergleichbar, doch waren interdisziplinäre, insbesondere ökologische Fragestellungen im Rahmen dieser Lehrveranstaltungen bisher immer nur Randthema. Die Etablierung eines derartigen Projektpraktikums ist im Studienplan der Physik ab dem Schuljahr 2002/03 vorgesehen.

Studierende und Lehrende verschiedener Fachrichtungen in einem Projekt erfolgreich zusammenzubringen ist bereits ein Problem der terminlichen Koordination. Kommt noch eine Schule ins Spiel, mit der Termine, Raumpläne, Unterrichtsplanungen koordiniert werden sollen, dann ist ein Terminplan tatsächlich schwierig zu erstellen. Dass ein Projekttag, an dem alle Beteiligten *durchgehend* anwesend sein können, gefunden werden kann, ist dann tatsächlich als Erfolg zu werten. In der Regel sorgen unterschiedliche Veranstaltungsumfänge (2-4 Stunden) und Veranstaltungsstartzeiten, konkurrierende Verpflichtungen, Wegezeiten zwischen räumlich weit entfernten Fachbereichen, die Zugänglichkeit zur PC- und Internetwelt für eine genügende Anzahl kleinerer und größerer Probleme.

Es ist also festzustellen, dass die Situation an der Universität derzeit keinesfalls so ist, dass die Bedingungen für die Planung und Durchführung von interdisziplinär angelegten Lehrveranstaltungen, die auch schulpraktische Anteile beinhalten, günstig wären. Dadurch sind wohl Lehrveranstaltungen, die eine Zusammenarbeit über die Grenzen von Fachbereichen hinweg anstreben, vielfach noch das Ergebnis von Einzelinitiativen.

2. INTERDISZIPLINÄRES PROJEKT „SONNE–MOTOR DES LEBENS“

Das Projekt „Sonne – Motor des Lebens“, wurde als Pilotprojekt zur Entwicklung einer interdisziplinären Lehrveranstaltung im Sommersemester 2001 erstmals durchgeführt. Zielgruppe waren sowohl Studierende des Lehramtes Biologie und Umweltkunde als auch der Physik. Als Voraussetzung wurde das Interesse am fächerübergreifenden Arbeiten, am „Blick über den Zaun“ zum Fachfremden mit dem Ziel einer ganzheitlichen Bearbeitung eines Unterrichtsthemas erwartet. Studierende des zweiten Studienabschnitts, die bereits über ein etwas breiteres fachliches Basiswissen verfügten, schienen dafür besser geeignet als Studienanfänger.

Das Leitungsteam war interdisziplinär zusammengesetzt, erwartete man sich doch dadurch Synergien. Fachwissenschaftler und Fachdidaktiker/innen der Biologie kooperierten mit Fachwissenschaftler/innen und Fachdidaktiker/innen der Physik sowie Praktiker/innen aus der Schule. Das Fach Biologie wurde durch Univ. Prof. Dr. Roland Albert, der auch für die Gesamtleitung zuständig war und durch Univ. Prof. Dr. Robert Kartusch, beide vom Institut für Ökologie und Naturschutz, vertreten. Die Biologielehrerin Mag. Doris Elster stellte den Kontakt zur Schule her und war für die Projektkoordination und Evaluation zuständig. Das Fach Physik wurde durch Univ. Prof. Dr. Regina Hitzenberger vom Institut für Experimentalphysik und Mag. Helga Stadler vom Institut für Theoretische Physik, Arbeitsgruppe Physikdidaktik, repräsentiert. Als schulischer Partner wurde das Bundesgymnasium und – realgymnasium, Albergasse aus dem achten Wiener Gemeindebezirk gewonnen. Die Klasse 6B, eine gymnasiale Oberstufenklasse, die von 22 Schüler/innen besucht wurde, sowie die beiden Klassenlehrerinnen Mag. Gerda Rogl (für Physik) und Mag. Sonja Wukitsevits (für Biologie) arbeiteten am Projekt mit. Es nahmen vier Student/innen der Biologie und Umweltkunde und eine Studentin der Physik an der Lehrveranstaltung teil.

2.1. Inhalte und Ziele der Lehrveranstaltung

Umweltbildung wird zwar zum Großteil im Biologieunterricht behandelt, für eine adäquate Beantwortung umweltrelevanter Fragen ist allerdings eine Zusammenarbeit mehrerer naturwissenschaftlicher Fächer sinnvoll und erforderlich. Eine der Zielsetzungen der Lehrveranstaltung war es deshalb, eine fachliche Ausbildung zum Themenkomplex Sonne - Strahlung – Photosynthese sowohl aus der Sicht der Biologie als auch der Physik zu ermöglichen. Weiters sollte das Methodenrepertoire erweitert werden. Die Student/innen sollten jene Methoden, die sie später im Unterricht realisieren mussten, selbst in der Praxis kennen lernen, erproben und reflektieren. Angestrebt wurde dabei das Sammeln von Erfahrungen in der Projektmethode, das Erleben von Teamarbeit und Gruppendynamik, die Reflexion eigener Handlungsmöglichkeiten und die Auseinandersetzung mit eigenem Fachwissen.

Die Ziele der Lehrveranstaltung im Detail:

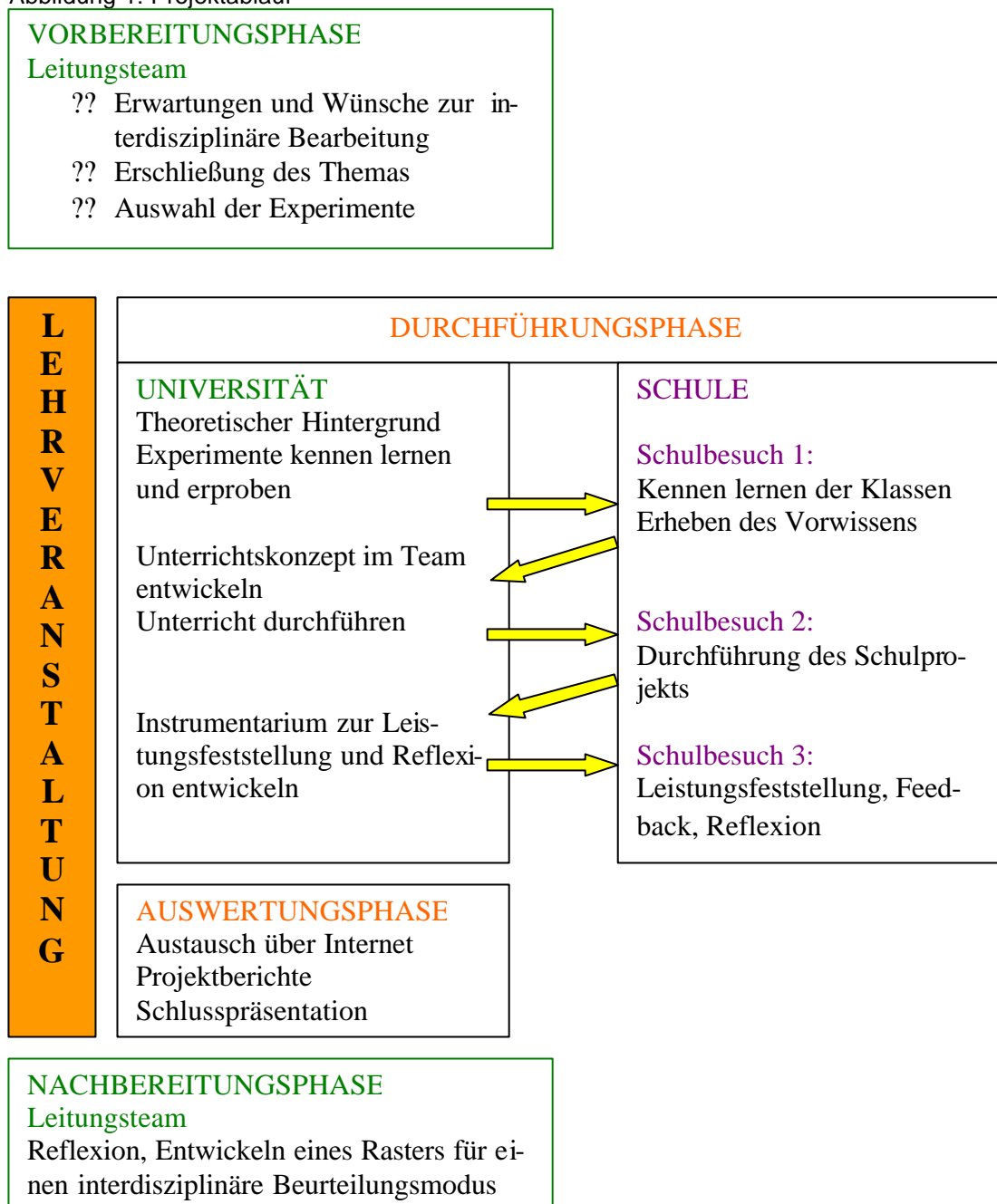
- ?? Kennen lernen von Inhalten, Methoden und Experimenten zur **interdisziplinären Bearbeitung** des Themas „Sonne - Motor des Lebens“.
- ?? Erfahrung in der **Projektmethode und Teamarbeit** gewinnen
- ?? Erfahrungen in der **Unterrichtsplanung** gewinnen
- ?? Erfahrungen in der **Unterrichtsdurchführung** durch die Erprobung der gemeinsam entwickelten Konzepte und Materialien in der Schulpraxis gewinnen.
- ?? **Leistungsbeurteilungs-** und **Feedbackmethoden** kennen lernen.

2.2. Projektablauf

Das Projekt gliederte sich in drei Phasen: in die eigentlichen Lehrveranstaltung, in eine Vorbereitungs- und eine Nachbereitungsphase. (siehe Abbildung 1: Projektablauf)

A) In der Vorbereitungsphase der Lehrveranstaltung entwickelte das Leitungsteam Vorstellungen zur interdisziplinären Bearbeitung des Themas. Wünsche und Erwartungen wurden transparent gemacht. Experimente, die zur interdisziplinären Bearbeitung geeignet erschienen, wurden in den Fachgruppen jeweils von einer/m Fachwissenschaftler/in und einer/m Fachdidaktiker/in bzw. AHS - Lehrerin ausgewählt. Dabei wurden zu jedem Experiment erkenntnisleitende Fragen formuliert. Sie sollten den Student/innen helfen, sich auf die späteren Unterrichtsstunden in der Schule vorzubereiten.

Abbildung 1: Projektablauf



B) Die eigentliche Lehrveranstaltung gliederte sich in eine Durchführungsphase und eine Auswertungsphase und beinhaltete neben den regelmäßigen Treffen an der Universität drei Schulbesuche (siehe Abbildung 1: Projektablauf). In der Durchführungsphase wurden zunächst die Erwartungen und Wünsche der Student/innen transparent gemacht, der theoretische Hintergrund erläutert und die Experimente vorgestellt. Die Aufgabe der Student/innen bestand darin, ein Unterrichtsprojekt für Schüler/innen einer sechsten Klasse Gymnasium (10.Schulstufe) zu den Themenbereichen Photosynthese und Strahlung zu entwickeln und in der Schulpraxis zu erproben (siehe Abbildung 2: Schulprojektplan). Ausgehend von einer Erhebung des Vorwissens und der Fragestellungen der Schüler/innen, planten die Student/innen nach konstruktivistischen Prinzipien (Kattmann 2000) Unterrichtssequenzen zum Themenkomplex Photosynthese und Strahlung, bereiteten diese fachdidaktisch auf und erprobten sie anschließend in der Schulpraxis. Zielsetzung war einerseits die Vermittlung eines fundierten fachlichen Basiswissens, andererseits das Motivieren der Oberstufenschüler/innen zum selbsttätigen und eigenverantwortlichen Arbeiten. Das Lernen an Stationen schien eine dafür günstige Unterrichtsform. Dadurch war es möglich, dass die Schüler/innen in von jeweils einer Studentin / einem Studenten unterstützten Kleingruppe verschiedene Experimente erproben konnten. Wesentlicher Bestandteil der Lehrveranstaltung war eine anschließende Reflexion über den Zuwachs an Wissen der Schüler/innen. In Form einer Plakatpräsentation stellten die Schüler/innen dazu ihre Erfahrungen und Ergebnisse vor. Im Anschluss wurden die Schüler/innen aufgefordert, ein gemeinsames Protokoll über die Lehrveranstaltung anzufertigen. Dieses wurde von den Student/innen (unterstützt vom Leitungsteam) überprüft und gegebenenfalls auch korrigiert. Davon ausgehend entwickelten die Student/innen Materialien (Rätsel, Lückentexte), mit denen sie das Wissen der Schüler/innen (bzw. den Wissenszuwachs) überprüfen sollten. Diese Wissensüberprüfung sowie eine Projektreflexion (mittels einer Wandzeitung und eines Photoprotokolls zur Unterrichtseinheit) fanden dann eine Woche später statt. Die Student/innen führte über die gesamte Lehrveranstaltung und über ihre Erfahrungen beim Arbeiten mit den Schüler/innen ein Protokoll. Dieses bildete in der Auswertungsphase der Lehrveranstaltung die Grundlage für die studentischen Projektberichte. In einer Abschlusspräsentation stellten die Student/innen ihre Erfahrungen und Ergebnisse vor und stellten gemeinsam mit dem Leitungsteam Überlegungen für eine Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung an.

C) In der Nachbereitungsphase der Lehrveranstaltung traf sich das Leitungsteam zu einer gemeinsamen Reflexion und Auswertung der Projektberichte. Ein Beurteilungsraster, der eine interdisziplinäre Sichtweise berücksichtigte, wurde dabei festgelegt.

2.3. Die Durchführung des Schulprojektes

Aus einer vom Leitungsteam vorgegebenen aber durchaus auch von den Student/innen erweiterbaren Anzahl von Experimenten, einer Wissenserhebung der Schüler/innen und diversen organisatorischen Vorgaben wie Schulausstattung und Verfügbarkeit der Fachsäle sollten die Studierenden im Team ein Schulprojekt entwickeln (siehe Abb.1 und 2). Dafür mussten sie in einem ersten Schritt gemeinsame Ziele definieren. Sie einigten sich auf das Folgende:

- ?? Die Schüler/innen sollten selbsttätig arbeiten können.
- ?? Das Projekt sollte den Schüler/innen Spaß machen.

- ?? Es sollte „anschaulich“ sein.
- ?? Die Schüler/innen sollen Zusammenhänge verstehen lernen.
- ?? Es sollen selbstständige Gedankengänge gefördert werden.
- ?? Die Schüler/innen sollten komplexe Systeme erkennen.
- ?? Die Studierenden sollten Erfahrungen im Unterrichten sammeln können.
- ?? Die Studierenden sollten neue Methoden kennen lernen.

Zur Entwicklung eines gemeinsamen Projektplans wurden folgende Übereinkünfte zwischen den Studierenden geschlossen:

Der Unterricht sollte durch Lernen an Stationen erfolgen. Dafür wurden die zu vermittelnden Fachinhalte und Experimente entsprechend der Anzahl der Student/innen auf fünf Stationen aufgeteilt. Die inhaltliche Planung und Gestaltung dieser Stationen lag in der Verantwortung der einzelnen Student/innen. Um einen reibungslosen Wechsel der Stationen zu gewährleisten, musste ein exakter Zeitplan entwickelt werden. Besonderes Augenmerk sollte darauf gelegt werden, dass die Schüler/innen die Experimente möglichst selbst durchführen konnten. Dabei wurden das Mikroskopieren von Chloroplasten und die Darstellung des Transmissionsspektrums des Chlorophylls als die zu vermittelnde Kerninhalte angesehen. Die Ergebnisse und Erfahrungen der Schüler/innen sollten durch eine Plakatpräsentation dargestellt werden. Die Form der Wissensüberprüfung sollte von den Studierenden für die jeweilige Station individuell geplant und ausgewertet werden.

***Schulbesuche im Rahmen des Projektes:
„Sonne – Motor des Lebens“***

?? **1. Schulbesuch am 2.4.2001**
**Erheben des Vorwissens zu den Themenbereichen Photosynthese
 und Strahlung mittels Plakatabfragen und Schüler/inneninterviews**

?? **2. Schulbesuch am 7.5.2001**
Projekttag - Programm
 8:00 Gruppenbildung (5 Gruppen)
 8:20 Stationenbetrieb
 Ort: Biologie- und Physiksaal
 Station 1: „Warum ist der Himmel blau?“
 Station 2: „Ist die Sonne ein schwarzer Körper?“
 Station 3: „Von Chlorophyll und Chloroplasten“
 Station 4: „In welcher Form speichern Pflanzen
 Energie?“
 Station 5: „Welche Eigenschaften hat das Chlorophyll?“
 11:00 Vorbereitung der Plakatpräsentation
 12:30 – 13:30 Präsentation der Ergebnisse

?? **3. Schulbesuch am 14.5.2001**
**Reflexion und Feedback mittels Rätsel und Lückentexten, Fotopr o-
 tokollen und Wandzeitung.**

Abbildung 2: Schulprojektplan

Die konkrete Planungsphase beschrieb eine Studentin auf folgende Weise:

„...Wir begannen mit der Planung des Projektablaufs...Vergabe (im Sinne einer Aufteilung) der Stationen und Themen. Jeder hatte nun die Aufgabe, sein

Themengebiet speziell vorzubereiten.Ich versuchte mich in einschlägiger Literatur etwas genauer einzulesen, um mir ein genaueres Bild vom Stoffumfang zu machen. Ich schaute auch ins Internet und stieß auch hier auf brauchbares Material. Schlussendlich überlegte ich mir noch die Zeiteinteilung und die Materialien, die ich dabei verwenden wollte....In der nächsten Einheit versuchte ich gemeinsam mit den anderen Studenten ein sinnvolles Hintereinander der Stationen zu planen und einen Gesamtzeitplan zu entwickeln...“ (PB/STUD)

Die Durchführung des Schulprojektes beanspruchte sechs Stunden. Zu Beginn wurden die Schüler/innen fünf Kleingruppen bzw. Stationen zugeordnet. Zwei der Stationen wurden von Schüler/innen und Student/innen gemeinsam im Physiksaal, drei der Stationen im Biologiesaal aufgebaut. Dabei war es möglich, dass sich die Schüler/innen vertiefend mit dieser jeweils ersten Station auseinandersetzten. Im Anschluss wechselten die Schüler/innen im Halbstundentakt, so dass letztendlich jeder Schüler / jede Schülerin alle Stationen besuchen konnte. Nach einer kurzen Pause wurden die Schüler/innen aufgefordert, über ihre jeweils erste Station unterstützt durch die Studierenden ihre Erfahrungen und Ergebnisse darzustellen. Während des gesamten Projekttags unterstützte das Leitungsteam die Studierenden im Sinne eines Coachings wann immer Not am Platz war und dies auch von den Student/innen gewünscht wurde.

3. EVALUATION

Der wissenschaftsmethodische Ansatz des Projekts richtet sich nach den Paradigmen der Aktionsforschung (Altrichter/Posch, 1998). Dabei werden Handeln und Reflexion immer wieder aufeinander bezogen. Ziel ist die Weiterentwicklung und Veränderung von Praxis. Aktionsforschung wird unter Einbeziehung der „Betroffenen“ (zum Beispiel in dieser Fallstudie Lehrende, Student/innen und Schüler/innen) durchgeführt. Dabei werden verschiedene Perspektiven / Sichtweisen im Kontext der durchgeführten Unterrichtssequenzen bzw. der Lehrveranstaltung dargestellt.

3.1. Fragen der Evaluation

Das Evaluationskonzept des interdisziplinären Projektpraktikums „Sonne – Motor des Lebens“ orientiert sich nach den oben genannten Richtlinien. Es werden dabei Antworten zu folgenden Fragen gesucht:

- ?? Wird das Projekt als praxisrelevant für die Ausbildung zukünftiger Biologie- und Physiklehrer/innen angesehen?
- ?? Wo liegt der Lerngewinn der Student/innen bei dieser Lehrveranstaltung?
- ?? Ist die Projektmethode geeignet, Student/innen zu selbstständigem und eigenverantwortlichem Arbeiten zu motivieren?
- ?? Welchen Erfahrungen machen die beteiligten Schüler/innen bei diesem universitär-schulischen Kooperationsprojekt? Welchen Gewinn haben sie?

Auf einer Metaebene:

- ?? Welche Synergien entstehen bei der interdisziplinären Bearbeitung des Themas „Sonne – Motor des Lebens“?
- ?? Welche Folgerungen ergeben sich für die Weiterentwicklung der universitären Lehrveranstaltung?

3.2. Datenerhebung

Folgende **quantitative und qualitative Methoden der Datenerhebung**¹ wurden zur Beantwortung der Evaluationsfragen herangezogen:

- ?? Projektberichte der Student/innen
- ?? Photoprotokoll zur Lehrveranstaltung
- ?? Interviews (Student/innen, Lehrpersonen)
- ?? Fragebogen für Student/innen und Schüler/innen
- ?? Wandzeitung der Schüler/innen

A) Protokolle und Projektberichte

Zu Beginn der Lehrveranstaltung wurden die Studierenden aufgefordert, ein Forschungstagebuch zu führen. Dieses sollte als Basis für den Projektbericht dienen. In welcher Form das Tagebuch heran gezogen wurde, blieb den Studierenden überlassen. Folgende der Fragen wurden „öffentlich“ gemacht:

- ?? *Betrachte die Lehrveranstaltung durch die Brille der Biologie, der Physik, der Didaktik: Wo war dein Lerngewinn? Was war neu für dich?*
- ?? *Wobei wurde es dir ermöglicht selbsttätig und eigenverantwortlich zu arbeiten?*

B) Fragebogen für Student/innen und Schüler/innen

Den Studierenden wurde ein Fragebogen zur Unterrichtsplanung und –gestaltung vorgelegt. Dieser Fragebogen wurde in leicht veränderter Form auch den Schüler/innen vorgelegt. Ziel war es, die Studierenden mit den Ergebnissen der Schüler/innen zu konfrontieren und zum Reflektieren anzuregen.

C) Fotoprotokolle der Student/innen und Schüler/innen

Die Schulbesuche wurden fotografisch dokumentiert. Die Fotos wurden nach Abschluss des Projekts den Schüler/innen und Student/innen unabhängig voneinander vorgelegt. Sie wurden aufgefordert zu folgenden Fragen Bemerkungen zu schreiben:

- ?? *Wie ist es dir bei dieser Unterrichtssequenz ergangen?*
- ?? *Was hat dir gefallen / nicht gefallen? Was möchtest du gerne dazu sagen?*

D) Wandzeitung für Schüler/innen

Nach Projektabschluss wurde den Oberstufenschüler/innen folgende Fragen vorgelegt, die sie in Form einer Wandzeitung beantworten sollten:

- ?? *Was hat dir gefallen? Gibt es etwas, was dich besonders beeindruckt hat?*
- ?? *Was hast du Neues erfahren?*
- ?? *Bei welchen Stationen konntest du selbstständig arbeiten? Was hast du konkret gemacht?*
- ?? *Was sollte verändert werden?*

E) Interviews

Am Ende des Projekts wurden Student/innen und die Fachwissenschaftler/innen zu Interviews gebeten. Dabei wurden Fragen zu den sowohl positiven als auch negativen Erfahrungen, zur Interdisziplinarität der Lehrveranstaltung, zum Lerngewinn und zur Bedeutung des selbsttätigen und eigenverantwortlichen Arbeitens gestellt.

¹ Codierung der Daten nach folgendem Schema:

Projektbericht/ Studierende: PB/STUD

Fragebogen Student/innen: FB/STUD

Fragebogen Schüler/innen: FB/SCHÜ

Photoprotokoll Student/innen: PHP/STUD

Photoprotokoll Schüler/innen: PHP/SCHÜ

Wandzeitung Schüler/innen: WZ/SCHÜ

Interview Lehrende: I/L

Interview Student/innen: I/STUD

4. ERGEBNISSE UND ERFAHRUNGEN

Das interdisziplinäre Projekt wurde von allen beteiligten Student/innen als interessante und für die Ausbildung wichtige fachdidaktische Lehrveranstaltung angesehen. Sie wurde als praxisrelevant im Sinne von „für den späteren Beruf brauchbar“ bezeichnet. Ausschlaggebend dafür waren vor allem die Schulbesuche und das im Großen und Ganzen gelungene Schulprojekt. Als positiv wurde das Arbeiten im Team und das Kennen lernen der Projektmethode angegeben. Die Bedeutung des selbsttätigen und eigenverantwortlichen Lernens wurde einerseits bei der Planung und Vorbereitung des Schulprojekts *erlebt*, andererseits bei der Durchführung des Schulprojekts von den Student/innen auf Schüler/innenebene *beobachtet*. Die interdisziplinäre Bearbeitung des Themas wurde als Herausforderung gesehen, der „Blick über den Zaun“ zum anderen Fach als eine Bereicherung. Kritisiert wurde allerdings die Zeitstruktur: vor allem beim Ausprobieren der Experimente und der Planung des Schulbesuchs wurde zu wenig Zeit einberechnet, auch die Vorbereitungszeit für die Schülerpräsentationen war zu kurz. Der Wechsel des Veranstaltungsortes (Biozentrum bzw. Institut für Experimentalphysik bzw. Schule) wurde hingegen begrüßt. Eine Fortsetzung und Weiterentwicklung des Projektpraktikums wurde von allen Beteiligten – Studierenden wie Lehrenden – als wünschenswert betrachtet. Im Detail lassen sich ausgehend von den Forschungsfragen folgende Ergebnisse darstellen:

4.1. Welche Synergien entstanden bei der interdisziplinären Bearbeitung des Themas „Sonne – Motor des Lebens“?

Mit großem Interesse und viel Schwung verliefen die vorbereitenden Treffen des Leitungsteams. Man war neugierig, voneinander zu lernen. Der Themenbereich „Photosynthese – Strahlung – Sonne“ schien dazu weit genug gefächert. In einem ersten Schritt fand ein Austausch zwischen den beteiligten Fachdidaktikern und Fachwissenschaftlern der Biologie bzw. der Physik statt. Ziel war es, eine Reihe von Experimente auszuwählen, die einerseits zur Bearbeitung des Themas geeignet erschienen, andererseits aber auch von den Student/innen und Schüler/innen unter den schulischen Rahmenbedingungen durchführbar waren. Welche Fertigkeiten sollten die Student/innen lernen? Welche Inhalte sollte die Oberstufenschüler/innen vermittelt werden? Das Ergebnis war ein kleines Skriptum, das die wichtigsten Experimente zur interdisziplinären Bearbeitung beinhaltete (siehe Tabelle 1: Zusammenstellung der Experimente).

Tabelle 1: Zusammenstellung der Experimente zur interdisziplinären Bearbeitung des Themas „Sonne – Motor des Lebens“:

Aus dem Bereich der Physik:	Aus dem Bereich der Biologie:
Experimente zum Spektrum eines schwarzen Körpers	Experimente zur Photochemie von Chlorophyll
Experimente für Ultraviolett- und Infrarotstrahlung	Experimente zu einzelnen Reaktionsschritten der Photosynthese
Experimente zum Strahlungstransfer durch die Atmosphäre	Experimente zur Erzeugung von Stärke bei der Photosynthese
Experimente zur Wechselwirkung von Licht mit Materie	

Diese Experimente wurden im Laufe der Lehrveranstaltung gemeinsam mit den Studierenden erprobt. Dabei stellte man fest, dass einige der Experimente für eine inter-

disziplinäre Bearbeitung besser geeignet waren als andere. Der „Blick über den Zaun“ zum anderen Fach wurde aber von den Lehrenden und Studierenden gleichermaßen als befruchtend erlebt: es entstanden Synergien (Beispiele dafür: Herstellen eines Chlorophyllextraktes für physikalische Versuche, Darstellung des Transmissionsspektrums des Chlorophylls, Organellen im Mikroskop). Bei den Studierenden wurde die Furcht / die Scheue vor dem Fachfremden deutlich geringer, man traute sich selbst mehr zu. Allerdings wurde es als wesentlich angesehen, dass ausreichend Zeit geboten wurde, die Experimente auch selbst zu erproben.

4.2. Wurde das Projekt als praxisrelevant für die Ausbildung der zukünftigen Biologie- und Physiklehrer/innen angesehen?

Alle beteiligten Student/innen bescheinigten der Lehrveranstaltung eine sehr hohe Praxisrelevanz. Das kommt sowohl in den Projektberichten als auch in den Student/inneninterviews zum Ausdruck. Dabei definierten die Student/innen das Wort „Praxisrelevanz“ als „für den späteren Beruf wertvoll“. Sie gaben dafür folgende Gründe an:

- ?? ...weil man mit Schüler/innen arbeiten konnte.
- ?? ...weil man sich selbst als Lehrerin /als Lehrer erleben konnte.
- ?? ...weil man unterschiedliche Lehrmethoden erleben konnte.
- ?? ...weil man über die Planung und Gestaltung des Unterrichts reflektieren musste.
- ?? ...weil man ein Thema von verschiedenen Seiten beleuchtete.

Der intensive Kontakt zu einer Schulklasse „...die man schon recht gut kannte, weil wir ja beim ersten Schulbesuch durch die Interviews Zeit zum Kennen lernen hatten...“ (I/STUD) aber auch die Auseinandersetzung mit den schulischen Gegebenheiten wie zum Beispiel der vorhandenen Schulsammlung und der Raumausstattung der Säle vermittelten ein Bild von der Realsituation im späteren Beruf. Ein Grund für die Zufriedenheit war vor allem auch dann gegeben, wenn die Student/innen direkte Rückmeldungen der Schüler/innen über ihre Eignung als zukünftige Lehrer/innen einholen konnten.

„Ich holte mir von meiner Gruppe ein direktes Feedback, was durchaus gut ausfiel. Sie meinten, ich habe laut, langsam und verständlich gesprochen, das Niveau richtig gewählt und sie haben sich getraut, Fragen zu stellen.“
(PB/STUD)

Nicht bei allen Student/innen waren die Rückmeldungen der Schüler/innen positiv, immer wurden sie aber mit großem Interesse aufgenommen. So nahm eine Studentin, die eher Probleme hatte beim Unterrichten, die Schülerrückmeldungen als Chance für eine Weiterentwicklung:

„Viele Schüler waren der Ansicht, dass wir einen sehr interessanten Unterricht gestaltet haben. Natürlich gab es auch gegenteilige Ansichten, aber damit habe ich gerechnet und man muss auch negative Kritik ertragen. Daraus habe ich gelernt und hoffe, es immer besser zu machen.“ (PB/STUD)

4.3. Wo lag der Lerngewinn der Student/innen?

Der Lerngewinn der Student/innen lag vor allem im Sammeln schulpraktischer Erfahrungen und in der didaktischen Aufbereitung der fachlichen Inhalte. Die Sicherheit bei der Durchführung von Schülerexperimenten konnte deutlich verbessert werden. Zuwachs an Fachkompetenz beschrieben die Student/innen meist für das ihnen „fachfremde“ Fach. Im Detail machten sie folgende Angaben:

?? **„Bin ich eine gute Lehrerin / ein guter Lehrer?“**

Das Projektpraktikum ermöglichte vor allem ein Feedback über die Eignung zum späteren Beruf (siehe dazu Kapitel 4.2. Praxisrelevanz der Lehrveranstaltung), war doch die Lehrveranstaltung für vier der fünf beteiligten Student/innen die erste Möglichkeit praktische Erfahrung im Unterrichten zu erlangen. Ein persönliches Feedback durch die Schüler/innen war deshalb besonders wichtig.

„Wie zuvor schon erwähnt, hat mir besonders die Arbeit mit den Kindern sehr gut gefallen. Sie waren interessiert, arbeiteten gut mit und zeigten Selbstständigkeit. Die Arbeit mit ihnen hat mich einmal mehr bestätigt, Lehrer zu werden.“ (PB/STUD).

Das Entwickeln einer Unterrichtssequenz und das Sammeln unterrichtspraktischer Erfahrungen wurde aber teilweise auch als Überforderung erlebt. So schrieb eine Studentin in ihrem Projektbericht:

„Ich musste mir den Stoff selbst aneignen, da ich mich an der Universität mit dieser Thematik noch nicht beschäftigt habe. Außerdem musste ich ins kalte Wasser springen, da ich zum einen den Versuch davor nie durchgeprobt habe und zum anderen zum ersten Mal Schüler unterrichtete....“

In der Zukunft wird man im Leitungsteam wohl genauer auf die Vorerfahrungen der einzelnen Student/innen achten müssen.

?? **„Wir sitzen im gleichen Boot!“**

Das Projektpraktikum ermöglichte es, Erfahrungen in Teamarbeit zu gewinnen und die Projektmethode kennen zu lernen. (siehe dazu auch Kapitel 4.3.) Um die Teamarbeit zu begünstigen, bemühte sich das Leitungsteam um die Beibehaltung einer flachen Hierarchie. So entstand ein sehr offenes Gesprächsklima zwischen Lehrenden und Studierenden, das in der Folge förderlich für der Entwicklung der Lehrveranstaltung wurde.

„.....Es war zusätzlich eine gute Erfahrung mit Professoren der Universität einmal nicht nur als Lernender, sondern schon fast als Kollege zusammen zu arbeiten. Ich hatte irgendwie das Gefühl, wir sitzen im gleichen Boot.“ (PB/STUD)

Gemeinsames Ziel dabei war natürlich die erfolgreiche Durchführung des Schulprojekts.

?? **„Die Projektmethode erleben – Projektunterricht selbst gestalten“**

Die Student/innen konnte durch das eigene Erleben der Projektmethode und durch die Reflexion darüber Kenntnisse für eine zukünftige Realisierung dieser Unterrichtsform erlangen. Die Struktur war komplex, denn man beabsichtigte als Projektziel der universitären Lehrveranstaltung eben die Entwicklung eines Schulprojekts – also „ein Projekt im Projekt“ – anzuregen. Die Student/innen konnten dadurch einerseits gemeinsam die Phasen eines Projektes *erleben* und andererseits die Durchführung eines schulischen Projekts *mitgestalten und beobachten*. (siehe auch Kapitel 4.4.) Man orientierte sich dabei nach den von Karl Frey² beschriebenen Komponenten der Projektmethode, die dieser als eine der attraktivsten Unterrichtsformen beschreibt, denn:

² Frey, Karl (1990): Die Projektmethode. Weinheim. Beltz.

Frey unterscheidet folgende Komponenten eines Projektes:

1. Projektinitiative im Sinne einer offenen Ausgangssituation: Sie muss von Lehrenden und Studierenden getragen werden
2. Auseinandersetzung mit der Projektinitiative mit dem Ergebnis einer Projektskizze

„...sie erfüllt oberste Ziele unseres Bildungswesens: Selbstständigkeit, Kooperation, Kritikfähigkeit. ...Dabei erfordert die Unterrichtsform „Projekt“ komplexe Arbeitsformen: In einem Projekt planen die Beteiligten selber, was sie tun und erreichen wollen. Sie beraten die verschiedenen Vorschläge und führen den Plan selber aus. Die Beteiligten lernen dabei, realistische Ziele zu setzen, mit der Zeit umzugehen, Probleme arbeitsteilig anzupacken und ein Vorhaben zu Ende zu bringen.“

?? **„Ein Methodenkoffer mit Werkzeugen für den Unterricht“**

Im Rahmen der universitären Lehrveranstaltung wurde unterschiedliche Methoden vorgestellt, die einerseits zur didaktischen Aufarbeitung des Themas (Experimentalunterricht) andererseits zur Erhebung des Vorwissens der Schüler/innen, Durchführung von Interviews, Überprüfung des Wissenszuwachses geeignet schienen. Die Student/innen verwendeten dieses Methodenrepertoire bei der Durchführung ihres Unterrichts und reflektierten über deren Eignung.

?? **„Was wissen eigentlich Schüler/innen einer 6. Gymnasialstufe?“**

Bei der Erhebung des Vorwissens der Schüler/innen zu den Themen Strahlung – Sonne - Photosynthese wurden Erfahrungen über den Wissensstand von Oberstufenschüler/innen gesammelt. Eine Studentin schrieb dazu in ihrem Projektbericht:

„Es ist erstaunlich, wie unterschiedlich das Wissen in dieser Klasse gestreut war. Das Vorwissen bei den Fragen über die biologischen Aspekte war eigentlich recht zufriedenstellend, so waren fast alle die grundlegenden Fragen der Photosynthese bekannt. Etwas anders verhielt es sich beim physikalischen Vorwissen. Hier waren die Antworten dürftig“ (PB/STUD)

?? **„Es reicht nicht aus, dass man ein Experiment durchführen kann, man muss es auch erklären können.“**

Experimentalunterricht wurde als sehr komplexe Sache erkannt. Einerseits musste man selbst Sicherheit in der Durchführung erlangen, andererseits war eine Auseinandersetzung mit den schulischen Gegebenheiten erforderlich. „Welche Experimente dürfen Schüler/innen selber durchführen, welche müssen vom Lehrer gemacht werden?“ „Welche Chemikalien dürfen dabei verwendet werden?“ „Wie sind die Fachsäle ausgestattet?“ Die Durchführung und die Erklärung der Experimente des jeweils anderen Faches fiel erwartungsgemäß viel schwerer. Hier beschrieben alle beteiligten Student/innen einen erheblichen Lerngewinn.

?? **„Was haben die Schüler/innen gelernt? Was wissen sie mehr als zu Beginn des Schulprojekts?“**

Die Überprüfung des Lernzuwachses der Schüler/innen sollte vor allem den Student/innen Information darüber verschaffen, ob ihr Unterricht erfolgreich war. Welches Überprüfungsinstrument (Fragebögen, Lückentexte, Rätsel) die Student/innen einsetzen wollten, blieb dabei ihnen überlassen. Ein Student beschrieb diese Projektphase in folgender Weise:

-
3. Entwicklung eines Projektplans: Aushandlung der sechs W-Fragen: Wer soll künftig etwas tun? Welche Tätigkeit? Wie? Warum? Wann? Wo?
 4. Projektdurchführung
 5. Projektpräsentation
 6. Reflexion

„Nichts Böses ahnend habe ich ein Rätsel entworfen und war der Meinung, das Ausfüllen sollte den meisten Schülern kein Problem machen. Es erwies sich jedoch als problematischer als zuerst gedacht, denn die Schüler brauchten viel, viel länger als einkalkuliert und auch ganz so problemlos erwies sich das Ausfüllen nicht... Erfreulich war, dass die Gruppe mit der ich die Station aufgebaut hatte und die dadurch mehr Information übermittelt bekommen hatte, kein Problem bei der Bewältigung des Rätsels hatte“ (PB/STUD)

Es wurden also wertvolle Erfahrungen darüber gesammelt, was von den Schüler/innen verstanden wurde aber auch Erklärungen gefunden, warum so manches unterging. (siehe dazu auch Kapitel 4.5. Erfahrungen der Schüler/innen)

4.4. Ist die Projektmethode geeignet, Studierende zu selbstständigem und eigenverantwortlichem Arbeiten zu motivieren?

Die Projektmethode ermöglichte selbstständiges und eigenverantwortliches Arbeiten. Das konnte bei folgenden Phasen der Lehrveranstaltung beobachtet werden:

- ?? Bei der Aushandlung von gemeinsamen Zielen für das Schulprojekt
- ?? Beim der Formulierung eines gemeinsamen Projektplanes
- ?? Bei der Gestaltung und Betreuung der einzelnen Stationen
- ?? Bei der Vorbereitung der Schülerpräsentationen
- ?? Bei der Entwicklung von Instrumenten zur Wissensüberprüfung

Auffallend war dabei, dass der Begriff „Selbstständigkeit“ von Student/innen und Schüler/innen sehr unterschiedlich verstanden wurde. Er reichte von „Schüler/innen selbst etwas erarbeiten lassen“, „Schüler/innen zum eigenständigem Denken anregen“, „Schüler/innen zum Beobachten animieren“, „Schüler/innen zur aktiven Mitarbeit animieren“, „Schüler/innen im eigenen Tempo arbeiten lassen“ bis zu „Schüler/innen zum Einbringen eigenen Ideen animieren“.

4.4.1. Die gemeinsame Entwicklung eines Projektplans

Für das Entwickeln der gemeinsamen Ziele des Schulprojekts und die Erstellung einer Projektskizze (siehe Abbildung 1 und 2) war Teamarbeit gefordert. Diese Schritte wurden von den Studierenden relativ leicht gelöst (siehe Kapitel 2.3.). Die Aufteilung der Experimente bzw. die Absprache, welcher Student / welche Studentin welche Inhalte in seiner Station behandeln sollte, verlief dagegen schwierig. Nur zwei der Student/innen kamen mit einem sehr klaren Konzept. Sie erweiterten das vorgeschlagene Repertoire an Experimenten und brachten selbstständig Ideen ein. Doch nicht für alle Beteiligten war diese Aufgabe leicht zu lösen. Ein Student, fühlte sich in dieser Phase der konkreten Unterrichtsphase vom Team im Stich gelassen.

„Was ich nicht geschätzt habe ist die Tatsache, dass den Studenten , wenn sie nicht aus Faulheit sondern aus ehrlicher Ratlosigkeit keine wirklichen Antworten wussten, wie denn nun der Ablauf des Lehrauftritts aussehen soll, ...kaum Hilfe geboten wurde.“ (PB/STUD)

Das Leitungsteam schloss daraus, dass man in Zukunft für diese Projektphase viel mehr Zeit einberechnen sollte, um überfordernde Situationen zu verhindern.

4.4.2. Gestaltung der Stationen und Betreuung der Schüler/innen

Die Art und Weise, wie die Student/innen die jeweiligen Stationen gestalteten, wurde für das Leitungsteam erst am Projekttag sichtbar. Aufgabe der Student/innen war es, die Schüler/innen zur Mitarbeit und zur Selbsttätigkeit zu motivieren. Die Student/innen entwickelten dazu unterschiedliche Strategien. Drei Beispiele von Unter-

richt, die in den Augen der Schüler/innen „erfolgreich“ waren, die aber unterschiedliche Interpretationen von „Selbstständigkeit“ beinhalteten, wurden näher beschrieben (siehe dazu auch Kapitel 4.5.4).

Studentin A:

„Ich habe die ganze Zeit bewusst darauf geachtet, dass ich ihnen (Anmerkung: den Schüler/innen) nicht zu viel vorgebe und sie möglichst viel selbst erarbeiten lassen. Ich habe ihnen alle Schritte nur kurz erklärt, ausführen mussten sie jedoch alles selber...“ (PB/STUD)

Dieses Zitat aus dem Projektbericht einer Studentin dokumentiert recht gut ihr „Erfolgsrezept“ für guten Unterricht. *„Bei dieser Station haben wir am meisten selbst machen können – gut!!! Besser als nur dazusitzen und zuzuhören.“* (PHP/SCHÜ), erklärten die Schüler/innen. Kurze Theorieimpulse und dann die Möglichkeit in einem Raum, wo Fehler als Stufen eines Lernprozesses gesehen werden, frei arbeiten zu können, wurde von den beteiligten Schüler/innen sehr begrüßt. Aber auch ein selbstbewusstes Auftreten und ein echtes Interesse an den Fragen und Antworten der Schüler/innen waren dann wohl dafür ausschlaggebend, dass der allgemeine Tenor war: *„Sie wird einmal eine gute Lehrerin.“* (PHP/SCHÜ)

Student B:

Ihr männlicher Kollege hat eine etwas andere Erfolgsstrategie. Sein humorvolles Auftreten und seine pointenreichen Erklärungen sorgten nicht nur für Lacherfolge (*„Nicht soviel Tratschen sonst explodiert das Glas!“* (PHP/SCHÜ), sie schufen auch eine Atmosphäre, in der sich die Schüler/innen Fragen zu stellen getrauten. Leider war der Student zu ungeduldig um selbsttätiges Arbeiten der Schüler/innen zuzulassen. Er nahm ihnen die Arbeitsaufgaben buchstäblich aus der Hand. *„Beim selbsttätigen Handeln erwiesen sich vor allem die Schülerinnen als sehr zurückhaltend, so dass letztendlich ich derjenige war, der die Versuche durchführte.“* (PB/STUD) Das wurde ihm –so beliebt er auch bei den Schüler/innen war – als eher negativ angerechnet. *„An sich sehr interessant. Gut verständlich aufbereitet, aber die Schüler/innen mehr selber machen lassen.“* (PHP/SCHÜ) Auf die Frage angesprochen, warum er denn nicht mehr den Schüler/innen hätte tun lassen, antwortete er ausweichend: *„Manchmal konnte man jemanden überreden, aber meistens war keine Zeit, jemanden zu bitten.“* (I/STUD) Diese Aussage stand aber im krassen Gegensatz zum Empfinden der Schüler/innen.

Student C:

Ein weiterer Student überlegte sich zu seinen Versuchen eine kleine Geschichte, mit der er die Zusammenhänge beschrieb.

„Meine Experimente haben mir deshalb so gut gefallen, weil sie so gut zusammen gepasst haben. Ich konnte direkt vom Spektrum (...) auf die Wellenlänge übergehen, die Pflanzen brauchen, um Photosynthese zu betreiben, und von der Photosynthese weiter auf die „Abfallprodukte“ der Pflanzen, den Sauerstoff. So konnte ich nicht nur die Experimente zeigen, sondern auch eine kleine Geschichte erzählen...“ (I/STUD)

Der Erfolg war nicht etwa dadurch gegeben, dass die Schüler/innen alle diese Versuche hätten ausführen können, sondern dadurch, dass die Schüler/innen zum Nachdenken und zum Entwickeln eigener Denkwege angeregt wurden. *„Es waren teilweise lustige Erklärungen, ich habe selbst gearbeitet und dabei selbst mitge-*

dacht.“ (PHP/SCHÜ) erklärte in diesem Zusammenhang ein Schüler. Selbsttätigkeit wurde also hier in einem ganz anderen Zusammenhang gesehen, nämlich zum selbständigen Denken angeregt zu werden. Interessant war auch, dass bei den anschließenden Präsentation nur von dieser Gruppe globale Umweltprobleme angesprochen wurden.

4.4.3. Die Vorbereitung und Durchführung der Projektpräsentation

Die Vorbereitung der Präsentationen ermöglichte es den Student/innen, nochmals mit jener Schülergruppe, mit der die jeweilige Station aufgebaut wurde, intensiv zusammenzuarbeiten. Wie und in welcher Form die Student/innen unterstützten, blieb ihnen überlassen. Ein Student schrieb dazu in seinem Projektbericht:

„Meine Gruppe bekam nun die Aufgabe ein Plakat zu gestalten, um es im Anschluss der Klasse zu präsentieren. Ich gab ihnen einen Zettel mit Leitfragen, an denen sie sich orientieren konnten. Sie waren immer selbsttätig beim Gestalten und ich stand nur für Fragen zur Verfügung und bot ihnen Literatur zum Nachlesen....“(PB/STUD)

Von Seiten der Schüler/innen wurde diese Phase des Projekts sehr positiv beurteilt. Das lag einerseits daran, dass sie hier selbsttätig und in eigenem Tempo arbeiten konnten. Die Kooperation im (Schüler/innen-) Team war wesentlich um ein herzeigbares Produkt herzustellen. Außerdem fand eine nochmalige Auseinandersetzung und Festigung der Lehr- und Lerninhalte statt. Als angenehm empfanden die Schüler/innen auch die Möglichkeit, die Student/innen nochmals zur Unterstützung heranziehen zu können. Bei der anschließenden Projektpräsentation merkte man, dass die meisten der Schüler/innen die Experimente verstanden hatten. Viele Plakate waren schön und bildlich gestaltet. Auffallend war aber, dass kaum eine Vertiefung der Inhalte stattgefunden hatte. Eine Student bemerkte dazu kritisch:

„Etwas, was mich bei den Plakaten gestört hat, war, dass viele nur blinde Wiedergaben der Versuche waren.“(PHP/STUD)

In einer abschließenden Reflexion im Leitungsteam gemeinsam mit den Student/innen wurde die Frage aufgeworfen, welchen Spielraum die Schüler/innen eigentlich hatten, eigene Ideen, die über die reine Gestaltung hinausgingen, einzubringen. Man kam zu dem Schluss, dass dieser zu gering war.

4.5. Welche Erfahrungen machen Schüler/innen bei diesem universitätsschulischen Kooperationsprojekt?

4.5.1 Zur Zusammenarbeit mit Student/innen

Den überwiegenden Teil der befragten Schüler/innen hat das gemeinsame Arbeiten mit den Student/innen Spaß gemacht (siehe FB/SCHÜ/Frage 3) Als Gründe dafür wurde angegeben:

- ?? die lockere, ungezwungene Atmosphäre: *„Ich glaube, weil sie (Anm.: die Student/innen) ja auch gerade aus der Schule kommen und deshalb besser mit uns umgehen können“*,
- ?? die Möglichkeit „Schülererfahrungswissen“ einzubringen: *„Interessant, die noch unerfahrenen Studenten zu beobachten - da konnte man sich selber mehr einbringen“*
- ?? die intensivere Betreuung, die durch das Arbeiten in Kleingruppen und das Lernen an Stationen ermöglicht wurde: *„Sie haben sich bemüht gut und inte-*

ressant zu unterrichten, verständlich zu erklären, während es viele Lehrern, die nur frontal unterrichten, egal ist, was wir wirklich verstehen.“

?? die Teamarbeit: „Abwechslung, Kommunikation, sich mit dem Team auseinander zu setzen“

Das führte dann wohl dazu, dass die Schüler/innen das mit den Student/innen durchgeführte Projekt als gelungene Abwechslung zum Schulalltag gesehen haben (siehe FB/SCHÜ/Frage 1).

Als positiv wurde bewertet:

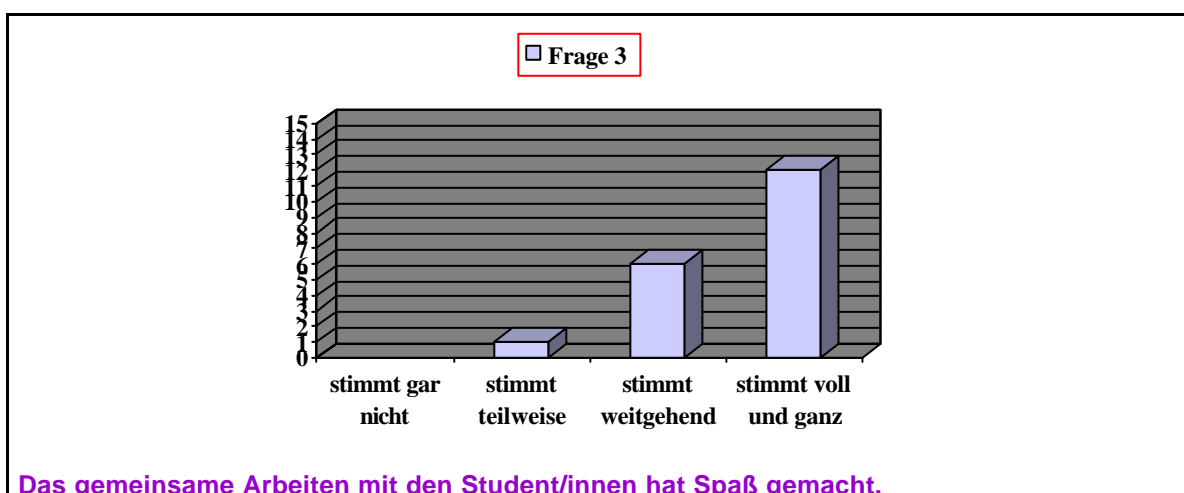
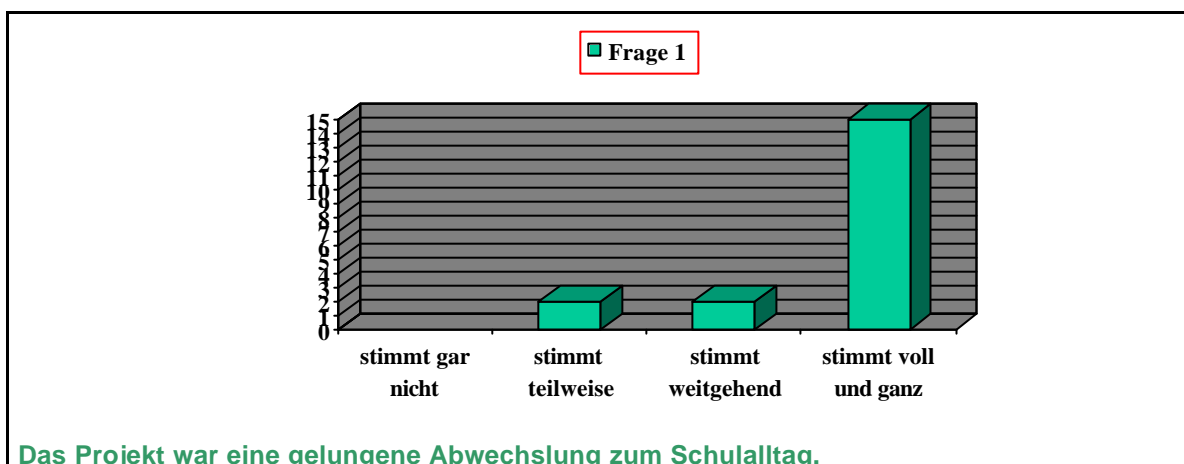
?? Möglichkeit zum Experimentieren: „Viele Versuche mit Schülerbeteiligung. Viele interessante Experimente, die das Verständnis unterstützt haben.“

?? Möglichkeit zum selbsttätigen Arbeiten: „Weil man nicht stumm auf seinem Platz gesessen ist und alles abgeschrieben hat, sondern selbst ein Teil des aktiven Unterrichts war.“

?? Interdisziplinäre Aspekte: „Weil man selbst Themenbereiche erarbeiten konnte, unterstützt von verschiedenen Lehrkräften, die ihre unterschiedlichen Methoden mitbrachten.“

?? Die geänderte Zeitstruktur: „Einmal „offenes Lernen“, das auch den ganzen Tag gedauert hat, war gut.“

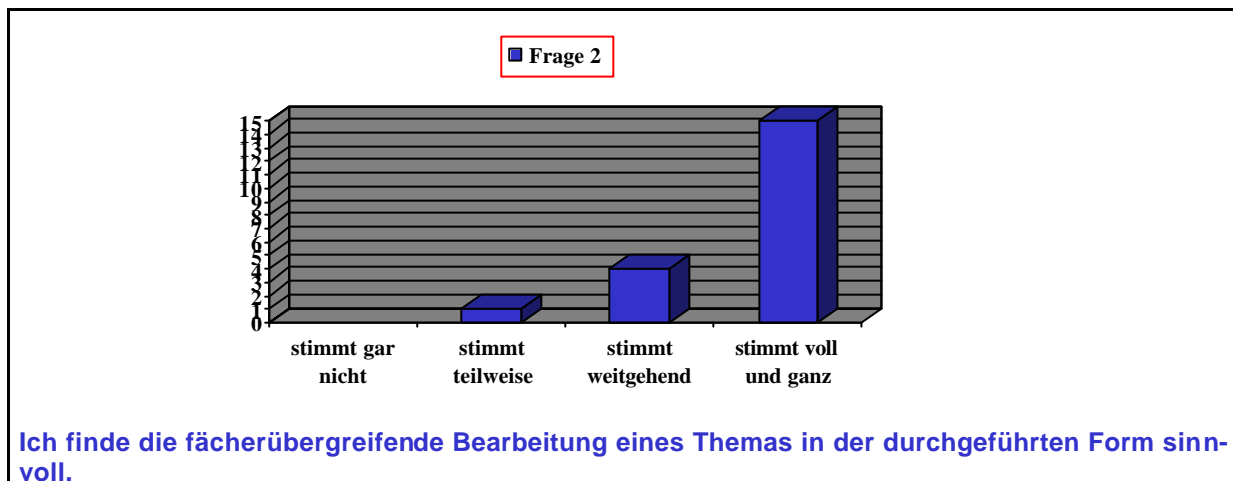
?? Arbeitsatmosphäre: „Andere Atmosphäre, Studenten, Gruppen, fächerübergreifender Unterricht, kein Lernzwang!“



4.5.2. Zur fächerübergreifenden Bearbeitung eines Unterrichtsthemas

Die Schüler/innen wurden befragt, ob sie die fächerübergreifende Bearbeitung eines Themas in der durchgeführten Form für sinnvoll halten. Der überwiegende Teil der Befragten begrüßte dies (siehe FB/SCHÜ/Frage2) aus folgenden Gründen:

- ?? Ganzheitliche Bearbeitung eines Themas: „Weil man das Thema eben von allen „Seiten“ mit allen Aspekten kennen lernt.“
- ?? Anregungen zum vernetzten Denkens: „Ein Thema wird von mehreren Seiten beleuchtet, man erfährt mehr, kann sich besser vorstellen, wie wichtig/vielseitig es ist und was alles damit zusammenhängt.“
- ?? Vermeiden von Redundanzen: „Weil die Schüler das selbe Thema oft zweimal hören. Da ist es doch besser fächerübergreifend zu arbeiten.“
- ?? Zusammenhänge erkennen „Weil die strikte Teilung in Fächer, die eng miteinander verbunden sind, oft hinderlich ist.“ „Man versteht Themen besser, wenn man über sie von vielen Seiten erfährt.“
- ?? Lebensweltliche Orientierung: „Weil man so einen Gesamteindruck vom ganzen Leben (speziell auf Biologie und Physik bezogen), der Sonne und der Photosynthese bekommen kann.“



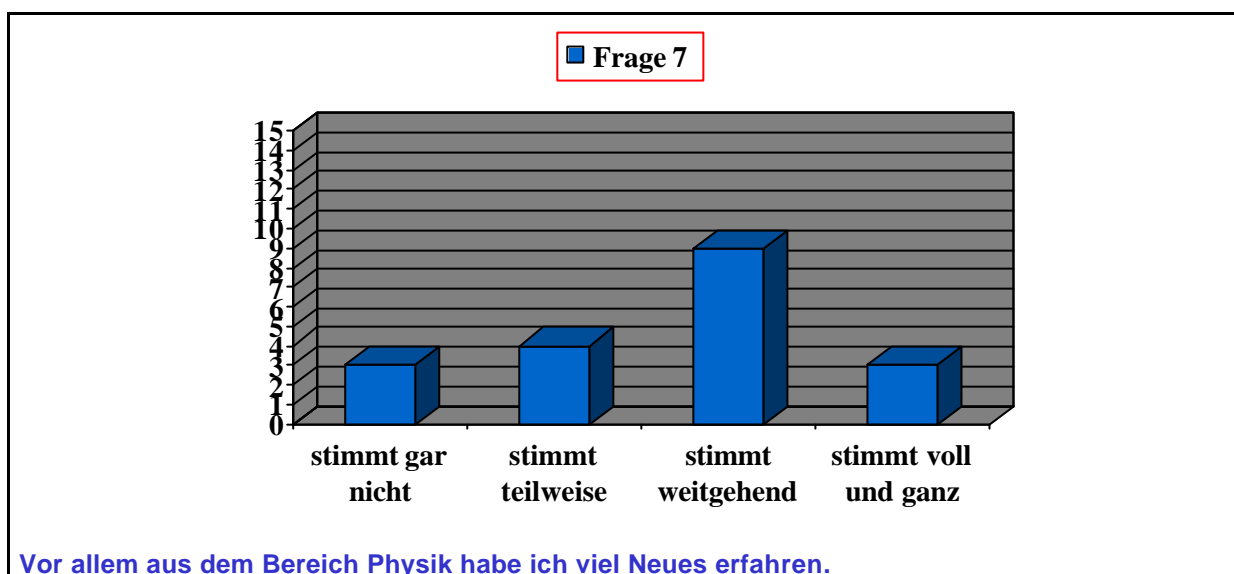
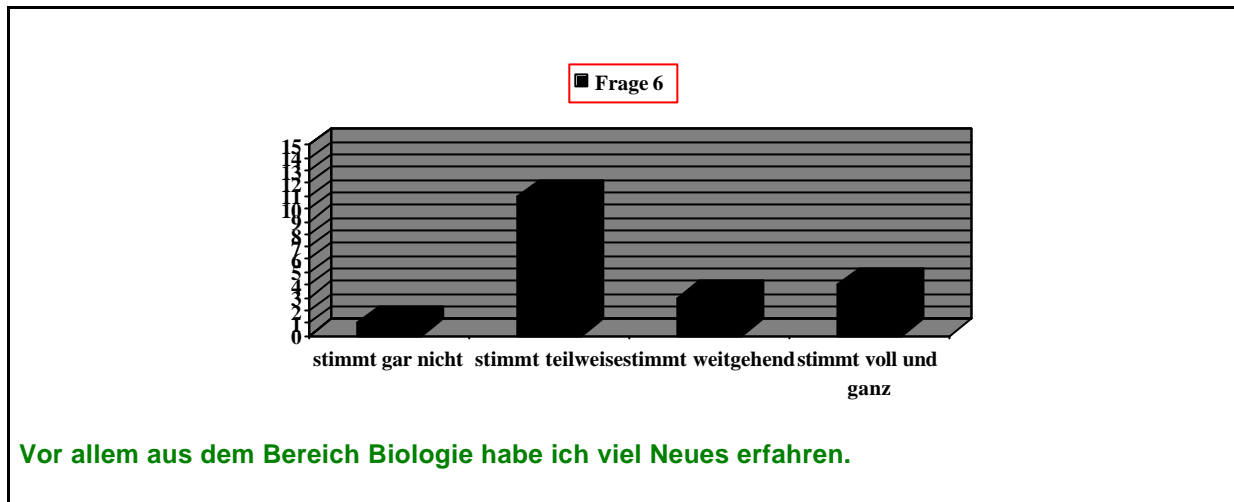
4.5.3. Zum Lernzuwachs in den Fächern Biologie und Physik

Im Fach Biologie gaben vor allem jene Schüler/innen, die das Wahlpflichtfach Biologie in der 6. Klasse besuchten, eine Vertiefung von bereits Gelerntem an. Neu waren das Herstellen von mikroskopischen Präparaten, die Extraktion des Chlorophylls, Einzelheiten über die Photosynthese und über den Stärkenachweis.

„Ich habe mich einerseits an schon vergessenes Wissen erinnert, andererseits neue Einzelheiten erfahren.“ (FB/SCHÜ) schrieb eine Schülerin.

Schüler/innen, die das Wahlpflichtfach nicht besuchten, gaben einen Kompetenzgewinn bei der Durchführung von Schülerexperimenten an.

Vor allem im Bereich der Physik haben die Schüler/innen viel Neues erfahren. Die Experimente zur Spektralzerlegung des Lichts, die Erklärung der „schwarzen Körper“ und zur Blaufärbung des Himmels stießen auf Interesse. Allerdings gaben einige der Schüler/innen an, dass sie „...zwar viel erfahren haben, aber sich nicht so viel gemerkt haben wie in der Biologie.“ (FB/SCHÜ) Nach einer Begründung für diese Aussage wurde leider nicht gefragt.



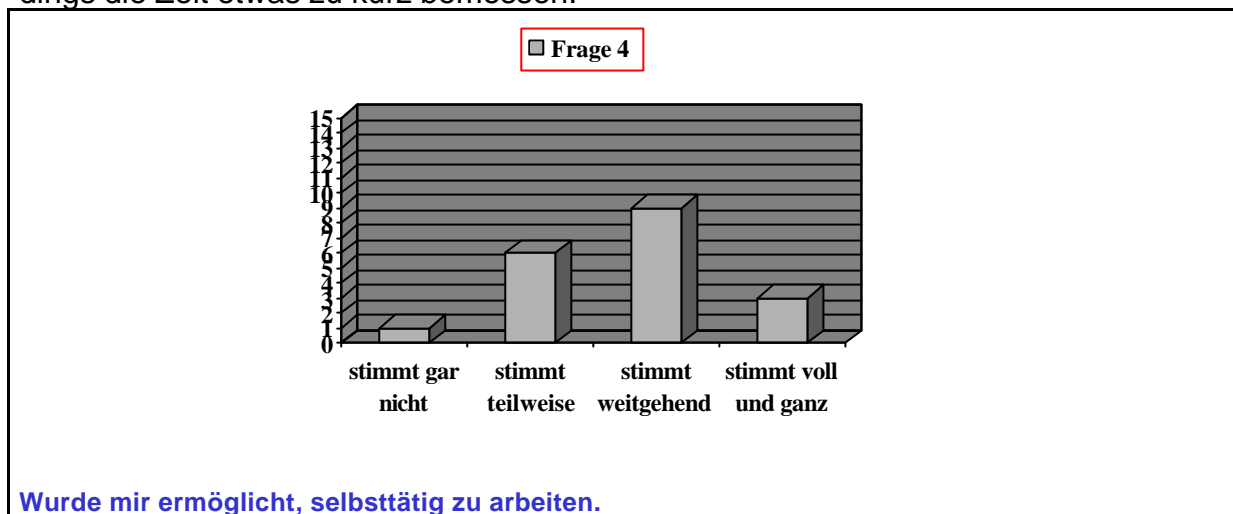
4.5.4. Wurde es den Schüler/innen ermöglicht, selbsttätig und eigenverantwortlich zu arbeiten? Bei welchen Stationen traf das zu?

Auf die Frage, ob es den Schüler/innen in einem ausreichenden Maß ermöglicht wurde, selbsttätig zu arbeiten, waren die Antworten sehr gestreut. Die Zusammensetzung der Schülerarbeitsgruppen war zwar vom Leitungsteam gesteuert (Farbkarten entschieden die Gruppenzugehörigkeit), die Möglichkeit, durch Tausch dann doch mit den Partner/innen der eigenen Wahl zu arbeiten, war aber gegeben. Bei den Stationen war es dann in sehr unterschiedlicher Form möglich „selbst etwas zu tun“. Generell ist aber zu sagen, dass die biologischen Stationen eher Selbsttätigkeit erforderten als die physikalischen Stationen.

Auf die Frage, was die Schüler/innen bei den einzelnen Stationen konkret tun konnten, erhielten wir folgende Antworten: Herstellen mikroskopischer Präparate, Mikroskopieren, Herstellen eines Chlorophyllextrakts, Arbeiten mit Büchern, Gestaltung von Plakaten, eine Glühbirnendraht zum Durchbrennen bringen, Polarisationsfilter drehen...

Die Zufriedenheit hing zu einem überwiegenden Teil davon ab, wie sehr der Schüler/die Schülerin dazu bereit waren, sich ins Unterrichtsgeschehen einzubringen (siehe dazu auch Kapitel 4.3.) „Ich konnte nur ab und zu ein bisschen helfen“ oder „Wir

haben nur in der Gruppe gearbeitet. Selbst konnte ich nichts tun.“ (FB/SCHÜ) war dann in den Rückmeldungen zu lesen. Überall dort, wo sich die Schüler/innen aber aktiv betätigten bzw. betätigen konnten war die Zufriedenheit größer. *„Man lernt viel leichter, wenn man selbst Erfahrungen macht, als wenn man anderen nur zusieht.“*(FB/SCHÜ) So sind die Ergebnisse wohl zu erklären, die einerseits bestätigten, dass bei allen (biologischen) Stationen selbsttätiges Arbeiten möglich war und andererseits belegten, dass man wohl bei vielen Stationen *etwas mithelfen* konnte, *„selbsttätiges Arbeiten“* aber übertrieben wäre. Einig war man sich dann darüber, dass vor allem bei der Vorbereitung der Schülerpräsentationen und der Gestaltung der dafür vorgesehenen Plakate ein Arbeiten im eigenem Arbeitstempo und das Einbringen eigener Vorstellungen erlaubten. Für diesen Unterrichtsabschnitt war allerdings die Zeit etwas zu kurz bemessen.



4.5.5. Tipps der Schüler/innen zur Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung

Die Schüler/innen wurden mittels einer Wandzeitung befragt, was aus ihrer Sicht am gemeinsam mit den Student/innen durchgeführten Schulprojekt gelungen war und was deshalb beibehalten werden sollte. Mehr als die Hälfte der Befragten gaben an, dass vor allem „die vielen Versuche“ und „die Gliederung in einen Vorbereitungstag, einen Projekttag und einen Nachbereitungstag“ wünschenswert wären. Als günstig wurde auch die Zusammenlegung der Fächer Biologie und Physik und die Stundenblockung genannt.

Besonders beeindruckt haben die Versuche zur Extraktion von Chlorophyll und zur Herstellung mikroskopischer Präparate und die fachliche Erklärung über das Blau des Himmels. Allgemeiner Tenor bestand darüber, dass *„..bei den Stationen, bei denen man selber mitarbeiten konnte, hat man mehr dazu gelernt als bei den Stationen bei denen man das nicht konnte.“* (WZ) Kritik wurde über die zeitliche Struktur einzelner Abschnitte geäußert. So waren zum Beispiel die Vorbereitungszeit für die Präsentationen und die Pausen zwischen den einzelnen Stationen zu kurz. Die Arbeitszeit an den Stationen war unterschiedlich lang, das sollte in der Zukunft verbessert und mehr aufeinander abgestimmt werden. Vorträge auf Universitätsniveau sind zwar eine interessante Bereicherung, sie können von den Schüler/innen aber nicht verstanden werden. Der Großteil der Schüler/innen haben das gemeinsam mit den Student/innen durchgeführte Projekt als lustvoll und als „Bereicherung des schulischen Alltags“ erlebt. (siehe dazu Kapitel 5.1.3). Sie würden sich an einem Folgeprojekt gerne wieder beteiligen.

5. INTERDISZIPLINARITÄT SCHAFFT SYNERGIEN

Interdisziplinäre Umweltbildung wird heute als ein notwendiger Meilenstein auf dem Weg zur Nachhaltigkeit gesehen. Der Ökologe Roland Albert begründet es damit, dass „zur Bewältigung der anstehenden vielschichtigen und komplexen Probleme und Gesellschaft sowie zur Weiterentwicklung unserer sozio-ökonomischen Probleme in Richtung Nachhaltigkeit eindimensionale wissenschaftliche Ansätze gemäß der traditionellen, nach Disziplinen ausgerichteten akademischen Ordnung nicht mehr ausreichen. Denn keine der virulent werdenden Fragen wie Boden- und Grundwasservergiftung, Waldzerstörungen, Änderungen des Großklimas...ist monokausal und kann durch eine der hochspezialisierten Sparten erklärt werden.“ (Albert 1998) Das Zauberwort zur Lösung komplexer Fragen und Aufgaben heißt Interdisziplinarität. Hübenthal (1991) definiert Interdisziplinarität als „Zusammensetzen der Teile eines Puzzles und Betrachtung des Gesamtbildes. An einem Gegenstand als Ganzem orientiertes fächerübergreifendes Denken, das zu einer Vereinheitlichung des Verständnisses von Phänomenen führt, in dem es die Teilerklärungen verschiedener Wissenschaften miteinander verbindet.“ Die durch das Zusammenfügen der einzelnen Puzzlesteine entstehenden Synergien sind dabei der eigentliche Motor für interdisziplinäre Projekte, ihr Hemmschuh sind traditionell gewachsene organisatorische Strukturen. So können auf Grund der traditionellen sektoralen Einteilung der Wissensvermittlung an Schulen und Universitäten interdisziplinäre Aufgaben zur Zeit kaum wahrgenommen werden, „da der curriculäre Umgang mit Interdisziplinarität in beiden Bildungsinstitutionen noch weitgehend fremd ist.“ (Albert 1998)

5.1. Zur Interdisziplinarität in der universitären Lehre

Ziel einer interdisziplinären Lehre an der Universität ist die Vermittlung von Komplexität und Zusammenhängen. Ausgehend von einem abgegrenzten Themenfeld sollen nicht nur die Probleme und die verschiedenen Lösungsansätze aufgezeigt werden, sondern auch die jeweilige Logik der Disziplin. Erst dann bekommen die Studierenden Einblick in die verschiedenen Denkweisen. Nach Fahrenhorst (1999) können Zusammenhänge für die Studierenden am leichtesten anhand konkreter Probleme und Problemlösungen nachvollziehbar gemacht werden. Die Studierenden sollen sich dabei nicht nur auf zu bearbeitende einzeldisziplinäre Themen konzentrieren, sondern sie sollten mit allen Ansätzen arbeiten lernen. „Allen voran ist Mut, Lücken und Unkenntnis einzugestehen sowie Fragen aufzuwerfen. Die Lehrkräfte müssen Interdisziplinarität verkörpern, da den Studierenden nur so der notwendige emotionale Zugang nahegebracht werden kann.“ (Fahrenhorst 1999)

Qualitätskriterien für interdisziplinäre Lehre sind nach Albert (1998):

- ?? Orientierung an aktuellen Problemen
- ?? Diskurs und Teamarbeit der Studierenden unter Wahrung eines ausreichenden Spielraumes für Gruppendynamik
- ?? Auffinden einer adäquaten gemeinsamen Methodenbasis
- ?? Bemühung um eine gemeinsame Sprachbasis auf der Grundlage eines bewussten Umgangs mit der Fachsprache.

Neben diesen Rahmenbedingungen muss als grundsätzliche Voraussetzung jeder interdisziplinärer Arbeit die persönliche Integrationsfähigkeit der Beteiligten gelten, also im wesentlichen auch die Bereitschaft, sich mit den Nachbardisziplinen auseinanderzusetzen.

In den Schulen kommen Herausforderungen in Richtung Interdisziplinarität durch die neuen AHS – Lehrpläne. Denn in seinen allgemein didaktischen Zielsetzungen fordert der Lehrplan 2000 die Förderung des Projektunterrichts und der offenen fächerübergreifenden Unterrichtsformen. Ziel dabei ist die Entwicklung von Schlüsselkompetenzen und dynamischer Fähigkeiten wie Teamfähigkeit, Selbsttätigkeit, Eigenverantwortlichkeit. Projektunterricht, fächerübergreifende Maturaformen und Fachbereichsarbeiten erfordern die Kooperation mit Kolleg/innen anderer Fächer. Das stellt eine große Herausforderung an die Lehrenden an Schulen dar und führt zu einer Veränderung der Lehr- und Lernkultur auch an der gymnasialen Oberstufe (Elster 1996).

5.2. Zur Kooperation von Schule und Universität

Kooperationsprojekte zwischen Schule und Universität, wie sie vor allem in der schulpraktischen Ausbildungsphase der Studierenden üblich sind (Herber u.a. 1998), werden jetzt auch vereinzelt in der fachdidaktischen Ausbildung als Pflichtlehrveranstaltung angeboten. (Pfligersdorffer / Unterbruner 2000; Grohmann 1998, Vielhaber 1998, Stadler 1998) All diesen Lehrveranstaltungen ist gemeinsam, dass sie von der an der Universität eher üblichen „instruktionistischen Lernkultur“ abweichen und projektorientierte, fächerübergreifende sowie konstruktivistische Lernformen (Kattmann 2000) anstreben. Der meist sehr hohe schulpraktische Anteil soll es den Studierenden ermöglichen, authentische Erfahrungen im Bereich der neuen Lernkulturen zu sammeln. Dabei erfordert vor allem die Lehr- bzw Lernform „Projekt“ unterschiedliche, komplexe Arbeitsformen, die für das fächerübergreifende, dynamische Lernen wesentlich sind (Eschenhagen, u.a. 1998, Altrichter/Posch 1998).

Beim Projekt „Sonne – Motor des Lebens“ besteht das Betreuersteam des Schulprojektes aus Hochschullehrer/innen, Schulpraktiker/innen und Studierenden. Die „Lehrenden“ haben aber unterschiedliche Aufgaben: So haben die beteiligten Hochschullehrer/innen die Chance, die Vorgaben und Strukturen des Schulalltags kennen zu lernen. Sie haben Gelegenheit, ihre theoriegeleitete Konzepte in der Praxis zu überprüfen. Die Aufgabe der beteiligten Lehrer/innen besteht darin, dass sie zu Beginn der Lehrveranstaltung ein Bild über die Klassenzusammensetzung geben und in die schulischen Gegebenheiten einführen. Die Lehrer/innen nehmen dann meist einen Beobachterstatus ein. Dieser erlaubt ihnen, Schüler/innen und Projekt aus einer gewissen Distanz zu erleben. Die beteiligten Student/innen sind in einer etwas schwierigen Rolle. Sie erleben sich selbst als Betreuer/innen von Schülergruppen im Spannungsfeld zwischen universitären Ansprüchen und schulischen Konventionen. Sie haben dabei die Möglichkeit, sich zu positionieren und ihr persönliches Profil als Lehrende zu entwickeln. Das setzt aber ein gewisses Selbstbewusstsein voraus, das Studierende teilweise noch nicht aufbringen. Trotz dieser Probleme ist die Lehrveranstaltung „Interdisziplinäres Projekt“ für Studierende dennoch ein wichtiges Ausbildungsmodul, was die folgenden zwei Zitate belegen:

„...Mir hat das Projekt wirklich gut gefallen und würde es, wenn ich die Zeit zurück drehen könnte, nochmals machen, weil es mich sicherlich in den Gebieten Projektentwicklung, Zeitplanung und Didaktik weitergebracht hat.“
(PB/STUD)

„Das Projekt ist mit seinen Tagen in der Schule und auch auf der Uni gelungen, denn die Schüler haben dabei etwas gelernt und es hat ihnen auch Spaß gemacht. Abgesehen vom Lernerfolg der Schüler habe auch ich mein fachli-

ches Wissen „aufgewärmt“ und besonders, und das ist eigentlich das Wichtige, meine Erfahrung punkto Unterrichten erweitert.“ (PB/STUD)

5.3. Zur Kooperation Schüler/innen und Student/innen

Das eigentlich überraschende dieser Lehrveranstaltung waren die Synergien, die sich durch die Kooperation zwischen Studierenden und Schüler/innen entwickelten. Beide Gruppen waren höchst interessiert aneinander. Dabei waren Rückmeldungen zum Lehrverhalten aus dem Mund der Schüler/innen für die Studierenden wichtiger und wertvoller als von jeder anderen Person im Leitungsteam. Eine Schülersaussage, die beim Abschlussplenum für reges Interesse sorgte, wurde von einer Studentin auf folgender Weise beschrieben:

„Ich fragte die Schüler/innen nach ihren Vorstellungen zum „perfekten Lehrer“ und war überrascht, was dabei heraus kam:

Der perfekte Lehrer:

- soll viele Projekte mit den Schülern durchführen
- soll Gruppenarbeit fördern
- soll nicht nur frontal unterrichten
- soll Schüler selber erarbeiten/arbeiten lassen
- soll aktuelle Themen einbringen
- soll sich immer durchsetzen können, aber nicht auf autoritäre Weise
- soll Schüler unter Kontrolle haben, wenn er deren Achtung möchte
- soll immer willig sein zu erklären.“ (PB/STUD)

Die Schüler/innen ihrerseits haben nicht nur Gefallen am Projekt gefunden (siehe dazu Kapitel 4.5.) sie haben in den Student/innen Identifikationsfiguren gesehen, die ihnen sozial näher standen als ihre üblichen Lehrer/innen.

6. RESÜMEE UND AUSBLICK

Der Lehrveranstaltungstyp „Interdisziplinäres Projekt“ in der durchgeführten Form hat sich nach Meinung der am Projekt beteiligten Student/innen und Lehrenden als zielführend hinsichtlich der Erhöhung der Praxisrelevanz in der Lehrerausbildung erwiesen. Die Konsequenzen aus diesem ersten Pilotdurchgang lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die Struktur der Lehrveranstaltung:

- ?? Die Struktur der Lehrveranstaltung mit ihrem Wechsel von Experimenten und Theorieblöcken, selbständigen Erprobungsphasen und konkreten Unterrichtsphasen wird beibehalten. Das Einbinden von ein oder mehreren Schulklassen ist auch in der Zukunft vorgesehen.
- ?? Der Stundenumfang der Lehrveranstaltung ist im Studienplan für das Lehramt Biologie auf drei Semesterwochenstunden, für das Lehramt Physik auf sechs Semesterwochenstunden festgelegt. Soll weiterhin interdisziplinär gearbeitet werden, resultieren daraus organisatorische und inhaltliche Umstrukturierungen.
- ?? Der interdisziplinäre Ansatz, der in den praktischen Versuchen mit den Schüler/innen noch zu wenig Berücksichtigung fand, soll weiterentwickelt werden. Dazu ist das Arbeiten der Studenten in Tandems (bestehend aus jeweils einem Biologie- und einem Physikstudierenden) geplant. Das setzt allerdings

eine Teilnehmerzahl von zumindest zehn Student/innen (fünf Biolog/innen und fünf Physiker/innen) voraus.

- ?? Auch andere Fachgruppen sind als Kooperationspartner denkbar und sollen in zukünftigen Projekten eingebunden werden: so vor allem aus der Sicht der beteiligten Biologen die Chemie.

Die Inhalte der Lehrveranstaltung:

- ?? Als günstig und gelungen hat sich die Auswahl der Experimente vor allem dann erwiesen, wenn die Schüler/innen selbstständig arbeiten konnten. Manche Experimente waren allerdings für den Rhythmus des Stationenlernens zu kurz. Eine Ausweitung vor allem im Bereich der Physik ist geplant.
- ?? Sowohl im Interesse der Lehrenden als auch in Hinblick auf eine Evaluationskompetenz, die zukünftige Lehrer/innen erwerben sollen, werden auch bei künftigen Projekten Evaluationen mit Methoden der Aktionsforschung durchgeführt.
- ?? Die Entwicklung der Lehrveranstaltung soll Selbsttätigkeit und Eigenverantwortlichkeit der Student/innen fördern. Das soll dadurch erreicht werden, dass die Student/innen in Zukunft stärker in die Auswahl der Inhalte eingebunden werden.
- ?? Im Sinne eines konstruktivistischen Unterrichtsansatzes (Kattmann 2000, Labudde 1997, Duit 1995) sollen die Student/innen ausgehend von der Erhebung des Vorwissens der Schüler/innen das Unterrichtsprojekt konzipieren.

Das Schulprojekt:

- ?? Von Schülerseite wurde beklagt, dass der Spielraum für selbsttätiges Arbeiten bei manchen Stationen zu gering war. Es soll deshalb den Schüler/innen in der Zukunft im stärkeren Ausmaß ermöglicht werden, eigenverantwortlich und selbstbestimmt zu arbeiten, auch wenn dadurch der Aufwand in der Projektvorbereitungsphase größer wird.

7. LITERATUR

Albert, R. (1999): Interdisziplinäre Umweltbildung. In: Forum österreichischer Wissenschaftler für Umweltschutz (Hrsg.): Wissenschaft und Lehre. Interdisziplinarität in Wissenschaft und Lehre. Wien: Eigenverlag

Altrichter, H./Posch, P. (1998): Lehrer erforschen ihren Unterricht – eine Einführung in die Aktionsforschung. Klinkhardt: Bad. Heilbrunn.

Duit, R. (1995): Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftlichen Lehr- und Lernforschung. In: Zeitschrift für Pädagogik 41/6, S.905-923.

Elster, D. (1996): Fächerübergreifendes offenes Lernen in der Oberstufe. IFF Klagenfurt

Elster, D., Fliegenschnee, M., Pass, G., Schelakovsky, A. (2000): Student/innen als aktive Partner/innen bei Schulprojekten. In: Posch, P., Rauch, F., Kreis I.(Hrsg.): Bil-

dung für Nachhaltigkeit. Studien zur Vernetzung von Lehrerbildung, Schule und Umwelt. Innsbruck, Wien, München: Studienverlag.

Eschenhagen, D., Kattmann, U., Rodi, D. (1998): Fachdidaktik Biologie. Köln: Aulis Verlag

Fahrenhorst, B. (1999): Auf mehreren Hochzeiten oder zwischen den Stühlen. Charakter und Erfolgskriterien interdisziplinärer Lehre. In: Forum österreichischer Wissenschaftler für Umweltschutz (Hrsg.): Wissenschaft und Lehre. Interdisziplinarität in Wissenschaft und Lehre. Wien: Eigenverlag

Frey, K. (1990): Die Projektmethode. Der Weg zum bildenden Tun. Weinheim. Beltz.

Grohmann, S. (1998): Student/innen machen mit Schüler/innen Projekte. In: Diem-Wille, G. und Thonhauser, J. (Hrsg.): Innovationen in der universitären Lehrerbildung. Innsbruck-Wien: StudienVerlag

Herber, H-J, Rath, I., Weiglhofer, H. (1998): Teamteaching und Vernetzung in der pädagogischen und fachdidaktischen Ausbildung im Rahmen des Schulpraktikums. In: Diem-Wille, G. und Thonhauser, J. (Hrsg.): Innovationen in der universitären Lehrerbildung. Innsbruck-Wien: StudienVerlag

Hübenthal, U. (1991): Interdisziplinäres Denken. Stuttgart

Kattmann, U. (2000): Lernmotivation und Interesse im Biologieunterricht. In: Bayrhuber Horst / Unterbruner Ulrike (Hrsg.) (2000): Lehrern und Lernen im Biologieunterricht. (S.13-32) Innsbruck, Wien, München: Studienverlag

Labudde, P. (1997): Selbstständig lernen. Eine Chance für den Physikunterricht. In: Unterricht Physik 8. Nr.37. Seelze: Friedrich Verlag

Pfligersdorffer, G., Unterbruner, U. (2000): Auwald erleben, erforschen und unterrichten: ein interdisziplinäres Projekt in der Lehrerbildung. In: Posch, P., Rauch, F., Kreis I. (Hrsg.): Bildung für Nachhaltigkeit. Studien zur Vernetzung von Lehrerbildung, Schule und Umwelt. Innsbruck, Wien, München: Studienverlag.

Stadler, H. (1999): Aktionsforschung in der Ausbildung von Physiklehrerinnen. In: Didaktik 2/1999, 14-15

Stadler, H. (1998): Aktionsforschung und Physikdidaktik in der Lehrerbildung. In: Schulinnovationen Ausgabe 13, S24-26, IFF Klagenfurt

Unterbruner, U., Pfligersdorffer, G. (2000): Innovative Aspekte in der Biologielehrerbildung: „Interdisziplinäres Projekt“ im Spiegel der Evaluation. In: In: Bayrhuber Horst / Unterbruner Ulrike (Hrsg.) (2000): Lehrern und Lernen im Biologieunterricht. (S.13-32) Innsbruck, Wien, München: Studienverlag

Vielhaber,Ch. (1998): Universitär-Schulische Kooperationsprojekte am Institut für Geographie der Universität Wien. In: Diem-Wille,G. und Thonhauser, J.(Hrsg.): Innovationen in der universitären Lehrerbildung. Innsbruck-Wien: StudienVerlag