



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

S3 „Themenorientierung im Unterricht“

LINZ IST BUNT!

WAS MACHT LINZ BUNT?

ID 1048

Mag. Erika Hödl (Akademisches Gymnasium Linz)

Mag. Rudolf Uhlmann (Akademisches Gymnasium Linz)

Mag. Franz-Josef Natschläger (Kollegium Aloisianum Linz)

Mag. Josef Wöckinger (Kollegium Aloisianum Linz)

**o.Univ.Prof. Dr. DI Wolfgang Buchberger
(Institut für Analytische Chemie der Johannes Kepler Universität)**

Linz, Juli, 2008

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	4
1 EINLEITUNG	5
2 AUSGANGSSITUATION	6
2.1 Merkmale der Schulstandorte	7
2.1.1 Akademisches Gymnasium Linz	7
2.1.2 Kollegium Aloisianum Linz	7
3 PROJEKTZIELE UND ERWARTUNGEN	8
3.1 Projektziele	8
3.2 Maßnahmen zum Erreichen der Projektziele	8
3.2.1 Merkmale der Zielerreichung	8
3.3 Erwartungen.....	9
4 BEZUG ZUR FACHDIDAKTIK	11
4.1 Situiert und anhand authentischer Probleme lernen	11
4.2 In multiplen Kontexten lernen.....	11
4.3 Unter multiplen Perspektiven lernen	11
4.4 In einem sozialen Kontext lernen	11
4.5 Mit instruktionaler Unterstützung lernen.....	11
5 BEZUG ZUM LEHRPLAN	12
5.1 Biologie und Umweltkunde.....	12
5.1.1 Chemie.....	12
5.1.2 Physik	13
6 AKTIONSPLAN	14
6.1 Arbeiten in Kleingruppen:.....	14
6.2 Projekttag am Akademischen Gymnasium:	14
6.3 Erarbeitung und Evaluation der Analytik von Pflanzenfarbstoffen.....	15
6.4 Erprobung der Analytik.....	15
6.5 Zusammenführung der Projektgruppen.....	16
7 ÜBERLEGUNGEN ZU EINZELNEN LERNINHALTEN	17
7.1 UV und IR – Didaktische Analyse eines fächerübergreifenden Themas – Mag. Franz-Josef Natschläger / Kollegium Aloisianum.....	17

7.2	Pflanzenfarbstoffe – Mag. Josef Wöckinger / Kollegium Aloisianum.....	18
7.3	Biodiversität erleben und verstehen - am Beispiel von Pflanzenfarbstoffen – Mag. Erika Hödl / Akademisches Gymnasium Linz.....	19
8	FORSCHUNGSBILDUNGSKOOPERATION	24
8.1	Wissenschaftliche Aspekte des Projektes – o. Univ. Prof. Dr. DI Wolfgang Buchberger	25
9	EVALUATION.....	27
9.1	Interne Evaluierung.....	27
9.1.1	Beobachtungen während der Projektarbeit.....	27
9.2	Externe Evaluierung.....	29
9.2.1	Evaluierungsziele	29
9.2.2	Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....	29
10	RESUMEE UND AUSBLICK.....	32
11	LITERATUR.....	34
	ANHANG.....	35

ABSTRACT

Im Projekt „Linz ist bunt. Was macht Linz bunt? – Farben in unserer Umwelt“ sollten gemeinsam (Schule und Universität) neue Problemstellungen in Zusammenhang mit der Biodiversität im Ökosystem einer Stadt und ihre Abhängigkeit von Umweltfaktoren aufgegriffen werden. Die dazu notwendigen Analysemethoden waren bislang der Universität vorbehalten. Die für den Schulgebrauch erprobten Techniken zeigten weder im qualitativen noch im quantitativen Bereich aussagekräftige Ergebnisse. Aufgabe des Projektes war es, seitens der Vertreterinnen und Vertreter der Universität im Rahmen einer Diplomarbeit neue, für den Schulgebrauch brauchbare Versuchsvorschriften zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Pflanzenfarbstoffen zu entwickeln.

Schulstufe: 10. und 11. Schulstufe

Fächer: Biologie und Umweltkunde, Chemie, Physik

Kontaktperson: Mag. Erika Hödl

Kontaktadresse: Spittelwiese 14, 4020 Linz

Schüler/innen: 32 Schülerinnen und 43 Schüler

1 EINLEITUNG

„Der Gelehrte studiert die Natur nicht, weil das etwas Nützliches ist. Er studiert sie, weil er daran Freude hat; und er hat Freude daran, weil sie so schön ist. Wenn die Natur nicht so schön wäre, wäre es nicht der Mühe wert, sie kennenzulernen, und das Leben wäre nicht wert, gelebt zu werden.

Henri Poincaré (Physiker- Philosoph)

Im Laufe des Projektes sollten die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass die Natur schön ist, dass man Freude daran haben kann und dass sie es Wert ist erforscht zu werden. Eingebettet in das Jahresthema Biodiversität wählten wir das Thema Farben in unserer Umgebung (also Linz)

Lehrplanadäquate Inhalte wie Pflanzenfarbstoffe und tierische Farbstoffe, Chemismus und Analyse der Farbstoffe, Interferenz, UV und Infrarot standen im Mittelpunkt und wurden unter dem Aspekt der Biodiversität behandelt. Die biologische Vielfalt zu erhalten, stellt eine große Herausforderung dar, deren Bedeutung den Schülerinnen und Schülern bewusst gemacht werden sollte. Wir versuchten dies am Beispiel des Ökosystems Stadt.

Im Projekt „Linz ist bunt. Was macht Linz bunt? – Farben in unserer Umwelt“ sollten gemeinsam (Schule und Universität) neue Problemstellungen in Zusammenhang mit der Biodiversität im Ökosystem einer Stadt und ihre Abhängigkeit von Umweltfaktoren aufgegriffen werden. Die dazu notwendigen Analysemethoden waren bislang der Universität vorbehalten. Die für den Schulgebrauch erprobten Techniken zeigten weder im qualitativen noch im quantitativen Bereich aussagekräftige Ergebnisse. Aufgabe des Projektes war es, seitens der Vertreterinnen und Vertreter der Universität im Rahmen einer Diplomarbeit neue, für den Schulgebrauch brauchbare Versuchsvorschriften zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Pflanzenfarbstoffen zu entwickeln. Diese wurden in der Folge in den Schulen erprobt, evaluiert und gemeinsam verbessert. Um den Schülerinnen und Schülern zu demonstrieren, wie aussagekräftig und zuverlässig ihre Ergebnisse sind, wurden sie in Kleingruppen eingeladen, an Kontrollanalysen mit den Mitteln der Universität mitzuwirken.

Der Großteil der Laborarbeit fand im Rahmen des Unterrichtes an den Schulen mit den zeitlichen und materiellen Mitteln der Schule statt. Es waren dies Arbeiten, die für die Schülerinnen und Schüler nicht ein einmaliges Erlebnis darstellten, sondern sie erlernten Techniken, die sie selbständig im Laufe der zweiten Projektphase immer wieder an realen Proben anwenden konnten. Besonders spannend waren die Vergleichsergebnisse, die mit den Methoden der Universität erreicht wurden.

2 AUSGANGSSITUATION

Bereits in den Schuljahren 2005/06 und 2006/07 wurden von den beteiligten Schulen, dem Kollegium Aloisianum Linz und dem Akademischen Gymnasium Linz mit dem Institut für analytische Chemie der Universität Linz Kooperationsprojekte durchgeführt. Begonnen wurde die Zusammenarbeit dem Thema „Nachweis möglicher Pestizidrückstände im Rapshonig“ (siehe Projektbericht¹). Eingebunden wurden 16 Schülerinnen und Schüler des Akademischen Gymnasiums im Rahmen eines Talentförderkurses der 6. Klasse. In Talentförderkursen konnten Themen nach Interessenslage der Schülerinnen und Schüler behandelt werden. Die Lehrplankonformität war nicht zwingend notwendig. Das Kollegium Aloisianum war mit zwei Gruppen von Schülerinnen und Schülern der 6. und 7. Klassen im Rahmen des Wahlpflichtgegenstandes Biologie und Umweltkunde beteiligt. In beiden Schulen waren also nur solche Schülerinnen und Schüler eingebunden, die sich bewusst für die Teilnahme entschieden hatten und daher naturwissenschaftlich besonders interessiert waren.

Basierend auf den Erfahrungen aus dem ersten Projekt sollten im Schuljahr 2006/07 die mit Kleingruppen erworbenen Erfahrungen auf gesamte Klassenverbände umgesetzt werden. Die Kooperation wurde in zwei koedukativ geführten Klassen der 10. und 11. Schulstufe durchgeführt. Als Thema wurde „Von der Tablette über den Organismus in die Gewässer“ (siehe Projektbericht²) gewählt. Das Thema Medikamentenrückstände in Abwässern und ihre Problematik sind in den Medien und somit auch in der realen Welt der Schülerinnen und Schüler von großer Relevanz.

Die Projektarbeit wurde jeweils in zwei Phasen gegliedert. Während der ersten Phase wurden die Schülerinnen und Schüler in den jeweiligen Schulen mit der Thematik auf der Ebene der Schule vertraut gemacht. Ein gemeinsamer Projekttag diente der gegenseitigen Zwischenpräsentation und Zusammenführung des Erarbeiteten. In der zweiten Projektphase standen die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung der geplanten Analysen an der Universität am Programm. Die Arbeiten im Labor wurden von den Schülerinnen und Schülern mit großer Begeisterung, natürlich unter Anleitung fachkundigen Personals, durchgeführt. Die Befragung der Schülerinnen und Schüler ergab eine hohe Zufriedenheit mit den gewählten Themen, ein klareres Bild bezüglich naturwissenschaftlicher Forschung und die Festigung der Vorstellung bezüglich späterer naturwissenschaftlicher Studien.

Das im Vorjahr gewählte Thema (Schmerz und Analgetika, Infektionen und Antiinfektiva) wurde von den Schülerinnen und Schülern als interessant aber sehr anspruchsvoll und streckenweise als zu schwierig bewertet.

Einige Punkte, die für die Teilnahme am laufenden Projekt ausschlaggebend waren:

- Im Rahmen der Vorgängerprojekte konnten positive Erfahrungen in Zusammenarbeit von Schulen und Universität gewonnen werden.
- Die Direktoren und versicherten schon bei Antragstellung ihre Unterstützung.
- Das Thema Farbe in unserer Umwelt betrifft die unmittelbare Lebensumgebung der Schülerinnen und Schüler.

¹https://imst.uni-klu.ac.at/programme_prinzipien/fonds/projektberichte05-07/2004-06/s3/200506/Langfassung_Hoedl.pdf

²https://imst.uni-klu.ac.at/programme_prinzipien/fonds/projektberichte05-07/2006-07/s3/200607/555_Langfassung_Hoedl.pdf

2.1 Merkmale der Schulstandorte

2.1.1 Akademisches Gymnasium Linz

Das Akademische Gymnasium Linz ist ein humanistisches Gymnasium im eigentlichen Sinn. Die Schülerinnen und Schüler lernen ab der 1. Klasse die erste lebende Fremdsprache Englisch, ab der 3. Klasse Latein und können in der 5. Klasse zwischen Französisch und Griechisch wählen. Seit 5 Jahren wird jeweils eine Klasse jedes beginnenden Jahrganges als „Musikklasse“ geführt. Die langjährige Tradition der Schule zeigt einen ausgesprochen sprachlichen und musischen Schwerpunkt. Umso interessanter ist es, gerade an dieser Schule die Stellung der Naturwissenschaften zu stärken. Auf besonderen Wunsch der Eltern werden vermehrt naturwissenschaftliche Zusatzangebote angedacht, wie etwa Unverbindliche Übungen in Form von Kurzkursen in den Unterstufenklassen.

Am Projekt beteiligt waren eine 6. Klasse im Regelunterricht Biologie und Umweltkunde, eine zweite 6. Klasse im Regelunterricht Physik, Schülerinnen und Schüler aus beiden Klassen waren zusätzlich im Wahlpflichtgegenstand Biologie und Umweltkunde, beteiligt. Eine 7. Klasse ohne Projekterfahrung aus den vorangegangenen Schuljahren wurde im Pflichtgegenstand Chemie in das Projekt eingebunden. Mag. Rudolf Uhlmann nahm arbeitete das erste Mal im Rahmen eines IMST-Projektes und betreute seine Schülerinnen und Schüler im Gegenstand Physik.

2.1.2 Kollegium Aloisianum Linz

Das Kollegium Aloisianum ist eine durch einen Schulverein geführte katholische Privatschule mit Tagesheimbetreuung. Die Schule versucht durch profunde fachliche Ausbildung auf der Basis eines christlich-humanistischen Weltbildes jungen Menschen die Chance zu geben, sich zu Persönlichkeiten zu entwickeln. Die Schülerinnen und Schüler sollen in die Lage versetzt werden, eigenständig und eigenverantwortlich zu handeln, Sachkenntnisse zu erwerben und diese einzuordnen. Themenorientiertes und fächerübergreifendes Arbeiten soll es ermöglichen, unterschiedliche Standpunkte zu erarbeiten.

Darüber hinaus bedeutet Erziehung am Aloisianum, Bildung über die Schulbildung hinaus zu verwirklichen, Gemeinschaft zu fördern und aktive Verantwortlichkeit für sich und andere zu zeigen. Das individuelle Bemühen um jeden Einzelnen und die gezielte Begleitung in überschaubaren Klassen und Lerngruppen ist dabei unser Bestreben. Das Kollegium Aloisianum führt ein Gymnasium und ein Realgymnasium. Die Schülerinnen und Schüler lernen ab der 1. Klasse die erste lebende Fremdsprache Englisch, ab der 3. Klasse Latein und können in der 5. Klasse zwischen dem gymnasialen und dem realen Zweig wählen. Im Gymnasium wird alternativ Französisch bzw. Spanisch angeboten. Im Realgymnasium besteht die Möglichkeit ab der 7. Klasse wahlweise Darstellende Geometrie bzw. einen naturwissenschaftlichen Schwerpunktsunterricht zu wählen.

Am Projekt beteiligt war eine Gruppe von 12 Schülerinnen und Schülern im Rahmen des Wahlpflichtgegenstandes Biologie und Umweltkunde unter der Leitung von Mag. Josef Wöckinger. Mag. Franz-Josef Natschläger, ebenfalls ein IMST-Neueinsteiger arbeitete mit einer 7. Klasse im Rahmen des Physikunterrichtes am Thema Farben.

3 PROJEKTZIELE UND ERWARTUNGEN

Die Kooperation wurde in koedukativ geführten Klassen der 10. und 11. Schulstufe durchgeführt. Eine bessere wissenschaftliche Sicht der Fächer Biologie und Chemie stellte das Rahmenziel dar, das durch die Erreichung in der Folge definierter Subziele angestrebt wird.

3.1 Projektziele

Mit Hilfe des geplanten Unterrichtskonzeptes sollen

- die Individualisierung im Zugang zur Biologie, Chemie und Physik soll gesteigert werden,
- die Bedeutung der unterschiedlichen Zugänge zu einem Thema im fächerübergreifenden Unterricht dargelegt werden,
- ein vertieftes Verständnis komplexer naturwissenschaftlicher Zusammenhänge durch eine handlungsorientierte Vorgangsweise erreicht werden,
- Unterrichtssequenzen (Experimenten zum Thema Farbe in unserer Umwelt) in Zusammenarbeit mit der Universität entwickelt und erprobt werden,
- das Bewusstsein über den Nutzen die biologische Vielfalt zu erhalten gefestigt werden.

3.2 Maßnahmen zum Erreichen der Projektziele

Die Umsetzung der Ziele erfolgte auf der Basis von Gruppenarbeit, Impulse und Hilfestellungen durch die Betreuer, Gespräche mit Experten, sowie gegenseitige Instruktion und Hilfe der Schülerinnen und Schüler. Entwicklungsprozesse, wie sie in der durchgeführten Kooperation erprobt, evaluiert und nun auch dokumentiert werden sollen, benötigen Zeit und die ist im Rahmen eines Schuljahres äußerst knapp bemessen. Es wurde großer Wert darauf gelegt die Schülerinnen und Schüler im Schulalltag nicht zusätzlich zu belasten. Wenn es möglich war, wurden nur die Stunden nach Stundenplan für Projektarbeit verwendet. Gemeinsame Aktivitäten der Projektgruppen mussten, außer einer Startup-Veranstaltung, auf einige wenige Treffen in Kleingruppen reduziert werden.

3.2.1 Merkmale der Zielerreichung

Die Erreichung der Projektziele wurde im Unterricht durch mehrere Merkmale angezeigt.

- Schülerinnen und Schüler konnten bei der Bearbeitung lehrplanbasierter Themen Querverweise zu eigenen individuellen Zugängen oder denen der Mitschülerinnen und Mitschüler aufzeigen, d.h. sie zeigten im Unterricht thematisch vernetztes Denken. Indikator dazu war, dass die Schülerinnen und Schüler im Bewusstsein des fächerübergreifenden Arbeitens schon zu Beginn der Projektarbeit, d.h. während der Erarbeitung der Thematik in Kleingruppen, jeweils auf die Parallelthematik der verschiedenen Projektgruppen in verständlichem Maß eingingen. So beschäftigte sich z.B. die Arbeitsgruppe Pflanzenfarbstoffe auch mit den Spektren des Lichtes und dem Chemismus der Farbstoffe. Umgekehrt interessierte sich auch die Chemiegruppe, deren eigentliche Aufgabe es war, den Chemismus und die Analysetechniken in Zusammenhang mit Pflanzenfarbstoffen zu erarbeiten für das Vorkommen der Farbstoffe in biologischen Systemen und ihre Bedeutung. Als Messinstrument dafür dien-

ten persönliche Gespräche und Beobachtungen der Lehrenden während der Unterrichtssequenzen, wie auch die erarbeiteten Dokumentationen und Präsentationen der Schülerinnen und Schüler. Die Individualisierung des Unterrichtsgeschehens war unabdingbar durch die Vielfalt der Detailthemen mit denen sich die Schülerinnen und Schüler beschäftigten.

- Die Rangordnung der Unterrichtsfächer Biologie, Chemie und Physik innerhalb des gesamten Fächerkanons wurde zugunsten dieser naturwissenschaftlichen Disziplinen verbessert oder zumindest gefestigt. Gemessen wurde dies durch den Wunsch nach weiteren Projekten. Die Anmeldezahlen für naturwissenschaftliche Wahlpflichtgegenstände stiegen und die Schülerinnen und Schüler waren bereit in zusätzlichen Kursen, wie Talentförderkursen, sich mit naturwissenschaftlichen Themen vertieft auseinanderzusetzen.
- Die Hemmschwelle an Experimente heranzugehen und komplexe naturwissenschaftliche Themen zu behandeln sank. Die Schülerinnen und Schüler beteiligten sich rege an der Erarbeitung und Evaluation der Analyse von Pflanzenfarbstoffen. Im zweiten Semester führten sie die Analysen selbständig ohne weitere Hilfe durch und erlangten durchaus aussagekräftige Analyseergebnisse.
- Die Vorstellungen von Biologie, Chemie und Physik als Fachwissenschaften erfuhren eine Erweiterung und Klärung im Hinblick auf eventuelle Studienvorstellungen. Schülerinnen und Schüler haben im Laufe der Gymnasialzeit meist ein eher diffuses Bild von Berufen in naturwissenschaftlichen Berufsfeldern. Die Schülerinnen und Schüler beider Schulen gingen mit sehr realistischen Erwartungshaltungen in das Projekt. Als Messinstrument diente die Anfangs- und Schlussbefragung durch die Auditgruppe. Der Wunsch ein naturwissenschaftliches Studium zu beginnen war anfangs sehr gering, konnte aber im Laufe des Projektes gefestigt, sogar gesteigert werden.
- Die Schülerinnen und Schüler gewannen Sicherheit im Diskurs mit Expertinnen und Experten. Indikatoren dazu waren sowohl die interessierten Fragen und Argumente bei der Erarbeitung der verschiedenen Teilbereiche und die aktive Mitarbeit bei den Analysen, die gemeinsam mit einem Diplomanden der Universität Linz erarbeitet wurden. Auch die Zusammenarbeit mit den Vertreterinnen und Vertretern der Universität Linz war Gegenstand der externen Evaluierung.
- Den Schülerinnen und Schülern wurde der Begriff „Biodiversität“ bewusst gemacht. Sie lernten nach anfänglichem Zögern die Vielfalt und ihre Bedeutung verstehen. Indikator dafür war, dass die Schülerinnen und Schüler der Wahlpflichtgruppe nach langer Diskussion selbständig eine Informationswand zum Thema Biodiversität gestalteten und in einem Fragebogen die Oberstufenschülerinnen und -schüler des Akademischen Gymnasiums über ihren Zugang zur Biodiversität befragten.

3.3 Erwartungen

Pro (Erwartungen)

- Schülerinnen und Schüler sollten mit offenen Augen ihre Umwelt betrachten
- Freude am praxisorientierten Arbeiten
- gesteigerte Motivation der Schülerinnen und Schüler
- Zusammenschau der Naturwissenschaften
- Erkennen der Bedeutung der Biodiversität auf allen Ebenen

- bessere wissenschaftliche Sicht der Fächer Biologie, Chemie und Physik
- selbstständiges und eigenverantwortliches Arbeiten
- Verbesserung des vernetzten Denkens
- Termintreue aller Kooperationspartner
- Berufsorientierung

contra (Befürchtungen)

- Probleme mit dem Stundenplankorsett
- Zeitdruck

4 BEZUG ZUR FACHDIDAKTIK

Der Bezug zur Fachdidaktik wurde nach den Leitlinien für problemorientierten Unterricht nach Reinmann-Rothmeier / Mandl³ gesucht.

4.1 Situiert und anhand authentischer Probleme lernen

Das gewählte Thema ist Teil der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler. Bereiche wie Pflanzenfarben, tierische Farben, Farben der Mineralien, Farben der Gewässer, Infrarot und Ultraviolett und künstliche Lichtquellen, um nur einige Beispiele zu nennen, finden sich durchaus im Alltag der Menschen.

4.2 In multiplen Kontexten lernen

Im Verlauf der Projektarbeit sollten verschiedene Zugänge zu diesem Thema geschaffen werden. Dazu zählt die Physik des Lichtes, der Chemismus der Farbstoffe und ihre Bedeutung in lebenden Systemen, die Entwicklung der Farben im Laufe der Evolution und damit verbunden der Aspekt der Biodiversität. Die Vorbereitung und Durchführung von Versuchen und Präsentation des Gelernten stellten einen weiteren Aspekt dar.

4.3 Unter multiplen Perspektiven lernen

Die Erarbeitung und Erprobung von Analysetechniken gemeinsam mit einem Diplomanden der Universität zeigten den Schülerinnen und Schülern multiple Perspektiven des Themas auf.

4.4 In einem sozialen Kontext lernen

Die Projektarbeit erfolgte in ständigem Wechsel des sozialen Kontexts. Gruppenarbeiten während der Arbeitsphasen in den einzelnen Schulen folgte eine gemeinsame Zwischenpräsentation am Projekttag. Die Ergebnisse wurden von den Lernenden präsentiert und gegenseitig kommentiert.

4.5 Mit instruktionaler Unterstützung lernen

Die Schülerinnen und Schüler wurden angehalten unter Anleitung der Lehrenden einfache Versuche in den jeweiligen Klassenverbänden durchzuführen. Die gemeinsam mit dem Diplomanden des Institutes für Analytische Chemie der Johannes Kepler Universität Linz zu erarbeitenden Analysetechniken wurden zunächst gemeinsam in den Klassen- bzw. Gruppenverbänden unter Anleitung durchgeführt und evaluiert. Im Laufe des zweiten Semesters führten die Schülerinnen und Schüler die Analysen selbstständig durch.

³ vgl. REINMANN-ROTHMEIER, G. & MANDL, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), Pädagogische Psychologie (4. vollständig überarbeitete Auflage, S. 601-646). Weinheim: Beltz.

5 BEZUG ZUM LEHRPLAN

5.1 Biologie und Umweltkunde⁴

Im Bereich der Biologie und Umweltkunde versuchten wir folgende Faktoren der Bildungs- und Lehraufgaben des neuen Lehrplanes für Biologie und Umweltkunde⁴ (Oberstufe der AHS) zu berücksichtigen.

- Der Unterrichtsgegenstand Biologie und Umweltkunde sieht in der Oberstufe die Beschäftigung mit den Themenbereichen Mensch und Gesundheit, Weltverständnis und Naturerkenntnis, Ökologie und Umwelt sowie Biologie und Produktion vor.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen Einblicke in ausgewählte Forschungsschwerpunkte der modernen Biowissenschaften erhalten und damit auch Verständnis für biologische bzw. naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erwerben. Sie sollen – auch im Sinne einer Studienvorbereitung für naturwissenschaftliche Fachrichtungen – verstehen, welche Aussagekraft biologische bzw. naturwissenschaftliche Experimente besitzen und wo deren Grenzen liegen.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen Wissen und Kompetenzen erwerben, die sie in Hinblick auf zukünftige Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungen qualifizieren. Werte und Normen, Fragen der Verantwortung (Bioethik) bei der Anwendung naturwissenschaftlicher bzw. biologischer Erkenntnisse sollen thematisiert werden.

Von den Didaktischen Grundsätzen versuchten wir vor allem zu erfüllen:

- Auswahl von Inhalten, die maximalen Erkenntnisgewinn im Sinne von biologischem Basiswissen und zentralen Kompetenzen (zB vernetztes Denken) bringen und als Grundlage für lebenslanges Lernen dienen können
- Einbeziehung der Lebenswirklichkeit der Schülerinnen und Schüler, Integration ihres Vorwissens, ihrer Erfahrungen und Interessen -Einbeziehung der gesellschaftlichen Dimensionen der Biowissenschaften im historischen wie auch zukünftigen Kontext, Diskussion der ethischen Dimension biowissenschaftlicher Erkenntnisse und deren Anwendung auch im Hinblick auf die europäische Situation.
- Schaffung problemorientierter Lernumgebungen, die selbstständiges Lernen fördern.
- Methodische Vielfalt (praktische Tätigkeiten, Projekte, fachübergreifender Unterricht, Experimente, Freilandarbeit, Betriebserkundungen, offene und soziale Lernformen ua.)
- Aufbau von Medienkompetenz durch aktive Auseinandersetzung mit modernen Medien.

Die Lerninhalte der 5. Klasse zum Thema Biodiversität sollten im Rahmen des Projektes vertieft werden.

5.1.1 Chemie⁵

Im Bereich der Chemie berücksichtigen wir folgende im Bereich der Bildungs- und Lehraufgaben folgende Faktoren des neuen Lehrplanes für Chemie (Oberstufe der

⁴ vgl. http://archiv.bmbwk.gv.at/medienpool/11860/lp_neu_ahs_08.pdf

⁵ Vgl. http://archiv.bmbwk.gv.at/medienpool/11861/lp_neu_ahs_09.pdf

AHS) zu berücksichtigen.

- Im Verbund mit Biologie, Mathematik und Physik soll Chemieunterricht auf exemplarische Weise den Weg der Erkenntnisfindung über Entwicklung und Anwendung von Deutungssystemen, also über Modelldenken, Systemdenken, Planen und Auswerten von Experimenten zu Stoffartumwandlungen zeigen. Die abwechselnde und bedarfsgerechte Anwendung von induktiv orientiertem Hypothesen-Bilden und deduktiv orientiertem Hypothesen-Prüfen hilft dabei. Dadurch schafft der Chemieunterricht die Basis für lebensgestaltende Lernstrategien und fördert über die Schule hinaus die Eigenständigkeit und Eigenverantwortung beim Erwerb von Wissen und Kompetenzen wie Teamfähigkeit, Problemlösekompetenz und Kommunikationsfähigkeit mit Expertinnen und Experten.
- Die Übernahme von Verantwortung und die Ausbildung von Kritikfähigkeit gegenüber Ge- und Missbrauch wissenschaftlicher Erkenntnisse sollen die Teilnahme an wesentlichen gesellschaftlichen Entscheidungen ermöglichen.
- Erweiterung und sicherer Einsatz der chemischen Fachsprache als zusätzliche Form der Kommunikation innerhalb und außerhalb des fachwissenschaftlichen Bereiches; Beschreibung, Protokollierung und Präsentation chemischer Sachverhalte.
- Gemeinsames Lernen und Arbeiten wie auch Kooperation von Schülerinnen und Schülern mit Expertinnen und Experten im Rahmen situierter Problemstellungen hat Bestandteil möglichst vieler Lernphasen zu sein. Maximal realisieren lässt sich diese Leitlinie durch gemeinsames Lernen und Arbeiten in einer Expertengemeinschaft, für die minimale Realisierung werden Gruppenarbeiten vorgeschlagen.

5.1.2 Physik⁶

Die angestrebten allgemeinen Bildungsziele und didaktischen Grundsätze decken sich weitgehend mit den Zielen und Grundsätzen in den Gegenständen Biologie und Umweltkunde und Chemie.

Besonders hervorgehoben werden soll:

- Einsichten in die Ursachen von Naturerscheinungen und daraus abgeleiteten, zugehörigen physikalischen Gesetzmäßigkeiten gewinnen; Kausalitätsdenken und Erkennen der Grenzen der Vorhersagbarkeit auf Grund von praktisch bzw. prinzipiell unvollständigen Systeminformationen entwickeln; Physik als Grundlage der Technik verstehen

Von den Lerninhalten stand im Mittelpunkt:

- -Licht als Überträger von Energie begreifen und über den Mechanismus der Absorption und Emission die Grundzüge der modernen Atomphysik (Spektren, Energieniveaus, Modell der Atomhülle, Heisenberg'sche Unschärferelation, Beugung und Interferenz von Quanten, statistische Deutung) verstehen.

⁶ vgl. http://archiv.bmbwk.gv.at/medienpool/11862/lp_neu_ahs_10.pdf

6 AKTIONSPLAN

6.1 Arbeiten in Kleingruppen:

Schulbeginn bis Projekttag

Die Schülerinnen und Schüler wurden zunächst in den jeweiligen Klassen-, bzw. Gruppenverbänden an das gemeinsame Thema herangeführt. Recherchen und einfache Versuche sollten dazu dienen Interesse zu wecken und Problembewusstsein zu schaffen.

Im Biologieunterricht befassten sich die Projektgruppen mit Themen wie Pflanzenfarbstoffe, tierische Farben, Farbsichtigkeit der Tiere und Biodiversität um nur einige zu nennen.

Eine Projektgruppe der Physik arbeitete ebenfalls an dieser Thematik. Inhalte wie UV-Male der Pflanzen, Infrarotfotografie um den Gesundheitszustand der beobachteten Pflanzen zu dokumentieren stellen das Bindeglied zur gewählten Thematik dar.

Themen des Chemieunterrichtes waren der Chemismus pflanzlicher, tierischer und synthetischer Farbstoffe und die Analysemöglichkeiten. Eine Gruppe beschäftigte sich mit den Farben der Mineralien.

Um das Spektrum der Farben in unserer Umgebung abzurunden, wurden durch eine weitere Projektgruppe im Physikunterricht Farben unserer unbelebten Umgebung behandelt.

6.2 Projekttag am Akademischen Gymnasium:

23. Oktober 2008

Den Abschluss der ersten Projektphase stellte ein gemeinsamer Projekttag dar. Die von den Projektgruppen gestalteten Plakate wurden aufgehängt und den Schülerinnen und Schülern der anderen Gruppen vorgestellt. Die Schülerinnen und Schüler konnten sich je nach Interesse im ‚Open Space‘ bewegen. Sie waren angehalten sich über die Arbeit ihrer Kolleginnen und Kollegen zu informieren und eventuell konstruktive Kritik zu äußern.

„Open Space (englisch für „geöffneter Raum“) oder Open Space Technology ist eine Methode zur Strukturierung von Besprechungen und Konferenzen. Sie eignet sich für Gruppen von etwa 8 bis 2000 Teilnehmern. Charakteristisch ist die inhaltliche und formale Offenheit: die Teilnehmer geben eigene Themen ins Plenum und gestalten dazu je eine Arbeitsgruppe. ... Die Open Space Technology wurde in USA von Harrison Owen um 1985 „entdeckt“ und ist inzwischen weltweit verbreitet.“⁷



⁷ http://de.wikipedia.org/wiki/Open_Space

6.3 Erarbeitung und Evaluation der Analytik von Pflanzenfarbstoffen

Projekttag bis Ende des 1. Semesters – Februar 2008

Im Kontakt mit dem Vertreter der Universität wurden Problemstellungen, die am gemeinsamen Projekttag erarbeitet und dokumentiert wurden, behandelt.

o. Univ. Prof. Dr. DI Wolfgang Buchberger, Vorstand des Institutes für Analytische Chemie der Johannes Kepler Universität Linz, beauftragte Herrn Strasser im Rahmen seiner Diplomarbeit eine Analytik für die qualitative und quantitative Analyse von Pflanzenfarbstoffen (Anthocyane, β -Carotin und Chlorophyll) unter Berücksichtigung der zeitlichen und materiellen Ressourcen der Schule zu entwickeln.

Die Versuchsvorschriften wurden im Rahmen des Biologie- und des Chemieunterrichtes erprobt und evaluiert.



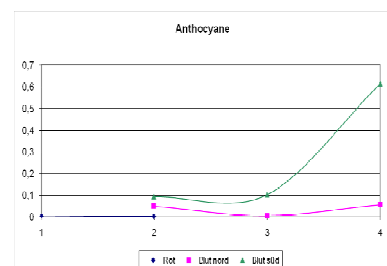
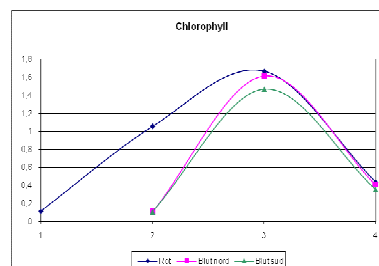
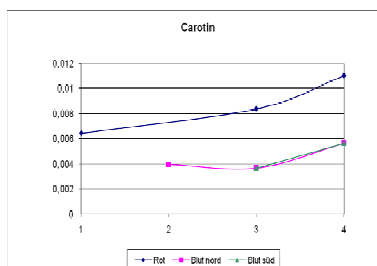
Versuchsvorschriften siehe ANHANG A

6.4 Erprobung der Analytik

Beginn der Vegetationsperiode – Ende des Schuljahres

Die Schülerinnen und Schüler bestimmten in periodischen Abständen die Pflanzenfarbstoffe im Laub von Rotbuchen und Blutbuchen sowohl qualitativ als auch quantitativ. Die Ergebnisse wurden von den Schülerinnen und Schülern protokolliert und mit Messergebnissen der Universität verglichen. Zu Beginn des Projektes war daran gedacht die Proben von verschiedenen, genau festgelegten Testpunkten in und um Linz zu nehmen, um eventuelle Rückschlüsse auf eine Abhängigkeit vom Standort ziehen zu können. Aus zeitlichen Gründen wurden die Proben aber nur von einem Standort untersucht. Dafür unterschieden sie bei den Blutbuchen zwischen Licht- und Schattenblättern.

Die Analysevorschriften und auch die Analyseergebnisse, sowie deren Interpretation wurden in der Diplomarbeit veröffentlicht.



„Einige Trends lassen sich aus den vorliegenden Daten (siehe Tabellen) ablesen.

1. Der Gehalt an β -Carotin im Blatt steigt im Lauf des untersuchten Zeitraums deutlich an. Das erklärt sich daraus, dass zu Beginn der Vegetationsperiode kein β -Carotin im Blatt vorhanden ist und erst im Lauf der Blattentwicklung gebildet wird.
2. Der Gehalt an Chlorophyll in Masseprozent im Blatt hat Mitte Mai ein Maximum. Diese Tatsache lässt sich darauf zurückführen, dass die Zunahme an Chlorophyll im Blatt Mitte Mai stagniert, aber die Blattsubstanz weiterhin spürbar anwächst und somit der relative Gehalt an Chlorophyll im Blatt sinkt.
3. Der Gehalt an Anthocyanen nimmt in den Monaten April und Mai zu, wobei südliche Sonnenblätter deutlich mehr Anthocyane besitzen als nördliche Schattenblätter. Dieses Faktum wurde auch schon in der Literatur beschrieben und entspricht auch den Ergebnissen der in Abschnitt („meine Messungen“) durchgeführten Analysen.“⁸

Um den Schülerinnen und Schülern zu demonstrieren, wie aussagekräftig und zuverlässig ihre Ergebnisse sind, wurden sie in Kleingruppen eingeladen, an Kontrollanalysen mit Mitteln der Universität mitzuwirken.

6.5 Zusammenführung der Projektgruppen

Mai, Juni 2008

Das Ende des Schuljahres stand im Zeichen der Zusammenführung verschiedener Projektgruppen. Die „reinen“ Physiker wurden von den Biologen und Chemikern eingeladen an Analysen teilzunehmen. Umgekehrt bekamen die Biologen und Chemiker eine Einführung in die Infrarot- und Ultraviolettphotografie.



Gänseblümchen im Tageslicht, bzw. bei Beleuchtung mit ultraviolettem Licht

Dieser Abschnitt im Projektjahr rundete das Bild ab und stand unter dem Aspekt Evolution verstehen und begreifen.

⁸ Strasser, J. (2008). Analyse von Blattfarbstoffen und die Umsetzung für die Schule. Diplomarbeit. Angefertigt am Institut für Analytische Chemie der Johannes Kepler Universität Linz (S. 36)

7 ÜBERLEGUNGEN ZU EINZELNEN LERNINHALTEN

7.1 UV und IR – Didaktische Analyse eines fächerübergreifenden Themas – Mag. Franz-Josef Natschläger / Kollegium Aloisianum

Planung und Gestaltung von Unterricht erfordert zwingend die Beschäftigung mit didaktischen Modellen. Letztere bilden nicht nur eine Hilfe für eine methodische Vorgangsweise, sondern können auch evaluiert werden. Die folgenden Ausführungen mögen den didaktischen Hintergrund unserer Arbeiten etwas genauer erläutern. Die Beschreibung des fachlichen Hintergrundes ist in ANHANG B zu finden.

Lernende sollen Naturwissenschaften als eine kulturelle Leistung erkennen und in der Lage sein, diese mit gesellschaftlichen Problemfeldern verknüpfen zu können.⁹

In den Naturwissenschaften wird Wissen nach Methoden entwickelt, welche rational begründbar und wiederholbar sind. Das Herzstück naturwissenschaftlicher Methodik bilden Experimente. Mit Experimenten können viele Ziele verfolgt werden. Man kann zum Beispiel Theorien überprüfen, Phänomene darstellen, Hypothesen testen, Naturkonstante messen oder auch nur Instrumente eichen.

Sowohl Demonstrations- als auch Schülerexperimente sollten fünf grundlegende didaktische Aspekte berücksichtigen:

- Die Lernenden sollten in allen Phasen des Experimentierens aktiv einbezogen werden und auch ihre Lösungsvorschläge berücksichtigt werden.
- Versuchsanordnungen sollen überschaubar sein. (Der didaktische Nutzen ist meist umgekehrt proportional zum Materialaufwand).
- Experimente sollen praxisnah und interessant sein.
- Es ist nicht zwingend erforderlich, dass zu jedem Schülerexperiment ein exaktes Protokoll verfasst wird.
- Experimente dürfen misslingen. Diese Erkenntnis ist ganz wichtig. Man sollte sich dann aber darüber Gedanken machen, warum ein Misserfolg eingetreten ist und welche Folgerungen daraus zu ziehen sind.

Die Untersuchung der Auswirkungen von UV- und IR-Licht auf Mineralien, Pflanzen und Tiere bildet ein Beispiel exemplarischen Lernens. Der Lernende betrachtet nur einen kleinen Bereich des Ganzen und erhält doch wesentlich mehr. Er kann Wesen und Eigenart des Faches erkennen und auch die methodische Vorgangsweise wird hier illustriert. Er erhält nach Wagenschein einen Spiegel des Ganzen und betrachtet doch nur einen kleinen Teilbereich.

Exemplarisches Lernen bietet auch eine große Chance, dem Druck der Stofffülle zu entgehen, weil sie ein Spiegel des Ganzen sind. Nicht nur Max Planck behauptet: Ein einziger von einem Lernenden verstandener mathematischer Satz ist mehr Wert als zehn auswendig gelernte Formeln.

⁹ Kompetenzstufenmodell nach BYBEE (1997)

Bybee, R.W. (1997). Toward an Understanding of Scientific Literacy. In W. Gräber, & C. Bolte (eds), Scientific Literacy. Kiel: IPN, 37-68.

Entdeckendes und forschendes Lernen

In unserem umfangreichen Farben-Projekt wurden die Lernenden auch mit einer sehr interessanten Lernform, nämlich dem „Entdeckenden und forschenden Lernen“ bekannt gemacht. Das fachübergreifende Projekt wurde in mehrere Teile aufgesplittet und von zwei verschiedenen, aber vernetzten, Gebieten (Biologie und Physik) betrachtet. Diese Vorgangsweise ist naturwissenschaftlicher Forschung sehr ähnlich und ist eine sehr vielversprechende Lernmethode.

Sie hatten sich dabei Anforderungen auf mehreren Ebenen ausgesetzt. Es mussten nicht nur physikalische und biologische Kenntnisse erworben werden, sondern auch Arbeitsbereiche erschlossen werden und Ergebnisse weitergeleitet bzw. diskutiert werden. Es wurde nicht nur Wissen im Frontalunterricht vermittelt, sondern auch in kleinen Gruppen an verschiedenen Aufgabengebieten geforscht und in größeren Gruppen über die Teilergebnisse diskutiert.

In den USA wird forschendes Lernen durch folgende Aktivitäten gekennzeichnet: *observe, pose question, gather data, interpret data, answer/explain, communicate and predict*¹⁰

Natürlich überfordert ganz freies Forschen viele Lernende. Der Lehrende soll daher behutsam vorgehen und zuerst nur die Prozesse, welche zum Forschen gehören, nachvollziehen. Man erteilt Arbeitsaufträge und unterstützt sie anfangs mit Materialien. Mit zunehmender Zeit werden die Lernenden dann immer selbständiger.

Letztendlich eignen sie sich nicht mehr nur fachliches Wissen an, sondern lernen sich Sachverhalte selbst zu erarbeiten und erwerben zusätzlich methodische Fähigkeiten. Sie erkennen, dass Naturwissenschaften ein hohes Potenzial an Entdeckungen bieten.

7.2 Pflanzenfarbstoffe – Mag. Josef Wöckinger / Kollegium Aloisianum

Farbstoffe im Pflanzenreich wurden bereits in früheren Kursen meines Wahlpflichtunterrichtes in Biologie und Umweltkunde thematisiert. Im Rahmen unseres Projektes sollte allerdings mehr Zeit zur Verfügung stehen und es sollten auch aufwendigere Analysemethoden angewendet sowie die unterschiedlichen Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik) im fächerübergreifenden Unterricht zusammengeführt werden.

Es war beabsichtigt, die Schülerinnen und Schüler anzuregen, ihre Umwelt mit offeneren Augen zu betrachten. Daher wurden sie zum Einstieg in diese Thematik auf eine Fotofahrt durch die Stadt, die Parkanlagen und den Botanischen Garten der Stadt Linz geschickt, um die Biodiversität im Pflanzenreich vor allem im Hinblick auf die verschiedensten Pflanzenarten, Pflanzenfarbstoffe und Färbetechniken der Natur zu dokumentieren. Das Bewusstsein über den Nutzen, die biologische Vielfalt zu erhalten, war dabei ein wesentlicher Aspekt.

In der Folge wurden die Schülerinnen und Schüler beauftragt, mittels Literaturstudium bzw. Internetrecherche die verschiedensten Farbstoffe und Färbetechniken der Pflanzenwelt zu erkunden. Als wichtige Pflanzenfarbstoffe waren Chlorophylle, Carotinoide, Anthocyane und Flavone ausfindig zu machen sowie ihre unterschiedliche

¹⁰ US-Bildungsstandard NRC 1996. <http://www.nsta.org/publications/nses.aspx>

Lokalisation in Plastiden und Vakuolen der Zellen zu erkennen. Im Hinblick auf die verschiedensten Trennverfahren sollten sie auch verstehen, dass man die Farbstoffe aufgrund ihrer Löslichkeit in fett- und wasserlösliche Substanzen einteilen kann.

Ein Themenübersichtsplakat war zu erstellen und den Schülerinnen und Schülern der Partnerschule als Diskussionsgrundlage an einem gemeinsamen Projekttag zu präsentieren.

In weiteren Unterrichtssequenzen mussten die Schülerinnen und Schüler Farbstoff-extrakte aus Brennnesselblättern, Geranienblüten und Ringelblumenblüten gewinnen und anschließend mittels Dünnschichtchromatographie auftrennen, vergleichen und bestimmen.

Als nächsten Schritt sollten die Schülerinnen und Schüler im Rahmen eines kleinen mikroskopischen Praktikums die diversen Zellorganellen, in denen Farbstoffe vorkommen, suchen und zeichnerisch sowie mittels lichtmikroskopischer Fotografie dokumentieren, um dabei auch einen Einblick in die Technik der mikroskopischen Fotografie zu gewinnen.

Mittels Blaukrautsaft war die pH-Abhängigkeit der Anthocyane zu erkunden, um zu zeigen, dass derselbe Farbstoff unterschiedliche Farben verursachen kann. Ein pH-abhängiger Farbumschlag wird z.B. vom Lungenkraut als Signalwirkung für Insekten - schon bestäubt oder noch nicht bestäubt - verwendet.

Um es nicht bei qualitativen Untersuchungen zu belassen, waren in Zusammenarbeit mit dem Institut für Analytische Chemie der Johannes Kepler Universität Linz quantitative Untersuchungen von Rotbuchen- und Blutbuchenblättern bezüglich Farbstoffkonzentrationen zu verschiedenen Jahreszeiten durchzuführen.

7.3 Biodiversität erleben und verstehen - am Beispiel von Pflanzenfarbstoffen – Mag. Erika Hödl / Akademisches Gymnasium Linz

Im Rahmen des Projektes „Linz ist bunt! Was macht Linz bunt?“ wurde das Thema Farben in unserer Umgebung von verschiedenen Projektgruppen auf vielfältige Weise behandelt. Nicht alle waren unmittelbar mit dem Jahresthema Biodiversität befasst. Im Folgenden wird daher vor allem auf die Unterrichtsarbeit in der Wahlpflichtgruppe Biologie und Umweltkunde der 6. Klassen des Akademischen Gymnasiums eingegangen.

Schülerinteresse

Schülerinnen und Schüler der 10. Schulstufe, also 16 bis 17-jährige Jugendliche, sollten im Rahmen des Projektes mit dem Thema Biodiversität vertraut gemacht werden. Sie sollten Evolution verstehen und begreifen lernen und noch viel wichtiger, sie sollten die Vielfalt in der Natur zu „ihrem“ Thema machen.

Die Schülerinnen und Schüler wurden zu Beginn des Schuljahres über den Projekt-ablauf informiert. Zunächst war für die Schülerinnen und Schüler aber nur interessant an einem Projekt beteiligt zu sein, mit Schülerinnen und Schülern einer anderen Schule und sogar mit Vertreterinnen und Vertretern der Universität zusammenzuarbeiten. Das eigentliche Thema, Farben in der Natur, war für sie anfangs nicht von großer Bedeutung.

Als Einstieg in das Thema diente ein Lehrausgang in den Botanischen Garten der Stadt Linz und in umliegende Parkanlagen. Die Schülerinnen und Schüler waren angehalten mit offenen Augen die Natur zu betrachten. Sie sollten für sie interessante Objekte fotografieren. Die Auswahl der Objekte, ob Pflanze oder Tier, wurde bewusst den Schülerinnen und Schülern überlassen, auch auf die Gefahr hin, dass alle ein und dasselbe Blatt fotografieren würden.

Eine Feuerwanze, die sich am Gehsteig im Laub verkriechen wollte, wurde zum Impulsgeber. Ein Schüler bemerkte das Tier, beobachtete es und machte die anderen Schülerinnen und Schüler darauf aufmerksam. Buntes war also sogar am Gehsteig zu finden. Das Interesse war für den Anfang geweckt. Ich konnte, zumindest für die Dauer des Lehrausganges, von der Rolle des Instructors in die Rolle des Begleiters und Mitbeobachters wechseln. In dieser Situation war es ein Leichtes, „rein zufällig“ bei einem Standort, an dem Blut- und Rotbuchen nebeneinander zu finden sind, vorbeizukommen. Ich hatte schon im Vorfeld die Genehmigung des Stadtgartenamtes eingeholt, eben diese beiden Bäume zu beernten um das für die geplante Analytik von Pflanzenfarbstoffen notwendige Blattmaterial zu erhalten.

In den weiteren Unterrichtseinheiten wurden Themen wie Pflanzenfarbstoffe, Farben der Tiere, Linz aus der Sicht der Tiere, etc. recherchiert, dokumentiert und präsentiert. Mikroskopische Untersuchungen und einfache Versuche (Auftrennung von Pflanzenfarbstoffen mittels Dünnschichtchromatographie, pH-Abhängigkeit von Anthocyanen) rundeten das Bild ab. Die Aufgaben wurden sorgfältig erledigt, es war aber noch zu viel Lenkung durch den Lehrenden notwendig. Das gewünschte selbständige Handeln und forschende Lernen wurde noch nicht zufriedenstellend erreicht.

Die weitere Unterrichtsarbeit erfolgte auf zweierlei Schienen. Die Schülerinnen und Schüler sollten mit dem Thema Biodiversität auf den verschiedensten Ebenen vertraut gemacht werden. Gleichzeitig begann die Zusammenarbeit mit dem Institut für Analytische Chemie der Johannes Kepler Universität Linz.

Begriff „Biodiversität“

Die tiefere Auseinandersetzung mit der Thematik Biodiversität gestaltete sich anfangs relativ mühsam. Es wurde zwar „brav“ mitgearbeitet, aber nur unter ständiger Impulsgebung des Lehrenden. Der Umschwung gelang am Faschingsdienstag! Die Motivation ernsthafte Themen zu behandeln war in der 5. und 6. Unterrichtseinheit auf dem Nullpunkt angelangt. Die „Caminalcules“¹¹ schienen geeignet zu sein diese beiden Unterrichtseinheiten zu bestreiten. Was als Faschingsdienstagsbeitrag begann wurde schließlich zu einer ernsthaften Diskussion über das Thema Vielfalt. Fazit dieser Diskussion war:

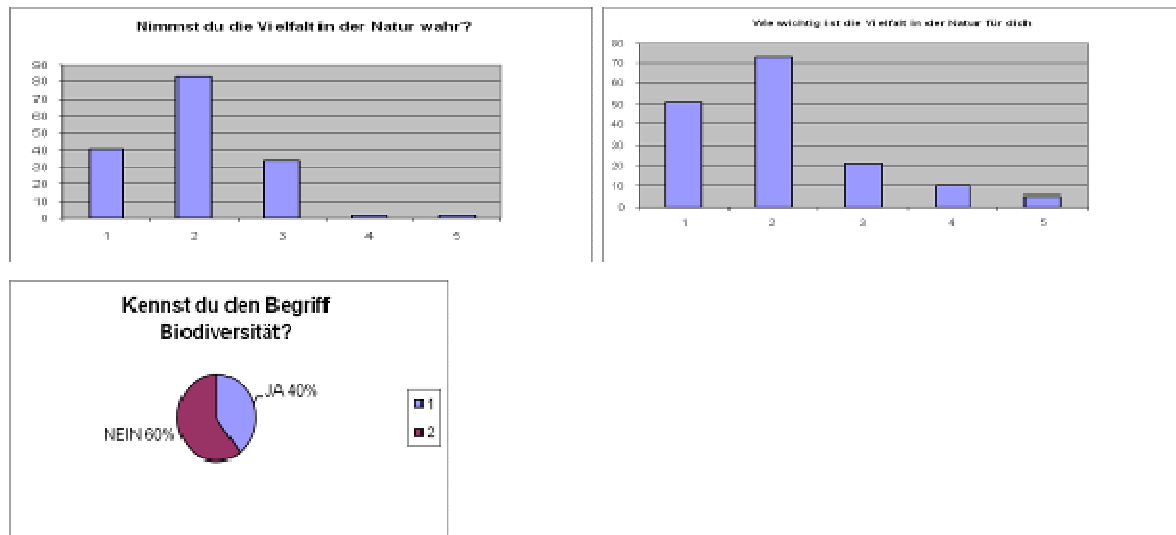
- aufgrund der bisherigen Projektarbeit nahmen die Schülerinnen und Schüler die Vielfalt in der Natur verstärkt wahr,
- es war ihnen wichtig die Vielfalt zu erhalten,
- sie konnten aber bisher mit dem Begriff Biodiversität wenig anfangen, er war für sie zu abstrakt.

Im Laufe der Diskussion kamen die Schülerinnen und Schüler auf die Idee ihre Kolleginnen und Kollegen der Oberstufe zu befragen wie deren Zugang zur Vielfalt in

¹¹ <http://nsm1.nsm.iup.edu/rgendron/Caminalcules.shtml>

der Natur ist. Gleichzeitig sollte ein Informationsplakat zum Thema Biodiversität gestaltet werden. Das Plakat wurde auf einer Schautafel vor dem Biologiesaal aufgehängt.

Das Ergebnis der Umfrage unter ca. 150 Schülerinnen und Schülern wurde ausgewertet und graphisch dargestellt. Bei den Ergebnissen ist zu berücksichtigen, dass die Umfrage in der gesamten Oberstufe erfolgte und auch die am Projekt beteiligten Klassen miteinbezogen wurden. Bewertet wurde zum Teil nach dem Schulnotensystem.



Kooperation mit Experten

Die Zusammenarbeit mit dem Institut für Analytische Chemie der Johannes Kepler Universität wurde im laufenden Projekt neu strukturiert. Die Schülerinnen und Schüler sollten nicht nur, wie in den Vorgängerprojekten, Analysen am Institut mit den Mitteln einer Forschungseinrichtung durchführen. Bei Arbeiten in den Labors einer Forschungseinrichtung ist aufgrund des Vorwissens der Schülerinnen und Schüler an ein selbständiges Arbeiten nicht zu denken. Sie können aus dem Regelunterricht viele Analysemethoden nur aus dem Lehrbuch kennen. Aus der Sicht der Forschungseinrichtung ist es verständlich, dass Schülerinnen und Schüler nur unter Aufsicht und genauer Anleitung an hochsensiblen Analysegeräten hantieren dürfen.

Im laufenden Projekt sollten die Schülerinnen und Schüler vielmehr Methoden kennenlernen, die sie eigenständig anwenden konnten. Methoden, die zu ähnlichen Ergebnissen führen, wie sie auch mit den Mitteln der Forschungseinrichtung erzielt werden können.

Die Zusammenarbeit erfolgte mittels Herrn Joachim Strasser, eines Diplomanden des Institutes¹². Herr Strasser entwickelte in seiner Arbeit Methoden zum qualitativen und quantitativen Nachweis von Pflanzenfarbstoffen (siehe Anhang A). Der qualitative Nachweis mittels Dünnschichtchromatographie gehört zum Standardprogramm des Unterrichtes und ist relativ einfach durchzuführen. Schwierig gestaltet sich die quantitative Analyse.

¹² Strasser, J. (2008). Analyse von Blattfarbstoffen und die Umsetzung für die Schule. Diplomarbeit. Angefertigt am Institut für Analytische Chemie der Johannes Kepler Universität Linz

- Die entwickelten Analyse- und Messmethoden wurden zunächst unter Anleitung durchgeführt. Die Schülerinnen und Schüler des Wahlpflichtgegenstandes Biologie und Umweltkunde hatten nur geringe (Unterrichtsgegenstand Chemie 4. Klasse) chemische Vorbildung. Auch das praktische Arbeiten mit Analysegeräten musste erst erlernt werden.
- Die Beobachtung der Schülerinnen und Schüler während der praktischen Arbeit zeigte eine Reihe von interessanten Aspekten.
- Die Durchführung der Analysen, gemeinsam mit einem sogenannten Experten spornte die Schülerinnen und Schüler an. Es wurde zum „Tagesgespräch“ auch in Klassen, die nicht am Projekt beteiligt waren.
- Der Diplomand wurde von den Schülerinnen und Schülern immer akzeptiert. Die Anleitungen waren verständlich und nachvollziehbar. Anregungen der Schülerinnen und Schüler wurden sofort aufgenommen. Als Beobachterin, die schon viele Jahre im Schulbetrieb arbeitet, kann ich ruhigen Gewissens behaupten, jene Schule, die ihn in den nächsten Jahren in den Lehrkörper aufnehmen kann, hat einen „geborenen“ Lehrer gewonnen.
- Anfangs übernahmen in den Gruppen die Mädchen, die eigentlich in der Überzahl waren, eher Hilfsdienste.
- Im Laufe des zweiten Semesters, nach Beginn der Vegetationsperiode, wurden die Analysen selbständig, teilweise in der Freizeit der Schülerinnen und Schüler und mit großem Engagement durchgeführt. Die Organisation der Analysen wurde nun von zwei Mädchen übernommen. Ihre in der Zwischenzeit erworbenen Kompetenzen wurden von den männlichen Teilnehmern geschätzt und akzeptiert.
- Die Ergebnisse wurden diskutiert und waren Ausgangspunkt für viele Fragen, die sich die Schülerinnen und Schüler sonst nie gestellt hätten. Es waren Fragen, die sowohl biologische, wie auch chemische Aspekte betrafen.
- Die Arbeit erfolgte im Rahmen des Gegenstandes Biologie und Umweltkunde. Der Diplomand kam aus dem Fach Chemie. Gerade diese Zusammenarbeit zeigte den Teilnehmerinnen und Teilnehmern, wie wichtig fächerübergreifendes Denken ist.

Zum Abschluss hatten die Schülerinnen und Schüler noch die Gelegenheit die Analysemethoden der Forschungseinrichtung vor Ort, also am Institut für Analytische Chemie, kennenzulernen. Natürlich ist es ein besonderes Erlebnis Techniken kennenzulernen mit denen reale Proben aus der Forschung analysiert werden und deren Ergebnisse in wissenschaftlichen Publikationen wiederzufinden sind.

Wie aus Gesprächen mit den Schülerinnen und Schülern hervorging, war für sie aber am beeindruckendsten:

- Wir haben so genau gearbeitet, dass die Ergebnisse mit denen der Forschungseinrichtung „fast“ übereinstimmen.
- Wir waren an der Erstellung einer Diplomarbeit „beteiligt“.
- Die Arbeit passierte nicht nur um Schülerinnen und Schüler zu beschäftigen. Auch die Forschungseinrichtung hat Interesse an diesem Thema (siehe Kapi-

tel 8.1 Wissenschaftlicher Aspekte des Projektes – o. Univ. Prof. Dr. DI Wolfgang Buchberger)

Die Kooperation zeigte aus der Sicht der Didaktik, dass das Lernen der Schülerinnen und Schüler nicht einer normativen Vorgabe („Lernstoff“) unterworfen ist, sondern Schülervorstellung und fachliche Aussagen gleichwertig miteinander in Wechselwirkung stehen. *Die Didaktische Rekonstruktion wissenschaftlicher Inhalte ist auf das Herstellen von Bezügen zwischen fachlichem und interdisziplinärem Wissen und der Lebenswelt der Lernenden, deren Vorverständnis, Anschauungen und Werthaltungen ausgerichtet. Dabei sind häufig solche fachlichen und fachübergreifenden Bezüge zu berücksichtigen, die die Wissenschaftler als Fachleute in ihren Arbeiten voraussetzen können, die den Nichtspezialisten und Schülern aber nicht bekannt sind.*

¹³

¹³ Radits, F. Rauch F. Kattmann U. Gemeinsam Forschen – Gemeinsam Lernen StudienVerlag Innsbruck, Wien Bozen (2005)

8 FORSCHUNGSBILDUNGSKOOPERATION

„Gemeinsames Lernen und Arbeiten wie auch Kooperation von Schülerinnen und Schülern mit Expertinnen und Experten im Rahmen situierter Problemstellungen hat Bestandteil möglichst vieler Lernphasen zu sein. Maximal realisieren lässt sich diese Leitlinie durch gemeinsames Lernen und Arbeiten in einer Expertengemeinschaft, für die minimale Realisierung werden Gruppenarbeiten vorgeschlagen.“¹⁴ So lautet eines der Bildungsziele des Lehrplanes für den Unterrichtsgegenstand Chemie der AHS-Oberstufe. Ein Bildungsziel, das im Rahmen einer Forschungs-/Bildungskooperation vielleicht zu erreichen ist. Da Schule und Universität aber weitgehend getrennte Wege gehen, ist es notwendig, Rahmenbedingungen für derartige Kooperationen zu entwickeln und zu erproben.

Das Projektteam Akademisches Gymnasium, Kollegium Aloisianum und Institut für Analytische Chemie der Johannes Kepler Universität Linz arbeitet, wie schon im Kapitel Ausgangssituation angemerkt, zum dritten Mal in einer ForschungsBildungsKooperation.

Die Anbahnung zu dieser Kooperation erfolgte eigentlich schon vor einigen Schuljahren. Mag. Erika Hödl leitete gemeinsam mit o. Univ. Prof. Dr. DI Wolfgang Buchberger über 5 Jahre die naturwissenschaftlichen Kurse der Sommerakademie für Hochbegabte in Bad Leonfelden. Aus dieser gelungenen Zusammenarbeit ergab sich die Überlegung zu zeigen, dass dies auch im „normalen“ Schulbetrieb möglich sein kann.

Wie schon im Kapitel Ausgangssituation erwähnt, ist dies die dritte Kooperation im Rahmen von IMST/proVision. Das Thema wurde, wie auch in den Jahren davor, nach folgenden Aspekten gewählt:

- ist es ein Thema, das die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler betrifft,
- was kann die Schule (Lerninhalt des jeweiligen Jahrganges laut Lehrplan) beitragen,
- was kann die Universität beitragen,
- gibt es am Institut ein Forschungsinteresse.

Die Planung des Projektablaufes wurde, wie auch in den vorangegangenen Projektjahren, gemeinsam durchgeführt. Um eine Kooperation effizient zu gestalten ist dies unabdingbar notwendig. Auch die Aufgaben müssen am Beginn des Projektes genau definiert und den Projektpartner zugeschrieben werden. Die Aufgabe der Schule (Mag. Erika Hödl) war es die Schülerinnen und Schüler, gemeinsam mit den übrigen beteiligten Kollegen auf die Zusammenarbeit vorzubereiten und die Termine zu koordinieren. Die Zusammenarbeit im laufenden Projekt bestand darin, eine Diplomarbeit im Fach Chemie zu begleiten. Da, um das Thema Pflanzenfarbstoffe umfassend zu behandeln, biologische Hintergrundinformation notwendig ist, war es meine Aufgabe dem Diplomanden fachlich zur Seite zu stehen. Am Ende der Projektphase wurden die Analysen unter meiner Aufsicht von den Schülerinnen und Schülern selbständig durchgeführt. Die Analyseergebnisse sind Teil der Diplomarbeit.

¹⁴ http://archiv.bmbwk.gv.at/medienpool/11861/lp_neu_ahs_09.pdf

Aufgaben des Kooperationspartners waren die Vorbereitung, Durchführung und Nachbesprechung der Analysen. Gleichzeitig wurden am Institut Vergleichsanalysen durchgeführt, bzw. entwickelt.

Es gibt eine Reihe von positiven Faktoren, die sich für die Schülerinnen und Schüler, aber auch für die Lehrerinnen und Lehrer in einer ForschungsBildungsKooperation ergeben. Die Schülerinnen und Schüler gelangen zu wesentlich klareren Vorstellungen von Biologie, Chemie und Physik als Fachwissenschaften, gerade im Hinblick auf eventuelle Studienvorstellungen. Die Hemmschwelle, an Experimente heranzugehen und komplexe naturwissenschaftliche Themen zu behandeln, sinkt. Nicht zuletzt trägt die Zusammenarbeit in einer ForschungsBildungsKooperation natürlich auch zur Professionalisierung der Lehrenden bei.

Problematisch ist die starre Struktur unseres Schulalltages. Projektorientierter Unterricht ist zwar in den Bildungszielen des Lehrplanes vorgeschrieben, mit den bestehenden Strukturen der Schulen ist dies schon innerhalb einer Schule nicht immer einfach zu planen. Noch komplizierter wird es, wenn drei Bildungseinrichtungen (zwei Schulen und ein universitäres Institut) zusammenarbeiten wollen. Eine funktionierende Organisationsstruktur ist eine wesentliche Voraussetzung für das Gelingen des Vorhabens.

ForschungsBildungsKooperationen sind für Lehrerinnen und Lehrer immer eine Gelegenheit der fachlichen Weiterbildung. Gleichzeitig tragen diese Kooperationen auch zur Professionalisierung im Bereich Organisation und Projektmanagement bei. Was der Projektpartner dazugelernt hat, ist schwierig zu beurteilen. Es ist aber sicher von Vorteil, wenn Vertreter universitärer Einrichtungen Einblicke in die Organisationsstrukturen der Schulen haben. Schüler dieser Schulen sind die zukünftigen Studierenden und Absolventen, sofern sie Lehramtskandidaten sind, werden für die Bildungseinrichtung Schule ausgebildet. Aus diesem Zugewinn an Wissen, Einblicken und Fertigkeiten leitet sich auch der Benefit für alle Beteiligten einer ForschungsBildungsKooperation ab.

Aufgrund der Umstrukturierung von proVision zu Sparkling Science ist für das kommende Schuljahr kein weiteres Projekt geplant. Es ist aber kaum denkbar, dass dies die letzte Kooperation gewesen sein soll. In welchem Rahmen weitere Kooperationen stattfinden, wird sich nach reiflichen Überlegungen zeigen.

8.1 Wissenschaftliche Aspekte des Projektes – o. Univ. Prof. Dr. DI Wolfgang Buchberger

Die quantitative Bestimmung von Pflanzenfarbstoffen wie Anthocyane, Carotinoide und Chlorophylle erfolgt heute meist durch chromatographische Verfahren und hier wiederum vorwiegend durch die Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC). Als stationäre Phasen werden vielfach unpolare Umkehrphasen eingesetzt, d.h. Kieselgele, deren Oberfläche mit längeren Kohlenwasserstoffketten modifiziert ist.

Ein Nachteil der bisher in der Literatur beschriebenen HPLC-Verfahren für Pflanzenfarbstoffe lag darin, dass die unterschiedlichen Verbindungsklassen kaum innerhalb eines einzigen chromatographischen Laufes aufgetrennt werden konnten. Grund hierfür ist die Tatsache, dass die einzelnen Substanzgruppen sehr unterschiedliche Polaritäten aufweisen und daher sehr unterschiedliches chromatographisches Verhalten zeigen. Somit mussten bisher sehr unterschiedliche mobile Phasen für Anthocyane oder Carotinoide eingesetzt werden.

Dieses grundlegende Problem könnte durch Anwendung neuartiger Umkehrphasen, welche in jüngster Vergangenheit auf den Markt gekommen sind, sowie durch geeignete Gradientenverfahren gelöst werden. Die Gradientenelution ermöglicht grundsätzlich die Auftrennung von Proben mit Komponenten stark unterschiedlicher Polarität, setzt aber eine sorgfältige systematische Optimierung der Zusammensetzung der mobilen Phasen voraus. Aus der Sicht der Analytischen Chemie wäre es äußerst interessant, neuartige Methoden zur simultanen Analyse unterschiedlichster Pflanzenfarbstoffe zu entwickeln, die wegen der verkürzten Analysendauer auch für unterschiedlichste praktische Applikationen interessant sein würden

Im Rahmen des Projektes „Linz ist bunt – was macht Linz bunt“ wurden in den letzten Monaten einfache photometrische Verfahren entwickelt um verschiedenen Gruppen von Pflanzenfarbstoffen im Schulunterricht analysieren zu können. Hierbei sollten aber den interessierten Schülerinnen und Schülern auch moderne HPLC-Verfahren als Alternative vorgeführt werden. In diesem Zusammenhang wäre es wissenschaftlich interessant zu untersuchen, wie die einfachen photometrischen Verfahren hinsichtlich Genauigkeit und Reproduzierbarkeit im Vergleich mit den aufwändigeren HPLC-Verfahren abschneiden. Hierbei ist zu bedenken, dass einfache photometrische Verfahren als Schnelltests für manche reale Fragestellungen völlig ausreichend sein könnten, vorausgesetzt dass man diese Verfahren bei der Methodenentwicklung mit modernen Referenzverfahren (wie eben HPLC) überprüft hat.

Da im vorliegenden Projekt geplant ist pflanzliche Materialien während verschiedener Jahreszeiten zu sammeln, ergibt sich eine ideale Möglichkeit mit einer ausreichend großen Anzahl an Proben einen statistisch fundierter Vergleich der beiden Methoden durchzuführen.

Schließlich ist geplant, das laufende Projekt als Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen von Anthocyanfarbstoffen zu nehmen. Die Leistungsfähigkeit der HPLC in Kombination mit der Massenspektrometrie ist in den letzten Jahren enorm gestiegen. Am Institut für Analytische Chemie der Universität Linz wurde in diesem Monat ein neues Q-TOF-Massenspektrometer (gekoppelt mit HPLC) installiert, welches sich durch stark verbesserte Empfindlichkeit und neue Möglichkeiten der Substanzidentifizierung auszeichnet. Es erscheint interessant mit dieser Instrumentierung neuerlich natürlich vorkommende Anthocyanfarbstoffe zu untersuchen, da bisher unbekannte Anthocyanverbindungen nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden können.

9 EVALUATION

Die Evaluierung des Projektes wurde sowohl intern als auch extern durchgeführt. Die externe Evaluierung führte Dipl. Ing. Mag. Dr. Manfred Lasinger¹⁵ im Rahmen zweier Lehrveranstaltungen im Wintersemester 2007/08 und im Sommersemester 2008 mit Studentinnen und Studenten der Universität Linz durch.

Evaluation (Evaluierung) bedeutet allgemein die Beschreibung, Analyse und Bewertung von Prozessen und Organisationseinheiten, insbesondere in der Wirtschaft, aber auch im Bildungsbereich, den Bereichen Gesundheit, Entwicklungshilfe oder auch der Verwaltung. Sie kann sich sowohl auf die Ergebnisse (Produkte, Dienstleistungen), Prozesse (Verfahren, Abläufe), Strukturen (Systeme) oder den Kontext (Voraussetzungen, Rahmenbedingungen) beziehen. In der Praxis orientiert sich die Evaluierung an den konkreten Fragen der Entscheidungsträger. Im Bereich der Bildung (im gegebenen Fall) sind dies vor allem die Schülerinnen und Schüler oder Studierenden, deren Eltern, die Lehrenden, aber auch die (un)mittelbar betroffenen Praktiker (zukünftige Arbeitgeber) und die entsprechenden Stellen in Verwaltung und Politik.

9.1 Interne Evaluierung

Als Methoden der internen Evaluierung wurden gewählt:

- Beobachtungen während der Projektarbeit
- Materialanalyse
- Reflexionen im Anschluss an Projektereignisse.

9.1.1 Beobachtungen während der Projektarbeit

Die Schülerinnen und Schüler wurden während der Arbeitsphasen in Kleingruppen nach folgenden Aspekten beobachtet:

- Teamfähigkeit
- Auseinandersetzung mit neuen, eventuell schwierigen Lerninhalten
- Engagement
- Ausdauer

¹⁵ Dipl. Ing. Mag. Dr. Manfred Lasinger, Consulting Training Coaching, Kirchenberg 8, 43 Mauthausen

Die Beobachtungen wurden mithilfe eines Beobachtungsbogens dokumentiert.

Beobachtungsbogen während Experimentierphase

Schüler:

Datum:

Kriterien	Beurteilungsgrad			Bemerkung
	☺	☹	☹	
Interesse				
lässt sich auf das Thema ein				
entwickelt Fragen zum Thema				
Selbständigkeit				
löst Probleme selbständig				
nimmt Aufgaben in der Gruppe wahr				
plant sein experimentelles Vorgehen				
kann Vorgänge begründen				
Genauigkeit				
arbeitet sauber				
beobachtet genau				
Teamarbeit				
bemüht sich um arbeitsteilige Zusammenarbeit in der Gruppe				
geht auf Vorschläge seiner Mitschüler ein				

Ergebnisse der Beobachtungen:

Wie bei allen anderen Gruppenarbeiten, die im Laufe eines Schuljahres durchgeführt wurden, gab es auch während der Projektarbeit Unterschiede im Engagement, in der Ausdauer und im Willen sich mit Neuem auseinander zu setzen. Der Großteil der Schülerinnen und Schüler arbeiteten aber mit großer Begeisterung.

Besonders herausragend waren am Akademischen Gymnasium einige Schülerinnen, die im Rahmen des Wahlpflichtgegenstandes Biologie und Umweltkunde am Projekt teilnahmen. Die Mädchengruppe wurde zur „Stütze“ des Projektes. Sie führten im zweiten Semester den Großteil der Analysen, teilweise auch in ihrer Freizeit durch. Bemerkenswert war, dass diese Gruppe von 5 Mädchen sich auch als Tutorinnen für Gruppen aus dem Kollegium Aloisianum zur Verfügung stellten und diese Aufgabe mit Erfolg meisterte.

In einer 6. Klasse des Akademischen Gymnasiums gestaltete sich die Projektarbeit eher schwierig. Die Klasse ist als äußerst schwierig, sehr inhomogen und mit großen Problemen in der sozialen Kompetenz bekannt.

Die Beobachtungen in der 7. Klasse des Akademischen Gymnasiums, die im Fach Chemie am Projekt beteiligt war, waren durchaus positiv. Die Klasse verfügt über keinerlei Projekterfahrung und wurde von der Lehrkraft das erste Jahr unterrichtet. In einem Gymnasium ist der Pflichtgegenstand Chemie oft mit Angst und Ablehnung verbunden. Gerade die Arbeit am Projekt ermöglichte den Schülerinnen und Schülern Chemie im Kontext näherzubringen. Eine Schülerin formulierte wie folgt: „Das

macht ja sogar Spaß. Es ist aber auch nicht Chemie so wie ich sie bisher kennengelernt habe.“

Die Schülerinnen und Schüler waren zum Teil schon an den Vorgängerprojekten beteiligt. Sie gingen mit größeren Erwartungshaltungen in das Projekt. Die Beobachtungen decken sich weitgehend mit den letzten Jahren. Auch ihr Engagement und die Freude am Experimentieren waren durchaus positiv zu bewerten.

9.2 Externe Evaluierung

Das Kapitel Evaluierung wird weitgehend bezugnehmend auf den Auditbericht von Dipl. Ing. Mag. Dr. Manfred Lasinger¹⁶ gestaltet.

Evaluiert wurde das Projekt „Linz ist bunt. Was macht Linz bunt?“ beginnend mit Oktober 2007 und endend mit Juni 2008.

- Es wurden zwar Personen oder Gruppen beobachtet und befragt, aber die Abläufe, Maßnahmen, Entscheidungen und Resultate bewertet.
- Die Beobachtungen wurden so „unaufdringlich“ (unbemerkt) wie nur möglich durchgeführt.
- Die Befragungen wurden in ungezwungener, kollegialer Atmosphäre (durch Studenten) durchgeführt (Wintersemester 2007/08)– im Sommersemester 2008 streng anonym durch die webbasierte Online-Evaluierungsplattform WeQual!
- Die Beobachtungen und Befragungen wurden in den beiden Semestern (aufgrund der Universitätsbedingungen) von zwei unterschiedlichen Studentengruppen durchgeführt.
- Um Veränderungen festzustellen, wurde eine Reihe von Beobachtungen und Befragungen durchgeführt – und jeweils zu Beginn und am Ende der Semester um Prozess- und Ergebnisqualitäten festzustellen.
- Als Datenerfassungsverfahren wurden Fragebogen (Interview und Online-Befragung) und Beobachtung gewählt. In geringem Umfang wurden Materialanalysen (Dokumentenstudium, z.B. Schülerprotokolle) durchgeführt. Tests wurden nicht eingesetzt.
- Bei der Evaluierung wurden Akzeptanzkriterien und in geringem Maße Lernkriterien abgedeckt. Transfer- und Ergebniskriterien wurden aus zeitlichen Gründen nicht evaluiert. Diese wären erst im Anschluss (ein bis zwei Jahre später – bei der Studienwahl der SchülerInnen) beurteilbar!

9.2.1 Evaluierungsziele

1. Messung der Wirksamkeit und der Effizienz des Projekts
2. Bewertung der Kommunikation zwischen den Beteiligten
3. Analyse möglicher Fehler der Evaluierungsgruppe und der Projektbeteiligten
4. Empfehlungen für Folgeprojekte
5. Darstellung der Evaluierungsergebnisse in Form eines Berichts

9.2.2 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Projektevaluierung zusammengefasst. Je wichtigem Projektaspekt und –ziel (und damit Evaluierungsaspekt = Frage) wird

¹⁶ Dipl. Ing. Mag. Dr. Manfred Lasinger, Consulting Training Coaching, Kirchenberg 8, 43 Mauthausen

- die während des Projekts wahrgenommene *Prozessqualität* betrachtet. Die Aussagen dazu sind aus den Beobachtungen abgeleitet, aber auch aus den Befragungen, vor allem aus den Fragen, die die Kommunikation zum Inhalt haben. Die Prozessqualität wurde also durch einige Fragen der Befragung (vor allem die Kategorie „Verständlichkeit/Kommunikation“) abgeschätzt, wurde aber vor allem durch Beobachtungen und Gespräche während des Projekts in den verschiedenen Projektphasen und an den wesentlichen Meilensteinen festgestellt, z.B. am Projekttag am 23.10.2007, der in Form eines „offenen Raumes“ (Open Space) als erste gemeinsame große Start-Veranstaltung in mehreren Räumlichkeiten des Akademischen Gymnasiums durchgeführt wurde. Zudem wurde versucht, während des gesamten Projekts einen engen Kontakt zwischen Auditleiter, Evaluierungsteam und Auftraggeber zu halten, damit Abstimmungen und Anpassungen schon während des Projekts durchführen zu können. Allerdings wurde stets darauf geachtet, das Projekt durch die Evaluierungsaktivitäten möglichst nicht zu beeinflussen.
- die *Ergebnisqualität* des Projekts kommentiert. Diese leitet sich in erster Linie aus den mehrfach durchgeführten Befragungen ab, und basiert auf den zu verschiedenen Zeitpunkten (am Projektstart, während des Projekts und am Projektende) wiederholt an die gleiche Gruppe gestellten Fragen. Dies ergibt konkrete Vorher/Nachher- Vergleiche, und - unter Berücksichtigung der Projektziele - Aussagen über die Wirksamkeit des evaluierten Projekts, und damit über die Ergebnisqualität. Befragt wurden dabei alle beteiligten Schüler/innen und die Lehrkräfte. Die Auswertungen wurden getrennt nach den Schulen und Klassen durchgeführt.
- der Vergleich zwischen den Ergebnissen der Beobachtungen und der Befragungen gezogen, Abweichungen werden - wo vorhanden - festgestellt und diskutiert.

Exemplarisch seien einige Aspekte aus dem Auditbericht, die mit Forschungsbildungskooperation zu tun haben herausgenommen:

Zusammenarbeit mit dem Diplomanden:

Seitens der Schülerinnen und Schüler war keine Scheu Herrn Strasser (Diplomand) gegenüber erkennbar. Es wurden viele Fragen an ihn gestellt. Diese wurden präzise und ausführlich beantwortet. Durch die ausführlichen Erklärungen konnten die Schülerinnen und Schüler die meisten Aufgabenstellungen selbständig lösen. Es wurde betont, dass „Fehler machen“ nicht negativ sei, sondern Fehler Chancen für das Lernen sind. Dementsprechend wurde das Klima als entspannt, gelöst und kreativ empfunden.

Kommunikation zwischen den Schülerinnen und Schülern und den Professorinnen und Professoren

Die Kommunikation zwischen den Schülerinnen und Schülern und Professorinnen und Professoren war höflich und lernfördernd. Es wurden stets konstruktive Antworten auf die Fragen der SchülerInnen gegeben. Es wurde Hilfestellung gegeben und die gesamten Klassen bei der Erarbeitung der Inhalte einbezogen. Die Aufmerksamkeit in den Unterrichtseinheiten war generell gegeben.

Genderaspekt

Im Projektunterricht verhielten sich die Burschen anfangs engagierter und wurden von den Lehrkräften auch ersucht, gewisse Tätigkeiten für die Mädchen zu übernehmen. Ansonsten wurde die vollkommene Gleichbehandlung von Mädchen und Burschen im Projektunterricht festgestellt. Mädchen bringen sich gut ein, arbeiten sehr exakt, waren anfangs in Zusammenarbeit mit Jungen leicht in der „Befehlsempfängerrolle“, übernahmen aber zunehmend führende Rollen.

Schule Klasse SchülerInnenanzahl

Akadem. Gymnasium 6A 29

Akadem. Gymnasium 6B 27

Akadem. Gymnasium 7B 21

Aloisianum 7A 6

Aloisianum 7B 12

gesamt: 95

10 RESUMEE UND AUSBLICK

Das Projekt umfasste viele Aspekte und Teilgebiete, deren Behandlung im Rahmen des Resumees den Rahmen sprengen würde. Das Resumee und der Ausblick wird sich daher vorwiegend mit dem Aspekt der ForschungsBildungsKooperation befassen.

ForschungsBildungsKooperationen sollten aus der Sicht der Schule zu einem Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts werden, um eine Reihe von Bildungszielen eher zu erreichen. Stellvertretend seien nur einige erreichbare Ziele genannt:

- Die Hemmschwelle, an Experimente heranzugehen und komplexe naturwissenschaftliche Themen zu behandeln, sinkt.
- Die Vorstellungen von Biologie, Chemie und Physik als Fachwissenschaften erfahren eine Erweiterung und Klärung im Hinblick auf eventuelle Studienvorstellungen. Schülerinnen und Schüler haben im Laufe der Gymnasialzeit meist ein eher diffuses Bild von Berufen im naturwissenschaftlichen Bereich.
- Die Schülerinnen und Schüler gewinnen Sicherheit im Diskurs mit Expertinnen und Experten.
- Das themenzentrierte Arbeiten verlangt die Vernetzung verschiedener Disziplinen. Die Kooperation mit einem universitären Institut benötigt die Auseinandersetzung mit dem notwendigen Sachwissen auf aktuellem und hohem Niveau und eine klare, prägnante und verständliche Sprache.
- Die Dissemination der Projektergebnisse bedingt eine Professionalisierung im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit.

Die generelle Problematik von Projekten im Rahmen von ForschungsBildungsKooperationen liegt wohl im Zeitaufwand. Die Stundenzahlen in naturwissenschaftlichen Fächern wurden in den letzten Jahren an den AHS eher gekürzt, sodass die Projekte im regulären Unterricht kaum in ausreichendem Ausmaß vorbereitet werden können und somit die Grundlage für das Arbeiten an der Universität schwierig zu erreichen ist. Ohne die vorhandene Bereitschaft, mehr als im Schulalltag unbedingt notwendig, zu tun (dies gilt für Lehrende, wie für Lernende), sind derartige Projekte nicht durchführbar.

Gerade der Chemieunterricht der 7. Klasse ist bei vielen Schülerinnen und Schülern mit Vorurteilen behaftet. Vorurteile im Hinblick auf mangelndes Verständnis konnten dadurch gemindert werden, dass die Schülerinnen und Schüler Zeit hatten sich mit den Analysemethoden vertraut zu machen. Zeit, die manchmal nur unter organisatorisch schwierigen Bedingungen zur Verfügung gestellt werden konnte. Projektarbeit wird zwar in den Schulen vehement gefordert, die notwendige Organisationsstruktur wird jedoch nicht zur Verfügung gestellt. Man sollte als Lehrerin und Lehrer mit den Schülerinnen und Schülern projektorientiert und fächerübergreifend arbeiten. Keiner sagt aber wann dies geschehen soll. In Einheiten von 50 Minuten ist dies nur mit großen Abstrichen möglich. Die Organisation und Vorbereitung von Projekteinheiten ist ohnehin mit großem Aufwand verbunden. Es ist daher keiner Lehrerin und keinem Lehrer auf Dauer zuzumuten bei eventuellen Umstellungen im Stundenkorsett einer Schule an Kolleginnen und Kollegen anderer Fächer Überzeugungsarbeit zu leisten.

Überdies konnte auch im laufenden Projekt festgestellt werden, dass gerade ForschungsBildungsKooperationen, bei denen es notwendig ist, tiefer auf bestimmte Lerninhalte einzugehen, die Arbeit in Kleingruppen (Wahlpflichtgegenstände) empfehlenswert ist. Es ist nicht sinnvoll, alle Schülerinnen und Schüler eine Klasse unbedingt zwangsbeglücken zu wollen. Klassenverbände, deren Schülerinnen und Schüler schon zu Beginn eines Projektes nicht an Naturwissenschaften interessiert sind, wird man durch derartig intensive Beschäftigung nicht ins Boot holen können. Natürlich gibt es mehr als nur Naturwissenschaften und es ist wohl legitim auch in anderen Fächern – etwa den Sprachen – vertiefende Aktivitäten zu setzen für diejenigen, die sich eben für Sprachen und nicht vorwiegend für Naturwissenschaften interessieren.

11 LITERATUR

BYBEE, R.W. (1997). Toward an Understanding of Scientific Literacy. In W. Gräber, & C. Bolte (eds), Scientific Literacy. Kiel: IPN, 37-68.

RADITS, F., RAUCH, F, KATTMANN, U. (2005). Gemeinsam Forschen – Gemeinsam Lernen. StudienVerlag. Innsbruck, Wien, Bozen.

REINMANN-ROTHMEIER, G. & MANDL, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A.Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), Pädagogische Psychologie (4. vollständig überarbeitete Auflage, S. 601-646). Weinheim: Beltz.

Sonstige Quellen:

LASINGER, M. (2008). Bericht Evaluierung des schulübergreifenden, interdisziplinären Projektes „Linz ist bunt! Was macht Linz bunt?“.

STRASSER, J. (2008). Analyse von Blattfarbstoffen und die Umsetzung für die Schule. Diplomarbeit. Angefertigt am Institut für Analytische Chemie der Johannes Kepler Universität Linz.

Internetadressen:

https://imst.uni-klu.ac.at/programme_prinzipien/fonds/projektberichte05-07/2004-06/s3/200506/Langfassung_Hoedl.pdf (12. 10. 2007)

https://imst.uni-klu.ac.at/programme_prinzipien/fonds/projektberichte05-07/2006-07/s3/200607/555_Langfassung_Hoedl.pdf (12. 10. 2007)

http://archiv.bmbwk.gv.at/medienpool/11860/lp_neu_ahs_08.pdf (25. 4. 2008)

http://archiv.bmbwk.gv.at/medienpool/11861/lp_neu_ahs_09.pdf (25. 4. 2008)

http://archiv.bmbwk.gv.at/medienpool/11862/lp_neu_ahs_10.pdf (25. 4. 2008)

http://de.wikipedia.org/wiki/Open_Space (2. 5. 2008)

<http://www.nsta.org/publications/nses.aspx> (10. 5. 2008)

ANHANG