



**Schulzentrum des  
Sekundarbereichs II  
an der Alwin-Lonke-Straße**

Abteilung Gymnasium



**Universität Bremen**

Institut für Didaktik der Physik

Modellversuch im Bildungswesen

**Berufsorientierung und Schlüsselprobleme  
im fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht  
der gymnasialen Oberstufe**

— BINGO —

## 2. Sachbericht

Bearbeitet und zusammengestellt von:

Horst Schecker

Barbara Winter

Mit Beiträgen von:

Claus Clausen

Holger Hübner

Monika Koschorreck

Astrid Roschke

Horst Schecker

Carl-Otto Spichal

Christoph Wieland

Barbara Winter

© SZ Sek. II an der Alwin-Lonke-Straße

Abteilung Gymnasium

Universität Bremen, Fachbereich 1 (Physik/Elektrotechnik)

Institut für Didaktik der Physik

Der Modellversuch wird gefördert vom Bundesminister für Bildung,  
Wissenschaft, Forschung und Technologie und vom Senator für Bildung,  
Wissenschaft, Kunst und Sport der Freien Hansestadt Bremen.

Förderungskennzeichen A 6603.00.

## Einführung

Der zweite Sachbericht des Modellversuchs "Berufsorientierung und Schlüsselprobleme im fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht der gymnasialen Oberstufe" (BINGO) umfaßt den Zeitraum von Februar 1997 bis Januar 1998. Die SchülerInnen des Jahrgangs 1995, in dem die Haupterprobungen stattfinden, durchliefen in diesem Zeitraum die Jahrgangsstufen 12.2 und 13.1. Darüber berichten wir im ersten Kapitel des Ergebnisteils. Es folgen die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleituntersuchungen zu den beiden Halbjahren.

Die Konzeption des Modellversuchs wurde im ersten Sachbericht ausführlich erläutert und begründet (s. BINGO 1997, S. 19-55). Sie ist durch die Komponenten fächerverbindender Unterricht, Berufsorientierung und Schlüsselprobleme gekennzeichnet. Jahrgangsbezogen arbeiten Lehrkräfte und SchülerInnen der Grundkurse in den Fächern Biologie, Chemie und Physik in einem eng miteinander abgestimmten Fachunterricht an gemeinsam festgelegten Rahmenthemen. Phasen der fachspezifischen inhaltlichen Vorbereitung führen auf kurs- und fächerübergreifende Aktivitäten (Projekte, Fallstudien) hin. Ziel ist dort die Zusammenarbeit von "Schülerexperten" unterschiedlicher Fächer, die ihre spezifischen Kompetenzen zur Lösung von Aufgaben einbringen. Teamarbeit und Kommunikationsfähigkeit — z.B. die Fähigkeit zum Wechsel zwischen jeweils adressatenbezogenen Sprachebenen — spielen dabei eine wichtige Rolle und orientieren die SchülerInnen auf Schlüsselqualifikationen in ihrem späteren Berufsleben. Bei der Wahl der Rahmenthemen sollen aktuelle Themen berücksichtigt werden, welche die SchülerInnen ansprechen.

Inzwischen liegen umfangreiche unterrichtliche Erfahrungen mit dieser Konzeption vor, die durch wissenschaftliche Begleituntersuchungen abgesichert wurden. Der Ansatz hat sich als tragfähig erwiesen. Methodische Weiterentwicklungen und Modifikationen werden unter Punkt 4 erläutert.

Die Komponente "Berufsorientierung" ist aus dem Modellversuch BINGO heraus verallgemeinert und in ein generelles Programm zur Berufsorientierung in der gymnasialen Oberstufe übergeführt worden. Das Programm mit unterrichtsintegrierten Anteilen und Sonderveranstaltungen wird unter Punkt 5.2 vorgestellt.

Auf den Beitrag des Modellversuchs zur Professionalisierung der Lehrkräfte und Aspekte der Übertragbarkeit gehen wir im letzten Punkt des Ergebnisteils ein.

# Inhaltsverzeichnis

I	Allgemeine Angaben	7
II	Zusammenfassung der Ergebnisse	9
III	Ergebnisse des Modellversuchs	16
1	Rahmenthema "Licht und Farbe" (12.2)	17
1.1	Anlage des Halbjahres	17
1.2	Fachbezogene Themenstrukturen	23
1.2.1	Biologie	23
1.2.2	Chemie	25
1.2.3	Physik	28
1.3	Arbeit in den Abteilungen des Museums	32
1.3.1	Überblick	32
1.3.2	Abteilung 1: Licht und Beleuchtung	34
1.3.3	Abteilung 2: Bild und Abbild	38
1.3.4	Abteilung 3: Farbstoffe analysieren und gewinnen	42
1.3.5	Abteilung 4: Farbstoffe in Lebensmitteln und Textilien	45
1.3.6	Abteilung 5: Farben als Ausdrucksmittel	47
1.3.7	Abteilung 6: Farben im Tierreich	51
1.3.8	Abteilung 7: Farben wahrnehmen	54
1.4	Förderung von Schlüsselqualifikationen	57
1.5	Bewertungsverfahren	59
2	Rahmenthema "Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt" (13.1)	62

2.1	Anlage des Halbjahres	62
2.2	Fachbezogene Themenstrukturen	65
2.2.1	Biologie	65
2.2.2	Chemie	70
2.2.3	Physik	72
2.3	Förderung von Schlüsselqualifikationen	77
2.4	Bewertungsverfahren	79
2.4.1	Übersicht	79
2.4.2	Beispiele	81
3	Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleituntersuchungen	86
3.1	Die BINGO-Konzeption in der Sicht der SchülerInnen	86
3.1.1	Licht und Farbe (12.2)	86
3.1.2	Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt (13.1)	93
3.2	Übergreifende Fragestellungen	96
3.2.1	Fachübergreifendes Arbeiten	96
3.2.2	Bild der Naturwissenschaften	103
3.2.3	Förderung von Schlüsselqualifikationen	106
3.2.4	Berufsorientierung	109
3.3	Zusammenfassende Wertung	115
4	Weiterentwicklung der BINGO-Methodik	119
4.1	Zeitbudgets und Ablauforientierung	120
4.2	Themenfindung und Gruppenbildung	121
4.3	Gruppenkonflikte und Bewertung von Gruppenarbeit	124

4.4	Steigerung der Anforderungen	126
4.5	Übersicht über die Methodik in den Rahmenthemen	128
5	Berufsorientierung	129
5.1	Sonderversammlung zur Bewerbungsvorbereitung	129
5.2	Schulprogramm zur Berufsorientierung	131
5.3	Programmentwurf	132
5.3.1	Zieldimensionen	132
5.3.2	Begründungsrahmen	133
5.3.3	Ständige Serviceangebote	135
5.3.4	Seminar zur Berufs- und Studienorientierung (Jahrgang 11)	135
5.3.5	Bewerbungsvorbereitung (Jahrgang 12)	137
5.3.6	Förderung von Schlüsselqualifikationen	139
5.3.7	Einblicke in Beruflichkeit	139
5.3.8	Ergänzende Maßnahmen	141
6	Zwischenbilanz des Modellversuchs	141
6.1	Professionalisierung der Lehrkräfte	141
6.1.1	Veränderungen im Konzept der kollegialen Zusammenarbeit	141
6.1.2	Veränderungen in der unterrichtlichen Arbeit	143
6.1.3	Veränderungen in der Lehrerrolle, der Lehrerpersönlichkeit	143
6.1.4	Veränderungen im Fachbereich Mathematik / Naturwissenschaften sowie in der gymnasialen Abteilung	144
6.2	Beobachtbare veränderte Fähigkeiten der SchülerInnen	145
6.3	Übertragbarkeit	146
6.3.1	Abgestufte Einführungsmodelle	146

6.3.2	Notwendige schulische Rahmenbedingungen	148
7	Anhang	151
7.1	Literatur	151
7.2	Veröffentlichungen im Berichtszeitraum	151
7.3	Vorträge und Referententätigkeit in der Lehrerfortbildung	151

## **I. Allgemeine Angaben**

<b>Land:</b>	Freie Hansestadt Bremen
<b>Projektbezeichnung:</b>	Berufsorientierung und Schlüsselprobleme im fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht der gymnasialen Oberstufe (BINGO)
<b>Projektleitung:</b>	Barbara Winter und Joachim Dziggel SZ Alwin-Lonke-Straße  Dr. Wilfried Böhnke Senator für Bildung, Wissenschaft, Kunst und Sport
<b>Förderungsbereich:</b>	Aktuelle Probleme / Gymnasiale Oberstufe
<b>BLK-Nr. / BMBW-FKZ:</b>	A 6603.00
<b>Wissenschaftliche Begleitung:</b>	Priv.-Doz. Dr. Horst Schecker Universität Bremen, Institut für Didaktik der Physik
<b>Beginn des Versuchs:</b>	1.2.1996
<b>Voraussichtliches Ende:</b>	31.12.1999
<b>Berichtszeitraum:</b>	1.2.1997 – 31.1.1998
<b>Zeit- und Arbeitsplan:</b>	Es gilt der für den Modellversuch beantragte Arbeitsplan. Durch die Vorlaufphase mit schul- und landeseigenen Mitteln vor Beginn des Förderungszeitraums konnten die Arbeiten gemäß den ursprünglichen Planungen begonnen werden.
<b>Bisherige Sachberichte:</b>	1. Sachbericht für den Zeitraum 1.2.1996 bis 31.1.1997.



## **Zahlenangaben zum Modellversuch**

Direkt an dem Modellversuch beteiligt sind im Schuljahr 1996/97 96 SchülerInnen des Jahrgangs 1995, verteilt auf 5 Grundkurse – 2 Kurse Biologie, 2 Kurse Chemie und 1 Kurs Physik. Die SchülerInnen befinden sich zur Zeit in der 13. Jahrgangsstufe. In den nachfolgenden Jahrgangstufen (Jahrgänge 1996 und 1997) wurden Teile des Konzeptes des Modellversuchs BINGO realisiert und überarbeitet, so daß weitere Gruppen an der Umsetzung beteiligt sind. Der 2. Sachbericht bezieht sich primär auf den ersten Schülerjahrgang des Jahres 1995 (Hauptkohorte), der sich inzwischen (Juni 1998) in der 13. Jahrgangsstufe befindet.

Die Gruppengrößen des Jahrgangs 1995 betrugen (bei einer Jahrgangsbreite von insgesamt 126 SchülerInnen) in der 12. Jahrgangsstufe (Schuljahr 1996/97):

- Biologie 1 (bio1): 15 SchülerInnen
- Biologie 2 (bio2): 14 SchülerInnen
- Chemie 1 (che 1): 25 SchülerInnen
- Chemie 2 (che 2): 28 SchülerInnen
- Physik 1 (phy1): 16 SchülerInnen

In der 13. Jahrgangsstufe (Schuljahr 1997/98) haben sich geringe Veränderungen in der Gruppengröße durch Umwahlen ergeben:

- Biologie 1 (bio1): 13 SchülerInnen
- Biologie 2 (bio2): 12 SchülerInnen
- Chemie 1 (che 1): 25 SchülerInnen
- Chemie 2 (che 2): 29 SchülerInnen
- Physik 1 (phy1): 12 SchülerInnen

Den Kolleginnen und Kollegen stehen pro Jahr 36 Unterrichtswochenstunden als Entlastung zur Verfügung. Das BINGO-Team wird von Frau Große (Verwaltungskraft) und Herrn Axel Junge (studentische Hilfskraft an der Universität Bremen) unterstützt.

## II Zusammenfassung der Ergebnisse des Modellversuchs

Die Ergebnisse des Modellversuchs im Berichtszeitraum werden im Abschnitt III ausführlich erläutert. Nach einer Skizzierung der Grundkonzeption des Modellversuchs (s. dazu BINGO 1997) wird eine Zusammenfassung der Ergebnisse des Berichtszeitraums gegeben.

### *Grundkonzeption des Modellversuchs*

Der Modellversuch basiert auf der engen Kooperation von Grundkursen in Physik, Chemie und Biologie. Der Unterricht wird nach Inhalten, Arbeitsformen und zeitlichem Ablauf zwischen den verschiedenen Fächern und Kursen aufeinander abgestimmt. Auf Grundlage vorbereitenden Unterrichts in den Fachkursen werden die SchülerInnen phasenweise zu fächerverbindenden Aktivitäten (z.B. gemeinsamen Ausstellungsprojekten) zusammengeführt. Fächer- und kursübergreifende Kooperationen zwischen den Teilnehmern werden ausdrücklich angeregt.

Jedes Halbjahr wird unter ein gemeinsames *Rahmenthema* gestellt:

- Ökologische Untersuchungen an einem Sandentnahmesee (11.1),
- Das Klima der Erde (11.2),
- Kontinuität und Veränderung des Lebens — Gentechnik (12.1),
- Licht und Farbe im Alltag (12.2),
- Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt (13.1).

Im Zusammenhang mit den jeweiligen Inhalten der Halbjahre werden durch Besuche von Betrieben und berufsnahe Aufgabenstellungen Bezüge zu naturwissenschaftlich-technischen Berufsfeldern hergestellt. Der Erwerb berufsrelevanter (aber auch studienrelevanter) Schlüsselqualifikationen wie Kommunikationsfähigkeit und Kooperationsfähigkeit wird durch projektartige Unterrichtsabschnitte und vielfältige Formen der Präsentation naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in der Schulöffentlichkeit gefördert. Fähigkeiten zur Teamarbeit und Weitergabe von Ergebnissen werden in die Benotung einbezogen.

### *Unterrichtserprobungen*

Thema des Halbjahres 12.2 war "Licht und Farbe". In der Projektarbeitsphase wurde dazu ein "Science Museum" gestaltet. Die SchülerInnen erarbeiteten in selbst bestimmten Teams zu gewählten Teilthemen die entsprechenden Expo-

nate. Präsentationsfähigkeit und Teamfähigkeit waren die hauptsächlich zu trainierenden Schlüsselqualifikationen. Die SchülerInnen konnten ihre Erfahrungen und inzwischen erworbenen Kompetenzen in die Arbeit einbringen und so erweitern.

Im Halbjahr 13.1 wurde die anstehende Abiturprüfung in die Überlegungen einbezogen. Die Projektarbeit durfte daher keinen zu großen Raum einnehmen. Das zu erarbeitende Produkt sollte fachübergreifende Aspekte ebenso enthalten wie Anwendungszusammenhänge zur Lebenswelt der SchülerInnen herstellen. Das Thema lautete "Vom Handauflegen zur Computertomographie: Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt". Die Projektarbeit fand nach einem festgelegten Plan im Wechsel mit dem Fachunterricht statt. Die SchülerInnen hatten die Aufgabe, in kursbezogenen Gruppen zu einem wählbaren Thema Beiträge zu einem Patientenratgeber, also einer Broschüre zu erstellen, die einem Laien einen medizinischen Sachverhalt anschaulich verdeutlichen. Eine adressatenbezogene Sprachebene und die Qualität der grafischen Gestaltung gingen in die Bewertung ein.

### *Wissenschaftliche Begleituntersuchungen*

Als Ergebnis der Begleituntersuchungen in den ersten drei Halbjahren des Modellversuchs waren im ersten Zwischenbericht fünf Thesen formuliert worden (vgl. BINGO 1997, 187ff.; oder im vorliegenden Bericht Punkt 3.3). Die ersten drei Thesen, die davon handeln, daß

- a) die BINGO-Konzeption von den SchülerInnen in deutlichem Kontrast zu "üblichem" Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern gesehen wird,
- b) Handlungsorientierung und komplexe, offene Lehr-Lern-Arrangements die Akzeptanz der Konzeption tragen,
- c) Lebenswelt- und Praxisbezug gewünscht werden,

fanden im Berichtszeitraum eine klare Bestätigung. Der deutliche Einbruch in der Akzeptanz von BINGO im Verlaufe des Halbjahres 12.1 "Gentechnik", der auf die Kopplung eines inhaltlich anspruchsvollen Themas mit von den Lehrkräften vorgegebenen Gruppeneinteilungen und der Zuweisung einer bestimmten Aufgabe, die kaum Gestaltungsspielräume aufwies, zurückzuführen war, konnte im Halbjahr 12.2 "Licht & Farbe" kompensiert werden. Selbstän-

diges Arbeiten und die selbstorganisierte Zusammenarbeit mit anderen SchülerInnen stechen als besondere Pluspunkte der BINGO-Konzeption hervor. Lebensweltbezug und die Durchführung von Schülerexperimenten treten hinzu. Effekte beim Erwerb von Schlüsselqualifikationen sehen die SchülerInnen besonders in den Bereichen Selbständigkeit und Kooperationsfähigkeit/Teamfähigkeit (vgl. These 5).

These 4 bezog sich darauf, daß fachübergreifendes Arbeiten für die SchülerInnen zwar keinen Wert an sich darstellt, die Mehrbelastungen aber bei Gewährleistung von Handlungsorientierung und Selbstorganisation von den SchülerInnen getragen werden. Auch im Berichtszeitraum bekunden die SchülerInnen Zuspruch zu fachübergreifendem Arbeiten. Sie nehmen entsprechende Anteile der BINGO-Konzeption jedoch nicht so stark wahr, wie es die Unterrichtsanlage vorsieht. Gleichzeitig geht der konkrete Wunsch nach weiteren fachübergreifenden Anteilen in den Rahmenthemen ab Jahrgangsstufe 12 zurück, bzw. gliedert sich nach Befürwortern und Gegnern stärker auf.

Mit zunehmender Laufzeit des Unterrichts wird die Kritik an einer zu großen Arbeitsbelastung durch BINGO lauter. Gleichzeitig ist die Grundakzeptanz der Konzeption rückläufig. Die steigenden Anforderungen in den Leistungsfächern im Hinblick auf das Abitur schlagen bei den BINGO-Grundkursen durch. Ebenso klar sind die Kritikpunkte hinsichtlich der Klausur- und Abiturvorbereitung. Beim Wissenserwerb und dem Verständnis der Inhalte sehen die SchülerInnen weder Vor- noch Nachteile der BINGO-Konzeption.

Im Berichtszeitraum kommen zwei Thesen hinzu, die sich auf die Berufsorientierung und das wissenschaftstheoretische Verständnis von Gegenständen und Methoden der drei Fächer beziehen.

These 6: Die Defizite der gymnasialen Oberstufe bei der Unterstützung von Berufs- und Studienfachwahl werden durch den BINGO-Ansatz nur graduell abgebaut.

Da der Schwerpunkt der beruflichen oder studienwahlbezogenen Orientierungen der SchülerInnen zumeist nicht in den Naturwissenschaften liegt, erfüllt BINGO die Bedürfnisse an Information über Anforderungs- und Tätigkeitsprofile nur bedingt. Einblicke in Berufsfelder sollen im Zusammenhang mit den jeweiligen Inhalten des Unterrichts gegeben werden. Sie sind demnach

an naturwissenschaftliche Kontexte gebunden. Zwar wurden inhaltsunspezifische Informationen über Auswahl- und Bewerbungsverfahren bis hin zum Bewerbungstraining übernommen, Informationen über Berufsfelder in voller Breite übersteigen jedoch den Gegenstand des Modellversuchs. Dafür müssen berufsorientierende Anteile über die Naturwissenschaften hinaus in allen Fächern aufgegriffen werden — besonders in den Leistungsfächern.

Nach Ergebnissen einer eigenen Befragung messen die SchülerInnen der Schule im allgemeinen und den Lehrkräften im besonderen bisher keine große Bedeutung für die Berufswahl zu. Als Konsequenz hat der Modellversuch eine Gesamtkonzeption der Berufs- und Studienorientierung in der gymnasialen Oberstufe auf Basis der eigenen Erfahrungen formuliert (s. dazu Punkt 5.2).

These 7: Fächerverbindender Unterricht bietet eine Grundlage, aber keine hinreichende Voraussetzung für ein besseres wissenschaftstheoretisches Verständnis der Gegenstände und Methoden des eigenen Faches — sowie der anderen Naturwissenschaften im Kontrast.

Der fächerverbindende Kontakt zu Arbeitsgruppen, die aus anderen fachlichen Perspektiven am gleichen Rahmenthema arbeiten, bis hin zur Bildung fachübergreifender Arbeitsgruppen sollte durch die Kontrastierung biologischer, physikalischer und chemischer Zugänge zu einem Thema die bewußte Wahrnehmung der Besonderheiten des eigenen Faches und der anderen Fächer bezüglich der Art der Fragestellungen und Methoden schärfen. Wir gehen davon aus, daß dies implizit auch erfolgt ist. Es wurde jedoch versäumt, diesen Aspekt zu verbalisieren, d.h. zum expliziten Gegenstand der nachfolgenden fachspezifischen Unterrichtsabschnitte zu machen. Mit der notwendigen Abstraktions- und Reflexionsleistung waren die SchülerInnen offensichtlich überfordert, so daß sie solche Merkmale in einer Befragung nicht benennen konnten.

### *Weiterentwicklung der Methodik*

Die aus den ersten fünf Rahmenthemen vorliegenden Erfahrungen sind in eine überarbeitete Planung der Halbjahre 11.1 bis 13.1 eingegangen. Die Modifikationen betreffen methodische Aspekte in den projektorientierten Unterrichtsabschnitten. Die Grundkonzeption des fächerverbindenden Unterrichts mit ausgewiesenen projektartigen Anteilen, die durch fachspezifischen Unter-

richt intensiv vorbereitet werden, kann als bewährt gelten. Die Modifikationen betreffen *methodische Aspekte* in den projektorientierten Unterrichtsabschnitten. Die Ergebnisse sind im Hauptteil des vorliegenden Berichts unter Punkt 4.5 tabellarisch zusammengefaßt.

Um den SchülerInnen mehr Hilfestellung bei der *Strukturierung ihrer Arbeitsschritte* zu geben, mußten die Gruppen im Halbjahr 13.1 am Beginn der Arbeit am "Patientenratgeber" ein Exposé und einen detaillierten schriftlichen Arbeitsplan vorlegen. Exposés sollen in Zukunft bereits in 11.2 und 12.1 eingefordert werden, um die Lenkung dann sukzessive abzubauen. Der Arbeitsplan soll auf einer "Zeitleiste" festgehalten werden, die am Beginn eines Projekts von jeder Gruppe in ein Formblatt eingetragen und dann ausgehängt wird. Anklänge an Projektmanagement im Sinne berufsorientierender Anteile von BINGO sind erwünscht. Die SchülerInnen protokollieren darauf ihre Arbeiten. Die Leiste dient als Orientierungspunkt für SchülerInnen und Lehrkräfte bei "Mitarbeitergesprächen". Exposés und Zeitleisten müssen von den SchülerInnen als Hilfen zur Selbstkontrolle akzeptiert werden. Strikte *externe Ablaufkontrolle* würde sich kontraproduktiv auswirken. Die Lehrkräfte müssen dafür von der *Stofforientierung* zur *Ablauforientierung* umdenken.

Um den Wunsch der SchülerInnen nach Selbstbestimmung bei der Gruppenzusammensetzung und Themenwahl mit den inhaltlichen und formalen Zielen des Modellversuchs auszutariieren, wurden folgende Grundsätze entwickelt:

- Selbstorganisation soll nur dann begrenzt werden, wenn dafür zwingende Notwendigkeiten bestehen.
- Bei der Findung spezieller Projekte unter dem Dach eines Rahmenthemas werden Themenlisten zur Auswahl gegeben. Die SchülerInnen sollen bei der Aufstellung der Themenlisten mitwirken.
- Unterschiedlich leistungsstarke Gruppen werden akzeptiert, wenn gleichzeitig Spielraum bei der Tiefe der Behandlung besteht. (Geht in Zensierung ein.)
- Bei vorgegebenen Themen wird auf eine in etwa ausgewogene Verteilung von SchülerInnenfähigkeiten geachtet, und Gruppen werden gegebenenfalls gesetzt.

- Fächerübergreifende Gruppenzusammensetzungen werden angeregt, gefördert und bei der Notengebung berücksichtigt. Sie werden aber nur dann gesetzt, wenn die Aufgabenstellung zwingend die Verbindung von Kompetenzen unterschiedlicher Naturwissenschaften verlangt.

Für die ersten fünf Rahmenthemen wurde eine neue Stufung der Freiheitsgrade bei der Themen- und Gruppenwahl entwickelt. Durch eine klarere Variation des Verhältnisses zwischen Offenheit der Themenwahl und Freiheit der Gruppenwahl wird in Zukunft die problematische Kombination von gesetzter Gruppenwahl mit einem gesetzten Thema vermieden.

In der ursprünglichen Planung wird im Rahmenthema 12.1 "Gentechnik" der Höhepunkt der Anforderungen an die SchülerInnen erreicht: Ein inhaltlich sehr anspruchsvolles Thema wird in gesetzten, fächerverbindenden Gruppen anhand einer fest vorgegebenen Aufgabenstellung in Form einer Fallstudie bearbeitet. Diese Ballung von Anforderungen bei gleichzeitig geringem Spielraum zur Gestaltung des Arbeitsprozesses hat sich als nicht vorteilhaft erwiesen. In einer Neuplanung ist eine Entzerrung vorgesehen. Die Produktform "Erstellung eines Ratgebers" (für Konsumenten, Patienten, Kriminologen ...) soll beim Thema Gentechnik den SchülerInnen mehr inhaltliche und organisatorische Gestaltungsspielräume geben. Sie können zudem aus einer Liste möglicher Inhaltskapitel des Ratgebers auswählen. Es bleibt bei gesetzten Gruppen, die gemäß den inhaltlichen Anforderungen des Themas fächerverbindend zusammengestellt werden.

Die detailliert vorgegebene Fallstudie wird dann erst im Rahmenthema für 13.1 "Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt" bearbeitet. Die Aufgabe ist aus einer begrenzten Liste wählbar, dann aber inhaltlich nicht mehr gestaltbar. Dafür ist die Gruppenbildung frei. Die SchülerInnen müssen eigenständig die von der Aufgabe geforderten fachübergreifenden Kompetenzen in der Gruppenkonstellation sicherstellen.

Nach den Beobachtungen des Lehrerteams wurden leistungsschwächere SchülerInnen, die sich um Mitarbeit bemühten, mitgetragen, während LeistungsverweigererInnen ab Klasse 12 zunehmend klarer ausgegrenzt wurden. Das Problem der "Trittbrettfahrer" führte bei leistungsorientierten und -bereiten SchülerInnen zu Frustrationen. In Klasse 12 haben sich einige Gruppen geweigert, bestimmte Mitglieder aufzunehmen oder weiter zu integrieren.

Integrationsbemühungen, aber auch Sanktionierungen gehören zur Entwicklung von Teamfähigkeit und sind daher grundsätzlich zu begrüßen. Um das Konfliktpotential zu entschärfen, will das BINGO-Team ein neues Modell für die Bewertung von Gruppenarbeit erproben, das auch für gut funktionierende Gruppen hilfreich sein kann. Den Gruppen werden Spielräume zur internen Differenzierung der Leistungsanteile eingeräumt. Sie erhalten dafür einen bestimmten Teil der Rohpunkte einer Gruppennote zur internen Verteilung. Die Lehrkraft entscheidet über die Annahme des Verteilungsvorschlags. Eine Zurückweisung soll nur dann erfolgen, wenn krasse Differenzen zwischen der Selbsteinschätzung der gruppeninternen Aufgaben- und Leistungsverteilung und den Beobachtungen der Lehrkraft bestehen oder wenn "Gefälligkeitsentscheidungen" zugunsten leistungsschwacher SchülerInnen deutlich sind. Die Praktikabilität des Modells, das stufenweise von 11.2 bis 12.2 eingeführt wird, muß sich in Erprobungen erweisen.



### III Ergebnisse des Modellversuchs

#### 1 Rahmenthema "Licht und Farbe" (12.2)

##### 1.1 Anlage des Halbjahres

Das Thema des 4. Unterrichtshalbjahres "Licht und Farbe" wurde unter dem Gesichtspunkt der Relevanz für das Leben des Menschen und der Natur allgemein gewählt. Den SchülerInnen sollte verdeutlicht werden, daß Licht und damit Farbe im täglichen Leben und insbesondere in allen drei Naturwissenschaften eine bedeutungsvolle Rolle hat. Die Vielfalt der mit dem Themenkomplex "Licht und Farbe" verknüpften Zusammenhänge eröffnet für die Gestaltung des Halbjahres neue Möglichkeiten. Ein Kritikpunkt der SchülerInnen an den vorangegangenen Halbjahren war die geringe Beteiligung an der inhaltlichen Gestaltung des Unterrichts. Dieser Punkt wurde aufgegriffen, und im Rahmen der Möglichkeiten konnten nun die SchülerInnen selbst thematische Vorschläge machen und dann aus dem breit gefächerten Angebot des Themenkomplexes "Licht und Farbe" die von der jeweiligen Gruppe bevorzugte Fragestellung auswählen.

Als Einstimmung und Hinführung zum Thema "Licht und Farbe" wurde den SchülerInnen ein Erlebnispfad angeboten. Das Durchlaufen der verschiedenen Stationen dieser Veranstaltung sollte die SchülerInnen emotional ansprechen und so die Thematik verdeutlichen, das Interesse wecken. Dieser Erlebnispfad bestand aus einer Vielzahl von unterschiedlich gestalteten Anwendungen aus den drei Naturwissenschaften im Zusammenhang mit Licht und Farbe. Die Objekte konnten betrachtet, erlebt, gefühlt, gesehen und geschmeckt werden.

##### *Anschauungsobjekte und Experimente im Erlebnispfad "Licht und Farbe"*

Der Erlebnispfad "Licht und Farbe" wurde in vier Unterrichtsräumen aufgebaut, von denen zwei verdunkelt wurden. Die dort aufgebauten Objekte sind mit "D" gekennzeichnet.

Allgemein:

- Dias mit farbigen Masken, Farben in der Landschaft und bei Tieren (D)

Aus dem Bereich Biologie:

- Optische Täuschungen
- Mimikry, Warntrachten, Tarntrachten, Schrecktrachten
- Verschiedene Augentypen mit verschiedenen Leistungen (Komplexaugen der Insekten, Wirbeltierauge usw.)
- Sexuallockfärbungen (z.B. buntes Gefieder bei Vogelmännchen)
- Bilder zum Vergleich des Farbensehens bei Insekten (Beispiel Biene) und beim Menschen
- Versuche zu negativen Nachbildern (schwarzweiß und farbig)
- Apparatur zur Verschmelzungsfrequenz (Filmproblematik)
- Rote Lippen als Schlüsselreiz
- Umfrage zur emotionalen Bedeutung von ausgewählten Farben (Psychologie der Farben)

Aus dem Bereich Chemie:

- Rotkohllösungen in pH-Abhängigkeit
- Licht/Zeit-Farbumschlagsreaktion
- Farbige Lösungen aus dem Chemielabor wie Phenolphthalein, Fluorescein, Kaliumpermanganat, Bromthymolblau, Iodidkali-Lösung
- Farbstoffe in Lebensmitteln:
  - Getränke: blau / rot / gelb (Pepsi), blue nordic / southern jungle
  - Kekse: mit Lebensmittelfarben gefärbt
  - Süßigkeiten: Smarties, "m&m" etc.
  - Götterspeise: grün / rot / orange
  - Schlagsahne: mit Lebensmittelfarben gefärbt

Aus dem Bereich Physik:

- Im Schwarzlichtraum erkennbare Phänomene wie
  - Schminke mit Bestandteilen, die unter UV-Licht aufleuchten (D)
  - Blumen, die unter UV-Licht deutlich leuchten und weitere Strukturen sichtbar werden lassen (D)
  - Fluoreszierende Aufkleber (Sterne) (D)

- Stroboskopische Beleuchtung von fallenden Wassertropfen (stehendes Bild) (D)
- Der gebogene Lichtstrahl: ein Laserstrahl wird schräg in ein Gefäß mit Wasser geleitet, an dessen Boden sich (viel) Würfelzucker (inzwischen aufgelöst) befindet. (D)
- Kleine Lasershow mit einem rotierenden Laser und Spiegelbruchstücken (D)
- Spektrale Zerlegung von weißem Licht (Lichtquelle OH-Projektor) (D)

In den nachfolgenden neun Wochen wurde in den Kursen fachbezogen unterrichtet, um für die Gruppenarbeit die fachliche Kompetenz der SchülerInnen sicherzustellen. Parallel dazu vollzog sich die organisatorische Vorbereitung der Gruppenarbeitsphase.

Nach dem Durchlaufen des Erlebnispfades hatten die SchülerInnen Gelegenheit, eigene Vorstellungen zum Thema "Licht und Farbe" zu entwickeln und zu formulieren. Die PIN-Wand, BINGO-Brett genannt, diente wie in vorangegangenen Halbjahren als Kommunikationsmittel. Eine Vielzahl von zunächst unbeschriebenen Karten wurden dekorativ an diesem Informationsbrett angebracht und sollten im Laufe von fast 5 Wochen die thematischen Vorschläge der SchülerInnen aufnehmen. Einige Vorschläge von Seiten der Lehrerinnen und Lehrer waren dazu ergänzt und dienten als Starthilfe. Nach Ablauf der gesetzten Frist wurden die vielfältigen Wünsche und Themen gesichtet, thematisch geordnet und dann 7 Abteilungen eines zu gründenden naturwissenschaftlichen Museums zugewiesen. Die in der 11.-15. Woche stattfindende Projektphase sollte dieses Museum mit Leben füllen, die Gruppen hatten dementsprechende Exponate zu erstellen. Die Abteilungen des Museums lauteten:

- 1) Licht und Beleuchtung
- 2) Bild und Abbild
- 3) Farben gewinnen und analysieren
- 4) Farben in Lebensmitteln und Textilien
- 5) Farben als Ausdrucksmittel
- 6) Farben im Tierreich
- 7) Farben wahrnehmen

Diese Titel der einzelnen Abteilungen wurden den SchülerInnen nebst einer umfangreichen, thematischen Gliederung (siehe Punkt 1.1.3) bekannt gegeben. Bei der Bildung der Arbeitsgruppen wurde ein weiterer Kritikpunkt der SchülerInnen in Bezug auf die Arbeit im vorangegangenen Halbjahr aufgegriffen. Im Halbjahr "12.1. Gentechnik" wurden die Gruppen nach vorgegebenen Kriterien von den Lehrern zusammengestellt. Die SchülerInnen hatten keine Möglichkeit, ihre Mitarbeiter auszuwählen. In diesem Halbjahr war es Aufgabe der Schülerschaft, die Gruppenmitglieder selbst zu finden und dabei darauf zu achten, daß durch die Gruppenzusammensetzung fachliche Kompetenz aus allen drei Naturwissenschaften eingebracht werden konnten und alle die gleichen Interessen hatten. Jeder Schüler, jede Schülerin mußte sich thematisch orientieren und Mitarbeiter aus anderen Naturwissenschaften mit gleichen Interessen zur Bildung einer Arbeitsgruppe finden. Die knapp 100 SchülerInnen der BINGO-Kurse sollten sich selbst organisieren und der entsprechenden Abteilung des Museums zuordnen. Die Lehrerinnen und Lehrer standen bei Bedarf für Beratungen zur Verfügung. Um ein Ungleichgewicht bei der Arbeit in der Projektphase zu vermeiden, wurden folgende Regeln vorab genannt:

- Jede Abteilung des Museums wird von nicht mehr als 15 SchülerInnen in drei Teilgruppen gebildet.
- Jede Museumsabteilung hat einen Abteilungsleiter (Lehrerin oder Lehrer). Das Management der Abteilung bleibt aber weitestgehend in den Händen der SchülerInnen.
- Die SchülerInnengruppen müssen sich beim Abteilungsleiter schriftlich bewerben.
- Liegen mehr als 3 Bewerbungen pro Abteilung vor, so tritt ein Schülergremium zusammen. In dieses Gremium entsendet jeder Kurs eine Vertreter bzw. eine Vertreterin. Die Entscheidung, welche Gruppe in dieser Abteilung mitarbeiten darf und welche nicht, wird durch dieses Schlichtungsgremium getroffen.

Die Gruppenarbeit in den Abteilungen des Museums wurde von den SchülerInnen unter Mithilfe des betreuenden Lehrers weitgehend selbständig koordiniert. Einerseits war der Zusammenhang der einzelnen Gruppen in der Abteilung zu gewährleisten und andererseits auch die Arbeit der anderen Abteilungen zu berücksichtigen, um thematische Überschneidungen zu vermeiden,

Anknüpfungspunkte aber aufzugreifen. Alle zu erstellende Exponate mußten bestimmte Bedingungen erfüllen wie zum Beispiel:

- inhaltliche Korrektheit
- Unterordnung unter das Abteilungsthema
- historische Aspekte der wissenschaftlichen Genese (falls möglich)
- Verständlichkeit für Laien (selbstsprechende Darstellung)
- Unterstützung der Darstellung durch Experimente, interaktive Objekte.

Während der Gruppenarbeitsphase stand jeder Museumsabteilung ein Raum zur Verfügung, in dem in der Entwicklung befindliche Exponate stehen bleiben konnten. Jeder Gruppe stand zur Ausgestaltung eine große Holztafel zur Verfügung, die im Laufe der Zusammenarbeit für die Präsentation gestaltet wurde.

Dann wurde in der 16. Unterrichtswoche leider nur für einen Tag das Museum "Licht und Farbe" aufgebaut und erfolgreich der Schulöffentlichkeit präsentiert. Die Bewertung der Exponate erfolgte durch ein Lehrerteam, zusammengesetzt aus der Abteilungsleiterin/dem Abteilungsleiter, einem weiteren Kollegen/einer weiteren Kollegin aus dem BINGO-Team und einer möglichst fachfremden Person aus dem Kollegium der Schule.

Neben den Exponaten für die Ausstellung war von den einzelnen Gruppen eine schriftliche Ausarbeitung (maximal 7 Schreibmaschinenseiten einschließlich der Abbildungen) in Form eines Beitrags zu einem Museumskatalog zu erstellen. Diese Beiträge wurden ebenfalls bewertet, allerdings lag dabei der Schwerpunkt auf den Inhalten. Im Rückblick trat der Katalog hinsichtlich des von den SchülerInnen betriebenen Arbeitsaufwands deutlich gegenüber der Ausgestaltung der Ausstellung zurück.

In den verbliebenen Wochen des Schuljahres wurde in den Kursen fachbezogen gearbeitet. Das Schuljahr wurde mit einer Veranstaltungsreihe zur Berufsorientierung abgeschlossen. An zwei aufeinanderfolgenden Tagen haben die SchülerInnen grundlegende Informationen zur Bewerbung um einen Ausbildungsplatz und zu den ersten Schritten des Auswahlverfahrens kennengelernt.

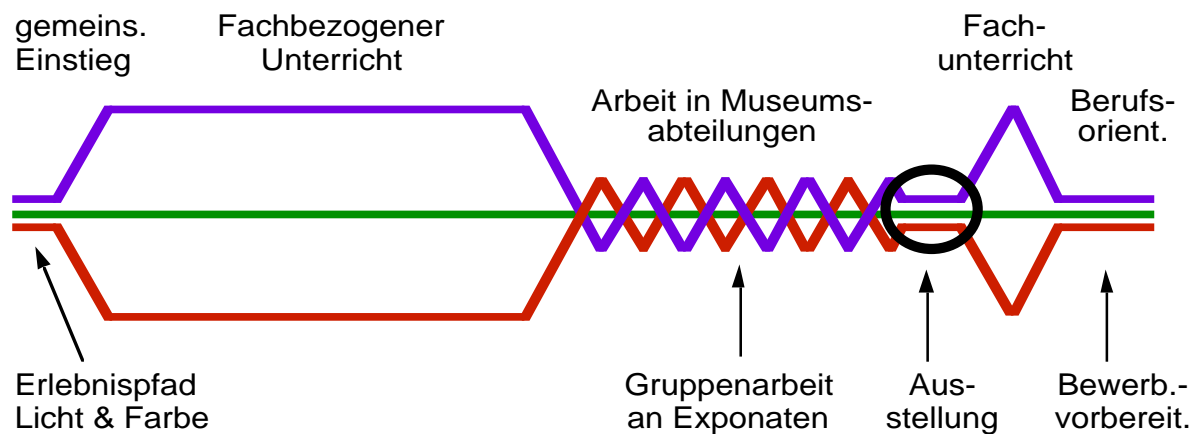


Abb. 1.1 : Koordinierung des Unterrichts im Halbjahr 12.2 "Licht & Farbe". Jede Linie steht für ein Fach (Physik mit einem, Biologie und Chemie mit jeweils zwei Kursen). Die Länge der einzelnen Unterrichtsabschnitte entspricht dem Anteil an einer Zeitachse von insgesamt 20 Unterrichtswochen. Der Abstand der Linien kennzeichnet, wie eng die inhaltliche Abstimmung und die Kooperation der SchülerInnen ist. Bei der Arbeit in den Museumsabteilungen war die Kursstruktur aufgehoben.

#### *Zeitlicher Rahmen:*

1. Unterrichtswoche: Die SchülerInnen wurden auf das Thema "Licht und Farbe" durch einen Erlebnispfad eingestimmt.
2. - 5. Unterrichtswoche: In den Kursen wurde fachbezogener Unterricht durchgeführt. Die SchülerInnen waren aufgefordert, ihre thematischen Wünsche zur Projektarbeit in "Licht und Farbe" zu formulieren und an der PIN-Wand "BINGO-Brett" zu veröffentlichen.
6. Unterrichtswoche: Die Themenvorschläge der SchülerInnen werden gesichtet, gegebenenfalls durch die Lehrerinnen und Lehrer ergänzt. Die sieben Abteilungen des naturwissenschaftlichen Museums "Licht und Farbe" entstehen. Der Unterricht ist fachbezogen .
7. - 8. Unterrichtswoche: Die SchülerInnen haben die Aufgabe, ein fachübergreifendes Team von 4 – 6 SchülerInnen zu bilden und sich einer Abteilung des naturwissenschaftlichen Museum zuzuordnen, in der sie gemeinsam ein Teilthema bearbeiten wollen. Die Bewerbungen sind schriftlich beim Fachlehrer bzw. beim entsprechenden Abteilungsleiter des Museums abzugeben. Haben sich mehr als drei Gruppen in einer Abteilung angemeldet, so muß

eine kurze Begründung für die Wahl gerade dieses Themenbereichs ebenfalls schriftlich abgegeben werden. Der Unterricht findet weiterhin fachbezogen statt.

9. - 10. Unterrichtswoche: Die Schiedskommission, bestehend aus je einem Schüler oder einer Schülerin aus den fünf BINGO-Kurse und einem begleitenden Lehrer ohne Stimmrecht, tritt zusammen und wertet die Wünsche der Schülerschaft aus. Die Gruppen für die einzelnen Abteilungen des Museums werden ausgewählt und zugeordnet. Der Unterricht findet immer noch fachbezogen statt.

11. - 15. Unterrichtswoche: Die SchülerInnen arbeiten projektbezogen in den Abteilungen des Museums.

16. Unterrichtswoche: Das naturwissenschaftliche Museum "Licht und Farbe" wird aufgebaut und eröffnet. Leider kann es nur einen Tag stehen bleiben.

17. –18. Unterrichtswoche: Die SchülerInnen erarbeiten in ihren Projektgruppen die noch nicht fertiggestellten Teile zum Museumskatalog für ihre Exponate. Abgabe des Katalogteils ist die 18. Unterrichtswoche.

19. -20. Unterrichtswoche: Die restliche Zeit des Halbjahres wurde genutzt, um die Unterrichtsinhalte zu ergänzen.

20. Unterrichtswoche: Berufsorientierende Maßnahme zum Bewerbungs- und Auswahlverfahren für einen Ausbildungsplatz

## **1.2 Fachbezogene Themenstrukturen**

### **1.2.1 Biologie**

Der gemeinsame Einstieg aller BINGO-Kurse in das Halbjahresthema erfolgte über einen Erlebnispfad, den wir Kollegen gemeinsam entwickelt und aufgebaut hatten. Der Biologieunterricht sollte in der vor dem gemeinsamen Projekt liegenden Unterrichtszeit die folgenden Themenschwerpunkte erarbeiten:

1. Evolution des Wahrnehmungsapparates für optische Reize
2. Aufbau und Funktion des Wirbeltierauges

3. Evolutionsfaktoren und Evolutionsmechanismen am Beispiel der Rückbildung des optischen Sinnes bei Höhlenfischen
4. Leistungen des optischen Apparates beim Menschen
5. Geplant, aber aus Zeitgründen nur ansatzweise realisiert: Farben und Farbkombinationen in der Natur unter Einbeziehung stammesgeschichtlicher Aspekte

Fachübergreifende Anteile	Fachspezifische Anteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optisch empfindliche Moleküle</li> <li>• Photochemische Reaktionen</li> <li>• Vergleiche mit der physikalischen und technischen Optik</li> <li>• Beleuchteter Film</li> <li>• Geformter, schräg beleuchteter Film</li> <li>• Lochkamera, Filmkamera</li> <li>• Strahlengänge: Gegenstand und Abbildung</li> <li>• Bildsehen, Sehschärfe, Lichtstärke</li> </ul>	<p><i>1. Evolution des optischen Wahrnehmungsapparates</i></p> <p>Verschiedene Stufen des Sehens:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bei Einzellern (Bakterien, Euglena)</li> <li>• bei Vielzellern vom einfachen zum komplexen Augentyp: Flachauge, Grubenaug, Blasenauge, Linsenauge</li> <li>• Vergleich von Morphologie und Leistungen im Rahmen der Umweltansprüche und Lebensweise der entsprechenden Tiergruppen:</li> <li>• Erklärungsmodelle nach Lamarck und Darwin zur möglichen stammesgeschichtlichen Entwicklung vom Grubenaug zum Blasenauge bei Mollusken (Optimierungsprozesse)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtmodelle</li> <li>• Strahlengänge im Zusammenhang mit den Grundbegriffen der physikalischen Optik</li> <li>• Gesetzmäßigkeiten, Beziehungen zwischen Gegenstandsgröße, Gegenstandsweite, Bildgröße und Bildweite</li> <li>• Beziehungen zum Auge und zur Fotografie</li> <li>• Physikalische Aspekte der Akkommodation</li> <li>• Physikalische Erklärungen zu Augenkrankheiten</li> </ul>	<p><i>2. Morphologie und Leistungen des Linsenauges der Wirbeltiere</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lage, Anordnung, Aufbau, Bestandteile und Leistungen des menschlichen Auges</li> <li>• Aufbau und Leistungen der Netzhaut</li> <li>• Verlauf und Bedeutung des N. opticus</li> <li>• Einführende qualitative Versuche zu Stäbchen, Zapfen, blindem und gelbem Fleck</li> <li>• Biologische Aspekte der Akkommodation</li> <li>• Augenkrankheiten und Augenfehler</li> </ul>
	<p><i>3. Evolutionsfaktoren und Evolutionsmechanismen vorwiegend am Beispiel der Rückbildung der optischen Leistungen bei Höhlenfischen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homologiekriterien unter Einbeziehung anderer Beispiele</li> <li>• Konvergente Entwicklungen am Beispiel des Ver-</li> </ul>



	gleichs von Wirbeltier- und Tintenfischeaugen • Lamarckistische und darwinistische Erklärungsansätze zur Höhlenfischentwicklung • Mechanismen der Evolution bei Höhlenfischen: Evolutionsfaktoren, Individuum – Population, Polymorphie – Polytypie, Isolationsmechanismen, Rassen- und Artbildung
• Schaubilder von Versuchsauswertungen zu Lichtstärke und Adaptiondauer bei Stäbchen und Zapfen • Zeitliches Auflösungsvermögen und Filmtechnik • Schaubilder zur spektralen Empfindlichkeit von Stäbchen • Bedeutung von Wellenlängen und Amplituden für die Farbwahrnehmung • 3D-Brille, 3D-Filme • optische Täuschungen • Herstellung von optischen Effekten	4. Leistungen des optischen Apparates beim Menschen • Versuche, Modelle und Theorien zu Adaptation, negative Nachbilder, Sehzapfen und Sebstäbchen, Anordnungen der Rezeptoren auf der Netzhaut, Krankheiten • Lebensweise und optische Leistungen dämmerungsaktiver Säugetiere • Bedeutung des Farbensehens bei unseren Primatenvorfahren • Versuche zum "räumlichen Sehen" • Korrespondierende und nicht korrespondierende Netzhautstellen (Querdisparation) • Faktoren, welche zur Distanzschätzung und zum 3D-Empfinden beitragen

## 1.2.2 Chemie

### *Einführungsphase (2 UE)<sup>1</sup>*

Alle SchülerInnen der BINGO-Kurse nahmen zu Beginn des Halbjahres an einem sogenannten Erlebnispfad zum Thema "Licht und Farbe" teil, der von den Lehrern gestaltet worden war. Auf diesem Wege sollte die Thematik vor allem mit den Sinnen und erst in zweiter Linie verstandesmäßig erfaßt werden. Direkt im Anschluß an dieses Ereignis und vor allem in der folgenden UE wurden die Eindrücke ausgetauscht und schließlich in Form einer Mind Map festgehalten. Dieses Verfahren gab den SchülerInnen einerseits Ideen für ihre Themenvorschläge für die Projektphase und andererseits wurden Arbeitsschwerpunkte für den Fachunterricht daraus abgeleitet.

---

<sup>1</sup> Am Schulzentrum Alwin-Lonke-Str. umfassen Unterrichtseinheiten (UE) 65 Minuten bzw. 70 Minuten. Ein Grundkurs hat pro Woche zwei UE. Das entspricht drei 45-minütigen Unterrichtsstunden.

### *Fachunterricht (18 UE)*

Im ersten Teil der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit wurde mit den SchülerInnen der Zusammenhang zwischen Licht und Farbigkeit erarbeitet. Ausgehend vom Wellencharakter des Lichts wurden Absorptionsvorgänge und Methoden der Farbmischung besprochen. Den Abschluß dieses Abschnittes bildete das Thema "Farbwahrnehmung durch das Auge". Im zweiten Teil des Fachunterrichts lernten die SchülerInnen die Ursachen für die Farbigkeit von Pigmenten und Farbstoffmolekülen kennen. Die genauen Themen sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen. Der Unterricht wurde auf herkömmliche Weise mit Demonstrationsexperimenten unter Beteiligung der SchülerInnen durchgeführt. Nach ca. 7 Wochen fand eine Klausur zu diesem Unterrichtsabschnitt statt.

Parallel zum Unterrichtsgeschehen machten die SchülerInnen Themenvorschläge für die Projektphase, stellten die Lehrerinnen die zur Verfügung stehenden Themen vor und fanden schließlich die Wahlen und die Zuordnung zu den Abteilungen des Museums statt.

### *Projektphase (8 UE)*

Die SchülerInnen fanden sich in den einzelnen Abteilungen des Museums in fächerübergreifenden oder fachspezifischen Gruppen zusammen. Es gab drei überwiegend dem Fach Chemie zuzuordnende Abteilungen:

- Farben gewinnen und analysieren
- Die Verwendung von Farben in Lebensmitteln und Textilien
- Farbe als Ausdrucksmittel

Die möglichen inhaltlichen Aspekte dieser drei Abteilungen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Den Abschluß dieser Unterrichtsphase bildete das sogenannte Museum, in dem die SchülerInnen ihre selbst erarbeiteten Exponate ausstellten. Darüber hinaus wurde von ihnen auch ein Museumsführer erstellt, der ihren Beitrag vertiefen sollte.

### *Fachunterricht (5 UE)*

In den letzten Unterrichtseinheiten dieses Halbjahres wurde der Fachunterricht fortgesetzt. Dabei erhielten die einzelnen Arbeitsgruppen die Gelegenheit, ihre Arbeitsergebnisse vorzustellen und die theoretischen Grundlagen den anderen gegebenenfalls mit Hilfe des Fachlehrers zu erläutern.

<b>Fachüberschreitend</b>	<b>Fachspezifisch</b>
<i>1. Einstiegsphase 2 UE</i>	
	<i>2.1 Zusammenhang Licht und Farbe</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Wellencharakter des Lichtes</li><li>• farbiges Licht - Teilabsorption</li><li>• additive und subtraktive Farbmischung</li><li>• Fluoreszenz, Phosphoreszenz</li><li>• UV-Absorption, Elektronenanregung</li></ul>
<i>2.2 Aufbau und Funktion des Auges</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Hell-Dunkel-Sehen</li><li>• Farbwahrnehmung</li></ul>	<i>2.3 Klausur</i>
	<i>2.4 Anorganische und organische Pigmente</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aufbau von Lacken und Lasuren</li></ul> <i>2.5 Farbstoffmoleküle</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Hybridisierung, <math>\pi</math>-Bindung, konjugierte <math>\pi</math>-Bindungen, <math>\pi</math>-Systeme</li><li>• Wittsche Farbtheorie</li><li>• Auxochrome und Chromophore</li><li>• +/- M-Effekt</li><li>• Batho-, Hyper- und Hypsochromie</li></ul>
<i>3. Projektphase in verschiedenen Abteilungen</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Farben gewinnen und analysieren</li><li>• Verwendung von Farben in Lebensmitteln und Textilien</li><li>• Farbe als Ausdrucksmittel in der Kosmetik</li></ul>	

### 1.2.3 Physik

In der Zeit bis zum Halbjahresende von 12.1 war im Physikkurs das magnetische Feld und hier insbesondere die Kraft auf einen Leiter im Magnetfeld und die Lorentzkraft behandelt worden. Zur Messung der magnetischen Kraftflußdichte an Drähten und Spulen wurde die Hall-Sonde eingesetzt und ihr Funktionsprinzip erklärt.

Bei der Umsetzung des BINGO-Themas des Halbjahres 12.2 "Licht und Farbe" wurde im Physikkurs die Vorstellung über die Ausbreitung des Lichtes als eine Wellenbewegung mit seinen Phänomenen, insbesondere die der Beugung und der Interferenz, behandelt.

#### *Periodizität und gleichmäßige Kreisbewegung (4 UE)*

Um eine Welle als einen räumlich und zeitlich periodischen Vorgang identifizieren zu können, war es vorbereitend notwendig, den SchülerInnen die gleichmäßige Kreisbewegung als zeitlich periodischen Vorgang nahezubringen. Die physikalischen Größen Periode, Frequenz und Winkelgeschwindigkeit lassen sich hierbei auf anschauliche Weise einführen. Da im Unterrichtsablauf zuvor die Lorentzkraft im Magnetfeld behandelt worden war, bot es sich an, Elektronen durch die als Zentripetalkraft wirkende Lorentzkraft auf eine Kreisbahn abzulenken (Fadenstrahlrohr) und mit den SchülerInnen die Ursache für die entstehende Kreisbewegung zu diskutieren. Um die Kreisbewegung für die SchülerInnen begreifbarer zu machen, wurde ein leichter Korken, der über einen durch ein Glasrohr gefädelten Bindfaden mit einem schwereren Korken verbunden war, durch periodische Bewegung des Glasrohres herumgeschleudert. Diesen Glasrohrversuch führten die SchülerInnen in Zweiergruppen durch. Unterstützt durch diesen anschaulichen mechanischen Versuch konnten die oben genannten periodischen Größen, einschließlich der Formel für die Radialkraft, problemlos eingeführt werden.

Die zuvor am Fadenstrahlrohr gemessenen Größen (Kreisbahndurchmesser, Beschleunigungsspannung, Kraftflußdichte über die Hall-Spannung) ermöglichten nun auch eine Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons. Des weiteren wurde kurz auf die durch die Ablenkung hochenergetischer Elektronen und Protonen im magnetischen Erdfeld der Atmosphäre entste-

henden Teilchengürtel eingegangen und die Entstehung des Polarlichtes erklärt.

### *Induktion und harmonische Schwingungen (9 UE)*

Da die Vorstellung von Wellen immer mit den gekoppelten Schwingungen von Oszillatoren verbunden ist, war es das nächste Hauptziel, die SchülerInnen mit der harmonischen Schwingung eines mechanischen Oszillators und den Schwingungen von Spannung und Stromstärke im elektrischen Schwingkreis vertraut zu machen. Zum Verständnis des elektrischen Schwingkreises ist aber die Induktivität als Trägheitsgröße des elektrischen Stromes von zentraler Bedeutung. Daher wurde über Vorversuche, wie die Induktionsspannung bei der Relativbewegung von Stabmagnet und Spule sowie der Bewegung eines Leiters im Magnetfeld, die Induktion in ihren Abhängigkeiten untersucht. Das Induktionsgesetz konnte dann formuliert werden, wobei das negative Vorzeichen der Induktionsspannung über den Thomsonschen Ringversuch bestätigt wurde (Lenzsche Regel). Daß die Induktion auch auf den eigenen Leiterkreis wirkt (Selbstinduktion), wurde über Versuche an einer Spule mit hoher Induktivität gezeigt. In diesem Zusammenhang zahlte es sich aus, daß etwa die Hälfte der SchülerInnen schon in der Gruppenarbeitsphase des Halbjahres 11.2 mit Problemen der Induktion bei der Energieumwandlung konfrontiert war.

Ein Vergleich des aus Spule und Kondensator bestehenden elektrischen Schwingkreises mit der harmonischen Schwingung eines Fadenpendels machte die analoge periodische Energieumwandlung in beiden Fällen deutlich. Nachdem die Bewegung des Fadenpendels als senkrechte Projektion einer gleichmäßigen Kreisbewegung erkannt worden war, konnten die periodischen Größen auf das Pendel und im Rückschluß auch auf den elektrischen Schwingkreis angewendet werden.

Anschließend wurde über die Minimierung von Induktivität und Kapazität der Hertzsche Dipol als offener, hochfrequenter Schwingkreis erkannt, an dem zeitlich periodisch elektrische und magnetische Felder entstehen, die sich am Dipol abschnüren und sich periodisch im Raum ausbreiten (elektromagnetische Welle).

### *Wellenlehre (7 UE)*

An einer Pendelkette und einer Torsionswellenmaschine wurde der Energietransport bei gekoppelten Oszillatoren studiert und festgestellt, daß die Oszillatoren nur um ihre Ruhelage schwingen, während die Energie in Ausbreitungsrichtung der Störung transportiert wird. Die hierbei unter den gekoppelten Oszillatoren auftretende räumliche Periode wurde als Wellenlänge bezeichnet, und es wurde geklärt, daß nach einer zeitlichen Periode die Störung um eine Wellenlänge vorangekommen ist. Damit konnte die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle beschrieben werden.

Im Rahmen der Demonstration von Transversal- und Longitudinalwellen wurde über zwei Polarisationsfilter insbesondere gezeigt, daß das Licht die Eigenschaft einer zirkular polarisierten Transversalwelle besitzt.

Die Interferenzerscheinungen von Wellen wurden sodann bei Wasserwellen in der Wellenwanne studiert. Mit Hilfe des Huygensschen Prinzips konnten dann die Beugung, die Reflexion und die Brechung erklärt werden.

Die so gewonnenen Wellenvorstellungen, insbesondere die der Beugung und Interferenz, wurden nun auf die Ausbreitung des Lichtes nach dem Durchgang durch einen Doppelspalt, ein Gitter und einen Einfachspalt angewendet. Über die Interferenz des Lichtes am Doppelspalt und am Gitter wurde hierbei sowohl die Wellenlänge eines als Lichtquelle aufgebauten Lasers bestimmt als auch das kontinuierliche Wellenlängenspektrum des weißen Lichtes einer Heliumlampe untersucht. Durch Ausmessung des über ein Rowland-Gitter erzeugten Interferenzmaximums erster Ordnung von weißem Licht konnten die SchülerInnen den Farbbereich des sichtbaren kontinuierlichen Spektrums zwischen den Wellenlängen 390 nm (violett) und 700 nm (rot) einordnen. Ein darüber hinausgehender Überblick über das gesamte elektromagnetische Spektrum ermöglichte den SchülerInnen, das sichtbare Licht mit seinem Farbspektrum im Gesamtspektrum einzuordnen und gegenüber anderen Strahlungsarten abzugrenzen.

### *Gruppenarbeitsphase (11 UE)*

Von den in der Gruppenphase angebotenen Themenstrukturen in den sieben Abteilungen sind "Licht und Beleuchtung" (Abteilung 1) und "Bild und Abbild" (Abteilung 2) mehr physikalisch-technischer Natur gewesen. Aber auch

hier war der im Physikunterricht behandelte wellenoptische Aspekt nur von sekundärer Bedeutung. Da die Entstehung des Lichtes und die Bildentstehung gerade die quantenhafte Natur des Lichtes hervortreten lassen, wäre hier sicherlich eine physikalische Vorbereitung über den Teilchencharakter von Licht (lichtelektrischer Effekt) sinnvoller gewesen. Ohne die Kenntnis über die wellenmechanischen Größen Frequenz und Wellenlänge ist es aber nicht möglich, die Energie und den Impuls eines Lichtquants zu beschreiben. Daher mußte zunächst die Wellennatur des Lichtes erarbeitet werden. Der lichtelektrische Effekt (Photoeffekt) wurde jedoch nach der Gruppenarbeitsphase in 4 Unterrichtseinheiten zum Ende dieses Halbjahres im Physikkurs behandelt.

Da die Arbeitsgruppen sich in den Abteilungen in der Regel fächerübergreifend zusammensetzten, mußte jede Gruppe sich die fachwissenschaftlichen Aspekte ihres Themas selbständig oder mit der Hilfestellung des entsprechenden Fachlehrers erarbeiten. Eine gezielte fachliche Vorbereitung auf die einzelnen Themen war zumindest aus physikalischer Sicht nicht möglich und auch nicht angestrebt.

Fachüberschreitend	Fachspezifisch
Ablenkung hochenergetischer Elektronen und Protonen im magnetischen Erdfeld (Sonnenwind, Van Allen-Gürtel, Polarlicht)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die gleichmäßige Kreisbewegung und die Lorentzkraft als Zentripetalkraft (Fadenstrahlrohr)</li> <li>• Der Hall-Effekt</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieumwandlung in Generatoren</li> <li>• Wirbelstrombremse</li> <li>• Konventionelle Zündanlage eines Autos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Induktionsgesetz, Lenzsche Regel (Thomsonscher Ringversuch), Dynamoelektrisches Prinzip, Selbstinduktion</li> </ul>
Technische Anwendungen elektromagnetischer Wellen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequenzbereiche für Rundfunk und Fernsehen</li> <li>• Mikrowellen (Radar, Mikrowellenherd)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich mechanischer Schwingungen mit elektrischen Schwingungen (Der Hertzsche Dipol)</li> <li>• Entstehung und Ausbreitung elektrischer und magnetischer Wirbelfelder am Hertschen Dipol (elektromagnetische Welle)</li> </ul>
Wahrnehmungsbereiche des Menschen im elektromagnetischen Spektrum <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung von Sprache u. Musik</li> <li>• Wärmestrahlung</li> <li>• sichtbares Licht (Farbspektrum)</li> </ul>	Wellenlehre <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellenarten (Longitudinal-u. Transversalwellen), Licht als zirkular polarisierte Welle</li> <li>• Ausbreitung einer Welle (Wellenlänge, Geschwindigkeit, Lichtgeschwindigkeit)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluoreszenz (UV-Strahlung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferenz, Beugung, Reflexion, Brechung (Huygenssches Prinzip)</li> <li>• Interferenz und Beugungserscheinungen bei der Ausbreitung des Lichtes, das kontinuierliche optische Spektrum, Abgrenzung zu anderen Strahlungsarten</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklärung der Entstehung von Sonnenbrand bei der Bestrahlung der menschlichen Haut mit UV-Licht</li> <li>• Absorption des UV-Lichtes durch Glas</li> </ul>	Der lichtelektrische Effekt <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutung im Teilchenmodell</li> <li>• Die Energie eines Photons (Lichtquants)</li> </ul>

## 1.3 Arbeit in den Abteilungen des Museums

### 1.3.1 Überblick

Die Konstituierung der Abteilungen des Museums erfolgte nach der Bewerbung der Schülergruppen und der Entscheidung über ihre Mitarbeit in der gewünschten Abteilung durch das Schlichtungsgremium. Innerhalb einer Abteilung mußten nun die Interessen der SchülerInnen in gegenseitigem Einvernehmen gegeneinander abgegrenzt und wiederum in Zusammenhang gestellt werden. Die Zuordnung der Gruppen zu einer Abteilung erfolgte nicht unbedingt auf der Basis des gewählten Unterrichtsfaches, oft haben sich die SchülerInnen gemäß ihren Interessen Abteilungen zugeordnet, die einen anderen Fachschwerpunkt haben. Die Abteilungsleitung mußte versuchen, das Leistungsvermögen der SchülerInnen einzuschätzen und dementsprechend beratend bei der Themenwahl einzugreifen. Nicht immer konnten die Gruppen von der Komplexität einer Aufgabenstellung überzeugt werden, sie haben die Erarbeitung der Inhalte mit mehr oder weniger großem Erfolg geleistet. Ein weiteres Problem ergibt sich, wenn mehrere Gruppen einer Abteilung ein bestimmtes Thema favorisieren. Die Gliederung der Inhalte innerhalb einer Museumsabteilung mußte begleitet von Überzeugungsarbeit so geschickt erfolgen, daß alle SchülerInnen ihre Wünsche weitestgehend realisiert sahen.

Nach einer ersten Sichtung von Materialien hat dann jede Gruppe ihr spezifisches Thema formuliert und eine möglichst detaillierte Auflistung der Gliederung mittels des BINGO-Brettes den MitschülerInnen bekannt gegeben.



Dieser Informationsaustausch sollte Überschneidungen und damit überflüssige Doppeldarstellungen von vornherein vermeiden helfen.

Die nachfolgende Arbeit der Gruppen gliederte sich in mehrere Abschnitte. Zunächst galt es, Literatur nach Inhalten zur Einarbeitung in ein vertieftes Verständnis der jeweiligen Sachzusammenhänge zu durchsuchen. Die gezielte Auswahl aus der Fülle von Möglichkeiten bereitete manchen SchülerInnen Schwierigkeiten, so daß die Abteilungsleitung helfend eingreifen mußte.

Nach der Erarbeitung der fachlichen Inhalte richtete sich die Aufmerksamkeit auf die Museumspräsentation. Abbildungen, Schemata, Versuchs- und Bastelmaterialien wurden gesammelt und auf ihre Verwendbarkeit überprüft. Gleichzeitig entwickelten sich Ideen für die Präsentation, die in den Gruppen vor dem Hintergrund der Realisierbarkeit diskutiert und ausgewählt wurden. Die Abteilungsleitung hatte auch hier beratende Funktion in Bezug auf die realistische Einschätzung der Durchführbarkeit der Vorstellungen. Diese Phase der Zusammenarbeit war geprägt durch einerseits große Kreativität und fantasiereiche Ideen der Mehrzahl der SchülerInnen, und andererseits offenbarte sich die Ohnmacht einiger SchülerInnen, selbständig aus der Fülle von Möglichkeiten eine angemessene und realisierbare Auswahl zu treffen. Einige wenige SchülerInnen zweifelten am Gelingen ihres Anteils an der Teamarbeit und wollten ihre angefangenen Arbeiten abbrechen. Geduldiges Zureden und Anregungen bewirkten die nötige Motivation zur Fortsetzung der Arbeit.

Nach dieser ersten Sondierung von Inhalten und Ideen wurden die Gruppensprecher von der Abteilungsleitung zu einem Informationsaustausch über den Stand der Vorbereitungen, der weiteren zeitlichen Planung und der entwickelten Vorstellungen über die Präsentation der Arbeitsergebnisse gebeten. Die Konzepte wurden miteinander erörtert und abgestimmt. Die Ergebnisse dieser Beratung wurden in die weitere Arbeit der Gruppen einbezogen. Die korrekte Abstimmung und Organisation der Präsentationen ist für alle Beteiligten, für SchülerInnen wie auch für die Lehrerinnen und Lehrer, die schwierigste und aufreibendste Phase der Arbeit. Hier entscheidet sich, ob ein Projekt gelingt oder mißlingt. Die Vielfalt der Aufgaben wie beispielsweise Materialbeschaffung, Lagerung der Zwischenergebnisse, finanzielle Absprachen, Pannen- und Fehlerdiskussionen, Fragen der Raumaufteilung und der Terminabsprachen stellte an alle hohe Anforderungen. Die SchülerInnen haben

unter Bedingungen gearbeitet, die mit der zwingend notwendigen termingerechten Erfüllung eines komplexen Dienstleistungsauftrags zu vergleichen ist. Allen Widrigkeiten zum Trotz mußte die gestellte Aufgabe erfüllt werden, um negative Auswirkungen zu vermeiden. Diese "Spielsituation" ist durchaus mit schwierigen beruflichen Gegebenheiten der Realität zu vergleichen. Die SchülerInnen haben unmittelbar Streß und Hektik einer abschliessenden Projektphase erlebt. Die Abteilungsleitung konnte direkte Unterstützung leisten, um Überforderungen einzelner SchülerInnen zu mildern.

Letztendlich haben alle Gruppen ihre Ergebnisse termingerecht präsentiert und nach der Eröffnung des Museums durch eine Schülerin aus dem Kreis der Schülermitverwaltung konnten die Exponate begutachtet werden. Von den SchülerInnen wurde die Projektphase überwiegend positiv eingeschätzt. Die Museumsbesucher aus anderen Jahrgängen betrachteten bzw. untersuchten die Ausstellungsobjekte des Museums mit großem Interesse. Es gab weitgehend positiv Kommentare. Sogar Lerneffekte in Form von Aha-Erlebnissen bei schwächeren SchülerInnen aus den höheren Jahrgängen, die sich mit einigen Stoffgebieten, zu denen hier Ausstellungsobjekte waren, schon in ihrem Unterricht befaßt hatten, konnten mehrfach festgestellt werden. Solche Beobachtungen bestätigten ebenfalls die Anschaulichkeit einiger Präsentationen mit teilweise komplexeren Inhalten. Das "Science Museum" hätte eine noch größere Öffentlichkeit verdient gehabt. Es standen dafür jedoch leider keine geeigneten Räumlichkeiten zur Verfügung.

### **1.3.2 Abteilung 1: Licht und Beleuchtung**

Bevor die SchülerInnen sich in Gruppen den einzelnen Abteilungen zuordneten, wurde ihnen an der Pinwand jede Abteilung durch eine Aufzählung der in ihr möglichen Themenkreise vorgestellt.

Unter dem Thema "Licht und Beleuchtung" waren folgende inhaltliche Aspekte aufgeführt:

- "Was ist Licht?" Die Geschichte der Modelle des Lichtes
- Die historische Entwicklung der Beleuchtungsanlagen
- Sonnenlicht und Beleuchtungskörper
- "Das gefesselte Licht" — Lasertechnik: Entwicklung und Nutzung

Der so eingegrenzte Themenkreis wurde von zehn SchülerInnen ausgewählt.

In den ersten beiden Unterrichtseinheiten innerhalb der Abteilung entwickelten und konkretisierten die SchülerInnen den Themenbereich, den sie für die Museumspräsentation bearbeiten wollten. Unterstützt wurde dieses Herantasten an das letztlich umzusetzende Thema durch eine vom Abteilungsleiter zur Einsicht bereitgestellte Literaturlauswahl, die sich an den oben angegebenen Aspekten orientierte. Aus den sich mit der Beschäftigung mit den Themen herauskristallisierenden Interessenlagen der einzelnen SchülerInnen ergaben sich drei Arbeitsgruppen mit folgenden Themen:

1. Die Chronik der elektrischen Beleuchtung – Von der Edison-Lampe bis zum Laser
2. Die Funktionsweise eines Lasers
3. Anwendungsbereiche des Lasers

Aus der Formulierung der Themen ist schon zu entnehmen, daß der Laser als Lichtquelle das größte Interesse hervorgerufen hatte. Alle drei Themen sind wesentlich dem physikalisch-technischen Bereich zuzuordnen.

Ein gemeinsamer Besuch des Instituts für Halbleitertechnik an der Universität Bremen, bei dem den SchülerInnen neben leistungsstarken Gaslasern in Beugungs- und Brechungsexperimenten auch in der Entwicklung befindliche Halbleiterlaser vorgeführt wurden, sollte einerseits zur Illustration der Vielfältigkeit der Lasermodelle beitragen und andererseits das Interesse für die moderne Halbleitertechnologie wecken.

Von der Fächerzusammensetzung innerhalb der Arbeitsgruppen her wurde das erste Thema von vier Physikern und einem Chemiker, das zweite Thema von zwei Chemikern und einem Physiker und das dritte Thema von zwei Chemikern in Angriff genommen.

Ab der zweiten Woche der Gruppenarbeitsphase mußte jede Arbeitsgruppe sich mit dem von ihr gestellten Thema inhaltlich vertieft auseinandersetzen. Parallel dazu erfolgte die Sichtung des Präsentationsmaterials. In den letzten beiden Wochen dieser Phase wurde in jeder Gruppe ein Konzept des jeweiligen Museumsstandes mit seinen Exponaten entworfen. Inhaltliche und räumlich gestalterische Absprachen zwischen den drei Arbeitsgruppen führten zu

einer Gesamtkonzeption für die Präsentation der Abteilung innerhalb des Museums.

### *1. Die Chronik der elektrischen Beleuchtung*

Diese Gruppe hatte sich zur Aufgabe gestellt, nicht nur die historische Entwicklung von der Kohlefadenglühlampe Edisons über die Gasentladungslampe, die Wolframlampe und die Leuchtstofflampe bis zum Laser darzustellen, sondern auch die Funktionsweise und die wesentlichen technischen Merkmale eines jeden Lampentyps, ausgenommen dem Laser, zu erklären.

Um beide Aspekte in die Präsentation einzubringen, war über dem Stand dieser Gruppe im Breitformat ein Plakatband angebracht, auf dem die Zeitachse von 1850 bis heute aufgetragen war. An den entsprechenden Jahreszahlen wurde das erste Auftreten eines Lampentyps von der Edison-Lampe (1879) bis zur Energiesparlampe (1979) notiert. Von diesen einzelnen Ereignissen gingen Pfeile zu den entsprechend zum Lampentyp verfaßten Erklärungen, die unterhalb der Zeitachse auf einer Plakatwand aufgeführt waren.

Zwei SchülerInnen der Gruppe hatten sich zusätzlich mit der spektralen Intensitätsverteilung von Lichtquellen beschäftigt und demonstrierten auf einem vorgelagerten Tisch den photometrischen Aufbau, der im wesentlichen aus einem x-y-Schreiber und einer auf dessen Vortriebsarm in x-Richtung befestigten Fotodiode bestand. Auf dem am x-y-Schreiber aufgespannten DIN A3-Bogen war die Intensitätsverteilung einer Halogenlampe zu sehen.

Umrahmt war der ganze Stand von einer Lichtleiste mit bunten Glühbirnen, die auch über eine Lichtorgel betrieben werden konnte. Ein Verweis beim in der Zeittafel aufgeführten Laserlicht auf die beiden Laser-Themen der Abteilung verdeutlichte den Zusammenhang der Themen innerhalb der Abteilung und gleichzeitig ihre Abgrenzung untereinander.

### *2. Die Funktionsweise eines Lasers*

Neben der Funktionsweise eines Gaslasers bearbeitete diese Gruppe auch in knapper Form die Geschichte der theoretischen Grundlagen des Laserprinzips bis zu seiner technischen Umsetzung als Rubin-Laser (1960). Weiterhin wurde für die Präsentation ein Michelson-Interferometer mit einem Helium-Neon-Laser als Lichtquelle auf einem Experimentiertisch aufgebaut.

Bei der Klärung der Funktionsweise eines Lasers traten erhebliche Verständnisschwierigkeiten, insbesondere bei den beiden SchülerInnen aus dem Chemie-Grundkurs, auf. Die hier vorauszusetzenden physikalischen Begriffsbildungen aus der Wellenlehre (Frequenz, Wellenlänge, Kohärenz, Interferenz, stehende Wellen) und aus der Quantenphysik (quantenhafte Absorption und Emission, stimulierte Emission, Inversion der atomaren Besetzungsverteilung) konnten von den Schülern dieser Gruppe nicht selbständig erarbeitet werden. Nur mit erklärenden und strukturierenden Hilfestellungen des Abteilungsleiters war es möglich, diese Defizite weitgehend auszugleichen. Dennoch waren immer wieder Unsicherheiten bei der Anwendung dieser Begriffe auf das von den Schülern selbst zu erarbeitende Funktionsprinzip des Lasers zu bemerken. Es sei hier angemerkt, daß auch der frühzeitige Hinweis des Abteilungsleiters auf die zumindest bei den beiden SchülerInnen aus dem Grundkurs Chemie nicht voraussetzbaren physikalischen Grundlagen zur Behandlung dieses Themas die Gruppe nicht davon abhielt, das Thema weiter zu bearbeiten.

Da bei dieser Schülergruppe die physikalischen Grundlagen für das Verständnis der Funktionsweise von Halbleiterlasern nicht hinreichend vorhanden waren, beschränkte sie sich bei der Erarbeitung ihrer Präsentation auf die Erklärung der prinzipiellen Funktionsweise von Gaslasern.

Am Präsentationsstand der Gruppe wurde auf einer Plakatwand die historische Darstellung der theoretischen Grundlagen der Lasertechnik in chronologischer Abfolge beschrieben. Mit einigen ausgewählten Grafiken konnte auch die Funktionsweise des Gaslasers illustriert werden. Die neben den Grafiken aufgeführten Texte erklärten die physikalischen Zusammenhänge.

Vor der Plakatwand war das Michelson-Interferometer mit dem Helium-Neon-Laser aufgestellt. Die Funktionsweise, insbesondere hinsichtlich der Interferenzfähigkeit des Laserlichtes, wurde über eine Grafik mit daneben stehenden Erklärungen erläutert.

Um inhaltliche Überschneidungen in der Präsentation zu vermeiden, war eine enge Absprache mit der dritten Gruppe der Abteilung besonders notwendig.

### *3. Anwendungsbereiche des Lasers*

Diese Zweiergruppe hatte sich die Aufgabe gestellt, den Einsatz der Lasertechnik auf den Gebieten der Medizin, der Industrie, Wissenschaft und Forschung, beim Militär und im Privatbereich aufzuzeigen und den jeweiligen Funktionszusammenhang mit dem Laser zu beschreiben.

Die Arbeit dieser Gruppe bestand darin, zu diesen verschiedenen Gebieten Informationen zusammenzutragen und sie in Hinblick auf den Museumsstand mit seinem selbsterklärenden Charakter aufzubereiten. Bei der Präsentation war die verwendete Plakatwand nach den oben angegebenen Gebieten in einzelne Rubriken aufgeteilt. Jeweils ausgestattet mit Grafiken und zugeordneten Erklärungen wurden die technischen Prozesse, wie z.B. die Netzhautverschweißung, lasergelenkte Waffen, das Bohren, Schneiden oder Schweißen von Metallen, der Laserdrucker oder das CD-Abtastsystem in den entsprechenden Rubriken erklärt. Auf dem vorgelagerten Tisch konnten die Museumsbesucher eine mit dem aufgefächerten Lichtstrahl eines roten Halbleiterlasers sichtbar gemachte Hologrammaufnahme betrachten. Die Verfahren der Aufnahme und der Bildwiedergabe wurden ebenfalls durch zwei mit Texten versehene Grafiken erklärt.

Eine Absprache innerhalb der eigenen Abteilung und mit den SchülerInnen der Abteilung 2 (Bild und Abbild) war hierbei zur Vermeidung von Überschneidungen notwendig.

#### **1.3.3 Abteilung 2: Bild und Abbild**

Die Abteilung 2 des naturwissenschaftlichen Museums zum Thema "Licht und Farbe" beinhaltet Themen zu dem Begriffskreis "Bild und Abbild". Die von den SchülerInnen im Vorfeld mitbestimmten Inhalte gliederten sich in folgende Teilaspekte:

##### a) Bildentstehung im Auge und im Gehirn

- Aufbau des Auges aus physikalischer Sicht
- Bildverarbeitung im Gehirn, optische Täuschung, Fehlsichtigkeit
- Wirkung von Farben auf den Menschen

b) Photographie gestern und heute

- Lochkamera
- Objektive, Entfernungseinstellung
- Schärfentiefe, Belichtungszeit
- chemische Vorgänge auf dem Film (Farbe, schwarz/weiß)
- Photometrie

c) Elektronische Bildentstehung

- Braunsche Röhre
- Bildentstehung im Fernseher (s/w)
- Farbfernseher
- Halbleitertechnik bei Bildschirmen
- Halbleiterlaser in der Bildentstehung

d) Elektronische Bildverarbeitung

- Scanner
- Fax
- Halbleitertechnik in modernen Videokameras
- lichtempfindliche Halbleiterbausteine

Aus dieser Vielzahl von Themen konnten die SchülerInnen entsprechend dem Wunsch ihrer Arbeitsgruppe den Bereich wählen, der sie besonders interessierte. Der Abteilung 2 haben sich 3 Gruppen mit insgesamt 16 SchülerInnen zugeordnet (zwei Gruppen mit 5 SchülerInnen, eine Gruppe mit 6 SchülerInnen). Folgende Themen wurden gewählt:

1. Bildentstehung in Auge und Gehirn
2. Schwarz-Weiß-Fotografie
3. Farbfotografie

Die fachlichen Voraussetzungen der einzelnen Gruppenmitglieder waren recht unterschiedlich. Das Thema "Bildentstehung in Auge und Gehirn" wurde von sechs jungen Frauen bearbeitet, deren Interessen deutlich in den Naturwissenschaften angesiedelt waren. Kompetenzen aus den drei naturwissenschaftlichen Leistungsfächern Biologie, Chemie und Physik konnten ebenso eingebracht werden wie Informationen aus den BINGO-Grundkursen

Biologie und Chemie. Die Schülerinnen hatten ihre Qualifikationen erkannt und ehrgeizig auch unter emanzipatorischen Gesichtspunkten die Realisierung der hoch gesteckten Ziele verfolgt. Die Präsentation der Ergebnisse kann als rundum gelungen bezeichnet werden.

Eine gemischte Gruppe (zwei junge Frauen, zwei junge Männer) entschied sich für das Thema "Farbfotografie". Ihre naturwissenschaftlichen Kompetenzen haben sie überwiegend in den BINGO-Kursen erworben. Biologische, chemische und auch physikalische Kenntnisse konnten in die gemeinsame Arbeit einfließen, jedoch lag der Schwerpunkt des Themas deutlich im physikalisch-chemischen Bereich.

Die dritte Gruppe - wie die erste Gruppe aus jungen Frauen bestehend - wählte das Thema "Farbfotografie". Die Leistungen und Interessen dieser SchülerInnen fiel im Vergleich zur ersten Gruppe deutlich ab. Trotz intensiver Bemühung einzelner SchülerInnen war die Gruppe ein nicht unbedingt gut funktionierendes Team. Auch hier konnten Qualifikationen aus allen drei Naturwissenschaften der BINGO-Kurse in die Arbeit einfließen, angereichert durch Kenntnisse aus Biologie- bzw. Chemie-Leistungskursen. Die Abteilungsleiterin selbst unterrichtet die Fächer Physik und Mathematik.

Während der 5-wöchigen Gruppenarbeitsphase haben alle Gruppen die notwendigen und aus anderen Halbjahren bekannten Schritte zur Erstellung einer Präsentation weitestgehend selbstständig durchgeführt:

- Sichtung des zur Verfügung gestellten Materials
- Ergänzung des Materials
- Erstellung eines Konzeptes
- Planung und Erstellung der Exponate
- Abfassung des Beitrags zum Museumskatalog.

### *1. Bildentstehung in Auge und Gehirn*

Diese Arbeitsgruppe hatte es sich zur Aufgabe gemacht, den Vorgang des Sehens von dem einfallenden Licht in das Auge bis zur Verarbeitung des Reizes im Gehirn darzustellen. Ein überdimensionales Modell des Auges diente der Veranschaulichung der optischen Vorgänge in der Linse und dem Glaskörper des Auges. Mit Hilfe eines Comics wurden die Vorgänge in der Netzhaut bei Empfang eines Lichtreizes verdeutlicht. Ein Modell zur Wei-



terleitung des Augenreizes an das Gehirn veranschaulichte interaktiv die Reizung der entsprechenden Hirnregionen. Optische Täuschungen an Beispielen wie Bilder und Modelle von M.C. Escher veranschaulichten die Funktionsweise des Gehirns bei der Bildverarbeitung.

In die Aufarbeitung der Thematik mußten Kenntnisse aus allen drei Naturwissenschaften einfließen, die SchülerInnen waren auf die Kompetenzen ihrer Mitarbeiter unmittelbar angewiesen. Absprachen mit anderen Gruppen waren insbesondere mit der Abteilung 7 des Museums "Farben wahrnehmen" erforderlich. Überschneidungen waren zu vermeiden.

## *2. Schwarz-Weiß-Fotografie*

Aufgabe dieser Arbeitsgruppe war die Darstellung der historischen Entwicklung der Fotografie und die Verdeutlichung der chemischen Vorgänge bei der Belichtung und anschließender Entwicklung des Bildträgermaterials. Ausgehend von der Daguerreotypie und der camera obscura wurde der Weg der technischen Entwicklung von Fotoapparaten bis hin zur moderneren Kamera unter Berücksichtigung der physikalischen Vorgänge dargestellt. Parallel dazu wurde die historische Entwicklung der verschiedenen Trägermaterialien für Negative wie Glasplatten und Negativfilm erläutert. Der chemische Prozeß der Belichtung von Photomaterial und der jeweiligen Entwicklung konnte für Schwarz-Weiß-Fotografie dargestellt werden. Die Besucher dieses Museumsstandes konnten Schwarz-Weiß-Malerei betreiben, das heißt, mit Hilfe von mit einem Pinsel aufgetragener Entwicklerflüssigkeit konnte Fotopapier geschwärzt werden. Die entstandenen Objekte wurden gerne mitgenommen.

Zur Bewältigung dieses Themenkomplexes mußten sich die SchülerInnen inhaltlich außer mit chemischen und physikalischen Aspekten insbesondere mit historischen Fragen auseinandersetzen. Eine enge Absprache innerhalb der Abteilung war notwendig, um Überschneidungen zu vermeiden.

## *3. Farbfotographie*

Das Thema der dritten Gruppe knüpft unmittelbar an die Darstellungen der 2. Gruppe an. Die historische Entwicklung der Farbfotografie ist als Weiterentwicklung der Schwarz-Weiß-Fotografie zu sehen. Im Vordergrund dieser Gruppenarbeit stand die Darstellung der chemischen Prozesse auf dem Nega-

tiv und dem Positiv bei der Farbfotografie sowie die Darstellung des Abbildungsverfahrens in einer Spiegelreflexkamera. Erkundungen zu Entwicklungsverfahren in modernen Laboren und verwendeten Aufnahmetechniken in einem Fotostudio ergänzten die theoretische Arbeit. Neben physikalischen und chemischen Kenntnissen zur Farbfotografie an sich flossen in diese Arbeit psychologische Aspekte zur Farbwirkung ein.

Die psychologische Wirkung von Farbe, insbesondere von Farbfotos in der Werbung, wurde im Anwendungszusammenhang dargestellt. Die Besucher dieses Museumsstandes hatten die Gelegenheit, die Wirkung von Farben auf ihre eigene Person zu testen und gemäß dem Lüscher-Farbttest auf ihre Persönlichkeit Rückschlüsse zu ziehen.

### **1.3.4 Abteilung 3: Farbstoffe analysieren und gewinnen**

Schwerpunkt dieser Abteilung war die praktische Analyse von natürlichen und synthetischen Farbstoffen und Pigmenten. Hierbei standen Experimente im Vordergrund. Die Arbeitsgruppen konnten unter folgenden Schwerpunktthemen wählen :

- a) Analyse von Pflanzenfarbstoffen mittels Dünnschichtchromatografie (DC)
  - Ansetzen von Fließmitteln / Puffern / DC-Platten
  - Extraktion verschiedener Paprikapulver
  - Trennung der verschiedenen Farbstoffe Identifizierung / Klassifizierung in Carotinoide, Xanthophylle
  - Extraktion verschiedener Blüten
  - Trennung der verschiedenen Anthocyane
  - Auswertung der verschiedenen DC-Chromatogramme
- b) Analyse von Lebensmittelfarbstoffen / synthetischen Haarfärbemitteln
  - Ansetzen von Puffern / Fließmitteln
  - Elektrophorese verschiedener Lebensmittelfarbstoffe
  - Dünnschichtchromatografie von Lebensmittelfarbstoffen
  - Isolierung von Farbstoffen aus Lebensmitteln
  - Klassifizierung und Identifizierung der aufgefundenen Farbstoffe
- c) Eigenschaften von Farbstoffen und Pigmenten

- chemische Beständigkeit gegen Säuren, Basen, Oxidationsmittel
- Löslichkeit
- Licht- und UV-Beständigkeit
- Farbintensität und Deckvermögen

#### d) Absorptionsspektren

- pH-Abhängigkeit verschiedener Farbstoffe

Aus diesem Angebot wurden die Themen a, b und c von den Arbeitsgruppen dieser Abteilung gewählt und der inhaltliche Schwerpunkt selbst bestimmt bzw. erweitert. In dieser Abteilung wirkten 14 SchülerInnen mit, wobei in jeder Arbeitsgruppe außer den Teilnehmern des GK Chemie je eine Schülerin und ein Schüler eines parallel laufenden Biologie GK mitarbeiteten.

In der Projektphase haben die einzelnen Arbeitsgruppen selbständig die Schwerpunkte gesetzt und mit Hilfe des Lehrers die experimentelle Erforschung geplant. Hierfür war zum Teil umfangreiches Informationsmaterial zu bearbeiten. Darüber hinaus haben sie die für die Darstellung notwendigen Materialien ausgesucht und beschafft, die Experimente ausgewertet und in einer anschaulichen Form dargestellt und ihren Beitrag zum Museumsführer erstellt.

#### *1. Analyse der Pflanzenfarbstoffe*

Diese Arbeitsgruppe hatte sich die folgenden Schwerpunkte gesetzt :

- Funktion der Blütenfarbstoffe in der Natur, Farbpräferenzen der Bestäuber,
- Carotinoide im Paprikapulver, Qualitätsvergleich verschiedener Sorten mittels DC,
- Carotinoide färben Herbstblätter rot,
- Darstellung der Funktionsweise der DC mit Erläuterung der stationären und mobilen Phase,
- Fehlerbetrachtung bei der Wahl der verschiedenen Platten und Laufmittel,
- Analyse der Farbstoffe in Petunienblüten.

Bei der experimentellen Umsetzung hatte die AG zu Beginn der Projektphase Schwierigkeiten mit der präparativen Aufarbeitung der Blüten und der Wahl der geeigneten Platten und Fließmittel, auch das richtige Auftragen der Pro-

ben mußte mehrfach geübt werden. Wichtig war, sich nicht von mißlungenen Trennungen frustrieren zu lassen und eine Fehleranalyse zu betreiben. Sie haben hierfür die notwendigen Informationen und Hilfen beim Lehrer abgefragt und die Hinweise und Ratschläge aufgenommen und umgesetzt.

Der Museumsbeitrag war anschaulich und sehr kreativ gestaltet und von Form und Inhalt gut gelungen. Es war eine gute Teamarbeit festzustellen. Allerdings fehlten Querverweise zu anderen Museumsabteilungen mit einer ähnlichen Thematik.

## *2. Analyse von Lebensmittelfarbstoffen*

Diese AG untersuchte stark gefärbte Lebensmittel: Smarties, "m&m", falschen Kaviar und Wackelpudding. Darüber hinaus erprobten sie die Trennmethode zunächst an Faserfärbestoffen, da sie diese für geeignete Demonstrationsobjekte ansahen. Die elektrophoretische Trennung war mit Schwierigkeiten verbunden, da sich das in dem Schülerversuchs-Set befindliche Papier als sehr grob erwies. Die Verwendung von beschichteten Kunststoffplatten aus der DC brachte etwas bessere Ergebnisse. Die Isolierung der Farbstoffe aus den Lebensmitteln gelang nach einigen Vorversuchen gut.

Darüber hinaus wurden dann in dem Museumsbeitrag die gesetzlichen Bestimmungen, E-Nummern, DIN 55945 dargestellt. Besonderen Wert legte die Gruppe jedoch auf die Darstellung von gefärbten Exponaten, was leider zu Lasten der Auswertung der Experimente ging. Der Museumsführer konnte nicht mehr vollständig abgeliefert werden, da der Beitrag durch einen "Computerabsturz" verloren ging.

## *3. Eigenschaften von Pigmenten*

Diese AG hatte die Schwerpunkte gewählt :

- Definition und Herstellung von anorganischen Pigmenten
- Eigenschaften und Zusammensetzung der ausgewählten Pigmente
- Untersuchung neun verschiedener Pigmente (Umbra, Sierra di Siena, Metalloxide) auf Farbintensität, Deckvermögen, Lichtechtheit, Chemikalienbeständigkeit
- Deckvermögen und Pigmentgröße
- Übersicht über gebräuchliche Pigmente

Der Museumsbeitrag konnte hinsichtlich der Anschaulichkeit und Übersichtlichkeit nicht ganz überzeugen, obwohl Material und die durchgeführten Experimente dafür gut geeignet gewesen waren. Die gewählten Themenschwerpunkte wurden nicht zusammenhängend dargestellt. Der Museumsführer war aber informativ und umfangreich.

Abschließend läßt sich feststellen, daß Schülerversuche zu diesen Themen relativ zeitaufwendig sind und ein mehrstündiges Praktikum eher geeignet erscheint als einzelne Unterrichtsstunden, zumal wenn diese Gruppen parallel arbeiten. Diese Vorgehensweise hätte den zur Verfügung stehenden Zeitrahmen allerdings beträchtlich ausgeweitet.

### **1.3.5 Abteilung 4: Farbstoffe in Lebensmitteln und Textilien**

In der Abteilung 4 des Licht und Farbe Museums haben sich eine Gruppe mit vier Schülerinnen und eine Gruppe mit zwei Schülerinnen und zwei Schülern zusammengefunden. Alle SchülerInnen stammen aus einem Grundkurs Chemie, sie haben allesamt Leistungskurs Biologie belegt. Als mögliche inhaltliche Aspekte sind folgende Themenbereiche vorbesprochen und vorgeschlagen worden:

a) Gesund oder schädlich - Farbstoffe in Lebensmitteln

- Analyse und Testverfahren
- E-Nummern-Katalog

b) Farben und ihre Geschichte

- Naturfarben
- Synthesefarben

c) Mit Pflanzenfarben Textilien färben

- Pflanzenaufschluß
- Färbetechnik
- Lichtechtheit/Waschbeständigkeit

d) Indigo - der Jeansfarbstoff

- Naturfarbstoff
- Synthesefarbstoff
- Farbstoffklasse

#### e) Industrielle Produktion

Aus diesem Angebot haben sich die SchülerInnen in ihren Arbeitsgruppen die Themenbereiche ausgewählt, die ihnen besonders zusagten (s.u.). Der Start der Gruppenarbeit bestand in der Bestandsaufnahme und Abgrenzung der Themenbereiche, um für den zeitlich begrenzten Rahmen einen konkreten Arbeitsplan in Abstimmung mit dem Abteilungsleiter 4 des Museums (d.h. einem Chemie-Fachlehrer) zu erstellen. Die naturwissenschaftlichen Labore standen unter Anleitung der Fachlehrer offen, so daß Fachliteratur, Video-Lehrfilme, Chemikalien und Geräteausstattung in den Chemielaboren zur Verfügung gestellt werden konnten. Speziell zur Abteilung 3 "Farben gewinnen und analysieren" liegt Themenverwandtschaft vor, so daß mit einzelnen Arbeitsgruppen Abgrenzungen und Schwerpunktsetzungen abzustimmen waren. Unter diesen Arbeitsbedingungen kristallisierten sich folgende Arbeitspläne der beiden Arbeitsgruppen heraus: Grundlegende Einarbeitung und Verständnisgewinnung als Basis, einen Museumsstand mit entsprechenden Erläuterungen zu entwickeln und vorzustellen, wurde als erstes geleistet. Einhilfen und Hinweise auf Grundstrukturen, experimentelle Aufarbeitung und exemplarische Darstellung der chemischen Reaktionsmechanismen sind danach verarbeitet worden.

##### *1. Gesund oder schädlich — Farbstoffe in Lebensmitteln*

Diese Arbeitsgruppe hat insbesondere die Rolle der problematischen Azofarbstoffe herausgearbeitet. Verlockend für die Verbraucher werden Süßigkeiten in leuchtendsten Farbvariationen auch zum Verzehr angeboten, sie enthalten jedoch diese Problemstoffe. Als Kontrast werden bläßlichere, weniger verlockende mit Pflanzenfarben gefärbte Süßigkeiten gegenübergestellt. Psychologische Wirkungen auf das menschliche Wahlverhalten werden somit aufgezeigt. Die chemischen Farbstoffe mit allergener, zum Teil sogar toxischer Wirkung werden hervorgehoben, indem sie ausführlich mit Isolierung durch Trennverfahren, mit dem prinzipiellen chemischen Syntheseverfahren der Azo-Kupplung vorgestellt werden. Die zum Teil vermutete oder auch nachgewiesene allergene Wirkung auf den menschlichen Organismus zeigt die Beziehungen zum Fach Biologie auf. Um für eine gesunde Ernährung zu werben, entwickelte die Gruppe ein Museumsmerkblatt als Verbraucheraufklärung mit den Kennziffern der E-Nummern (zum großen Teil

eben Azofarbstoffe), die man meiden sollte. Die eindeutig chemischen Fachschwerpunkte sind erfolgreich in Richtung allgemeine Verbraucherberatung entwickelt worden.

## *2. Indigo — der Jeansfarbstoff*

In gewisser Parallelität zur ersten Gruppe ist hier die chemische Farbstoffklasse des Indigo umfassend dargestellt worden. Von den historischen Wurzeln des Färbens mit Farbstoffextrakten aus dem Indigostrauch über die theoretische Strukturaufklärung eines Indigomoleküls bis zur großtechnischen Synthese von Indigo-Farbstoff bei der BASF ist die Entwicklung eines der bedeutendsten Farbstoffe anschaulich dokumentiert worden. Die speziellen Redox-Reaktionen bei der Küpenfärbung von Jeansstoff sind experimentell dargestellt worden, somit konnte das "Blau-Machen" den Betrachtern veranschaulicht werden. Die erstklassige Qualität der Jeansfarbe (Lichtechtheit, Waschbeständigkeit etc.) ist an Original-Ausstellungs-Jeans aufgezeigt worden.

Zur Aufarbeitung dieses Themenkomplexes wurden von den SchülerInnen über die chemischen Aspekte hinausgehend historische und chemisch-technische Aspekte einbezogen.

### **1.3.6 Abteilung 5: Farben als Ausdrucksmittel**

Die Abteilung 5 des naturwissenschaftlichen Museums zum Thema "Licht und Farbe" war inhaltlich darauf ausgerichtet, die Bedeutung von Farben als Ausdrucksmittel des Menschen zu erarbeiten. Dazu standen als Untersuchungsschwerpunkte zur Auswahl:

#### a) Haare färben und tönen

- Das Haar – chemischer Aufbau und Form
- Färbemittel – Struktur und Färbevorgang
- Natürliche Haarfarbe, Haut- und Farbentyp
- Historische Haarfärbeverfahren
- Färben mit Lebensmittelfarben
- Bewertung der Farbgebungsverfahren

#### b) Nagellack, Rouge und Lidstrich

- Pigmente
  - Erdfarben, Edelsteine
  - Tattoos und Tätowierungen (Hautfarben und Pigmente)
- c) Läuse färben Lippen rot
- Lippenstiftherstellung
  - Cochenille-Farbstoff
  - Biologisch-evolutionstheoretische Begründung des Schminkens
  - Signal- und Schlüsselreize
  - Funktion des Farbstoffes in den Läusen
  - Lippenform, Wirkung des Gesichts, Aufbau der Haut
- d) Die Farbe "Rot"
- "Rot" vom Altertum bis heute
  - psychologische Wirkung
  - rote Farbstoffe
  - "Rot" sehen

Aus diesem Angebot suchten sich die Arbeitsgruppen ihr Thema und stellten die einzelnen Untersuchungsschwerpunkte selbst zusammen. Von den drei gebildeten Gruppen wurden folgende Themen ausgewählt:

1. Die Farbe "Rot"
2. Das Haarmuseum – Haare färben und tönen
3. Kosmetik – der Lippenstift

An der Abteilung des Museums beteiligten sich 15 SchülerInnen, von denen alle bis auf eine Schülerin aus dem Grundkurs Chemie kamen. Diese Gruppenzusammensetzung ist damit zu erklären, daß dieser Chemiekurs nicht zeitgleich mit den anderen BINGO-Kursen unterrichtet wurde. Deshalb war eine Teilnahme für SchülerInnen anderer Kurse nur möglich, wenn diese zur gleichen Zeit keinen Unterricht in einem anderen Kurs hatten. Dasselbe galt für die SchülerInnen dieses Chemiekurses, wenn sie in einer anderen Abteilung arbeiten wollten.

In der Projektphase haben die drei Gruppen die zum Anfertigen der Präsentation notwendigen und aus den vorherigen Halbjahren bereits bekannten Schritte unterschiedlich selbständig durchgeführt:



- Sie haben das zur Verfügung gestellte Material gesichtet,
- es zum Teil sehr gut ergänzt,
- ihr Konzept entwickelt,
- ihren Ausstellungsbeitrag geplant und hergestellt,
- ihren Beitrag zum Museumskatalog vorbereitet.

### *1. Die Farbe "Rot"*

Diese Arbeitsgruppe wollte die Bedeutung und Wirkung der Farbe Rot im historischen Kontext darstellen. Unter dieser Aufgabenstellung bot sie einen allgemeinen Überblick über kulturgeschichtliche Aspekte der Farbe und ihres Symbolcharakters. Speziell wurde die Herkunft des roten Purpurfarbstoffes dargestellt sowie seine Wirkung auf Tiere (Farbwahrnehmung). Zudem wurde eine Umfrage durchgeführt zur Einstellung der MitschülerInnen zur Farbe Rot. Darin überprüften die Gruppenmitglieder die Feststellungen aus der Fachliteratur und stellten diese in der Präsentation einander gegenüber.

Der sehr anschauliche und gut verständliche Beitrag zum Museum enthielt auch eine Möglichkeit für die Besucher, ihre erworbenen Kenntnisse interaktiv zu überprüfen, sowie einen Videofilmausschnitt zur Farbe Rot. Die Präsentation war in der Darstellung nicht so gut gelungen, weil die Lesbarkeit der Plakate durch handschriftliche Kommentierungen und zum Teil ungünstige Raumaufteilung auf den Plakaten erschwert wurde.

Die Chance, Kenntnisse aus allen drei Naturwissenschaften einzubringen, wurde nur begrenzt genutzt (Farbwahrnehmung der Tiere), dafür wurden fächerübergreifende Bezüge zur Psychologie, Werbung und dem künstlerisch-kulturellen Bereich hergestellt. Der chemische Aspekt kam trotz der Teilnahme aller Gruppenmitglieder am Grundkurs Chemie zu kurz.

### *2. Das Haarmuseum — Haare färben und tönen*

Ziel dieser Arbeitsgruppe war es, den Zusammenhang zwischen dem Aufbau des Haares und den verschiedenen Verfahren der Farbgebung aufzuzeigen. Dabei wurde jedes Verfahren auf seine Verträglichkeit für das Haar bzw. den Organismus untersucht und bewertet, so daß dem Besucher der Präsentation Entscheidungshilfen für die eigene Haarbehandlung gegeben wurden. Ein historischer Überblick über die Farbbehandlung der Haare seit dem Altertum

und eine Umfrage über die Bereitschaft und Motive zur Farbänderung, deren Häufigkeit sowie eventuell aufgetretene negative Folgen der Behandlung rundeten die Präsentation ab. Dieser Museumsbeitrag zeichnete sich durch die besondere Kreativität der Gruppenmitglieder aus. So entstand in phantasievoller Detailarbeit ein Modell vom Aufbau des Haares aus Draht, Strohhalmen, Toilettenpapierpapprollen, Frischhaltefolie und Tonpapier, das Helix, Proto-, Mikro- und Makrofibrillen verdeutlichte. Perücken und Werbeplakate vervollständigten die Präsentation.

Einen Schwachpunkt bildete auch in dieser Gruppe die Lesbarkeit der Plakate durch die handschriftliche Gestaltung und z.T. ungünstige Raumaufteilung. Entsprechend der fachlichen Zusammensetzung, fünf Teilnehmerinnen aus dem Grundkurs Chemie, die auch einen Biologie-Leistungskurs besuchten, wurden in dieser Gruppe fachübergreifende Grundlagen aus der Biologie einbezogen, physikalische Aspekte wurden nicht berücksichtigt, obwohl ein Schüler den BINGO-Kurs Physik besuchte. Die Schwerpunktsetzung ließ dies auch nicht als Mangel erscheinen. Die einzelnen Beiträge dieser Präsentation standen in einem angemessenen inhaltlichen Zusammenhang.

### *3. Kosmetik — der Lippenstift*

Diese Gruppe wollte sich mit den kulturgeschichtlichen Aspekten des Schminkens, mit dem Aufbau, der Herstellung und Anwendung von Kosmetika sowie mit dem Problem der Tierversuche beschäftigen. Dabei gab es Schwierigkeiten in der Planung, der konkreten Schwerpunktsetzung und Durchführung der inhaltlichen Arbeit. Hinweise und Anregungen der betreuenden Lehrerin wurden nur bedingt angenommen. Das Ergebnis war eine Präsentation, deren innerer Zusammenhang fehlte und nur wenige eigenständige kreative Leistung beinhaltete: Es wurde ein kurzer Abriß über die Geschichte der Kosmetik gegeben, sehr anschaulich die Herstellung eines Perlglanzlippenstiftes demonstriert — was auch durch die Besucher des Museums bei entsprechender Verweilzeit hätte durchgeführt werden können — und außerdem an Abbildungen die Grausamkeit der Tierversuche bei der Entwicklung von Kosmetika verdeutlicht. Ergänzend wurden die einzelnen Farbtönen und Gesichtsformen vorgestellt.

Insgesamt betrachtet fehlten die naturwissenschaftliche Betrachtungsweise des Themas, Detailinformationen und Bezüge zu aktuellen und speziell von Jugendlichen bevorzugten "Schminktechniken" wie Tattoos u.a.. Einen zu großen Raum nahm durch die emotionale Betroffenheit der SchülerInnen der Aspekt Tierversuche ein, zumal er ohne Bezug zu konkreten Kosmetika blieb. Die Gruppe bestand aus drei Teilnehmerinnen des Grundkurses Chemie mit dem Leistungsfach Biologie und einer Schülerin aus einem BINGO-Kurs Biologie, so daß die Einbeziehung von chemischen und biologischen Aspekten durchaus möglich gewesen wäre.

### **1.3.7 Abteilung 6: Farben im Tierreich**

Diese von einer Biologie-Kollegin betreute Abteilung wurde von 14 SchülerInnen angewählt, die besonders von den im Erlebnispfad vorgestellten Farberscheinungen, Signalwirkungen und Farbwechseln bei Tieren fasziniert waren. Nur 3 SchülerInnen stammten aus einem BINGO-Grundkurs in Biologie, von den 9 SchülerInnen aus Chemie-Grundkursen hatten 8 einen Leistungskurs Biologie belegt, außerdem waren noch zwei Schüler aus dem Physik-Grundkurs in der Abteilung vertreten. Die bereits vorher fest zusammengesetzten Gruppen betonten alle drei ein hauptsächliches Interesse an biologischen Phänomenen, so daß bei der Zuordnung der Themengebiete aufgrund der im Vorfeld gesammelten Einzelaspekte zunächst nach "Chemie oder Physik" aussehende Bereiche abgelehnt wurden und eine Konkurrenz um den Themenbereich "Signalwirkungen" herrschte.

Die erste Phase der Gruppenarbeit bestand daher aus der Sichtung der zur Verfügung gestellten Literatur, Foliensätze und möglichen Experimente. Außerdem wurden Verbindungen und Abgrenzungen zu den Museumsabteilungen 2 "Farben wahrnehmen" und 5 "Farben als Ausdrucksmittel" durch Besuche und Absprache mit den dort arbeitenden Gruppen vorgenommen. Sehr schnell konnte sich die Gruppe "Pigmente in der Haut und in den Haaren" auf ihre Themenschwerpunkte einigen, die übrigen beiden Gruppen konnten durch ein von den SchülerInnen vorgeschlagenes Losverfahren zu einer Zuordnung und einem zügigen Beginn der Gruppenarbeit kommen.

Wie zu beobachten war, kamen alle Gruppen schnell zu einer Arbeitsaufteilung bei der Materialsuche und der Auswahl von für das Museum geeigneten

Objekten. Materialien und Objekte der Chemie- und Biologiesammlung, Foliensätze, Experimentieranleitungen, Fernseher und Camcorder wurden genutzt. Die SchülerInnen brachten selber eigene Bücher und Objekte von zu Hause oder aus Bibliotheken mit.

### *1. Farberscheinungen im Tierreich*

Trotz anfänglicher Abwehr gegen die physikalischen und chemischen Aspekte der Farbwirkungen (Absorption, Reflexion, Interferenz, Streuung) fanden die SchülerInnen dennoch geeignete Objekte, um die Farberscheinungen der Pigmentfarben, Strukturfarben und Schillerfarben zu illustrieren und auch für Laien Interesse zu wecken:

- Pigmente in Pigmentzellen bei Amphibien und Reptilien,
- Wellensittiche: erblich bedingte grüne, blaue und gelbe Federfärbung (subtraktive Farbmischung),
- schillernde Gefieder, Schmetterlingsflügel, Perlmuttschimmer (Interferenz nach dem Prinzip der Farben dünner Blättchen).

Eine zweite Kleingruppe beschäftigte sich intensiv mit dem Phänomen des kalten Leuchtens bei Glühwürmchen (Leuchtkäfer) und deren Larven sowie bei Tintenfischen (Endosymbiose von leuchtenden Bakterien). Anhand von Abbildungen wurde die biologische Funktion des kalten Leuchtens verdeutlicht: Beute anlocken, Partnerfindung, Regulation der Bestandsdichte, Tarnung. Die chemische Reaktion der Biolumineszenz wurde in Kurzform dargestellt.

Das ca. 1m große Pappmodell eines flugunfähigen Leuchtkäferweibchens, dessen Hinterteil mittels Knopfdruck und Glühbirne zum Leuchten gebracht werden konnte, war der allgemeine Publikumserfolg dieser Gruppe. Im direkt daneben liegenden abgedunkelten Raum führten 2 SchülerInnen in regelmäßigen Abständen einen Versuch zur Biolumineszenz vor.

### *2. Pigmente in der Haut und in den Haaren*

Auch diese Gruppe hatte mit Hilfe heimischer Computer die Beschriftung ihrer Exponate und großformatige farbige Abbildungen für ihre Plakate sehr übersichtlich und anregend gestaltet. Sie legte ihren Schwerpunkt auf die Darstellung des physiologischen Farbwechsels bei Tieren mittels Konzentra-

tion und Extension von Pigmenten in Pigmentzellen. Anschauungsobjekte waren der Tintenfisch "Sepia" (Tarntracht, Schrecktracht: zwei schwarze Augenflecke auf dem Hinterleib, Verweis zur Arbeitsgruppe "Signalwirkungen") sowie die Nordseegarnele "Leander serratus". Um die Nordseegarnelen zu beobachten und den Farbwechsel zu demonstrieren, waren drei SchülerInnen mit der Lehrerin ins "Wattenmeer-Nationalparkhaus" in Dornum-Neufeld gefahren, hatten dort den Vorgang der Farbadaptation von Garnelen auf verschiedenen Untergründen in Versuchsaquarien verfolgt und mit Videokamera festgehalten. Der Film wurde während der Ausstellung gezeigt.

Eine zweite Untergruppe hatte ihre Arbeitsergebnisse über die Hautpigmentierung beim Menschen dargestellt:

- der Vorgang der Hautbräunung durch Pigmentbildung
- die Hautfarben der menschlichen Populationen und deren geographische Verteilung
- die erbliche Stoffwechselstörung Albinismus.

Betrachter wurden aufgefordert, sich an einem Ratespiel zu beteiligen. Diese Arbeitsgruppe hat damit verschiedene Aspekte aus unterschiedlichen Halbjahresthemen aufgegriffen.

### *3. Signalwirkungen von Färbungen.*

Diese Arbeitsgruppe hatte die Signalwirkungen unterschieden in:

- Tarnung (Chamäleon, Farbwechsel, Verweis auf Gruppe 2)
- Warnung (südamerikanische Blattsteigerfrösche, Insekten) und
- Mimikry (z.B. Augenmimikry)

Entsprechende farbige Abbildungen mit erläuternden Texten zur biologischen Bedeutung im Rahmen der Evolution wurden auf ihrer Stelltafel präsentiert. Besondere Mühe und gute Ideen hatte diese Gruppe verwendet, um Objekte zu erstellen, bei denen die Betrachter aktiv werden konnten:

- "Zählen Sie ganz schnell, wie viele Schnecken Sie entdecken!" (Schneckenhäuser von einfarbigen und gebänderten Hainschnirkelschnecken in Kästen mit braunem oder grüngelblichem Laub).
- "Tippen Sie ganz schnell auf den Kopf des Tieres!" (verschiedene Beispiele von Kopfmimikry bei Tieren auf Abbildungen).

Während die beiden übrigen Gruppen bei der Ausgestaltung ihres Museumskataloges keine großen Veränderungen gegenüber der Ausstellung vornahmen, hat diese Arbeitsgruppe die evolutionstheoretischen Zusammenhänge in ihrem Katalog ausführlich ergänzt und konnte dadurch die Bewertung ihrer Gruppenarbeit verbessern.

### **1.3.8 Abteilung 7: Farben wahrnehmen**

Die Abteilung 7 mit dem Oberthema "Farben wahrnehmen" wurde von insgesamt 14 SchülerInnen angewählt. Nur drei SchülerInnen stammten aus dem Kurs des Abteilungsleiters (Biologiefachlehrer). Drei SchülerInnen entschieden sich für das Unterthema "Wahrnehmung von Farben in der Natur", sechs SchülerInnen für das Thema "Wirkung von Farben auf den Menschen" und fünf SchülerInnen für das Thema "Unterschiede der Farbwahrnehmung bei den verschiedenen Tiergruppen".

In den ersten beiden Abteilungsstunden sollten die SchülerInnen eine gegliederte Auswahl von Problembereichen entwickeln, Aufteilung der entsprechenden Schwerpunkte an die Teammitglieder vornehmen und einen Arbeitsplan schriftlich vorlegen. Dazu standen Literatur, Abbildungen, Lehrmaterial, Modelle und Angebote mit möglichen Versuchsmaterialien und Experimentiermöglichkeiten zur Verfügung. Außerdem konnten die Teams sich in den Bereichen der Physik-, Chemie- und Biologiesammlungen und in den anderen Abteilungen nach Anregungen umsehen. Die Koordination mit den anderen sechs Abteilungen war vor allem bei denjenigen Gruppen wichtig, deren Themen sich bei den verschiedenen Abteilungen überschneiden. So konnten sinnlose Wiederholungen im Vorfeld vermieden werden. Voraussetzung dazu war, daß die Themen der anderen Teams schriftlich vorlagen und man daher gezielter miteinander in Verbindung treten konnte.

Erst nachdem trotz einiger organisatorischer Schwierigkeiten diese Voraussetzungen geschaffen waren, konnten die Teams ihre endgültigen Arbeitspläne vorlegen und gezielt mit ihrer konkreten Planung beginnen. Ursprünglich anders beabsichtigte Schwerpunkte wurden dabei noch von einigen wenigen SchülerInnen abgewandelt.

Die einzelnen Unterthemen der Abteilung wurden folgendermaßen von den SchülerInnen untergliedert:

### Gruppe 1: Wahrnehmung von Farben in der Natur

1. Subtraktive und additive Farbmischung – Modelle der Farbwahrnehmung
2. Absorptions-, Wirkungsspektrum und Wahrnehmung der Blätterfarbe durch den Menschen
3. Anpassungen an unterschiedliche Lichtstärken der Umgebung (Tages- und Dämmerungssehen, Adaptation, Empfindlichkeiten von Stäbchen und Zapfen gegenüber den verschiedenen Wellenlängen des sichtbaren Lichtes)
4. Krankheiten im Zusammenhang mit der Wahrnehmung von Licht (Farbenblindheit, Nachtblindheit)

### Gruppe 2: Wirkung von Farben auf den Menschen

1. Optische Effekte durch Farben
2. Psychische Wirkungen von Farben (Versuche zu Assoziationen von Begriffen mit bestimmten Farben), psychologische Bedeutung
3. Kulturelle, soziale und politische Bedeutung von Farben
4. Physikalische und physiologische Anteile bei der Wahrnehmung von verschiedenen Farben (Leistungen der Rezeptoren und des Nervensystems)

### Gruppe 3: Unterschiede der Farbwahrnehmung bei verschiedenen Tiergruppen

1. Tiere, welche Farben wahrnehmen können und deren Lebensweise im Vergleich zu farbenblinden Tieren – stammesgeschichtliche Bedeutung
2. Unterschiedliche Wahrnehmung von Farben bei verschiedenen Tiergruppen (Wirbeltiere – Insekten)
3. Unterschiedliche Morphologie (Bauplan) und Physiologie (Funktionen, Abläufe) der optischen Apparate
4. Farbensehende Primatengruppen und ihre Lebensweisen

Nicht alle angebotenen Themen wurden von den SchülerInnen dieser Abteilung zur Bearbeitung ausgewählt. Zusätzlich standen folgende Themen zur Verfügung, die zwar nicht gewählt wurden, aber teilweise in anderen Bereiche oder auch andere Museumsabteilungen einbezogen worden sind:

Thema 4: Stammesgeschichtliche Entwicklung des Farbensehens bei Primaten

1. Farbensehende Primatengruppen und ihre Lebensweisen
2. Evolution des Wahrnehmungsapparates (Evolutionstendenz: Makrosmaten – Mikrosmaten)
3. Evolution des Wahrnehmungsapparates (Aufbau und Leistung)
4. Farben als Schlüsselreize und angeborene Reaktionen beim Menschen (unbewußte Wirkungen)
5. Anerzogene und bewußt eingesetzte Wirkungen

Thema 5: Netzhautleistungen beim Menschen im Zusammenhang mit der Wahrnehmung von Licht und Farbe

1. Aufbau der Netzhaut und Funktionen der einzelnen Teilbereiche
2. Versuche zu den Eigenschaften unterschiedlicher Netzhautbereiche
3. Räumliches und zeitliches Auflösungsvermögen
4. Kontrastbetonung und Dämmerungssehen
5. Erzeugung und Verarbeitung von farbigen Lichtreizen

Die drei Schülergruppen haben in der Projektphase die verschiedenen Arbeitsschritte durchlaufen und die Präsentation ihrer Arbeitsergebnisse vorbereitet. Trotz einiger Widrigkeiten und gruppeninterner Schwierigkeiten konnten folgende Exponate dem Museum zugeleitet werden:

#### *Gruppe 1: Wahrnehmung von Farben in der Natur*

Apparaturen, Lupen und Bilder zur Unterscheidung von additiver und subtraktiver Farbmischung, die von Zuschauern zum Erleben des Phänomens selbst gehandhabt werden konnten. Daneben war auf einer Plakatwand durch anschauliche Zeichnungen und kurze Texte die Erklärung erfahrbar. Gleich nebenan konnte man sich durch die Betrachtung von anschaulich und fantasievoll gestalteten schematischen Abbildungen zur Erzeugung der Farbwahrnehmung im Gehirn von Schaubildern zur spektralen Empfindlichkeit der drei Zapfensorten der Netzhaut über Modelle des Farbensehens informieren.

#### *Gruppe 2: (Wirkung von Farben auf den Menschen)*

Es folgten Versuchsaufbauten zum Absorptionsspektrum von Chlorophyll mit Versuchsanleitungen zu Messungen für den Zuschauer mit anschließender auf dem Plakat dargestellter Erläuterung des selbst erstellten Absorptionsspektrums, um die Frage zu beantworten, warum wir Laubblätter grün



wahrnehmen. Einfache Versuche und anschauliche Exponate zur Adaptation, Nachtblindheit und Farbenblindheit ergänzten die Präsentation von Gruppe 1.

Großes Interesse erregten die Exponate aus dem Alltag zur psychischen und emotionalen Wirkung von Farben und Farbkombinationen, die durch Informationen und ausgewählte Abbildungen zur kulturellen, sozialen und politischen Bedeutung von Farben ergänzt wurden.

### *Gruppe 3: Unterschiede der Farbwahrnehmung bei den verschiedenen Tiergruppen*

Großen Zuspruch erhielten auch die Präparate unterschiedlicher Insektenaugen, welche die Zuschauer unter dem Binokular beobachten konnten, um anschließend auf einem Plakat darüber aufgeklärt zu werden, wie ein Insekt seine Umgebung möglicherweise sehen könnte. Als Beispiel für Farbensehen bei Insekten bot sich die Farbwahrnehmung von Blüten durch Bienen im Vergleich zum Menschen an, welche sich aus den entsprechenden Empfindlichkeitskurven in den dargestellten Schaubildern ableiten ließen.

Von den SchülerInnen wurde die Projektphase überwiegend positiv eingeschätzt. Von den Museumsbesuchern aus anderen Jahrgängen wurden die Ausstellungsobjekte des Museums mit Interesse betrachtet bzw. untersucht und weitgehend positiv kommentiert. Sogar Lerneffekte in Form von Aha-Erlebnissen bei schwächeren SchülerInnen aus den höheren Jahrgängen, die sich mit einigen Stoffgebieten, zu denen hier Ausstellungsobjekte waren, schon in ihrem Unterricht befaßt hatten, konnten mehrfach festgestellt werden. Solche Beobachtungen bestätigten ebenfalls die Anschaulichkeit einiger Präsentationen mit teilweise komplexeren Inhalten. Das "Science Museum" hätte eine noch größere Öffentlichkeit verdient gehabt.

## **1.4 Förderung von Schlüsselqualifikationen**

Die Gestaltung des Halbjahres 12.2 mit dem Thema "Licht und Farbe" ermöglichte die Förderung von Schlüsselqualifikationen, die den Kanon der Qualifikationen aus den bisherigen Halbjahren sinnvoll ergänzen. Im Vordergrund stand die Förderung der Teamfähigkeit unter Einbeziehung der vorausgehenden Phase der selbstorganisierten Teambildung.

Schlüsselqualifikationen	Berufsorientierung	Unterrichtliche Förderung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamfähigkeit,</li> <li>• Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit,</li> <li>• Begründungs- und Bewertungsfähigkeit,</li> <li>• Problemlösungsfähigkeit und Kreativität,</li> <li>• Selbständigkeit</li> <li>• Verantwortungsfähigkeit,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berufliche Handlungsfähigkeit</li> <li>• berufliche Mündigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamarbeit in einem größeren Projekt</li> <li>• Präsentation der Arbeitsergebnisse in einer selbstsprechenden Ausstellung (Exponate: Objekte, Texte, Bilder)</li> </ul>

Vor Beginn der Gruppenarbeit und damit der Förderung der Teamfähigkeit im engeren Sinne hatten die SchülerInnen die Aufgabe, sich inhaltlich an der Gestaltung des Halbjahres zu beteiligen, sich aus den angebotenen Themen das ihren Neigungen entsprechende Gebiet herauszusuchen und zwecks Bildung einer geeigneten Arbeitsgruppe MitschülerInnen zu finden, die gleiche Interessen hatten und mit denen eine Kooperation sinnvoll erschien. Die Selbständigkeit der SchülerInnen wurde gefördert, da die Lehrerinnen und Lehrer sich weitestgehend an diesen Prozessen nicht beteiligt haben. In dieser Phase der Teambildung zeigte sich deutlich, daß die SchülerInnen aus den vorangegangenen Projektphasen und der Zusammenarbeit mit den Mitschülern gelernt hatten. Die Bildung von Gruppen mit fächerübergreifenden Kompetenzen war in der Regel kein Problem. Die Einschätzung der Leistungsfähigkeit der eigenen Person und der MitschülerInnen spielte bei der Suche nach Mitarbeitern eine große Rolle. So blieben zum Schluß einige wenige SchülerInnen übrig, die noch keine geeignete Gruppe gefunden hatten. Deren Integration in den gesamten Arbeitsprozeß wurde dann unter Mitwirkung der Lehrerinnen und Lehrer geleistet.

Teamfähigkeit wird durch die selbständige Arbeit der SchülerInnen in Gruppen am besten gefördert. Die Aufgabenstellungen für die einzelnen Teams sind um komplexe, interdisziplinäre Sachverhalte anzuordnen. Anhand dieser Problemstellungen können alle Situationen der Teamarbeit durchlaufen und deren Bewältigung geübt werden. Durch die Arbeit in den Abteilungen des naturwissenschaftlichen Museums und den zugehörigen Untergruppen hatten die SchülerInnen Gelegenheit, in einer Spielsituation Teamarbeit zu erleben und selbst zu gestalten. Die Lehrerinnen und Lehrer begleiteten diese Pro-

zesse und konnten die Folgen von Fehlverhalten und Fehlentscheidungen mildern. Gemeinsam haben die SchülerInnen in ihren Gruppen die maßgeblichen Unterthemen herausgearbeitet, die zu bearbeitenden Problemstellungen und den Arbeitsrahmen festgelegt. Denken und Handeln eines jeden Gruppenmitgliedes mußte kreativ, analytisch und synthetisch zugleich sein. Die SchülerInnen diskutierten, informierten sich gegenseitig, entschieden und konzipierten gemeinsam, bewerteten die Durchführung. Planungen waren zu fördern, Bewertungen vorzunehmen und Entscheidungen zu treffen, alles in enger Absprache miteinander. In allen Phasen der Zusammenarbeit der Gruppenmitglieder war selbständiges Arbeiten ebenso gefordert wie enge Kooperation. Nur so konnte eine gelungene Präsentation der Arbeitsergebnisse erreicht werden.

Ein Seminar zur Vorbereitung auf die Bewerbung um einen Ausbildungsplatz und zur Vermittlung von Einblicken in die anschließenden Auswahlverfahren beendeten das Halbjahr. Die SchülerInnen übten die Selbstdarstellung in Text, Bild und gesprochenem Wort, sie hatten die Aufgabe, eine Ware – ihre Arbeitskraft – so gut wie möglich zu verkaufen. Empathie war dabei genauso gefordert wie Präsentationsfähigkeit in eigener Sache. Nach Auskunft der SchülerInnen konnten die vermittelten Informationen und erlebten Situationen in der realen Bewerbung sinnvoll verwendet werden.

## **1.5 Bewertungsverfahren**

Neben den fachspezifischen Unterrichtszielen bildeten in diesem Halbjahr die Schlüsselqualifikationen Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Kreativität und Selbständigkeit den inhaltlichen Rahmen für eine Bewertung der Schülerleistungen.

### *Fachunterricht und Klausur*

Im Anschluß an die erste Unterrichtswoche, in der die SchülerInnen sich durch den von den Lehrern ausgerichteten Erlebnispfad auf das Thema dieses Halbjahres "Licht und Farbe" einstimmen konnten, wurde von der zweiten bis einschließlich der zehnten Unterrichtswoche fachbezogener Unterricht zu diesem Thema durchgeführt. So wurde in der Physik die Wellenlehre, insbesondere die Beugungs- und Interferenzerscheinungen des Lichtes, in der Chemie

die Farbtheorie nach WITT und die Farbstoffklassen und in der Biologie die Sinnesphysiologie am Beispiel des optischen Sinnes mit ihren stammesgeschichtlichen Veränderungen erarbeitet. Über die bis etwa zur sechsten Unterrichtswoche behandelten Inhalte wurde eine dreistündige Klausur geschrieben. Das Ergebnis dieser fachgebundenen Klausur und die Mitarbeit bei der Erarbeitung der fachbezogenen Inhalte ging mit 50% in die Gesamtbenotung ein.

### *Erarbeitung der Präsentation*

Nachdem die SchülerInnen sich fächerübergreifend zu Teams von 4 bis 6 SchülerInnen, die ein Museumsthema in einer der sieben Abteilungen bearbeiten sollten, zusammengefunden hatten, konnte von der elften bis einschließlich der fünfzehnten Unterrichtswoche die Erarbeitung der Präsentationen in den einzelnen Abteilungen durchgeführt werden. In dieser Phase beobachteten und bewerteten die Abteilungsleiter die Teamfähigkeit und die Selbstständigkeit jedes Schülers und jeder Schülerin bei der Erarbeitung der Exponate. Diese individuelle Beurteilung wurde mit 10% in der Gesamtnote berücksichtigt.

### *Die Präsentation und der Museumskatalog*

Bei der an einem Tag der sechzehnten Unterrichtswoche durchgeführten Präsentation der Exponate in den Räumen, die den einzelnen Abteilungen zugewiesen wurden, war das zentrale Anliegen, daß die gezeigten Exponate so aufbereitet waren, daß sie ohne weitere mündliche Erklärungen für sich sprechen konnten. Neben diesem selbsterklärenden Element wurde die Präsentation jeder Arbeitsgruppe nach den folgenden Kriterien bewertet:

- Verständlichkeit für Laien,
- Informationsgehalt, sachliche Richtigkeit,
- Anschaulichkeit, Lesbarkeit, Raumaufteilung,
- Interaktionsmöglichkeiten für die Besucher,
- Umfang der Präsentation,
- eigene originäre Leistung / Kreativität,
- Aufgreifen von naturwissenschaftlichen Grundlagen aller drei Naturwissenschaften,

- Zusammenhang der Gruppenarbeiten in der Abteilung, Querverweise zu anderen Museumsabteilungen,
- Bezüge zur Evolution und/oder historischen Entwicklungen,

Nach diesen Kriterien, die sich vornehmlich den Schlüsselqualifikationen Kommunikationsfähigkeit und Kreativität zuordnen lassen und den SchülerInnen vor Beginn der Gruppenarbeitsphase in einem Informationsblatt bekannt gemacht worden waren, wurde von dem jeweiligen Abteilungsleiter und einem nicht zum BINGO-Team gehörenden Lehrer eine Bewertung der einzelnen Gruppen vorgenommen. Die hier für eine Gruppe gefundene Note ging zu 30% in die Gesamtbenotung ein.

Der parallel zu den Präsentationsarbeiten zu erstellende Beitrag zum Ausstellungskatalog konnte in den zwei Wochen nach der Präsentation in den Projektgruppen fertiggestellt werden. Die Beiträge sollten dokumentieren, inwieweit sich jede einzelne Schülergruppe mit dem von ihr gewählten Thema über die Präsentation hinaus inhaltlich vertieft beschäftigt hat. Die Ausarbeitung sollte den Umfang von sieben Schreibmaschinenseiten, einschließlich Abbildungen, nicht überschreiten. Sie wurde vom jeweiligen Abteilungsleiter bewertet und ging zu 10% in die individuelle Gesamtnote für das Halbjahr ein.

### *Gesamtbeurteilung für das Halbjahr 12.2*

Entsprechend der gleichgewichtigen Aufteilung des Halbjahres zwischen den rein fachspezifischen Anforderungen und den durch die oben genannten Schlüsselqualifikationen umrissenen fächerübergreifenden Anforderungen bei der Erstellung des Museums "Licht und Farbe" setzt sich die Gesamtnote gleichwertig aus diesen beiden Anteilen zusammen. Die aus der Gruppenarbeit resultierende Bewertung der Präsentation und des Museumskatalogs ging damit zu 40% in die Halbjahresnote ein, während die aus dem Fachunterricht und der Erarbeitung der Präsentation sich ergebende individuelle Bewertung mit 60% berücksichtigt wurde.

## **2 Rahmenthema "Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt" (13.1)**

### **2.1 Anlage des Halbjahres**

Die SchülerInnen haben in den ersten beiden Jahren ihrer Arbeit in den naturwissenschaftlichen Kursen der gymnasialen Oberstufe eine gezielte Förderung in verschiedenen Schlüsselqualifikationen erfahren. Für das Halbjahr 13.1. sollten die Fähigkeiten und Fertigkeiten noch einmal zusammengeführt und ergänzt werden. Ein Thema mußte gefunden werden, daß einerseits fachübergreifende Arbeit zuläßt und andererseits neue wie bekannte fachliche Inhalte in einen Anwendungszusammenhang aus der Lebenswelt der SchülerInnen stellt. Medizinische Fragestellungen sind in den vorangegangenen Halbjahren allenfalls am Rande eingeflossen, ihnen sollte nun größerer Raum gegeben werden. "Vom Handauflegen zur Computertomographie: Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt" sollte das Thema des ersten Halbjahres in der 13. Jahrgangsstufe sein.

Für das Halbjahr 13.1 standen lediglich 14 Unterrichtswochen zur Verfügung, da im Schuljahr 97/98 die Sommerferien spät endeten und vor den Weihnachtsferien Zeugnisse erteilt werden. Ziel des Unterrichtes war einerseits die weitere Förderung der Präsentationsfähigkeit sowie der gezielten Informationsbeschaffung, andererseits kann bei einem so engen Unterrichtsrahmen (42 Unterrichtsstunden, von denen durch Klausuren auch in anderen Fächern durchaus nicht alle für den Fachunterricht zur Verfügung stehen) der Umfang der Gruppenarbeit während der Unterrichtszeit nicht groß sein. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß dieses Halbjahr das Schwerpunktthema des Abiturs liefern kann. Ein mögliches Modell der Verknüpfung von Fachunterricht und fachübergreifender Gruppenarbeit ist die zeitliche Verzahnung beider Arbeitsformen. Gruppenarbeit und Fachunterricht wechseln einander ab nach einem vorher festgelegten Plan. Von den SchülerInnen wird erwartet, daß in der unterrichtsfreien Zeit an dem zu erstellenden Produkt gearbeitet wird. Der Stellenwert der außerunterrichtlichen Arbeitstreffen wird erhöht. Um die SchülerInnen nicht übermäßig zu belasten, wurden im Fachunterricht deutlich weniger Hausaufgaben erteilt.

Die Gruppenbildung fand zwecks Gewährleistung einer optimalen Betreuung kursbezogen statt, fachübergreifende Betrachtungen wurden dennoch erwartet. Eigene Kompetenzen aus anderen Unterrichtsfächern sowie die gezielte Informationsbeschaffung durch Befragung von kompetenten MitschülerInnen anderer Kurse flossen in die Arbeit ein.

Aufgabe der SchülerInnen war die Erstellung eines druckreifen Beitrags zu einem medizinisch orientierten Patientenratgeber. Bestimmte Vorgaben waren von den SchülerInnen einzuhalten:

- Ausgehend von einem konkreten Fall ist der Sachzusammenhang zu erläutern. Wahlweise kann auch die historische Entwicklung eines Verfahrens dargestellt werden.
- Die Ausführungen sind anschaulich, sinnvoll vereinfacht, populärwissenschaftlich darzustellen, ohne die fachliche Richtigkeit zu vernachlässigen.
- Je Gruppenmitglied sind mindestens 2, höchstens 4 Textseiten zu veranschlagen. Schriftart und Seitenlayout wurde einheitlich vorgegeben.
- Abbildungen müssen Unterschriften haben, Zitate sind deutlich zu kennzeichnen, eine Literaturliste ist obligatorisch.
- Text und Abbildungen müssen von ihrem Umfang in einem sinnvollen Verhältnis zueinander stehen.

Den SchülerInnen wurden Themen vorgeschlagen, die nahe zum Unterrichtsinhalt stehen. Eine Erweiterung des Themenkanons ist je nach Lage der Interessen möglich, eine unterrichtliche Begleitung ist jedoch nicht immer in gleichem Umfang möglich.

Um einen schnellen Einstieg in die Erarbeitung der gewählten Sachzusammenhänge zu gewährleisten, wurde den Gruppen eine Darstellung der fachlichen Zusammenhänge ausgehändigt. Die weitere Materialbeschaffung lag in den Händen der SchülerInnen, zu nutzen waren Bibliotheken ebenso wie das Internet.

Ein Arbeitsplan war in diesem Halbjahr in Form eines Exposés anzufertigen und abzugeben. Die SchülerInnen haben neben dem Zeitplan für Gruppenarbeit und Fachunterricht eine Anleitung zur Erstellung eines solchen Exposés erhalten. Folgende Punkte mußten enthalten sein:

- genaues Thema
- Eingrenzung des Themas
- zentrale Fachbegriffe und ihre Beziehung zueinander (Mind Map)
- Inhaltsverzeichnis
- Materialien
- Zeitplan

Das Exposé wurde abgegeben, vom Fachlehrer durchgesehen, gegebenenfalls korrigiert und anschließend bewertet. Diese Note floß in die Halbjahresnote ein.

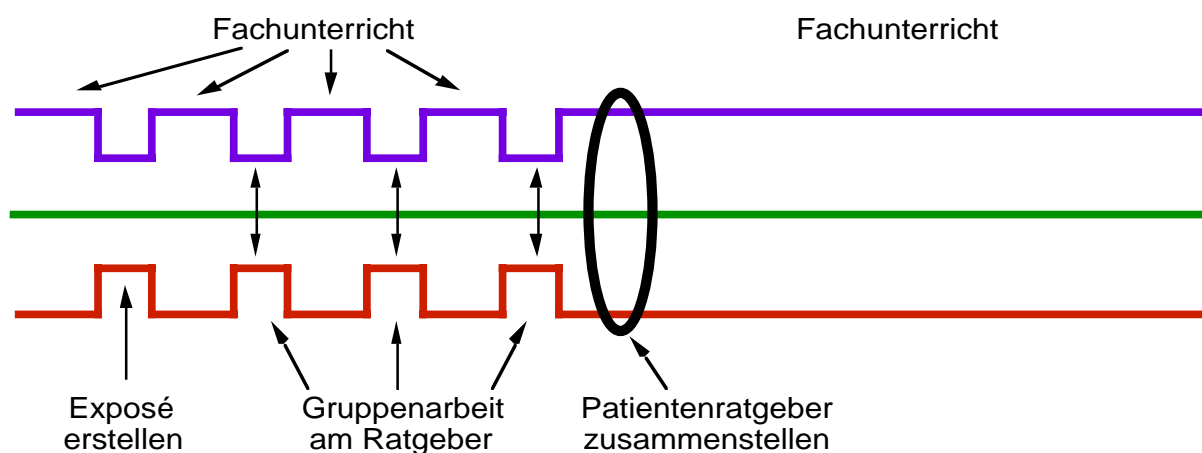


Abb. 2.2: Koordination des Unterrichts im Halbjahr 13.1 "Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt". Jede Linie steht für ein Fach (Physik mit einem, Biologie und Chemie mit jeweils zwei Kursen). Die Länge der einzelnen Unterrichtsabschnitte entspricht dem Anteil an einer Zeitachse von insgesamt 20 Unterrichtswochen. Der Abstand der Linien kennzeichnet, wie eng die inhaltliche Abstimmung und die Kooperation der SchülerInnen ist. Die Phasen des Fachunterrichts mit den Gruppenarbeiten am Ratgeber wechselten nach gemeinsam festgelegtem Zeitplan.

#### Zeitlicher Rahmen:

1. Woche: in den Kursen Vorstellung der Thematik und der Arbeitsweise, Ziel der Gruppenarbeit, Termine, Themenwahl, Gruppenbildung;
2. - 7. Woche: Gruppenarbeit und Fachunterricht im Wechsel nach einem festgelegten Zeitplan;



dazwischen:

4. Woche: Abgabe des Exposés, Rückgabe des korrigierten und kommentierten Exposés an die SchülerInnen;

8. Woche: Abgabe der Ausarbeitung,;

8. - 14. Woche: kursbezogener Fachunterricht, eine Klausur.

## **2.2 Fachbezogene Themenstrukturen**

### **2.2.1 Biologie**

*Einführungsphase: Vorstellung der Thematik und der Arbeitsweise, Ziel der Gruppenarbeit, Termine, Themenwahl, Gruppenbildung (2 UE)*

Als Einstieg in die Thematik wurde ein Textabschnitt der Einleitung des Buches "Bittere Pillen" ausgewählt, in dem die Problematik des immer stärker werdenden Gebrauchs von Medikamenten, ihren möglichen Nebenwirkungen und Suchtgefahren, nebst der Bedeutung des Pharmamarktes angesprochen wird. Dadurch sollte auch die Nützlichkeit eines für Laien verständlichen Patientenratgebers verdeutlicht werden. Die von den SchülerInnen daraus entwickelten Interessensgebiete wurden gesammelt und geordnet::

- Gehirn-Nerven-Herz, häufige Krankheiten
- Schmerzbekämpfung, Geschichte des Aspirins, "Kater", Akupressur
- Medikamente, Drogen, Drogenprävention
- Alternative Medizin, Wirksamkeit
- Medizinmänner, Scharlatane
- Verhaltenspsychologie, Versuchstiere

Für die Gestaltung des Unterrichts und der Methoden wünschten sich die SchülerInnen einen Wechsel zwischen intensiver Erarbeitung im Frontalunterricht und Zeiten eigenständiger Arbeit, nur kurze fächerverbindende Phasen und begrenzte Gruppenarbeit. Da das reguläre Kursthema des Halbjahres 13.1 "Nerven, Sinne und Verhalten" einen großen Teil der Schülerwünsche beinhaltet, konnten diese in den Themenvorschlägen für die Gruppenarbeiten berücksichtigt werden. Genaue fachspezifische Themenbereiche des Lehrplans wurden in jedem Vorschlag ergänzt, um das Anspruchsniveau

zu verdeutlichen. Jeder der vier Themenvorschläge enthielt eine Liste, aus der die Arbeitsgruppen das für ihr Fallbeispiel Zutreffende auswählen konnten.

## 1. Auswirkungen von Giften und Pharmaka auf den menschlichen Organismus

- *Gifte:*  
Pflanzengifte , Pilzgifte  
Fleisch- und Fischvergiftungen (z.B. Botulismus)  
chemische Kampfstoffe  
Pestizide  
psychogene Stoffe (natürlich und synthetisch)
- Störungen, welche Gifte im Bereich der Synapsen für die Informationsverarbeitung im Nervensystem auslösen und deren Auswirkung auf den Gesamtorganismus:  
Aufbau des Nervensystems  
Informationsverarbeitung im Nervensystem (normal und bei Vergiftung)  
Möglichkeiten medizinischer Eingriffe  
Dosierungsproblematik  
Medikamente  
Untersuchungsverfahren  
Therapiemöglichkeiten  
Suchtproblematik

## 2. Schmerzentstehung und Schmerzbekämpfung

- Schmerzaufnahme, Schmerzweiterleitung und Schmerzverarbeitung im *Nervensystem:*  
Anatomie der Schmerzweiterleitung  
stoffliche Veränderungen im Gewebe  
Vorgänge in den Nervenzellen  
Vorgänge an den Synapsen  
Wahrnehmung im Gehirn
- verschiedene *Schmerztypen* (Kopfschmerzen, Migräne, Krebschmerzen)  
Schmerzmittel:

körpereigene Opiate

zugeführte Opiate (Heroin, Cocain, Codein)

Sucht- und Entzugsproblematik (incl. physiologischer Aspekte)

alternative Heilmethoden (Akupunktur)

### 3. Die Schilddrüse - das launische Organ

- Funktionen und Krankheiten der Schilddrüse:

Lage, Aufbau und Funktionen

Erkrankungen: Auswirkungen, Ursachen, Diagnose und Therapie

Ernährung, Strahlenexposition (Tschernobyl), Schilddrüsentumoren

- Vegetatives Nervensystem und Hormonsystem:

Hormon-Rezeptoren und zelluläre Hormonwirkung

Gehirn und Schilddrüse (Regelung und Steuerung)

Gehirn, vegetatives Nervensystem, Hormone

Schilddrüsenhormone und Streß

Hormone und Transmitter

### 4. Impfschutz der Bevölkerung — wozu impfen?

- notwendige Impfungen (wogegen, wann, wie?):

Historisches

Impfmüdigkeit und mögliche Folgen

- Krankheiten des Nervensystems (Tetanus, Kinderlähmung):

Diagnose, Krankheitsverlauf, Therapiemöglichkeiten

Aufbau des Nervensystems und normale Informationsweitergabe

Störung der Abläufe bei den oben genannten Krankheiten und die Auswirkungen auf den Organismus

Vorbeugung und Heilungsmöglichkeiten: aktive und passive Immunisierung (Impfstoffe), Antibiotikaeinsatz, weitere Therapien

Die begleitenden Unterrichtsstunden wurden durch die Biologielehrkräften vorab so geplant, daß den SchülerInnen das Einbeziehen der fachspezifischen Inhalte bis zur Fertigstellung ihrer Gruppenarbeit möglich werden sollte:

#### 1. Anatomie der Nervenzelle und des Nervensystems

2. Funktionsweise der Nervenzelle
3. Synapsen
4. Vegetatives Nervensystem, Hormonsystem
5. Immunsystem.

Im Grundkurs Biologie entschieden sich eine Arbeitsgruppe für das Thema "Vergiftungen" und 3 Arbeitsgruppen für das Thema "Schmerz und Schmerzbekämpfung." Davon war eine Arbeitsgruppe aus 3 SchülerInnen aus dem Chemie-Grundkurs und 2 SchülerInnen aus dem Biologie-Grundkurs zusammengesetzt. Die übrigen Arbeitsgruppen hatten sich innerhalb des Grundkurses Biologie gefunden. Somit war klar, daß bis zur Fertigstellung des Patientenratgebers die Themen "Hormonsystem" und "Immunsystem" im Unterricht noch nicht behandelt sein mußten und der Schwerpunkt des folgenden Unterrichts auf der Vermittlung der Grundlagen der Neurophysiologie liegen würde.

## *2. Phase: Der begleitende Unterricht bis zur Fertigstellung des Patientenratgebers (1 UE)*

Bis zur Fertigstellung der Exposés für den Patientenratgeber wurde anhand von Modellen, Arbeitsblättern, Folien und Filmen der Bau der Nervenzelle und des Nervensystems sowie die Methoden der Ableitung der elektrischen Phänomene an Nervenzellen erarbeitet. Für die Erklärung der Wirkung einiger Gifte war es dann auch notwendig, die Entstehung des Ruhepotentials und des Aktionspotentials am Axon bis in die Ionentheorie zu klären. Ein weiteres Thema war die Erregungsweiterleitung auf dem Axon.

In ihrem Exposé hatten die Arbeitsgruppen sich dann schon genauer auf die Schwerpunkte ihres Patientenratgebers festgelegt:

1. Auswirkungen von Giften und Pharmaka auf den menschlichen Organismus: Das Beispiel Atropin; Vergiftung eines Kindes durch Tollkirsche, atropinhaltige Pflanzen und deren Merkmale, Atropin als Droge, Hexen im Mittelalter, Atropin als Medikament
2. Schmerzentstehung und Schmerzbekämpfung am Beispiel Migräne: Ursachen, Problematik der Schmerzmittel, alternative Behandlungsmethoden
3. Schmerzentstehung und Schmerzbekämpfung am Beispiel Brustkrebs: Krankheitsbild, Schmerzempfindung, Methoden der Schmerzbehandlung.

#### 4. Schmerzentstehung und Schmerzbekämpfung: Mensch und Sucht: Medikamentenmißbrauch, Abhängigkeit und Entzug.

Anhand dieser Schwerpunktsetzungen der Arbeitsgruppen war klar, daß die Gifte, Medikamente oder Drogen in den genannten Beispielen in Vorgänge an Nervenzellen eingreifen, bei denen die Erregungsübertragung durch Botenstoffe bzw. Transmitter erfolgt. Zur Erklärung dieser Vorgänge mußten die Erregungsübertragung an neuromuskulären und an zentralen (erregenden und hemmenden) Synapsen erarbeitet werden. Sehr hilfreich war dabei ein elektronisches Neuron, an dem die SchülerInnen durch verschiedene Schalterstellungen die Synapsenfunktion simulieren und die Auswirkungen von verschiedenen Giften, Pharmaka und Drogen quasi experimentell ermitteln konnten. Weiterhin war die Auswirkung dieser Stoffe auf die Steuerung der Organe durch das vegetative Nervensystem mit zu berücksichtigen. Die prä-synaptische Hemmung durch Endorphine in der Schmerzbahn war ein weiteres wichtiges Thema, an das die Erklärung der Opiatabhängigkeit und die Bedeutung der opiatempfindlichen Rezeptoren im limbischen System angeschlossen wurden.

#### *3.Phase: Fachspezifische Ergänzungen (7 UE)*

Nach der Rückgabe und Besprechung der Bewertung der Beiträge zum Patientenratgeber wurde eine zweistündige Klausur geschrieben. Sie bezog sich auf die neurophysiologischen Grundlagen, die alle Arbeitsgruppen erarbeitet hatten (Erregungsbildung, Weiterleitung und Erregungsübertragung an Synapsen). Das erarbeitete Wissen wurde anhand bisher unbekannter Gifte angewandt.

In den verbleibenden Stunden bis zum Ende des Halbjahres wurden diejenigen fachspezifischen Inhalte des Lehrplans ergänzt, auf denen im Halbjahr 13.2 aufgebaut werden sollten:

- Aufbau und Funktion der Gehirnteile
- Felder der Großhirnrinde
- Wachstums der Nervenzellen, Lerntypen
- Zwischenhirn als vegetative Steuerzentrale
- Wichtige Hormone, Vergleich mit Transmittern, Hormonsystem

## 2.2.2 Chemie

### *Einführung (2 UE)*

Zunächst wurde das Thema des Kurses vorgestellt und die Kursorganisation bekannt gegeben sowie die Aufgaben und Themengebiete vorgestellt :

1. Vom Schimmelpilz zum Penicillin - Medikamente gegen Krankheitserreger (Bakterien)
2. Reisen in die Tropen: Kenia/Afrika; Indien/Asien; Mexiko/Südamerika
3. Der Schmerz - ein wichtiges Signal des Körpers
4. Drogen - Vom Rausch zum Alptraum: Beispiele für unterschiedliche Wirkungsweisen
5. Nichts geht ohne Hormone!
6. Von Kräuterhexen zur Naturheilkunde - verlorenes Wissen wird heute gesucht und wiederentdeckt.

Die Arbeitsgruppen, die sich selbst nach Interesse an einem Thema bildeten, sollten innerhalb von 6 Unterrichtswochen einen Patientenratgeber zu dem gewählten Thema erstellen, und zwar neben dem weiterlaufenden Fachunterricht. Erste Teilaufgabe war die Abgabe eines Exposés nach 2 Wochen zu dem von ihnen gewählten Thema. Es wurde mittels eines Informationspapiers auf die Besonderheiten eines Exposés eingegangen.

### *Fachunterricht (14 UE) unterbrochen von 3 UE Gruppenarbeit*

In diesen Gruppenarbeitsstunden wurden den SchülerInnen folgende Hilfestellungen/Beratung angeboten:

- Exposé-Erarbeitung
- eigenständige Quellenwahl und Beratung
- fachspezifische Fragestellungen
- inhaltliche Gliederung des Ratgebers
- praktische Hilfestellung bei der Gestaltung

Der parallel stattfindende Fachunterricht sollte möglichst die Grundlagen für die Bearbeitung der Themen liefern, ohne jedoch spezifische Inhalte oder Fragestellungen vorwegzunehmen. Im ersten Teil wurde besonders auf die

Entwicklung der Pharmazie und die grundlegenden Erkenntnisse auf diesem Gebiet Wert gelegt. (s. Übersicht)

### *Klausur (2 UE)*

Diese Klausur mit einer Länge von 130 Minuten wurde am Ende dieser Fachunterrichtsphase und vor allen Dingen nach Abgabe des Patientenratgebers geschrieben und umfaßte das gesamte Stoffgebiet .

### *Fachunterricht (5 UE)*

Nach der Rückgabe der Klausur und der Patientenratgeber wurde die verbliebene Unterrichtszeit für den Austausch der Arbeitsergebnisse der Gruppen untereinander und — auf besonderen Wunsch der SchülerInnen — zur Behandlung der Drogenproblematik genutzt.

<b>Fachüberschreitend</b>	<b>Fachspezifisch</b>
<b>1. Einstieg</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kursorganisation / Zeitplan</li> <li>• Anforderungen: Exposé / Patientenratgeber</li> <li>• Einführung in das Thema mit Text (Einführung aus: Bittere Pillen KiWi.-Verlag 1983)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung der Arzneimittel</li> <li>• Video : ZDF, Gegenwelt Rauschgift 97, Beitrag zur Heilpraxis bei Naturvölkern</li> <li>• Übersicht Arzneimittelforschung</li> <li>• Droge / Wirkstoff</li> <li>• SV zur Extraktion und Darstellung von Coffein aus Tee mittels Sublimation</li> <li>• Nachweisreaktionen auf spezifische Inhaltsstoffe von Kaffee, Tee, Kaffeesurrogat zur Unterscheidung</li> </ul>
<b>2.0 Sozialgeschichte des Tees</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physiologische Wirkung von Coffein, Theophyllin und Theobromin</li> </ul>	<b>3.0 Wirkstoffkonzentration / Wirkung von Arzneimitteln</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darreichungsformen und Wirkstofffreisetzung (Galenik)</li> <li>• Verteilung im Körper</li> <li>• Wirkorte / Überwindung von Zellbarrieren</li> <li>• Transportmechanismen für Pharmaka</li> <li>• Arzneistoff - Rezeptor Wechselwirkungen</li> <li>• physiko-chemische Grundlagen der Rezeptoraktivität</li> <li>• optische Aktivität / Enantioselektivität</li> <li>• Polarität / chemische Bindung an den Rezeptor</li> <li>• Schlüssel - Schloßprinzip / Molekülformation</li> <li>• kompetitive und allosterische Hemmung</li> </ul>

4.0 Schmerzempfindungshemmung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmerzenstehung</li> <li>• Schmerzleitung</li> <li>• Schmerzhemmung</li> </ul>	
5.0 Rauschdrogen ( Heroin, Cocain) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsmechanismen</li> <li>• Gefahren</li> <li>• gesellschaftspolitische Relevanz</li> </ul>	

### 2.2.3 Physik

Von den SchülerInnen, die sich innerhalb eines Kurses in Arbeitsgruppen von zwei bis vier SchülerInnen organisierten, sollten medizinische Themen unter fachspezifischen Aspekten behandelt werden. Ziel war es, einen medizinischen Patientenratgeber zum oben genannten Leitthema zu erstellen, zu dem jede Arbeitsgruppe einen ihrem Thema entsprechenden populärwissenschaftlichen Beitrag abliefern sollte. Die Zielgruppe des Patientenratgebers bilden medizinisch interessierte Laien. Der Umfang eines jeden Beitrages war auf zwei bis vier Schreibmaschinenseiten für jeden an der Ausarbeitung beteiligten SchülerInnen festgelegt. Die Bearbeitung der Themen erfolgte wesentlich parallel zum weiter durchgeführten Fachunterricht in der unterrichtsfreien Zeit. Der Abgabetermin für die Beiträge lag in der neunten Woche nach dem Unterrichtsbeginn des Halbjahres.

Zu jeder Themenbearbeitung mußte drei Wochen nach Unterrichtsbeginn ein Exposé beim Kurslehrer abgegeben werden, aus dem auf ein bis zwei DIN A4-Seiten der Inhalt mit seinen Themenaspekten, die Fachbegriffe, die Materialien (Literaturliste) und ein detaillierter Zeitplan hervorgehen sollte.

#### 1. Vorstellung der Themen (2 UE)

Nach der Vorstellung von Leitthema, Ziel und Organisation bildeten sich im Physikkurs vier Arbeitsgruppen, die sich nach einer Diskussion über mehrere Themenvorschläge folgende Projektaufgaben stellten:

- Tumorthherapie mit ionisierender Strahlung (3 SchülerInnen)
- Röntgenaufnahmen (3 SchülerInnen)



- Röntgentomographie (2 SchülerInnen)
- Positronen-Emissions-Tomographie (4 SchülerInnen)

Auch nach der Abgabe der Exposés, bei denen es einiges, insbesondere hinsichtlich der Gliederung zu kritisieren gab, änderte sich nichts an den einzelnen, anspruchsvollen Themenstellungen. Die SchülerInnen waren bis über den Abgabetermin des Exposés hinaus mit der Sichtung und der Auswahl von Literatur zum jeweiligen Thema stark beschäftigt. Dabei merkten sie sehr schnell, daß ihnen noch einige wesentliche physikalische Grundlagen zur Bearbeitung ihres speziellen Themas fehlten. Diese Grundlagen waren, nach der in den ersten beiden Unterrichtsstunden erfolgten Themenwahl, im folgenden Kursunterricht allen SchülerInnen zu vermitteln.

Ein solches Unterfangen ist jedoch nur dann realisierbar, wenn man die zu behandelnden Sachgebiete nicht einfach isoliert, jedes für sich, abhandelt, sondern indem man sich eine Abfolge überlegt, in der die physikalischen Sachverhalte auseinander hervorgehen, oder zumindest in Beziehung zueinander gesetzt werden können.

## *2. Die unterrichtliche Behandlung der physikalischen Grundlagen (16 UE)*

Ausgehend von der noch zum Ende des Halbjahres 13.2 gewonnenen Vorstellung von der Energie eines Photons (Photoeffekt), wurden den SchülerInnen in den nächsten zwei Unterrichtseinheiten, hauptsächlich über einen Lehrervortrag, die Ergebnisse der speziellen Relativitätstheorie in Hinblick auf die Teilchengrößen Masse, Impuls und Energie vermittelt und zunächst auf das Photon angewendet. Hierzu wurde speziell der Comptoneffekt (Streuung von Photonen höherer Energie an Elektronen) zur Untermauerung des Teilchencharakters eines Photons über ein Impulsdiagramm prinzipiell erklärt. Die Vorführung des Elektronenbeugungsversuchs veranschaulichte zudem die Hypothese von de Broglie, daß umgekehrt Materieteilchenstrahlung in ihrer Ausbreitung Wellencharakter besitzen.

Auch das behandelte Beispiel der Materialisation eines hochenergetischen Photons in der Nähe eines Atomkerns zu einem Elektron und einem Positron (Elektronenpaarbildung) stellt wiederum eine Konsequenz des Einsteinschen Teilchenkonzeptes dar. Der umgekehrte Vorgang, die Paarvernichtung von Elektron und Positron, bei der zwei hochenergetische Photonen zeitlich koin-

zident in entgegengesetzter Richtung emittiert werden, kann nun im Zusammenhang mit den anderen Wechselwirkungsprozessen verstanden werden. Dieser *Paarvernichtungsprozeß* bildet die physikalische Grundlage der *Positronen-Emissions-Tomographie*, mit der sich eine Gruppe auseinandersetzte.

Da zwei weitere Gruppen sich in ihrem Thema speziell mit der *Röntgenstrahlung* beschäftigten, war die Erklärung ihrer Entstehung, insbesondere die der charakteristischen Strahlung, und der spektralen Verteilung ein weiterer unterrichtlicher Schwerpunkt. Um die Entstehung der charakteristischen Strahlung verstehen zu können, muß der quantenhafte Charakter der Emission und Absorption von Energie bei Atomen und die hieraus resultierenden diskreten Energiezustände eines Atoms aus Experimenten gedeutet werden.

Über die spektrale Zerlegung des Lichtes, das von einer Spektrallampe ausgeht oder das aus der Verbrennung eines Salzes entsteht, wurde gezeigt, daß jeder Stoff ein für ihn *charakteristisches Linienspektrum* emittiert. Bei der Verbrennung von Kochsalz (NaCl) in einer Bunsenbrennerflamme, die von einer Natriumdampflampe angestrahlt wird, entsteht auf einem Schirm ein intensiver Schattenwurf der Flamme. Da der Schatten nur bei der Verbrennung von Kochsalz beobachtet wird, konnte dies von den SchülerInnen derart gedeutet werden, daß Atome genau die Energiequanten absorbieren, die sie bei Rückkehr in den ursprünglichen Zustand emittieren (*Resonanzabsorption*). Die hieraus für das Atom zu folgernden diskreten Energiezustände wurden den SchülerInnen am Beispiel der Energieniveauschemata von Wasserstoff, Natrium und Quecksilber veranschaulicht.

Der hier vollzogene erste Einblick in die quantenhafte Struktur der Atomhülle ermöglichte es den SchülerInnen, die Entstehung der durch Elektronensprünge im Atom verursachten charakteristischen Röntgenstrahlung zu verstehen. Das Auftreten der Röntgenbremsstrahlung konnte auf die Erfahrung zurückgeführt werden, daß beschleunigte Ladungen elektromagnetische Strahlung emittieren (Hertzscher Dipol im Halbjahr 12/2). Zur Zerlegung der Röntgenstrahlung in ihr Spektrum wurde auch die Drehkristallmethode mit der Braggreflektion am Kristallgitter behandelt. Die Einordnung der Röntgenstrahlung im elektromagnetischen Spektrum zeigte den SchülerInnen, daß insbesondere der Bereich der harten Röntgenstrahlung durch die Gamma-

strahlung überlappt wird. Dies gab Anlaß und Motivation, etwas über die Entstehung dieser Strahlung zu erfahren.

Durch Aufnahme der aus einem Radiumpräparat emittierten Strahlung mit einem Geiger-Müller-Zählrohr, einem Absorptionsversuch über in den Strahlengang eingeführte Aluminiumplatten unterschiedlicher Dicke und über die Wilson-Nebelkammer, konnten die drei beim Zerfall des Präparates auftretenden Strahlungsarten, die Alphastrahlung, die Betastrahlung und die Gammastrahlung, hinsichtlich ihrer Ladung, ihrer Reichweiten und ihres Ionisationsvermögens unterschieden werden.

Energiereiche Betastrahlung und Röntgenstrahlung sowie Strahlung von Teilchen mit größerer Ruhemasse, besonders Pionen und Protonenstrahlen, werden heute in der *Tumorthherapie* eingesetzt, wobei hierbei das unterschiedliche Ionisationsverhalten dieser Strahlungsarten in den Gewebestrukturen des menschlichen Körpers von entscheidender Bedeutung ist. Mit genau diesem Themenkreis beschäftigte sich die vierte Arbeitsgruppe.

Auf die *biologische Wirkung* der jeweiligen in Diagnostik oder Therapie eingesetzten Strahlungsarten *auf den Menschen* sollte jeder der vier Beiträge in einem auf das Thema bezogenen Umfang eingehen. Im Unterricht wurde daher neben der Aktivität die dosimetrischen Größen Energiedosis und Äquivalentdosis eingeführt. Neben den Einflußfaktoren für die Strahlenwirkung und den hiervon abhängig auftretenden Schäden wurde mit den SchülerInnen auch über den biochemischen Reaktionsablauf, der zur Schädigung einer Zelle führt, gesprochen.

In den Beiträgen, die zum Ende dieser Phase abzugeben waren, wurde in zwei Fällen die strahlenbiologische Wirkung auf den Menschen nur stark am Rande behandelt. Zudem waren in den Arbeiten formale Aspekte, wie korrektes Zitieren und eine fehlende Literaturliste, zu bemängeln. Nur in einer der vier Arbeiten wurden die Adressaten, nämlich die Patienten, gut angesprochen, indem als Darstellungsform ein Fallbeispiel gewählt wurde. Da die inhaltlichen Darstellungen den mit den Aufgabenstellungen verbundenen Anforderungen weitgehend genügten, wurde die adressatenorientierte Arbeit mit "gut", eine von der Gestaltung ansprechende Arbeit mit "voll befriedigend" und die beiden übrigen Arbeiten mit "noch befriedigend" bewertet.

Die vier Unterrichtseinheiten nach dem Abgabetermin der Beiträge zum Patientenratgeber geschriebene Klausur über Röntgen-,  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung ergab im Durchschnitt nur befriedigende bis ausreichende Ergebnisse.

### 3. Unschärferelation und Atommodelle (4 UE)

In den letzten Unterrichtseinheiten des Halbjahres 13/1 wurde die Heisenbergsche Unschärferelation aus einem Beugungsversuch am Einfachspalt heraus formuliert. Durch die Anwendung der Unschärferelation konnte geklärt werden, daß sich Elektronen nicht im Atomkern aufhalten können. In diesem Zusammenhang wurden den SchülerInnen die Ergebnisse der Rutherford'schen Streuversuche über die Größenordnung von Atomkern und Atomhülle vermittelt. Rutherfords Atommodell mit seinen klassischen Widersprüchen und den nicht berücksichtigten Ergebnissen der Spektroskopie führte zum halbklassischen Bohrschen Atommodell. Für die SchülerInnen war durch die behandelten Absorptions- und Emissionsprozesse die Porsche Atomvorstellung mit ihrer Festlegung von Elektronenbahnen und den spontanen Energieübergängen zwischen ihnen (erstes und zweites Bohrsches Postulat) eine einleuchtende Verbesserung der Rutherford'schen Vorstellungen. Durch die zuvor behandelte Unschärferelation war es den SchülerInnen nun aber auch einsichtig, daß dieses halbklassische Modell mit seinen Elektronenbahnen den realen Sachverhalt der Lokalisierung von Hüllenelektronen nicht wiedergeben kann.

Mit Hilfe der Demonstration von ebenen stehenden Wellen (Chladnische Klangfiguren), die man als Schnittbild räumlicher stehender Wellen ansehen kann, deren Knotenflächen in der Atomphysik die Bereiche größter Aufenthaltswahrscheinlichkeit der Elektronen in der Atomhülle markieren (Orbitale), konnte den SchülerInnen abschließend ein Ausblick auf das wellenmechanische Atommodell gegeben werden.

Fachüberschreitend	Fachspezifisch
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse der speziellen Relativitätstheorie: Energie, Masse und Impuls eines Teilchens</li> <li>• Der Teilchencharakter elektromagnetischer Strahlung (Comptoneffekt)</li> <li>• Der Wellencharakter von Materiestrahlung (Elektronenbeugung)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positronen-Emissions-Tomographie (PET)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paarerzeugung und Vernichtung: Materialisation eines Gammaquants zu einem Elektron und einem Positron, Zerstrahlung von Elektron und Positron</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische Stoffanalyse durch Flammenfärbung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenhafte Emission und Absorption von Energie durch Atom: Resonanzabsorption, Quantenstruktur der Atomhülle</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Röntgenaufnahmen</li> <li>• Röntgentomographie</li> <li>• Prinzipien der Röntgenstrukturanalyse (Debye-Scherrer-Verfahren)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Röntgenstrahlung: Röntgenspektrum, Bremsstrahlung, charakteristische Strahlung</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tumorthherapie mit ionisierender Strahlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radioaktive Strahlungsarten und ihre Eigenschaften (Alpha-, Beta- und Gammastrahlung)</li> </ul>
<p>Biologische und chemische Wirkungen radioaktiver Strahlung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetische Schäden: chemische Wirkung von Radikalen, DNA-Chromosomenbrüche, DNA-Chromosomenmutationen</li> <li>• Bedeutung des Immunsystems</li> <li>• Somatische Schäden</li> </ul>	<p>Dosimetrie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivität</li> <li>• Energiedosis</li> <li>• Äquivalentdosis</li> <li>• natürliche Strahlenbelastung</li> <li>• künstliche Strahlenbelastung</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orbitale, Hybridisierung bei der Bildung von Molekülen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unschärferelation und Atommodelle: Formulierung der Unschärferelation, Rutherfordmodell, Bohrsches Atommodell, Ausblick auf das wellenmechanische Modell</li> </ul>

## 2.3 Förderung von Schlüsselqualifikationen

Die Förderung der Schlüsselqualifikationen war in diesem Halbjahr auf Tätigkeiten innerhalb des Unterrichts beschränkt, da die Vorbereitung auf die Abiturprüfung im Vordergrund stand. Das Halbjahr sollte Schwerpunkthalbjahr der schriftlichen (3. Prüfungsfach) wie auch mündlichen Abiturprüfung (4. Prüfungsfach) sein. In den vorangegangenen Halbjahren haben die SchülerInnen eine Vielzahl von Erfahrungen in der Gruppenarbeit gesammelt. Die Anforderungen sind von Mal zu Mal gestiegen, die selbständige Organisation der Teamarbeit hat stetig zugenommen. Ein Höhepunkt in der Förderung dieser Schlüsselqualifikation sollte in diesem Halbjahr erreicht werden. Die zu konzipierende Aufgabenstellung durfte einerseits den fachbezogenen Unterricht nicht übermäßig einschränken, sollte andererseits den Schüler-

Innen aber auch die Gelegenheit geben, ihre erworbenen Kompetenzen in fachlicher Hinsicht und im Bereich der Schlüsselqualifikationen einzubringen. Die SchülerInnen erhielten die Aufgabe, selbständig, eigenverantwortlich und termingerecht zu einem aus einem Katalog wählbaren Thema einen Patientenratgeber zu erstellen.

Bei der Bildung der Gruppen aus dem Kreis der MitschülerInnen eines Kurses heraus war soziale Kompetenz erforderlich. Während der Projektarbeit parallel zum fachbezogenen Unterricht wurde deutlich, daß die Konfliktbereitschaft zugenommen hat. In den einzelnen Teams konnten die Probleme offen diskutiert werden. Mit Kritik am Verhalten einzelner MitschülerInnen wurde nicht gespart. Da erneut ein Gruppenarbeitsergebnis im Mittelpunkt der Bewertung stand, waren die gegenseitigen Erwartungen hoch. Arbeitsplanung und –verteilung konnten überwiegend gut umgesetzt werden, ohne den Zusammenhalt der Gruppe zu gefährden. Diesbezügliche Defizite waren deutlich am Gruppenergebnis abzulesen. Die Selbständigkeit der SchülerInnen ist im Laufe des Modellversuchs merklich verbessert worden. Dies zeigte sich in besonderen Aktivitäten wie beispielsweise Recherchen mittels Interviews mit der eigenständigen Wahl des Gesprächspartners, der Terminabsprache, Erstellung eines Fragenkatalogs, Aufzeichnung des Gesprächs mittels geeigneter Medien, Auswertung und Einbindung in die weitere Arbeit. Beratungen durch den Lehrer erfolgten nur auf Anfrage.

Schlüsselqualifikationen	Berufsorientierung	Unterrichtliche Förderung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikation</li> <li>• Kooperation</li> <li>• Kreativität</li> <li>• Denken in Zusammenhängen</li> <li>• Problemlösefähigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berufliche Handlungsfähigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• arbeitsteilige Gruppenarbeit in Gruppen neben dem Fachunterricht</li> <li>• Erstellung eines Exposés und Arbeitsplans</li> <li>• Präsentation der Zwischenergebnisse der Arbeitsgruppe in einem Fachgespräch</li> <li>• Bearbeitung einer komplexen Fragestellung</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begründung und Bewertung</li> <li>• Selbständigkeit</li> <li>• Verantwortungsfähigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berufliche Mündigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selbständige Beschaffung und Bearbeitung von Quellen</li> <li>• Darstellung der Arbeitsergebnisse in Form eines Patientenratgebers</li> </ul>
--	---	--

Die Ausgestaltung des Patientenratgebers spiegelte neben den Erfahrungen aus den zahlreichen Präsentationen die gewonnenen Erkenntnisse aus dem Seminar zur Berufsorientierung des vorangegangenen Halbjahres wieder. Die Broschüren waren vielfach benutzerfreundlich strukturiert und in ihrer Optik ansprechend gestaltet worden.

## 2.4 Bewertungsverfahren

### 2.4.1 Übersicht

Die Beurteilung der SchülerInnenleistung erfolgte angepaßt an die Struktur des Halbjahres einerseits über die Gruppenleistung und andererseits über die individuelle Leistung in einer Klausur und im Unterricht.

#### *Die Gruppenarbeit*

In diesem Halbjahr hatten die SchülerInnen zwar die Möglichkeit, in selbst zusammengesetzten kleinen Gruppen zu einem gewählten Thema zu arbeiten, dafür waren die Arbeitsbedingungen schwieriger:

- der größte Teil der Gruppenarbeit mußte außerhalb der Unterrichtszeit geleistet werden
- die Schwerpunktsetzung und das Fallbeispiel waren von der Gruppe selbst zu entwickeln
- die Literatur und andere Fachinformationen waren selbständig zu beschaffen.

Insgesamt gesehen verlangte dieses Halbjahr den höchsten Grad an Selbständigkeit von den SchülerInnen.

#### *Das Exposé*

Um den Erfolg der Gruppenarbeit zu sichern und Hilfestellung geben zu können, sollten die SchülerInnen 3 Wochen nach Beginn der Arbeitsphase ein

ein- bis zweiseitiges Exposé abgeben, das Angaben zu folgenden Aspekten enthalten mußte:

- Thema bzw. Arbeitstitel
- zentrale Fachbegriffe in einem Mind Map angeordnet
- einen Gliederungsvorschlag
- Material- und Quellenangaben, unterschieden nach vorhanden und noch zu besorgen
- einen Zeitplan

Auf diese Weise erhielten die Lehrer Einblick in Organisation und Arbeitsstand der Gruppen. In der nächsten Unterrichtsstunde wurde das kommentierte, d.h. mit Vorschlägen und Kritik versehene Exposé zurückgegeben. In die Bewertung der Gruppenarbeit wurde dieses Exposé mit 10% einbezogen, wobei sowohl dessen Umsetzung als auch die Aufnahme von Ratschlägen und Kritik bewertet wurden.

### *Der Patientenratgeber*

Vier Unterrichtswochen nach Rückgabe des Exposés (10% Bewertungsanteil) mußte der Patientenratgeber abgegeben werden. In die Bewertung ging dessen Inhalt mit 50%, die Darstellung mit 25% und die Form mit 15% ein.

*Inhalt:* Im einzelnen wurden hier die sinnvolle Schwerpunktsetzung, sachliche Richtigkeit und fachliches Niveau, die Gliederung sowie Art und Qualität der Quellen bewertet.

*Darstellung:* Der verhältnismäßig hohe Anteil von 25% an der Gesamtnote ergab sich aus der besonderen Aufgabenstellung. In Weiterentwicklung der bisher schon mehrfach geübten Fähigkeit, Arbeitsergebnisse angemessen zu präsentieren (vgl. Halbj. 12.2, Museumsführer und -objekte, Halbj. 11.2, Infoblätter und Plakate), lag die besondere Anforderung darin, adressatenbezogen, d.h. entsprechend dem Produkt "Patientenratgeber", die Thematik aufzubereiten. Aus diesem Grund wurden die Veranschaulichung an einem Fallbeispiel und der durchgängige Bezug dazu bewertet. Ein weiteres Bewertungskriterium war die Wahl eines angemessenen Sprachstils, der u.a. von den SchülerInnen bewußte Vereinfachung ohne Verlust der sachlichen Richtigkeit und Verzicht auf überflüssige Fachtermini verlangte. Die sinn-



volle Verbindung der Inhalte und der Zusammenhang zwischen Abbildungen und Text waren weitere Bewertungsaspekte.

*Form:* Um die Vergleichbarkeit der Patientenratgeber vom Umfang her zu erleichtern und um korrekte wissenschaftliche Arbeitsweisen einzuüben, erhielten die SchülerInnen genaue Layoutvorgaben (Schriftart, Absätze, etc.) und eine Anleitung zum richtigen Zitieren, deren Einhaltung bewertet wurde. Außerdem wurde die Anfertigung einer Literaturliste verlangt.

Damit auch innerhalb der Arbeitsgruppen die Belastung des einzelnen vergleichbar sein würde und um den SchülerInnen die erwartete Leistung zu verdeutlichen, wurde festgesetzt, daß jedes Gruppenmitglied einen Beitrag von 800 - 1200 Wörtern zu erbringen hatte. Damit war das Verhältnis von Umfang des Patientenratgebers zur Größe der Gruppe ausreichend festgelegt und beurteilt. Mit weiteren 10% ging wie bereits erwähnt das Exposé in die Bewertung dieser Arbeitsphase ein.

### *Die Klausur*

Da die Gruppenarbeit überwiegend außerhalb des Unterrichts stattfand, wurde parallel dazu normaler Fachunterricht erteilt, der Kenntnisse vermittelte, die die Bearbeitung der Gruppenarbeitsthemen erleichtern sollten, aber nicht in direktem Zusammenhang zu den einzelnen Arbeitsaufträgen stand. Die Aufgabenstellung der Klausur bezog sich auf diesen allgemeinen fachlichen Teil und den Fachunterricht nach der Abgabe der Patientenratgeber.

### *Gesamtbeurteilung für das Halbjahr 13.1*

Entsprechend den hohen Anforderungen an Selbstorganisation, inhaltliche Schwerpunktsetzung, Materialbeschaffung usw. ging die Gruppennote gleichwertig, d. h. zu 50%, mit der individuellen Leistung in der Klausur und im Unterricht in die Halbjahresnote ein.

## **2.4.2 Beispiele**

Zwei Beispiele von Rückmeldungen an die SchülerInnen zu ihren Exposés sowie der Beurteilung ihrer Beiträge zum Patientenratgeber sollen die Bewertungspraxis im Halbjahr veranschaulichen.

*Beispiel 1: Gruppenthema "Schmerzentstehung und Schmerzbekämpfung — Menschen und Sucht" (Medikamentenmißbrauch, Abhängigkeit und Entzug).*

Zum Exposé:

*"Euer Exposé hat mir von der Gestaltung sehr gut gefallen, besonders die erste Seite mit dem Mind Map zeigt doch eine Reihe interessanter Ansatzpunkte. Auch das Fallbeispiel erscheint mir gut geeignet. Ganz prima finde ich auch, daß Ihr Therapie-Videos und Gespräche mit der Drogenberatung in Euer Vorhaben mit aufgenommen habt.*

*Auf der ersten Seite fehlen allerdings die Fachbegriffe aus der Neurophysiologie, die ihr bei der Schmerzentstehung und -bekämpfung als fachliche Grundlagen mit einbeziehen müßt. (Auf der 2. Seite habt Ihr sie ja im Inhaltsverzeichnis erwähnt.) Anhand der 2. Seite erscheint es mir so, daß Ihr noch an der Konkretisierung Eures Arbeitsplanes und Ablaufes genauer feilen müßt. Worauf wollt ihr euch beschränken? Muß die Opiatabhängigkeit in Eurem Fallbeispiel eine Rolle spielen, oder wollt ihr Euch mehr auf die Suchtgefahren und Nebenwirkungen beim Gebrauch frei verkäuflicher Schmerzmittel beschränken?*

*Ich kann Euch noch gar nicht in diesem Stadium so genaue Hilfestellung leisten, aber vielleicht ist in den Kopien zum Thema Schmerz, die ich gemacht habe für Euch noch Brauchbares dabei. Ich würde Euch also empfehlen:*

- 1. den Fall noch genauer mit seinen Inhalten zu konstruieren,*
- 2. bei Euren Erkundigungen genau nach den Euren Fall betreffenden Informationen zu fragen,*
- 3. den Zeitplan der Fertigstellung genauer auszuarbeiten: Aufgabenverteilung innerhalb der Gruppe: wer schreibt was bis wann, Gruppensitzungen zur Bearbeitung der Textvorlagen, welche Abbildungen in welcher Größe sollen eingearbeitet werden, wie soll das Layout gestaltet und fertiggestellt werden. Euer Ratgeber soll ja eine druckfertige Vorlage werden.*

*Ich habe sonst ein wenig die Befürchtung, daß Ihr am Ende der Arbeitsphase fürchterlich in Streß kommt."*

Zum Patientenratgeber:

*"Die Gruppe hat viel Arbeit darauf verwendet, außerhalb der Schule interessantes Informationsmaterial über Drogen- und Medikamentenmißbrauch, Sucht- und Entzugerscheinungen zu sammeln. Die Materialien*

*sind ansprechend in einem Ordner gesammelt und illustriert. Bei der Ausführung des "Patientenratgebers" wäre aber noch etwas mehr Aufwand bei der Strukturierung und adressatenbezogenen Formulierung der Sachverhalte nötig gewesen.*

*Der Sprachstil entspricht mehr der gerafften Form eines Lexikons. Die Darstellungen werden dadurch etwas abstrakt und schwer verständlich. Die Inhalte sind wenig untereinander verbunden. Ein Fallbeispiel wurde zwar angerissen, aber nicht konsequent weiter verfolgt. Die Ausführungen passen nicht zu dem gewählten Beispiel eines Mißbrauchs von frei verkäuflichen Schmerzmitteln. Passende Abbildungen fehlen bzw. sind unkommentiert, z.T. unpassend im Text. Eine Gliederung ist zwar vorgegeben, jedoch passen die Texte teilweise nicht zu den Überschriften.*

*Es wird deutlich, daß das Hauptanliegen der Gruppe die Suchtproblematik war, und über die verschiedenen Formen von Drogen und Abhängigkeiten ist viel Information eingebracht worden. Eine gründliche, gut erläuterte Darstellung der neurophysiologischen Hintergründe ist leider in der lexikonhaften Darstellung vom Leser selbst zu leisten.*

*Bei den formalen Vorgaben wurden die Layoutvorgaben zwar eingehalten, der Umfang ist insgesamt etwas knapp. Die Literaturangaben sind nicht korrekt genug.*

*Die Probleme des Exposés zeigen sich auch in der fertigen Arbeit, die Ratschläge dazu sind nicht genauer umgesetzt. Es wäre für die ganze Gruppe sinnvoll gewesen, noch einmal alle Teile gemeinsam im Zusammenhang zu überarbeiten.*

*Die Arbeit wird mit 6 GyO-Punkten bewertet."*

**Beispiel 2:** Gruppenthema "Auswirkungen von Giften und Pharmaka auf den menschlichen Organismus — das Beispiel Atropin" (Vergiftung eines Kindes durch Tollkirsche, atropinhaltige Pflanzen, Atropin als Droge, Hexen im Mittelalter, Atropin als Medikament).

**Zum Exposé:**

*"Der Aufbau Eures Fallbeispiels und Eures Inhaltsverzeichnisses erscheint mir schon gut durchdacht. Fachlicher Hintergrund wäre die Wirkung des Atropins an Synapsen im vegetativen Nervensystem. Die Ausführungen zu Atropin allgemein (Kapitel 2) könnten in das Fallbeispiel eingearbeitet werden. Es ist auch möglich, im Layout Kästen mit Zusatzinformationen unterzubringen.*

*Soviel ich weiß, gibt es in Bremen auch eine Giftzentrale, wo man sich bei Verdacht auf bestimmte Vergiftungen Rat holen kann. Vielleicht könnt Ihr die Telefonnummer ausfindig machen und dort noch etwas erfahren über die Häufigkeit von Vergiftungsfällen in Bremen überhaupt, Vergiftungen bei Kindern, wodurch und ob in dieser Gegend Vergiftungen durch Tollkirsche in der letzten Zeit überhaupt vorgekommen sind. Die Kontaktadresse oder spezialisierte Ärzte oder Krankenhäuser könntet Ihr auch in den Patientenratgeber aufnehmen.*

*Ich weiß auch nicht, was man im heutzutage als Gegenmittel gegen Atropinvergiftung verwendet, eventuell Acetylcholinesteraseblocker, die aber abbaubar sind.*

*Der Arbeitsplan zur Fertigstellung Eures Patientenratgebers sollte noch weiter konkretisiert werden: Aufgabenverteilung innerhalb der Gruppe: wer schreibt was bis wann, Gruppensitzungen zur Bearbeitung der Textvorlagen, welche Abbildungen in welcher Größe sollen eingearbeitet werden, wie soll das Layout gestaltet und fertiggestellt werden. Euer Patientenratgeber soll ja eine druckfertige Vorlage werden."*

Zum Patientenratgeber:

*"Der Beitrag stellt einen Patientenratgeber in ansprechender Aufmachung, mit auflockernden Abbildungen dar. Er ist gut verständlich. Von dem einführenden Beispiel des Falles einer Atropinvergiftung ausgehend wird das Thema "Atropin" von verschiedenen Seiten beleuchtet und von seiner neurophysiologischen Wirkung aus die Bedeutung des Atropin als Droge, unter historischen Aspekten und in seinem Gebrauch als Medikament erklärt. Die Einzelkapitel stehen im Zusammenhang und der Bezug zum Fallbeispiel wird wiederholt. Es fehlen auch nicht die Hinweise für Hilfe im Vergiftungsfall.*

*In den neurophysiologischen Abschnitten könnten mehr Abbildungen an den richtigen Stellen platziert werden. Inhaltlich ist gut die Bedeutung der Dosis des Wirkstoffs an den Synapsen herausgearbeitet. Es finden sich in der Darstellung der neurophysiologischen Sachverhalte kleinere fachliche Ungenauigkeiten.*

*Der Umfang ist zwar dem Thema angemessen, insgesamt aber etwas knapp. Bei der Darstellung des Atropins als Medikament könnten die Ausführungen noch etwas besser illustriert werden. Die formalen Vorgaben wurden weitgehend eingehalten, eine etwas genauere Angabe der Quellen der einzelnen Abschnitte wäre wenigstens am Ende des Patientenratgebers sinnvoll.*

*Insgesamt eine gelungene Gruppenarbeit.  
Die Arbeit wird mit 13 GyO-Punkten bewertet."*

### **3 Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleituntersuchungen**

Die empirischen Untersuchungen der wissenschaftlichen Begleitung betrafen im Berichtszeitraum zum einen in Fortführung der Arbeiten im ersten Sachbericht die Rezeption und Akzeptanz der Unterrichtskonzeption auf Seiten der SchülerInnen. Dies dient der Fortentwicklung der BINGO-Konzeption (s. dazu Punkt 4). Zum anderen wurden die SchülerInnen in einer gesonderten Erhebung zum Stand ihrer Orientierung auf bestimmte Berufsfelder und Berufe bzw. ein Studium befragt und dabei die Beiträge der BINGO-Unterrichtsanteile beleuchtet. Die Ergebnisse sind in die Entwicklung eines Schulkonzepts zur Berufsorientierung eingeflossen (s. dazu Punkt 5.2).

#### **3.1 Die BINGO-Konzeption in der Sicht der SchülerInnen**

Die Ergebnisse der empirischen Untersuchungen wurden im ersten Sachbericht in 5 Thesen zusammengefaßt, die unter Punkt 3.3 aufgelistet sind. Die Thesen beruhen auf den Untersuchungen zu den Halbjahren 11.1 "Ökologische Untersuchungen an einem Sandentnahmesee", 11.2 "Das Klima der Erde" und 12.1 "Kontinuität und Veränderung des Lebens — Gentechnik". Die Kernaussage lautete, daß die SchülerInnen am BINGO-Konzept insbesondere die Komponenten Handlungsorientierung und Selbstorganisation des Arbeitsprozesses schätzen. Fachübergreifende Anteile stellen dagegen keinen Wert an sich dar.

Die Untersuchungen im Berichtszeitraum beziehen sich auf die Rahmenthemen "Licht und Farbe" (12.2) und "Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt" (13.1). Wir stellen zunächst die Einzelergebnisse dar. Danach erfolgt eine zusammenfassende Wertung vor dem Hintergrund der Ausgangshypothesen. Diese werden in Teilen modifiziert und ergänzt.

##### **3.1.1 Licht und Farbe (12.2)**

Das Rahmenthema "Licht und Farbe" schloß an das Halbjahr "Gentechnik" (12.1) an, welches von den SchülerInnen stark kritisiert wurde. Die Kritik machte sich an zu schwierigen inhaltlichen Aufgaben fest, besonders aber daran, daß die Zusammensetzung der fächer- und kursübergreifenden Arbeitsgruppen von den Lehrkräften vorgegeben wurde und kaum Möglichkei-

ten bestanden, die Aufgabe inhaltlich und vom Bearbeitungsablauf her mitzugestalten. Um die Akzeptanz der BINGO-Konzeption nicht dauerhaft zu gefährden, wurden daher im darauffolgenden Halbjahr wieder größere Gestaltungsspielräume gewährt (s. dazu Punkt 1.1). Ein Vergleich von Abb. 3.1 und Abb. 3.2 zeigt deutlich die Veränderungen in der Globalbewertung des Unterrichts durch die SchülerInnen.

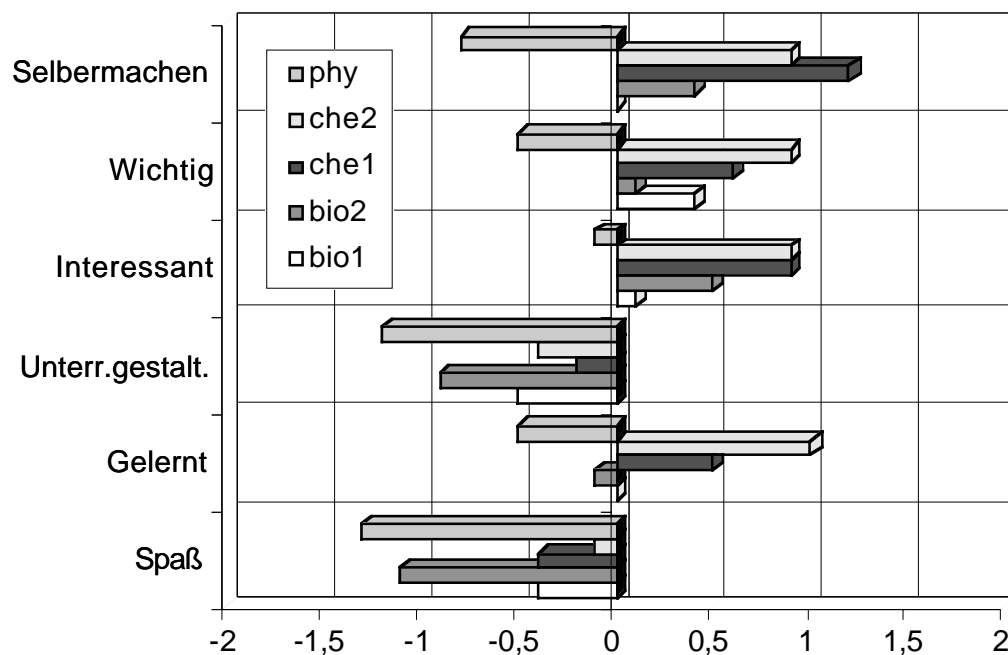


Abb. 3.1: Globaleinschätzung des Halbjahrs 12.1 (Gentechnik) durch die SchülerInnen (Skala von +2 "stimmt voll" bis -2 "stimmt gar nicht"). (Die Daten stammen aus der Befragung unmittelbar nach der Fallstudienphase.)

Die zu bewertenden Aussagen lauteten:

- Was wir gemacht haben, hat mir Spaß gemacht.
- Ich habe viel gelernt.
- Mir hat die Unterrichtsgestaltung gefallen.
- Was wir gemacht haben, halte ich für interessant.
- Was wir gemacht haben, halte ich für wichtig.
- Ich konnte viel selber machen.

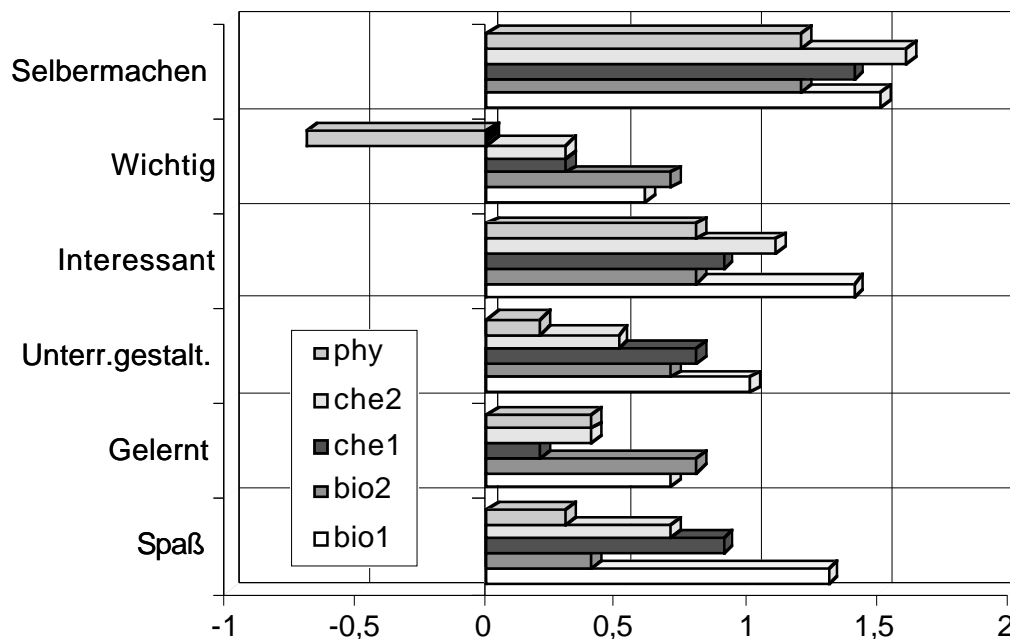


Abb. 3.2: Globaleinschätzung des Halbjahrs 12.2 durch die SchülerInnen (Skala von +2 "stimmt voll" bis -2 "stimmt gar nicht").

Man erkennt in Abb. 3.2 deutlich, daß die fachspezifischen Beurteilungsunterschiede in 12.2 gegenüber 12.1 abgebaut wurden. Abgesehen davon, daß die Physiker das Thema "Licht und Farbe" als weniger wichtig erachten — dafür jedoch durchaus für "interessant" — liegen alle Werte im positiven Bereich. Zum Rahmenthema "Gentechnik" gaben nur die Chemiekurse positive Einschätzungen ab. Ein wesentlicher Faktor für die Akzeptanz des Halbjahres ist in Übereinstimmung mit These 4 darin zu sehen, daß der Arbeitsprozeß von den SchülerInnen wieder stärker selbst organisiert werden konnte. Auch die gewählte Form der Präsentation der Ergebnisse in Form eines "Museums" fand Zustimmung. Zur Illustration zwei freie Schüleräußerungen:

*Wir durften Gruppen und Thema selbst aussuchen, deshalb klappte die Zusammenarbeit viel besser als beim letzten Mal.*

*Am besten fand ich Interaktionen für Besucher zu finden und ausarbeiten*

*Am besten fand ich die Präsentation — obwohl es tierisch stressig war.*

Aber auch an Kritik wurde nicht gespart. Sie bezieht sich zum einen auf den Zeit- und Arbeitsaufwand beim Aufbau der Museumsausstellung, der über das "Normalmaß" für Grundkurse deutlich hinausgegangen sei, und zum anderen auf die mangelnde öffentliche Resonanz des Museums. Die SchülerInnen hatten auf mehr Publikum für ihre Ausstellung gehofft:



*Wir haben uns soviel Arbeit mit der Vorbereitung für die Präsentation gemacht, und dann sind nur ein paar Lehrer für die Bewertung durchs Museum gegangen und das wars.*

Außerdem äußerten mehrere SchülerInnen Kritik an den gemeinsamen Gruppennoten, durch die bessere SchülerInnen benachteiligt würden.

*Gute Schüler müssen sich mit durchschnittlichen Einzelnoten abfinden, wenn die Gruppe hauptsächlich aus schlechten Schülern besteht, während diese davon profitieren.*

Die Sicherstellung einer größeren Öffentlichkeit und neue Modelle der Benotung von Gruppenarbeit werden bei der Überarbeitung der Konzeption aufgegriffen (s. dazu Punkt 4.3).

Eine bemerkenswerte Übereinstimmung gab es bei den Selbsteinschätzungen des Arbeitsprozesses in den Gruppen in der Vorbereitung auf die Ausstellungen zum "Klima der Erde" (in 11.2) und zu "Licht und Farbe" (12.2). Bis auf den Umstand, daß in 12.2 keine Informationen aus anderen Kursen eingeholt wurden, sind die Unterschiede vernachlässigbar. Dieser Unterschied liegt in der Konzeption des Museums begründet, zu dessen Erarbeitung die Kurse für mehrere Wochen aufgehoben wurden und die SchülerInnen in kursübergreifenden "Abteilungen" arbeiteten. Hieraus könnte man schließen, daß kein Fortschritt in der Organisation des Arbeitsprozesses aufgrund der Vorerfahrungen in 11.2 erfolgt sei. Dies stünde jedoch im Widerspruch zu den Beobachtungen der Lehrkräfte, die überwiegend über ein selbständigeres Arbeiten berichten. Daß tatsächlich zumindest einige SchülerInnen von der BINGO-Projektarbeit profitiert haben, ergibt sich aus dem Bericht einer Gruppe, die erfolgreich am Bremer Landeswettbewerb "Jugend forscht" teilgenommen hat. Nach Aussagen der drei Schülerinnen habe ihnen die Erfahrung mit der Präsentation von Ergebnissen in Schautafeln, Postern und Exponaten, die sie bei BINGO machten, große Vorteile gegenüber anderen Wettbewerbsteilnehmern verschafft, die deutlich weniger professionell aufgetreten seien. Da objektive, äußere Kriterien ansonsten nicht zur Verfügung stehen, ist ein Vergleich der Projekte in den Halbjahren 11.2 und 12.2 schwierig. Aus Schülersicht waren beide Projektphasen vom Ablauf her ähnlich erfolgreich. Überraschenderweise schlägt sich die hohe Arbeitsbelastung, die in freien Antworten zum Ausdruck kam, in den Zahlen der gebundenen Antworten kaum nieder (s. Abb. 3.3). Wir werden unter Punkt 3.1.2 sehen,

daß die im Halbjahr 13.1 gewählte Form der Gestaltung des Projekts und der Ergebnispräsentation auf deutlich weniger Resonanz stießen.

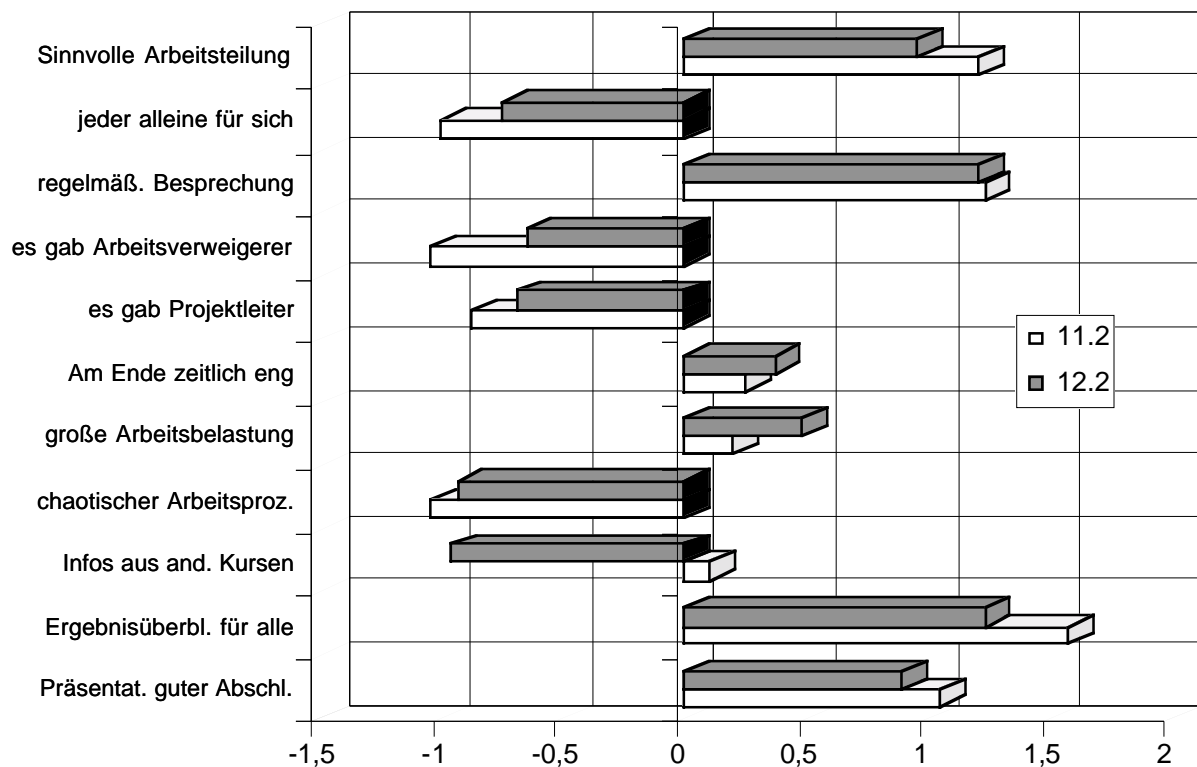


Abb. 3.3: Einschätzung der Gruppenarbeit in den Projekten in den Halbjahren 11.2 (Klima der Erde) und 12.2 (Licht und Farbe) (Skala von +2 "stimmt voll" bis -2 "stimmt gar nicht").

Die zu bewertenden Aussagen lauteten:

1. Wir haben in der Gruppe die Arbeiten sinnvoll aufgeteilt.
2. Jede(r) hat ziemlich alleine vor sich hin gearbeitet.
3. Wir haben uns in der Gruppe regelmäßig besprochen.
4. Es gab Gruppenmitglieder, die zum Arbeitsprozeß wenig beigetragen oder ihn sogar behindert haben.
5. Ein(e) Schüler(in) hat die Funktion des/der Projektleiter(in) übernommen.
6. Am Ende wurde es ziemlich eng mit der Zeit.
7. Die Arbeitsbelastung war deutlich größer als sonst.
8. Der Arbeitsprozeß in der Gruppe lief chaotisch ab.
9. Wir haben Informationen bei Gruppen aus anderen Kursen eingeholt.

10. Jede(r) wußte wenigsten im Überblick, was die anderen Gruppenmitglieder herausgefunden haben.
11. Die Präsentation war ein guter Abschluß des Projekts

Der Vergleich zwischen den von der Anlage sehr verwandten Halbjahren 11.2 und 12.2 soll bei den Detailschätzungen fortgeführt werden (s. dazu Abb. 3.4). In der Tendenz der Detailbewertungen besteht Übereinstimmung. Allerdings erreicht das Halbjahr nicht ganz so positive Werte wie 11.2. Die Werte liegen im Schnitt etwa 0,4 Skalenpunkte niedriger. Ein Merkmal, das sich im Verlauf der BINGO-Halbjahre verstärkt, ist die Kritik an einer schlechten Vorbereitung auf Klausuren und das Abitur. Diese Kritik ist aus zwei Gründen zu hinterfragen: Erstens wurde die Halbjahresklausur jeweils am Ende des vorbereitenden Fachunterrichts, d.h. vor Beginn der Projektphase, geschrieben. Diese Unterrichtsphase unterscheidet sich von der Gestaltung her nicht wesentlich von üblichem fachgebundenem Unterricht. Die Befürchtungen im Hinblick auf das Abitur beruhen demgegenüber nicht auf Erfahrungen, sondern auf der Erwartung, daß die BINGO-spezifischen Anteile (fächerverbindendes Lernen, Förderung von Schlüsselqualifikationen) in den dortigen Aufgabenstellungen nicht genügend durchschlagen. Diese Erwartung ist angesichts der Restriktionen durch die Abiturrichtlinien nicht ganz unberechtigt, soll aber vom BINGO-Team bei der Aufgabenkonstruktion berücksichtigt werden.

Ein ernstzunehmender Kritikpunkt besteht in den überdurchschnittlich rückläufigen Werten zu den Items "Verständnis der Fachbegriffe" und "Verständlichkeit des Unterrichtsstoffs". Hier ist zu klären, ob dies an den Inhalten selbst oder an der Art der Behandlung liegt. Weiterhin sehr positiv bewertet werden die bereits aus den davorliegenden Halbjahren bekannten Items "Zusammenarbeit mit anderen Schülern", "Schülerexperimente" und "selbständiges Arbeiten".

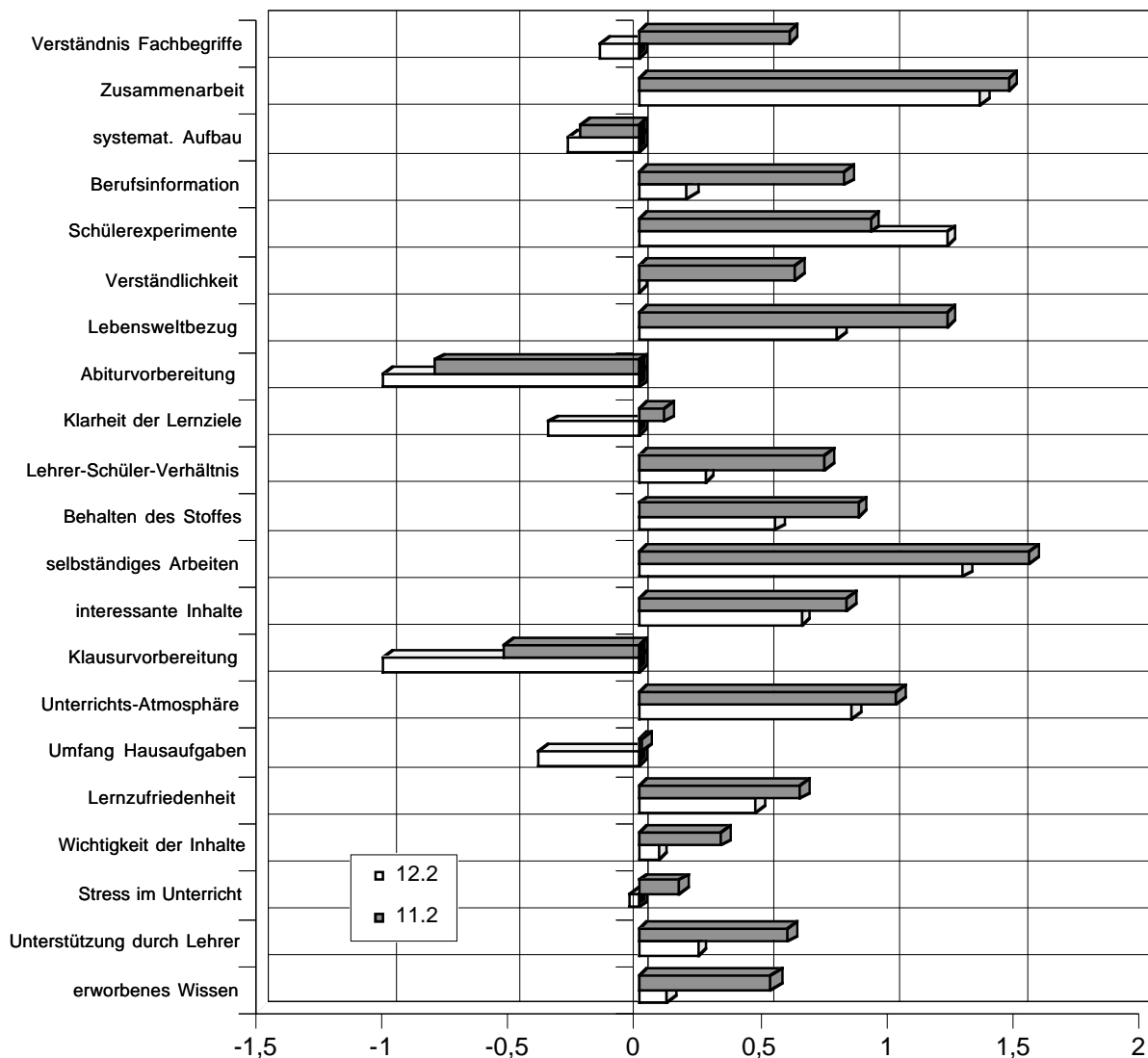


Abb. 3.4: Vergleich der Halbjahre 11.2 (Klima und Atmosphäre) und 12.2 (Licht und Farbe) (Skala von +2 "BINGO-Unterricht besser" bis -2 "Normalunterricht besser").

Die Items lauten:

1. Verständnis der Fachbegriffe
2. Zusammenarbeit mit anderen Schülern
3. systematischer Aufbau des Unterrichtsgangs
4. Information über Berufe in Technik / Naturwissenschaften
5. Zeit für Schülerexperimente
6. Verständlichkeit des Unterrichtsstoffs
7. Bezug zur Umwelt / zum eigenen Leben

8. Vorbereitung auf das Abitur
9. Klarheit darüber, was man lernen soll
10. gutes Verhältnis zum Lehrer / zur Lehrerin
11. langfristiges Behalten des Unterrichtsstoffs
12. Möglichkeit zum selbständigen Arbeiten
13. interessante Unterrichtsinhalte
14. Vorbereitung auf Klausuren
15. angenehme Unterrichts Atmosphäre
16. Umfang der Hausaufgaben
17. Zufriedenheit mit der eigenen Lernleistung
18. Wichtigkeit der Unterrichtsinhalte
19. Streß während des Unterrichts
20. Unterstützung durch den Lehrer / die Lehrerin
21. Umfang des erworbenen Wissens

Neben den auf das spezielle Halbjahr bezogenen Fragen ging die Befragung auf die beiden übergreifenden BINGO-Aspekte des fächerverbindenden Unterrichts und der Förderung von Schlüsselqualifikationen ein. Hierüber wird unter Punkt 3.2 gesondert berichtet.

### **3.1.2 Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt (13.1)**

Betrachtet man das Halbjahr 13.1 "Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt" im Vergleich zu den übrigen BINGO-Kursen (s. Abb. 3.5), so fallen die Bewertungen deutlich gegenüber 11.1, 11.2 und 12.2 zurück, sind jedoch positiver als beim Rahmenthema "Gentechnik" in 12.1. Dies erscheint plausibel, wenn man bedenkt, daß in 13.1 Elemente beider Typen von BINGO-Kursen vorhanden sind: Die Freiheit der Gruppenwahl und der Grad der Selbstorganisation entsprechen in etwa den Kursen in 11.2 und 12.2. Andererseits besteht weniger Möglichkeit zum "Selbermachen" im Sinne der Durchführung von Experimenten oder des Erstellens von Postern und Exponaten. Das Produkt besteht allein aus beschriebenem Papier als Beiträge zu einem Patientenratgeber. Dieser muß zudem parallel zum fortgeführten Fachunterricht entwickelt werden. Es gibt keine geschlossene Projektphase. Diese Unterrichtsgestaltung findet deutlich weniger Anklang.

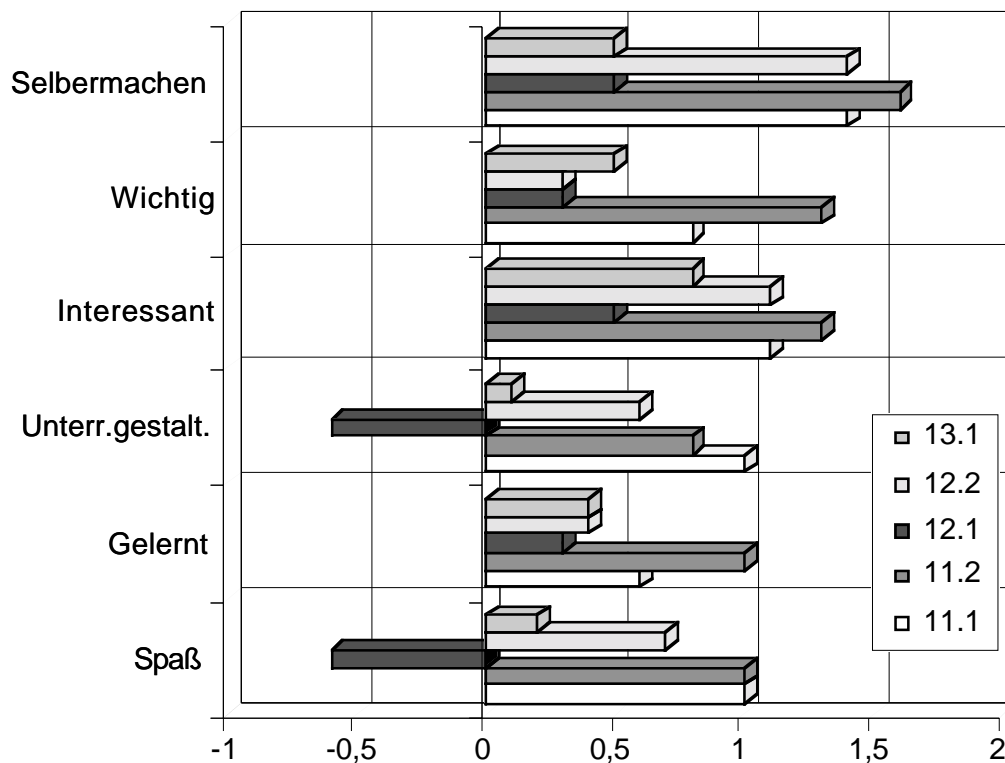


Abb. 3.5 Das Halbjahr 13.1 "Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt" im Zusammenhang der übrigen BINGO-Kurse (Erläuterungen s. Abb. 3.1)

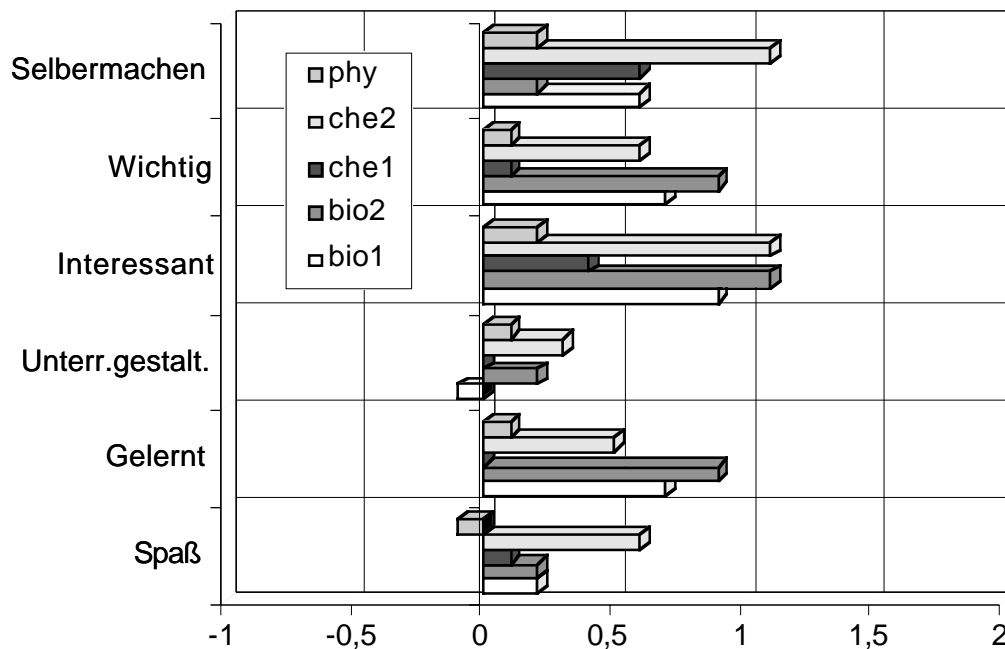


Abb. 3.6: Globaleinschätzung des Halbjahrs 13.1 "Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt" nach Kursen und Fächern differenziert (Skala von +2 "stimmt voll" bis -2 "stimmt gar nicht").

Bei der Darstellung in Abb. 3.6 treten fach- und kursspezifische Unterschiede zutage, wobei die Unterrichtsgestaltung im Kurs "che2" offenbar besonders ansprechend war. Hier konnten die SchülerInnen auch am meisten "selbermachen". Am meisten gelernt haben nach eigener Einschätzung die Biologiekurse, für die das Thema auch interessant und wichtig erschien. Die Physiker antworten durchweg sehr verhalten.

In den Detaileinschätzungen des Halbjahres 13.1 ergeben sich kaum Unterschiede zu 12.2, mit Ausnahme einer geringeren Möglichkeit zu Schülerexperimenten.

In den frei formulierten Antworten wird die selbständige Gruppenarbeit wiederum als positives Merkmal besonders hervorgehoben. Darüber hinaus wird der Alltagsbezug des eigenen Themas benannt.

*Die Gruppenarbeit hat sehr gut geklappt und war sehr produktiv aufgrund der selbstgewählten Gruppenzusammensetzung! Das Thema war interessant.*

Die kritischen Stimmen machen sich eindeutig daran fest, daß der Aufwand im BINGO-Unterricht zu hoch gegenüber anderen (Grund-) Kursen sei. Er werde dazu nicht genügend in den Noten honoriert.

- *ein Vielfaches an Arbeit gegenüber dem Frontalunterricht;*
- *BINGO-Treffen waren zu geld- (Fahrkarte...) und zeitaufwendig.*

Solche Aussagen werden durch die Einschätzung der Projektarbeit bestätigt, die in Abb. 3.7 im Vergleich zu 11.2 und 12.2 dargestellt ist. Mit dem Näherücken des Abiturs nimmt die Arbeitsbelastung der SchülerInnen in allen Kursen zu. Das führt zu einer verstärkten Wahrnehmung der BINGO-Anforderungen (zeitliche Enge und große Arbeitsbelastung). Darunter leidet insgesamt der Ablauf des Projekts. In allen 12 Items schneidet die Arbeitsphase am Patientenratgeber in 13.1 schlechter ab als die Ausstellungsprojekte in 11.2 und 12.2. Das BINGO-Ziel des fächerverbindenden Arbeitens wurde nicht erreicht, da ein Informationsaustausch mit anderen Kursen und Fächern kaum stattfand. Fachübergreifendes Arbeiten war in 13.1 nur dadurch gegeben, daß im Rahmen des jeweiligen Fachs Aspekte der anderen Naturwissenschaften aufgegriffen wurden ("fachüberschreitender Unterricht"; s. BINGO 1997, S. 37).

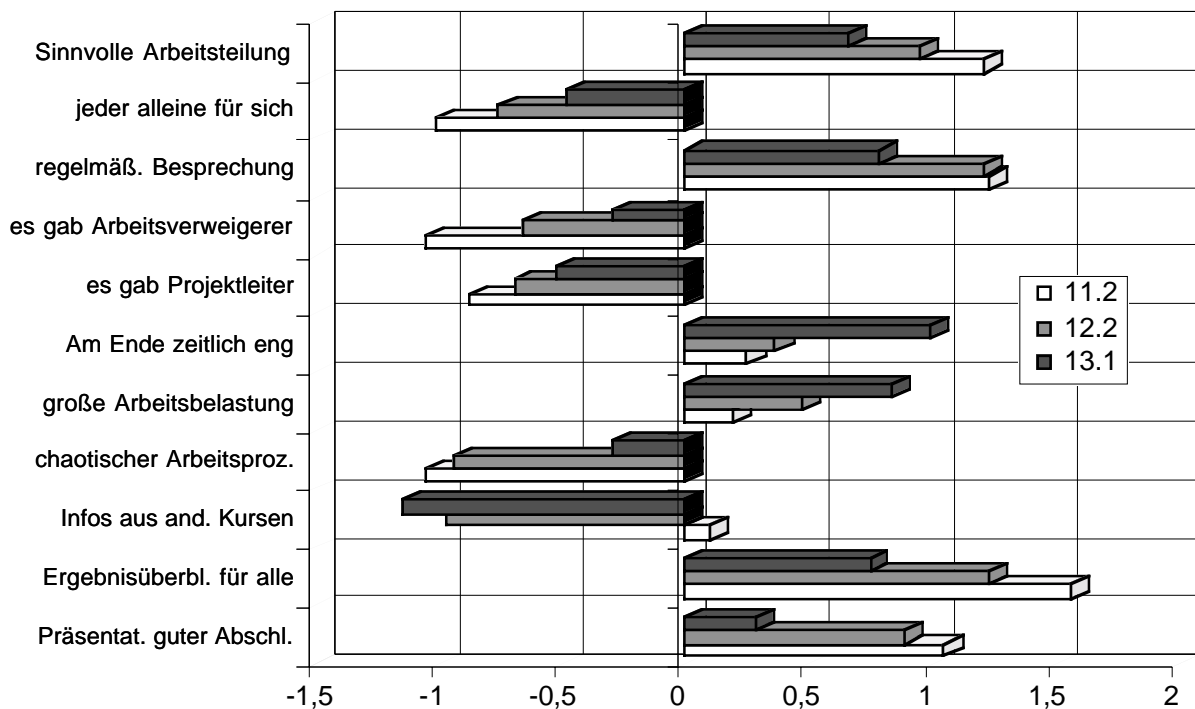


Abb. 3.7: Vergleich der Projektarbeit in den Halbjahren 11.2 (Klima & Atmosphäre), 12.2 (Licht & Farbe) und 13.1 (Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt) (Skala von +2 "stimmt voll" bis -2 "stimmt gar nicht"; für Erläuterungen s. Abb. 3.3)

## 3.2 Übergreifende Fragestellungen

Im Zusammenhang mit den Akzeptanzbefragungen zu den Halbjahren wurden jeweils übergreifende Fragestellungen angesprochen. Dies betraf in 12.2 und in 13.1 fächerverbindendes Arbeiten. Der in 12.2 verteilte Fragebogen ging zudem auf die Förderung von Schlüsselqualifikationen ein. Mögliche Veränderungen des Bildes von den Naturwissenschaften und des Verständnisses der jeweiligen Nachbardisziplinen wurden in 13.1 behandelt. Eine gesonderte Befragung wurde im Halbjahr 13.1 zum Stand der Berufsorientierung durchgeführt. Die Ergebnisse werden im Folgenden präsentiert.

### 3.2.1 Fachübergreifendes Arbeiten

Zur Einschätzung fachübergreifenden bzw. fächerverbindenden Arbeitens (s. dazu BINGO 1997, Punkt 1.2) wurden folgende Fragen gestellt:



- a) In welchem Maße hat Dein Projektteam bei der Bearbeitung des Themas Aspekte der beiden anderen naturwissenschaftlichen Fächer mitberücksichtigt?
- b) Wieviel hast Du zum Thema "Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt" ("Licht und Farbe" / ...) neben Deinem Fach auch aus anderen naturwissenschaftlichen Sichtweisen gelernt?
- c) In welchem Umfang wünschst Du im Rahmen von BINGO fachübergreifendes Arbeiten, d.h. die inhaltliche Einbeziehung von Aspekten der anderen Naturwissenschaften in den Unterricht?

Dazu kam eine Frage zur projektartigen Arbeitsweise:

- e) In welchem Umfang würdest Du Dir weitere Projekte mit Gruppenarbeit in Deinem BINGO-Kurs wünschen?

Antwortskala: +2: in großem Umfang, +1: häufiger, 0: gelegentlich, -1: selten, -2: gar nicht

Abb. 3.8 zeigt die Antworten über den Zeitraum der Halbjahre 11.1 bis 13.1<sup>2</sup>. Die Säulen zeigen eine rückläufige Bewertung durch die SchülerInnen mit einem klaren Bruch zwischen den Halbjahren 11.2 und 12.1 (Gentechnik), der bereits mehrfach angesprochen wurde. *Fachübergreifende Lerneffekte* werden von den SchülerInnen ab 12.1 allenfalls "gelegentlich" konstatiert. Gleiches gilt für den *Wunsch* nach fachübergreifendem Arbeiten. Die Selbsteinschätzung, *fachübergreifend gearbeitet* zu haben, bewegt sich selbst in dem ansonsten aus Schülersicht so erfolgreichen Halbjahr 11.2 um den Wert "gelegentlich".<sup>3</sup> Der Wunsch nach Projektarbeit ist im Berichtszeitraum ebenfalls nicht mehr ausgeprägt.

---

<sup>2</sup> Nicht alle Fragen wurden durchgängig in allen Halbjahren gestellt.

<sup>3</sup> Leider wurde in 12.1 nicht explizit nach fachübergreifendem Arbeiten gefragt, weil das Halbjahr "Gentechnik" dies von der Aufgabenstellung her bereits voraussetzte. Nachträglich gesehen wäre es jedoch interessant gewesen, wie die SchülerInnen dies selbst gesehen haben.

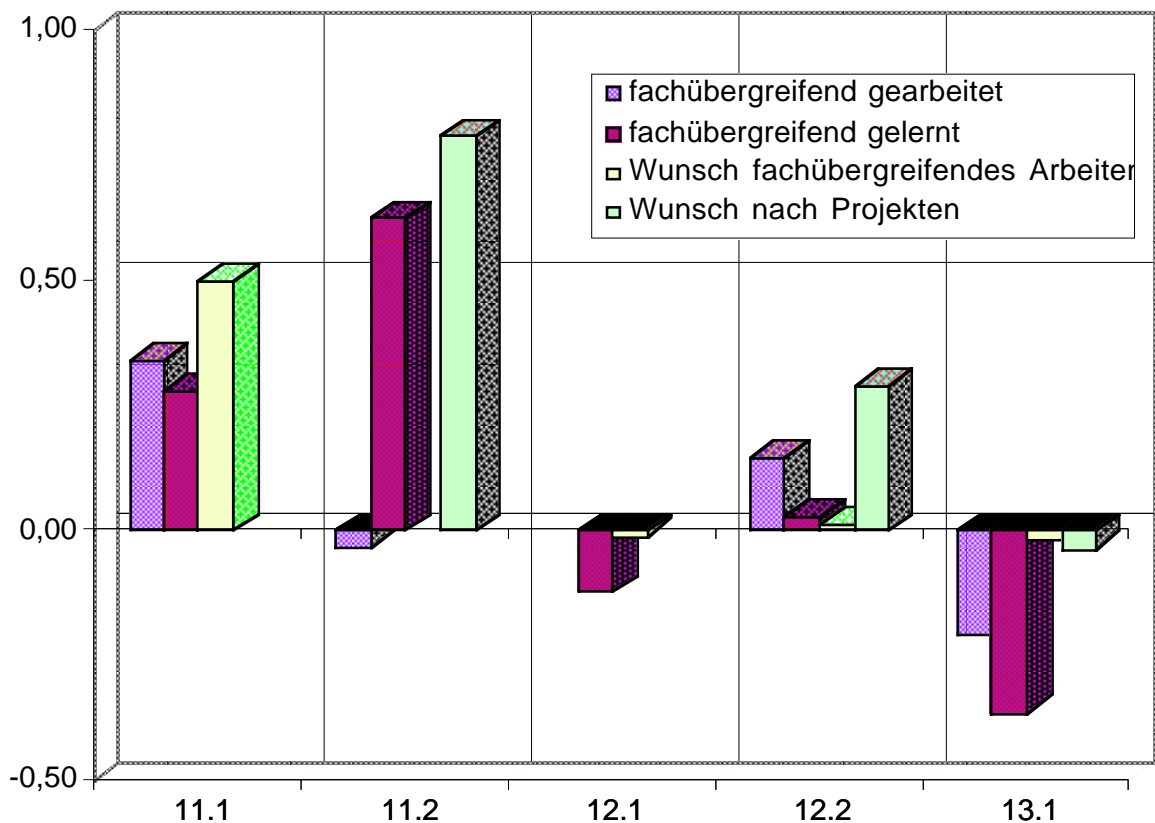


Abb. 3.8: Fachübergreifendes Arbeiten und Projekte in der Einschätzung der SchülerInnen über 5 Halbjahre. Antwortskala: +2: in großem Umfang, +1: häufiger, 0: gelegentlich, -1: selten, -2: gar nicht.

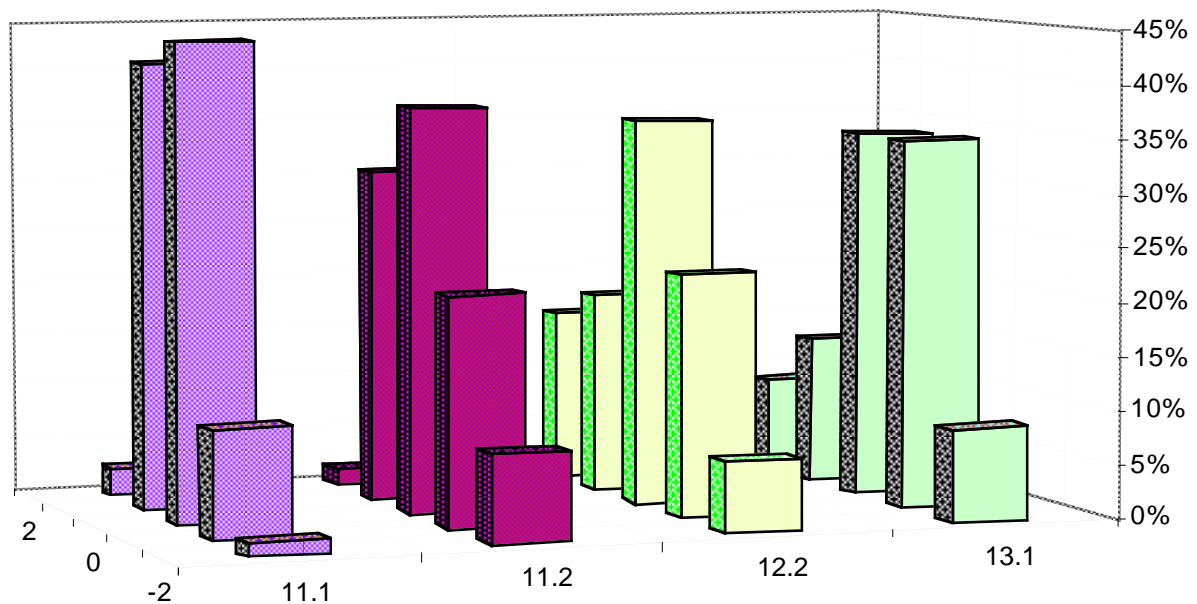


Abb. 3.9: Verteilung der Antworten auf die Frage nach der Berücksichtigung fachübergreifender Anteile bei der Gruppenarbeit. (Antwortskala: wie bei Abb. 3.8).

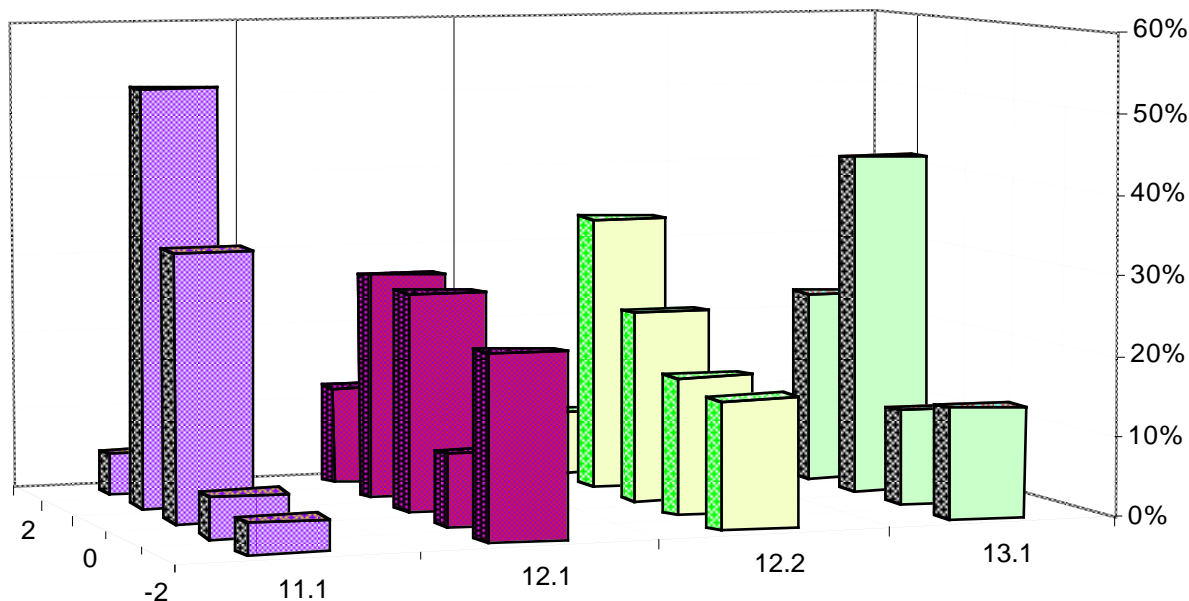


Abb. 3.10: Verteilung des Wunsches nach weiterem fachübergreifendem Arbeiten am Ende des jeweiligen Halbjahres. Antwortskala: +2: in großem Umfang, +1: häufiger, 0: gelegentlich, -1: selten, -2: gar nicht

Abb. 3.9 zeigt, wie sich im Verlaufe des BINGO-Durchgangs durch die Oberstufe die Berücksichtigung fachübergreifender Anteile verschiebt. Die Säule zum Wert "häufiger" schmilzt ab, während die Meinung, dies sei "selten" erfolgt, zunimmt. Gleichzeitig erreicht der Wert "in großem Umfang" in 12.2 und 13.1 eine durchaus bemerkenswerte Höhe und die Verteilung wird breiter. Eine solche Tendenz zur Verbreiterung des Spektrums zeigt sich auch beim Wunsche nach weiterem fachübergreifendem Arbeiten am Ende der jeweiligen Halbjahre (s. Abb. 3.10). Dies deutet auf eine Differenzierung von Untergruppen bei den SchülerInnen hin, die in den projektartigen Phasen Möglichkeiten zum fachübergreifenden Arbeiten bewußt aufgreifen bzw. dies ablehnen.

Eine große generelle Aufgeschlossenheit gegenüber fachübergreifendem Arbeiten ergibt sich aus einer anderen Frage im Halbjahr "Licht und Farbe" (12.2). Hier wurde der fächerverbindende Unterrichtsansatz in einer offenen Form zur Diskussion gestellt. Die Formulierung greift einige Bedenken der SchülerInnen auf, die in Einzelgesprächen geäußert worden waren. Der einführende Text lautet:

Bei BINGO werden fünf Grundkurse verschiedener naturwissenschaftlicher Fächer parallel unterrichtet. Darauf bezieht sich das folgende Gespräch zwischen vier fiktiven BINGO-Schülern:

*Marion:* Ich würde eigentlich gerne fachübergreifend arbeiten. Aber ich kenne mich in den anderen Fächern nicht so aus. Ich finde, der Unterricht wird durch die fachübergreifenden Anteile schwieriger.

*Tim:* Aber ein Thema wie "Klima" oder "Licht und Farbe" kann man doch in einem tieferen Sinne nur verstehen, wenn man es unter den Blickwinkeln verschiedener Naturwissenschaften betrachtet.

*Andreas:* Mir reicht es, wenn ich einen Blickwinkel verstehe. Ich habe mein Fach bewußt gewählt und möchte mich mit den anderen Naturwissenschaften eigentlich nicht mehr befassen.

*Bettina:* Ich finde, man ist oft ein "Fachidiot" und sieht ein Thema nur noch durch die physikalische, chemische oder biologische "Brille". Durch fachübergreifenden Unterricht erkennt man, welche Aspekte sonst noch interessant und wichtig sind.

*Gert:* Fachübergreifender Unterricht ist ja ganz nett. Aber viel wichtiger ist mir, eigenständig arbeiten zu können viel selber tun zu können — Experimente usw..

Wie ist Deine Meinung? Nimm dazu in einigen Sätzen Stellung!

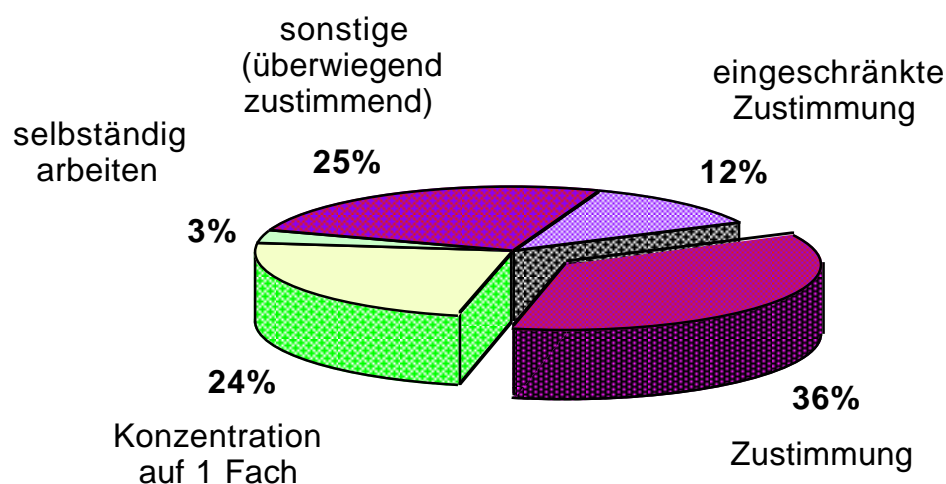


Abb. 3.11: Tendenzen der offenen Antworten zum fachübergreifenden Unterricht (N=67).

In der Datenauswertung wurde — falls nicht pauschal eine Schülermeinung als zutreffend bezeichnet wurde — neben dem Wortlaut auch die *Antwortten-*

denz kodiert (s. Abb. 3.11): Zustimmung, eingeschränkte Zustimmung, Präferenz für Konzentration auf 1 Fach, sonstige Antworten.

Vor dem Hintergrund der Antworten auf die gebundenen Fragen (s. oben) überrascht bei den offenen Antworten die hohe Zustimmung zum fachübergreifenden Unterricht. Der Position von "Tim" bzw. "Bettina", die fachübergreifende Behandlungsweisen für bestimmte Themen als notwendig erachten, stimmen über ein Drittel der SchülerInnen zu. Die Antworten fallen dabei eher kurz aus (z.B. "Bettina hat Recht"). Grundsätzliche Zustimmung mit der Einschränkung, daß der Unterricht dadurch schwieriger werde, signalisieren weitere 12%. Aus der Gruppe der "sonstigen" Antworten unterstützt die überwiegende Zahl ebenfalls den fachübergreifenden Ansatz.

Die "sonstigen" Antworten sind besonders interessant, weil sie ausführliche eigene Formulierungen enthalten. Vier Beispiele hieraus lauten:

*Statt der einzelnen Kurse für Bio, Chemie und Physik sollte es in Zukunft einen Kurs geben, der alle Naturwissenschaften beinhaltet (vor allem Grundkurse). Dann könnte man jedes Thema von vornherein von verschiedenen Sichtweisen betrachten!*

*Es ist schwer fachübergreifend zu arbeiten, wenn man in der BINGO-Gruppe keine fachübergreifende Besetzung hat! Daß es einem aber mehr bringt ist klar ...*

*Ich habe schon genug mit einem Grundkurs zu kämpfen, aber BINGO war diesmal echt gut, da ich jetzt selber Sachen verstanden habe, die ich vorher niemals hätte wissen können ! Ich habe seit der elften Klasse kein Chemie und Physik mehr, aber bei BINGO habe ich von diesen ätzenden Fächern doch ein wenig gelernt, da die anderen aus meiner Gruppe fächerübergreifend arbeiten konnten!*

*Offen gesagt finde ich, daß BINGO wesentlich besser ist als der normale Unterricht ... Da ich ohnehin nur den naturwissenschaftlichen Grundkurs gewählt habe und ein naturwissenschaftliches Unterrichtsfach für meine spätere Berufswahl nicht — oder wenn, dann kaum — brauche, ist ein strenges Einhalten der Unterrichtsinhalte ja nicht 'so' wichtig. BINGO-Unterricht vermittelt von allen 3 naturwissenschaftlichen Fächern genug und man lernt diese BINGO-spezifischen Dinge wie Teamwork, eigenes Lenken der Arbeit etc. Perfekt ...*

Die Kritik des letzten Viertels macht sich überwiegend daran fest, daß der Schüler bzw. die Schülerin nach eigener Aussage ein bestimmtes Fach be-

wußt gewählt haben. Fachübergreifendes Arbeiten werde entweder dem selbstgewählten Schwerpunkt nicht gerecht oder bedeute eine unerwünschte Mehrbelastung. Zwei Beispiele:

*Ich schließe mich zum Teil der Meinung des Pseudonyms "Andreas" wie auch "Gert" an, weil ich denke, daß in der gymnasialen Oberstufe die Möglichkeit besteht, die zur Verfügung stehenden Kurse in einem gewissen Rahmen meinen Fähigkeiten anzupassen. Wenn damit begonnen wird, nicht als Kurs gewählte andere NAWI-Fächer in die Pflichten eines jeden "BINGO-Schülers" einzubinden, wäre das Prinzip der "freien" Kurswahl überflüssig und man könnte sich viel Zeit, Mühe und evtl. Ärger sparen.*

*Biologie ist mein Auflagenkurs, und alles, was mir daran relevant erscheint, ist meine Abiturnote. Ich kann mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit sagen, daß ich nach Abschluß meiner Schullaufbahn nie mehr auch nur einen Hauch einer Naturwissenschaft für meine Berufswahl benötige. So erscheint es mir sinnvoller, "normalen" Unterricht zu haben, in dem ich persönlich besser (und mehr) lerne, da der Arbeitsaufwand geringer und somit auch Streß in der Klausurenphase, der sich auf andere Fächer auswirkt, vermeidbar wird.*

Mit dem "Auflagenkurs" Biologie deckt die Schülerin die Naturwissenschaften im Aufgabenfeld 3 der gymnasialen Oberstufe ab. Das Fach Biologie wird dafür gerne gewählt. Dennoch tendieren auch die Biologinnen und Biologen zu einer Befürwortung fachübergreifender Ansätze. Die Variation in den Antwortverteilungen ist zwischen den einzelnen Lerngruppen (Kursen) größer als zwischen den Fächern.

Der erhöhte Arbeitsaufwand, der aus der Verbindung fachübergreifenden Arbeitens mit projektartiger Unterrichtsgestaltung einher geht, wird in der folgenden Aussage besonders prägnant formuliert:

*Also das sind ja alles ganz nette Leute (gemeint sind die fiktiven Schüler aus der Aufgabenstellung; d. Verf.) mit ganz netten Meinungen, aber worum es uns Schülern mehr geht, ist die Zeit, die wir mehr oder weniger haben. Und da wir sie meist weniger haben, wird BINGO zum Super-Streß. Angstschweiß in der Nacht und Magenschmerzen am Tag. Das typische BINGO-Trauma ist ausgebrochen! Fachübergreifend => Ja; so zeitverschwendend => Nein.*

Insgesamt erfährt fachübergreifendes Arbeiten — z.T. gepaart mit Klagen über Umsetzungsmängel in der BINGO-Form der Realisierung — damit eine

Zustimmungsquote von etwa drei Viertel. Die Diskrepanz dieses Befundes zu den Antworten auf die gebundenen Fragen (s. dazu. Abb. 3.8) kann folgendermaßen interpretiert werden:

- Die offene Befragung stand am Ende des Halbjahrs 12.2, das — im Vergleich zu 12.1 und 13.1 — eine große Zustimmung fand (s. dazu Abb. 3.2). Dies sorgte für eine positive Grundstimmung.
- Der Wert "gelegentlich" im Spektrum von "in großem Umfang" bis "gar nicht" bei den gebundenen Fragen zu fachübergreifendem Arbeiten und Lernen kann nominal eine positive Besetzung für die SchülerInnen aufweisen und ist daher nicht als indifferent zu werten.

Dennoch kann "gelegentliches" fachübergreifendes Arbeiten und Lernen vor dem Hintergrund der BINGO-Ziele nicht befriedigen, auch wenn zu vermuten ist, daß in fachspezifisch getrenntem Unterricht ohne Koordinierung nach gemeinsamen Rahmenthemen die Antworten eher zwischen "selten" und "gar nicht" gelegen hätten. Es bleibt eine Aufgabe der Weiterführung von BINGO, die fächerverbindenden Anteile zu stärken. Das gilt weniger für den Verbund der drei Naturwissenschaften unter gemeinsamen Rahmenthemen oder für die Abstimmung zwischen den Lehrkräften — hier liegen klare positive Ergebnisse vor — , sondern für die intensivere Nutzung der fächerverbindenden Anteile der Konzeption durch die SchülerInnen. Sie müssen diese Anteile als persönlich gewinnbringender wahrnehmen.

### **3.2.2 Bild der Naturwissenschaften**

Fachübergreifendes Arbeiten in der BINGO-Konzeption soll nicht nur komplexe Sachverhalte mehrperspektivisch erschließen und den SchülerInnen Einblicke in ausgewählte Inhalte der jeweils anderen Naturwissenschaften vermitteln, sondern auch das Verständnis von den besonderen Merkmalen der Gegenstände und Methoden des eigenen Faches im Kontrast zu den anderen beteiligten Fächern verbessern. Im Sinne einer wissenschaftstheoretischen Vertiefung ist dies ein wichtiger Aspekt naturwissenschaftlicher Bildung im Kontext allgemeiner Bildung (s. dazu Schecker 1996). Durch den Kontakt zu "Experten" der jeweils anderen Fächer soll eine Reflexion der eigenen Fachkultur angeregt werden: Wie gehen z.B. Physiker anders an das Thema "Licht und Farbe" heran als etwa Biologen? Wofür interessieren sich die Physiker

und wie formulieren sie ihre Ergebnisse? Wie ist das Verhältnis von Abstraktionsniveau und Nähe zum Phänomen? Solche und ähnliche Fragen sollten angeregt werden.

In der Erhebung zum Halbjahr 13.1 sollten die SchülerInnen dazu Einschätzungen vornehmen. Der einleitende Text lautete:

*Im BINGO-Ansatz arbeiten mehrere Kurse in den Fächern Biologie, Physik und Chemie parallel an einem gemeinsamen Oberthema wie "Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt", "Gentechnik" oder "Licht und Farbe". Damit soll auch das Verständnis der Besonderheiten des eigenen Faches und der jeweils anderen Naturwissenschaften gefördert werden.*

Danach wurden sieben Aussagen zur Diskussion gestellt, die vor dem Hintergrund der BINGO-Halbjahre von 11.1 bis 13.1 bewertet werden sollten. Die Frage lautete:

*Die Zusammenarbeit zwischen BINGO-Kursen verschiedener Fächer...*

*... hat mein fachübergreifendes Verständnis der BINGO-Themen gefördert.*

*... hat mir einen Eindruck von den Untersuchungsgegenständen der anderen Fächer verschafft,*

*... hat mir einen Einblick in die Arbeitsweisen der anderen Naturwissenschaften gegeben,*

*... hat mir vor Augen geführt, worin die Besonderheiten der Themenstellungen des eigenen Faches liegen,*

*... hat mir deutlich gemacht, worin die Besonderheiten der Arbeitsweise der eigenen Naturwissenschaft liegen,*

*... hat mein Bild von der eigenen Naturwissenschaft verändert — und zwar zum ☐ Positiven / ☐ Negativen,*

*... hat mein Bild von den anderen Naturwissenschaften verändert — und zwar zum ☐ Positiven / ☐ Negativen.*

Die Ergebnisse erfüllen unsere Erwartungen nicht. Die SchülerInnen nennen keine starken Wirkungen des BINGO-Unterrichts auf ihr Bild der eigenen oder der anderen Naturwissenschaften. Einblicke in die Methoden und Gegenstände der anderen Fächer sind ihrer Meinung nach eher gering gewesen. Aber auch eine Reflexion der eigenen Fachkultur ist wenig erfolgt (vgl. Abb. 3.12).



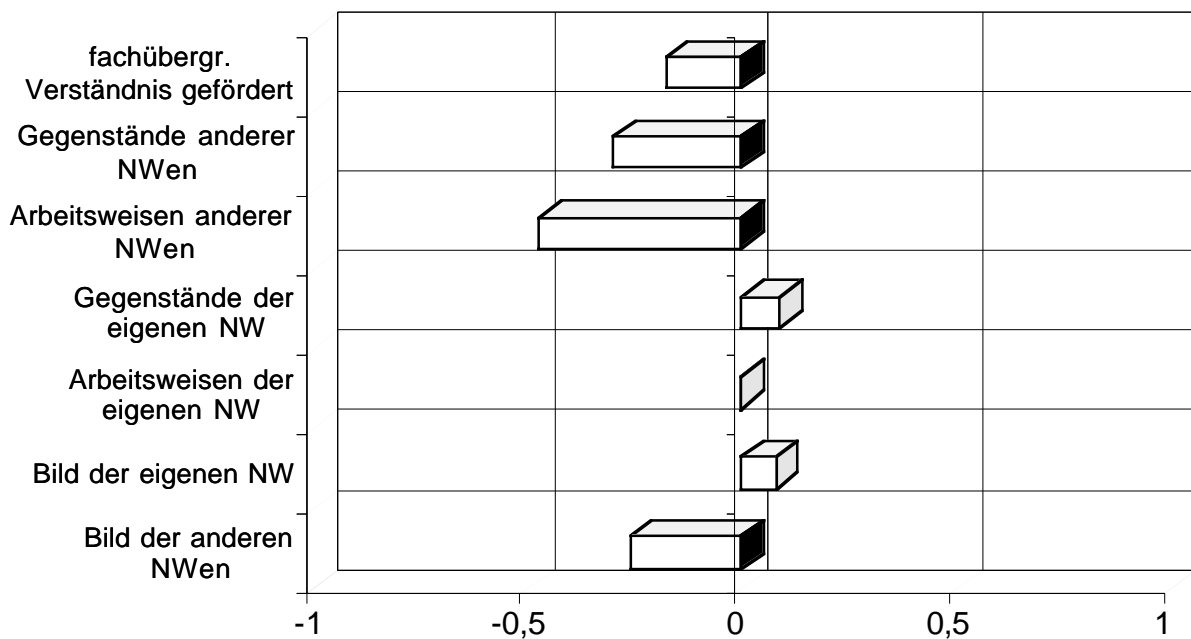


Abb. 3.12: Wirkungen des BINGO-Unterrichts auf das Verständnis der Gegenstände und Methoden der drei Naturwissenschaften. Antwortskala +2: sehr stark, +1 stark, 0: teils/teils, -1: wenig bis -2: "gar nicht".

	ges.	bio1	bio2	che1	che2	phy
<b>Bild der eigenen NW</b>						
N positiver	30	4	5	2	12	6
N negativer	7	1	0	0	3	1
gewichtet im Mittel	0,62	0,6	1,86	0,86	1,26	1,11
<b>Bild der anderen N Wen</b>						
N positiver	21	1	0	2	11	5
N negativer	10	3	5	0	2	0
gewichtet im Mittel	0,26	-1	-2,14	0,67	1,05	1,13
N ges.	58	10	9	7	19	9

Tab. 3.1: Änderung des Bildes von den Naturwissenschaften in positiver bzw. negativer Richtung. (Zeilen- und Spaltensummen differieren, wenn die SchülerInnen ihre Kurszugehörigkeit nicht angegeben haben.) Für den gewichteten Index wurde die angegebene Stärke der Änderung mit der Richtung multipliziert.

Bedenklich stimmen die Antworten von Biologinnen und Biologen, die angeben, ihr Bild von den anderen Naturwissenschaften sei durch BINGO zum Negativen hin verändert worden, während das Bild der Biologie sich verbessert hat (s. Tab. 3.1). SchülerInnen der anderen Fächer äußern dagegen für beide Seiten positive Wirkungen. Der Befund deutet auf eine Abkopplung der Biologie von der Physik und Chemie hin. SchülerInnen trennen innerhalb der Naturwissenschaften oft deutlich zwischen Biologie und Chemie/Physik. Ein Symptom sind stark besetzte Biologie-Leistungskurse.

Eine solche Polarisierung kann als Teil einer sinnvollen Ausdifferenzierung persönlicher Interessen, Neigungen und Fähigkeiten dann akzeptiert werden, wenn die SchülerInnen ihre Entscheidung nicht "aus dem Bauch heraus" treffen, sondern sie argumentativ begründen können. Die Befragung im BINGO-Halbjahr 13.1 gibt dafür jedoch keine Hinweise. Eine Aufgabe, bei der in Stichworten besondere Merkmale der Fächer zu benennen waren, wurde nur von ganz wenigen SchülerInnen bearbeitet, so daß sich eine Auswertung nicht lohnt.

Als Fazit zum Thema "Bild der Naturwissenschaften" muß man festhalten, daß BINGO bezüglich einer wissenschaftstheoretisch fundierteren Sichtweise der Naturwissenschaften kaum Wirkungen erzielt hat. Im Unterricht wurde das Thema nicht thematisiert. Die notwendige Reflexion war den SchülerInnen weitgehend selbst anheimgestellt, und sie waren damit überfordert. Das kann nicht überraschen, zudem eine Abstraktion von der inhaltsbezogenen Arbeit auf eine Metaebene der Reflexion erforderlich ist. Die im Sinne der naturwissenschaftlichen Bildung wichtigen Fragen müssen im Unterricht daher direkt aufgegriffen werden. Das BINGO-Konzept muß in diesem Punkt nachgebessert werden, um die im Vergleich zu herkömmlichem Unterricht besseren Ansatzpunkte zu nutzen, die sich aus dem Kontakt zwischen SchülerInnen unterschiedlicher naturwissenschaftlicher Spezialisierungen bei der Arbeit am gleichen Rahmenthema ergeben.

### **3.2.3 Förderung von Schlüsselqualifikationen**

Die Grundkonzeption des Modellversuchs weist die Förderung von Schlüsselqualifikationen wie Kommunikations- und Teamfähigkeit als wesentliches Element zur Verbesserung der Berufsorientierung des gymnasialen Bildungs-

gangs aus (s. dazu BINGO 1997, Punkt 1.1). Die Fähigkeit, mit anderen zu kooperieren und Sachverhalte — hier naturwissenschaftlicher Art — selbstständig zu erarbeiten und je nach Adressatengruppe auf einer geeigneten Sprachebene darzustellen, gehören zu den wichtigen berufsrelevanten extrafunktionalen Fähigkeiten. Sie spielen bereits in Bewerbungsverfahren eine wichtige Rolle.

Am Ende des Halbjahres 12.2 wurden die SchülerInnen befragt, inwieweit sie bestimmte Schlüsselqualifikationen durch den BINGO-Unterricht weiterentwickelt haben. Die Auswahl orientiert sich an den diesbezüglichen Schwerpunkten von BINGO (s. z.B. BINGO 1997, Punkt 3.1.4; 3.2.4; 3.3.4). Nach Meinung der SchülerInnen haben sie besonders in den beiden Bereichen "Selbstständigkeit" und "Teamfähigkeit/Kooperationsfähigkeit" von BINGO profitiert. Es folgt "Kommunikationsfähigkeit". Das "Denken in Zusammenhängen" fällt demgegenüber zurück. Diese Einschätzung steht im Einklang mit den Ergebnissen zum fachübergreifenden Arbeiten und Lernen (s. dazu Punkt 3.2.1). Bei einem Vergleich zwischen den Lerngruppen (s. Abb. 3.14) fällt die Zurückhaltung der Physiker auf. Mit Ausnahme der "Selbstständigkeit" nehmen sie bei allen 5 Items die niedrigsten Wertungen vor. Bei "Teamfähigkeit" und "Denken in Zusammenhängen" sind die Unterschiede zu den anderen Lerngruppen recht groß.

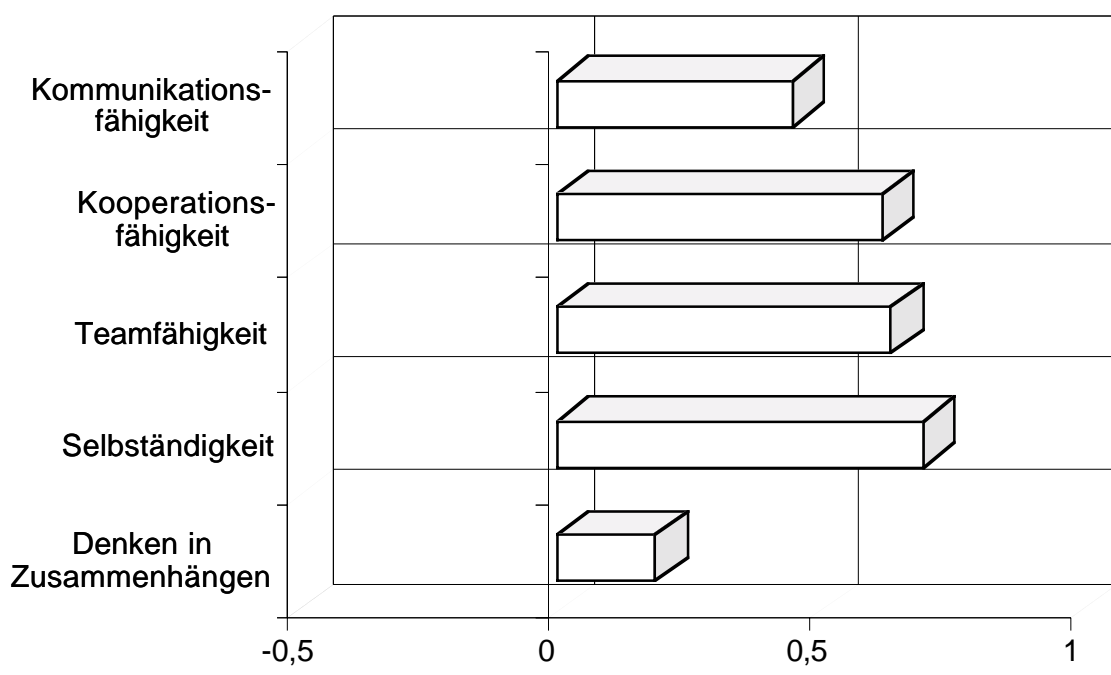


Abb. 3.13: Maß der Förderung von Schlüsselqualifikationen in Selbsteinschätzungen der SchülerInnen. Antwortskala: +2: sehr viel; +1: viel; 0: teils/teils; -1: wenig; -2: gar nicht.

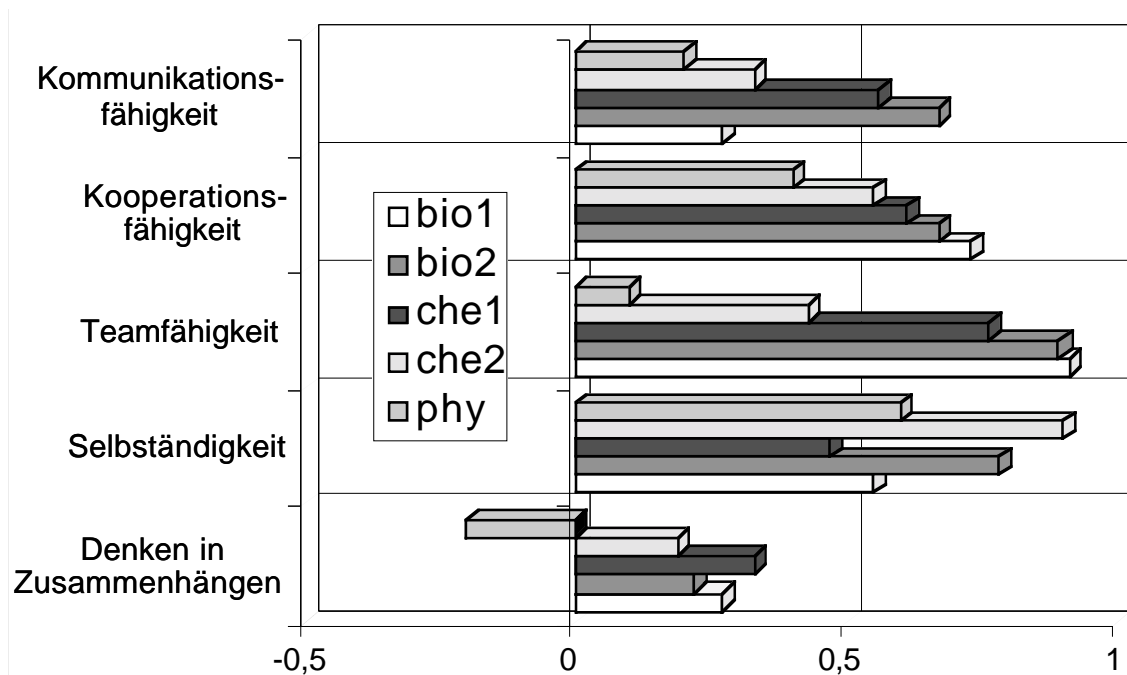


Abb. 3.14: Förderung von Schlüsselqualifikationen nach Lerngruppen.

### 3.2.4 Berufsorientierung

Im Oktober 1997 wurde eine gesonderte Befragung zum Stand der Berufsorientierung durchgeführt. Die 66 SchülerInnen der BINGO-Hauptkohorte (Jahrgang 1995), die sich daran beteiligten, befanden sich in der 13. Klasse — ein gutes halbes Jahr vor dem Abitur. 23 Teilnehmerinnen und Teilnehmer gaben an, sich bereits für einen *bestimmten Beruf* entschieden zu haben; 28 hatten — wenn auch noch keinen Beruf — zumindest ein *Berufsfeld* gewählt, während 15 SchülerInnen noch keine Entscheidung getroffen hatten. Die Frage ist sowohl für SchülerInnen relevant, die nach dem Abitur in eine Berufsausbildung eintreten, als auch für diejenigen, die ein Studium aufnehmen (s. unten). Mit der Wahl des Studienfaches ist die Entscheidung für ein Berufsfeld verbunden. Berufsorientierung und Vorbereitung auf die Wahl eines Studienfaches hängen als zwei Aufgaben der gymnasialen Oberstufe eng zusammen.

Die Nennungen der 51 (23 plus 28) SchülerInnen, die ein Berufsfeld gewählt hatten, sind in Tab. 3.2 aufgelistet. Felder, in denen Naturwissenschaften eine unmittelbar berufsrelevante Rolle spielen (Mathematik /Naturwissenschaften, Industrie/Technik/Produktion, Informationstechnik /Informatik, "Umwelt"), sind unterrepräsentiert. Das Bild verbessert sich leicht, wenn man den Bereich Gesundheitswesen/Heil- und Pflegeberufe hinzunimmt. Hieraus erklärt sich, daß die BINGO-Kurse in Physik, Biologie und Chemie bei der Wahl des Berufes inhaltlich keine besondere Rolle gespielt haben.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Mittelbar ist naturwissenschaftliche Bildung natürlich in vielen anderen Bereichen relevant, besonders auch in dem beliebten Berufsfeld Medien/Journalismus.

Berufsfeld	Nennungen
Medien/Journalismus	10
Kaufmännischer Bereich/Büro/Verwaltung	8
Management/Marketing	8
Gesundheitswesen/Heil- und Pflegeberufe	7
Sprachen/Literatur/Kunst/Musik	7
Industrie/Technik/Produktion	6
Mathematik/Naturwissenschaften	5
Bildung/Erziehung	5
Sozialpädagogik/Sozialarbeit	5
Handwerk	4
Informationstechnik/Informatik	4
Sport/Freizeit/Tourismus	4
Polizei/Grenzschutz/Bundeswehr	3
"Architektur"	2
"Grafik/Design"	2
"Umwelt"	2
Rechtspflege	1

Tab. 3.2: Berufsfelder, die von SchülerInnen in der 13. Klasse für ihren späteren Beruf genannt wurden (84 Nennungen bei 51 SchülerInnen; in Anführungsstriche gesetzte Berufsfelder wurden von den Probanden ergänzt, alle anderen waren zur Auswahl vorgegeben).

Wenn eine Entscheidung für ein Berufsfeld bereits vorlag, wurde sie überwiegend im 11. und 12. Schuljahr getroffen (vgl. Tab. 3.3). Ein geringerer Teil der Wahlen erfolgte schon in der Sekundarstufe I. Das 13. Schuljahr hatte zum Befragungszeitpunkt erst begonnen. Wenn man bedenkt, daß die Leistungsfächer bereits in der zweiten Hälfte der 10. Klasse zu wählen sind, kann eigentlich kein großer Zusammenhang zum Berufsfeld vermutet werden. Die Untersuchung von Roeder und Gruehn (Roeder 1996) berichtet dagegen über einen engen Zusammenhang zwischen Leistungsfachwahl und *Studienwunsch*. Die "Berufsperspektiven" seien ein weiteres Kriterium. Der scheinbare Widerspruch kann aufgelöst werden, wenn — wie Roeder und Gruehn auf Basis von Daten der Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) fanden — "persönliche Interessen" und "Entfaltungsmöglich-

keiten der persönlichen Leistungsstärken" als wichtigste Motive der Leistungsfachwahl genannt werden. In unserer Untersuchung wurde nach den Kriterien für die Wahl des Berufsfeldes gefragt (s. Tab. 3.4). Auch hier stehen die persönlichen Interessen an erster Stelle, gefolgt von den Zukunftsaussichten und Verdienstmöglichkeiten. Es ist dann naheliegend, daß Leistungsfach und Beruf gemeinsam vor diesem Hintergrund von Interessen und Selbsteinschätzungen der eigenen Kompetenzen gewählt werden, die sich bis zum Ende der Sekundarstufe I herausgebildet haben.

Schuljahr	Nennungen
<11	10
11	10
12	22
13	5

Tab. 3.3: Zeitraum, in dem das Berufsfeld gewählt wurde (N=47 Antworten).

Kriterium	Nennungen
Interessen	44
Zukunftsaussichten	25
Verdienstmöglichkeiten	21
Zensuren	11

Tab. 3.4: Entscheidungskriterien für die Wahl des Berufsfeldes (N=50 Probanden; Mehrfachnennungen).

Studium und Berufsausbildung	Nennungen
Studium, dann in den Beruf	19
Berufsausbildung, kein Studium	5
Berufsausbildung, danach Studium	12
noch nicht entschieden	24
sonstiges	5

Tab. 3.5: Zeitliches Verhältnis von Berufsausbildung und Studium (N=65 Antworten).

Von 65 Antwortenden bekunden 19, daß sie direkt ein Studium aufnehmen möchten und 17, daß sie vorher eine Berufsausbildung absolvieren oder gar nicht studieren wollen (s. Tab. 3.5). 24 Probanden haben sich noch nicht entschieden. Diese Zahlen belegen, daß die gymnasiale Oberstufe — anders als bis in die siebziger Jahre — keineswegs direkt auf ein Studium hinführt. Eine

beträchtliche Anzahl von SchülerInnen entscheidet sich im Anschluß an das Abitur für eine Berufsausbildung.

Die für die Modellversuchskonzeption interessantesten Fragen bezogen sich auf die Bedeutung, welche der Schule allgemein und BINGO im speziellen bei der Berufsorientierung zugemessen wird. Dazu sollten die SchülerInnen zehn Aspekte auf einer Skala +1 "viel Bedeutung", 0: "mittel" bis -1 "wenig" einschätzen:

- a) Praktische Bezüge des Unterrichts zu beruflichen Tätigkeiten (z.B. Laborarbeit, Planspiele, Projektarbeit).
- b) Einblicke in die Berufswelt (z.B. Betriebserkundungen).
- c) Informationen über Berufsfelder und Tätigkeiten.
- d) Informationen über bestimmte Berufe.
- e) Kenntnisse über Bewerbungs- und Auswahlverfahren.
- f) Wahl Deines Berufsfeldes.
- g) Wahl Deines Berufs.
- h) Entscheidung zwischen Studium und direkter Berufsausbildung.
- i) Erwerb berufsbezogenen Fachwissens.
- j) Erwerb berufsrelevanter Schlüsselqualifikationen (z.B. Teamfähigkeit, Selbständigkeit).

In Abb. 3.15 sind die Mittelwerte der Antworten eingetragen und ergänzend dazu die Differenz zwischen dem Schul-Wert und dem BINGO-Wert. Zunächst fällt auf, daß dem schulischen Bereich insgesamt wenig Bedeutung bei der Bestimmung der Berufsperspektive zugemessen wird. Das gilt abgeschwächt auch für BINGO. Bei einer vergleichenden Betrachtung des Modellversuchskonzepts mit dem sonstigen Unterricht hat BINGO dort Vorteile, wo die von den SchülerInnen gewählten Berufsfelder nicht inhaltlich betroffen sind. Bei der Vermittlung von Kenntnissen über Bewerbungs- und Auswahlverfahren schneidet BINGO eindeutig besser ab. Die SchülerInnen beziehen sich hier auf die gesonderten Veranstaltungen zur Bewerbungsvorbereitung im 12. Jahrgang (s. dazu Punkt 5.1). Auch bei den Schlüsselqualifikationen sehen die SchülerInnen klare Vorteile von BINGO. Bezüglich der Wahl des Berufsfeldes tritt BINGO noch hinter die (geringe) Bedeutung der



Schule insgesamt zurück. Dies macht Sinn, weil die Felder zumeist nicht im naturwissenschaftlichen Bereich liegen (s. Tab. 3.2) und daher Leistungsfächer wie Deutsch, Kunst oder Fremdsprachen eine größere Rolle spielen dürften. An dieser Stelle wird zugleich ein Problem der Anbindung von BINGO an *Grundkurse* deutlich: Berufsorientierende Anteile wären im Zusammenhang mit *Leistungsfächern* authentischer und für die SchülerInnen naheliegender.

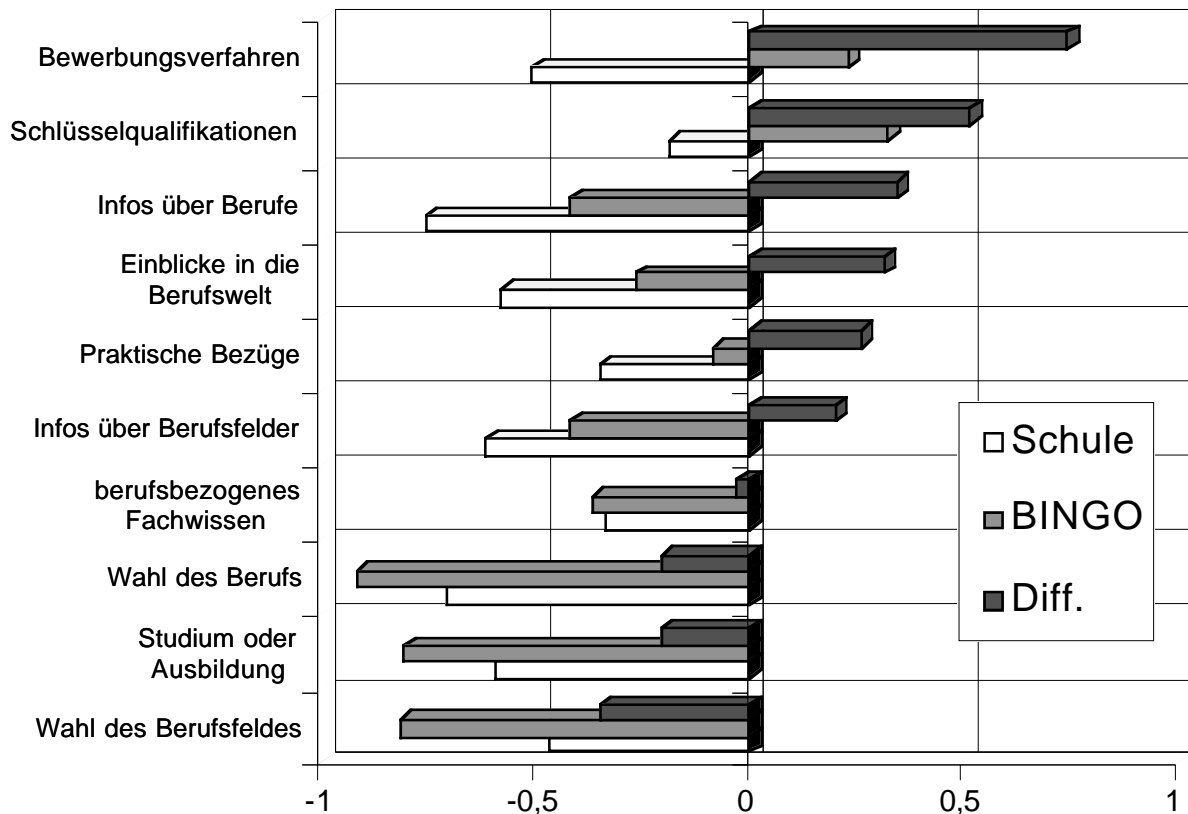


Abb. 3.15: Bedeutung der Schule allgemein und des BINGO-Unterrichts speziell für einige Aspekte der Berufsorientierung (N=66 Antworten; Antwortskala -1: wenig Bedeutung, 0: mittel, +1: viel Bedeutung).

Abschließend wurde eine Frage nach konkreten gewünschten Hilfestellungen durch die Schule bei der Berufsorientierung gestellt. Als Zeitraum wurde im Text zwar "bis zum Abitur" genannt; die Ergebnisse können dennoch als relevant für die gesamte Oberstufe betrachtet werden. An erster Stelle steht die Vorstellung eines größeren Spektrums von Berufsfeldern (s. Tab. 3.6). Eine umfassende Information über Berufsfelder läßt sich nur im Rahmen eines

Schulkonzepts realisieren. Das BINGO-Konzept ist auf den naturwissenschaftlich-technischen Bereich begrenzt, bietet aber die Ansatzpunkte zu einer Verallgemeinerung (s. dazu Punkt 5.2). Kontakte zu Firmen oder Hilfen für Auslandspraktika fallen in den Aufgabenbereich der Schullaufbahnberatung und des Arbeitsamts, ebenso Einzelgespräche und Neigungstests.

Hilfestellung	Nennungen
Vorstellung von Berufsfeldern	37
Kontakte für Auslandspraktikum	34
Kontakte zu Firmen	33
Bewerbungs-/Gesprächstraining	31
Testtraining	30
Einzelgespräche zur Berufsberatung	25
Neigungs- und Interessentests	24
Berichte aus Bewerbungsgesprächen	20
Durchsicht von Bewerbungsunterlagen	17

Tab. 3.6: Von den SchülerInnen gewünschte Hilfestellungen bei der Berufs- und Studienfachwahl (N=66 Probanden; Mehrfachnennungen).

Bedeutung von Personen/Institutionen für die Berufswahl	Skalenmittelwert
Eltern / Verwandte	-0,23
Freunde / Bekannte	-0,32
Berufsberatung / Arbeitsamt	-0,35
Medien (Zeitungen, Fernsehen)	-0,37
die Schule insgesamt	-0,42
Mitarbeiter(innen) aus Betrieben	-0,46
Lehrer(innen)	-0,70

Tab. 3.7: Einfluß von Personen und Institutionen auf die Berufswahl von SchülerInnen (N=66; Antwortskala: +1: viel Einfluß; 0: mittel; -1: wenig Einfluß).

Die geringe Bedeutung der Schule wird auch deutlich, wenn man nach dem Einfluß bestimmter Personengruppen und Institutionen auf die Berufswahl

fragt (s. Tab. 3.7). Die Jugendlichen treffen nach ihrer eigenen Einschätzung die Wahl überwiegend selbständig. Persönliche Kontakte, Berufsberatung und Medien haben einen begrenzten Einfluß. Die Schule insgesamt tritt dahinter zurück; Lehrerinnen und Lehrer haben praktisch keinen Einfluß.

Die im letzten Teil geschilderten Ergebnisse belegen, daß die gymnasiale Oberstufe ihrer Aufgabe, die SchülerInnen bei ihrer so wichtigen Entscheidung über ein Berufsfeld und die Wahl eines Studienfaches zu unterstützen, bisher nur unzureichend nachkommt. Das gilt zumindest für die Thematisierung der möglichen Entscheidungskriterien und einer Explizierung der Entscheidungsprozesse. Indirekte Einflüsse übt die Schule über die Leistungsbewertung aus, indem sie den SchülerInnen vermittelt, in welchen Bereichen sie sich kompetent fühlen können. Die Wahlmöglichkeit von Leistungs- und Grundfächern ermöglicht den SchülerInnen zudem, ihre persönlichen Interessen in die Gestaltung ihres Oberstufenprofils einzubringen. Beides sind nach Roeder (1996) die wichtigsten Kriterien für die Leistungskurswahl. Recht hohe Zahlen von Kursumwahlen in der elften Jahrgangsstufe zeigen jedoch, daß dieses allein keine ausreichende Basis für Entscheidungen in der Oberstufe darstellt. Für die Berufs- und Studienfachwahl gilt das um so stärker.

### **3.3 Zusammenfassende Wertung**

Als Ergebnis der wissenschaftlichen Begleituntersuchungen zu den ersten drei Halbjahren des BINGO-Durchgangs waren im ersten Sachbericht des Modellversuchs (vgl. BINGO 1997, 16f.) fünf Thesen formuliert worden, die im Folgenden zitiert werden. Die Ergebnisse zum Berichtszeitraum werden auf diese Thesen bezogen.

These 1: Der BINGO-Ansatz wird von den SchülerInnen als eigenständige, neue Gesamtkonzeption wahrgenommen.

These 2: Die SchülerInnen schätzen an der BINGO-Konzeption vorrangig die Handlungsorientierung und die offenen, komplexen Lehr-Lern-Arrangements. Gleichzeitig befürchten sie eine schlechtere Vorbereitung auf Prüfungssituationen.

These 3: Die SchülerInnen wünschen einen Unterricht, der Bezüge zur Lebenswelt und praktischen Anwendungen aufweist.

Die ersten beiden Thesen finden eine klare Bestätigung. Zieht man eine Bilanz der Detailbewertungen der fünf Halbjahre, indem man die Skalenmittelwerte aufsummiert, dann ergibt sich ein weitgehend konsistentes Bild (vgl. Abb. 3.16): Selbständiges Arbeiten und die Zusammenarbeit mit anderen SchülerInnen stechen als besondere Pluspunkte der BINGO-Konzeption hervor. Lebensweltbezug und die Durchführung von Schülerexperimenten treten hinzu. Ebenso klar sind die Kritikpunkte hinsichtlich der Klausur- und Abiturvorbereitung. Beim Wissenserwerb und dem Verständnis der Inhalte sehen die SchülerInnen weder Vor- noch Nachteile.

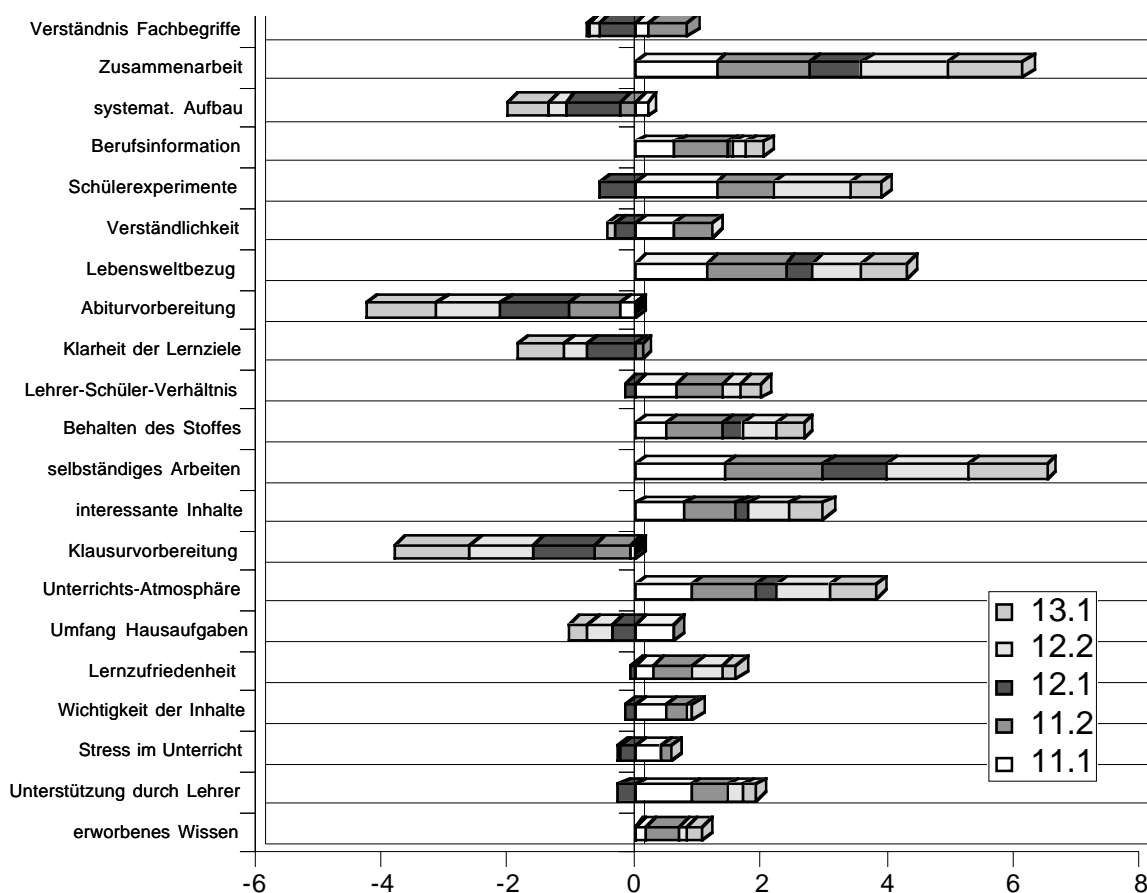


Abb. 3.16: Kumulierte Detailschätzungen der Halbjahre 11.1 bis 13.1 (Addition der Skalenmittelwerte [jeweils von +2 "BINGO besser" bis -2 "Normalunterricht besser"] ohne Gewichtung, dadurch ergibt sich eine theoretische Skala von +10 bis -10).

These 4: Fachübergreifendes Arbeiten wird von den SchülerInnen mitgetragen, solange Handlungsorientierung und Offenheit des Unterrichts (bzw. Selbstorganisation) gewährleistet sind.

Grundsätzlich bekunden die SchülerInnen viel Zuspruch zu fachübergreifendem Arbeiten (s. z.B. Abb. 3.11). Sie nehmen entsprechende Anteile der BINGO-Konzeption jedoch nicht so stark wahr, wie es die Unterrichtsanlage vorsieht. Gleichzeitig geht der konkrete Wunsch nach weiteren fachübergreifenden Anteilen in den BINGO-Halbjahren ab Jahrgangsstufe 12 zurück bzw. gliedert sich nach Befürwortern und Gegnern stärker auf.

Mit zunehmender Laufzeit des BINGO-Unterrichts wird die Kritik an einer zu großen Arbeitsbelastung durch BINGO lauter. Gleichzeitig ist die Grundakzeptanz der Konzeption rückläufig, wofür besonders die Halbjahre 12.1 "Gentechnik" und 13.1 "Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt" verantwortlich gemacht werden können. Die Bearbeitung einer strikt vorgegebenen Fallstudie (12.1) und eines schriftlichen Beitrags zu einem Patientenratgeber (13.1) finden weniger Widerhall als die stärker praktisch mit der Durchführung von Experimenten und der Herstellung von Exponaten befaßten übrigen Halbjahre.

Unterricht ist sicherlich nicht primär danach auszurichten, was den SchülerInnen "Spaß macht" — Schule soll inhaltliche und methodische Kompetenzen vermitteln — dennoch muß man bedenken, daß BINGO mehr Arbeit verlangt als "übliche" Grundkurse. Die Bereitschaft, diese zusätzliche Belastung zu tragen, steht und fällt mit der Akzeptanz der Halbjahreskonzeption. Zum Ende der Oberstufe geht die Bereitschaft tendenziell zurück, Mehrarbeit für BINGO zu leisten — selbst wenn eine Selbstorganisation des Arbeitsprozesses möglich ist. Die Anforderungen in anderen Fächern steigen im Hinblick auf das Abitur und lassen für projektorientierte Phasen in den BINGO- (Grund-) Kursen weniger Spielraum.

These 5: Die Orientierung auf Schlüsselqualifikationen wird von den SchülerInnen als sinnvoll anerkannt, jedoch nur wenig in Zusammenhang mit Berufsorientierung gebracht.

Die These wird im Berichtszeitraum bestätigt. Effekte sehen die SchülerInnen besonders in den Bereichen Selbständigkeit und Kooperationsfähigkeit/Teamfähigkeit. Dies deckt sich mit den als BINGO-typisch hervorgehobenen Aspekten des selbständigen Arbeitens und des Zusammenarbeitens mit anderen SchülerInnen (s.o.).

Damit können alle 5 Thesen aus dem ersten Sachbericht weitergeschrieben werden. Sie sollen noch um zwei Thesen ergänzt werden, die sich im Berichtszeitraum verdichtet haben:

These 6: Die Defizite der gymnasialen Oberstufe bei der Unterstützung von Berufs- und Studienfachwahl werden durch den BINGO-Ansatz nur graduell abgebaut.

Berufsorientierung wird in der BINGO-Konzeption in die beiden Bereiche "Förderung von Schlüsselqualifikationen" und "Informationen über Berufsfelder und Tätigkeitsprofile sowie Einsicht in strukturelle Spezifika beruflicher Arbeitsabläufe" untergliedert (vgl. BINGO 1997, Punkt 1.1.3). Die informierenden Anteile sollen mit den jeweiligen Gegenständen des Unterrichts verbunden werden — sie sind also auf das Umfeld der Naturwissenschaften konzentriert. Da der Schwerpunkt der Orientierungen der SchülerInnen jedoch zumeist nicht in den Naturwissenschaften liegt, greift BINGO hier notwendigerweise zu kurz. Die SchülerInnen messen der Schule im Allgemeinen und den Lehrkräften im Besonderen bisher keine große Bedeutung für die Berufswahl zu. Zwar wurden im Modellversuch inhaltsunspezifische Informationen über Auswahl und Bewerbungsverfahren bis hin zum Bewerbungstraining übernommen, Informationen über Berufsfelder in voller Breite übersteigen jedoch die BINGO-Kapazität. Eine umfassende Wirkung ist nur zu erzielen, wenn berufsorientierende Anteile über die Naturwissenschaften hinaus in allen Fächern wirksam werden — besonders in den Leistungsfächern. Als Konsequenz hat der Modellversuch eine Gesamtkonzeption der Berufs- und Studienorientierung in der gymnasialen Oberstufe auf Basis der BINGO-Erfahrungen formuliert.

These 7: Fächerverbindender Unterricht bietet eine Grundlage, aber keine hinreichende Voraussetzung für ein besseres wissenschaftstheoretisches Verständnis der Gegenstände und Methoden des eigenen Faches — sowie der anderen Naturwissenschaften im Kontrast.

Der Kontakt zu Arbeitsgruppen, die aus anderen fachlichen Perspektiven am gleichen Rahmenthema arbeiten, bis hin zur Bildung fachübergreifender Arbeitsgruppen (in 12.1 "Gentechnik") sollte durch die Kontrastierung biologischer, physikalischer und chemischer Zugänge zu einem Thema die bewußte Wahrnehmung der Besonderheiten des eigenen Faches und der anderen Fächer

bezüglich der Art der Fragestellungen und Methoden schärfen. Wir gehen davon aus, daß dies implizit auch erfolgt ist. Es wurde jedoch versäumt, diesen Aspekt zu verbalisieren, d.h. zum expliziten Gegenstand der nachfolgenden fachspezifischen Unterrichtsabschnitte zu machen. Mit der notwendigen Abstraktions- und Reflexionsleistung waren die SchülerInnen offensichtlich überfordert, so daß sie solche Merkmale in einer Befragung nicht benennen konnten. Die äußerst geringe Antwortquote läßt darauf schließen, daß bereits die Formulierung der Frage auf Unverständnis stieß.

#### **4 Weiterentwicklung der BINGO-Methodik**

Inzwischen liegen umfangreiche praktische Erfahrungen mit der Durchführung eines Unterrichts auf der Grundlage der BINGO-Konzeption vor. Neben der Hauptkohorte des Schülerjahrgangs 1995 sind in den Schülerjahrgängen 1996 und 1997 weitere fächerverbindende Kurskooperationen in den Naturwissenschaften nach dem BINGO-Konzept beteiligt. Die Erfahrungen sind zusammen mit den Ergebnissen der wissenschaftlichen Begleituntersuchungen (s. Punkt 3) fortlaufend in die Planungen neuer Halbjahre eingegangen. Das wird z.B. in den Ausführungen zur Anlage des Halbjahres 12.2 "Licht & Farbe" deutlich (s. dazu Punkt 1.1).

An dieser Stelle soll die Weiterentwicklung der BINGO-Konzeption zusammenfassend erörtert werden. Die Ausführungen betreffen somit nicht allein den Berichtszeitraum. Die Modifikationen betreffen methodische Aspekte in den projektorientierten Unterrichtsabschnitten. Die Grundkonzeption des fächerverbindenden Unterrichts mit ausgewiesenen projektartigen Anteilen, die durch fachspezifischen Unterricht intensiv vorbereitet werden, kann als bewährt gelten. Folgende Aspekte werden angesprochen:

- Zeitbudgets und Ablaufstrukturierung,
- Gruppenbildung,
- Gruppenkonflikte und Bewertung von Gruppenarbeit,
- Steigerung der Anforderungen.

Die Diskussion mündet in eine tabellarische Zusammenstellung der überarbeiteten Planung für die sechs Halbjahre der Oberstufe.

## 4.1 Zeitbudgets und Ablauforientierung

Eine Erfahrung des BINGO-LehrerInnenteams, die sich auch in vielen anderen Berichten über projektartigen Unterricht wiederfindet, lautet: Wieviel Unterrichtszeit man zur Bearbeitung eines Projekts auch immer zur Verfügung stellt (bei BINGO 4 bis 5 Wochen) — aus der Sicht der SchülerInnen ist die Zeit immer zu knapp bemessen. Klagen über zeitliche Enge besonders gegen Ende des Bearbeitungszeitraums nehmen im Verlaufe der Oberstufe zu (s. dazu Abb. 3.7). Die LehrerInnen beobachten, daß in der Woche vor einer Präsentation hektische Betriebsamkeit ausbricht.

Die Konsequenz kann nun nicht lauten, den Bearbeitungszeitraum weiter auszudehnen. Vielmehr müssen die SchülerInnen bei der sinnvollen und notwendigen Eingrenzung ihrer Fragestellung und bei der Zeiteinteilung noch besser unterstützt werden. Der "Planungsfähigkeit" muß als Schlüsselqualifikation mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Eine Folgerung besteht darin, das Zeitraster für Projektabläufe kleinschrittiger zu strukturieren. Es sollen nicht erst in der Mitte des Projektzeitraums "Mitarbeitergespräche" mit den SchülerInnen erfolgen (wie bisher in 11.2 vorgesehen), sondern der Fortschritt der Aktivitäten einer Arbeitsgruppe soll kontinuierlicher begleitet werden. Eine Maßnahme, um den SchülerInnen mehr Hilfestellung bei der Strukturierung ihrer Arbeitsschritte zu geben, war die Erstellung eines Exposés und eines detaillierten Arbeitsplans am Beginn der Erstellung des "Patientenratgebers" im Halbjahr 13.1. Solche Exposés sollen in Zukunft bereits in 11.2 und 12.1 eingefordert werden, um die Lenkung dann sukzessive abzubauen.

Eine weitere Hilfestellung ist die Erstellung einer "Zeitleiste", die am Beginn eines Projekts von jeder Gruppe in ein Formblatt eingetragen und dann ausgehängt wird. Anklänge an Projektmanagement im Sinne berufsorientierender Anteile von BINGO sind erwünscht. Die SchülerInnen protokollieren darauf ihre Arbeiten (z.B. *wer* hat sich *wann wo* getroffen, um *was* zu bearbeiten). Die Leiste dient als Orientierungspunkt für SchülerInnen und Lehrkräfte bei "Mitarbeitergesprächen".

Die Lehrkräfte müssen sich dafür von der *Stofforientierung* zur *Ablauforientierung* umorientieren. Die notwendige inhaltliche Unterstützung der Schüler-



Innen nimmt jedoch nicht in entsprechendem Maße ab. Dadurch kann die Betreuungskapazität überschritten werden. Außerdem dürfen die SchülerInnen nicht das Gefühl bekommen, fremdbestimmt zu arbeiten. Selbstorganisation und Eigenständigkeit sind für sie die Triebfedern, sich dem erhöhten Arbeitsaufwand bei BINGO zu stellen. Exposés und Zeitleisten müssen von den SchülerInnen als Hilfen zur Selbstkontrolle akzeptiert werden. Strikte *externe Ablaufkontrolle* würde sich kontraproduktiv auswirken.

## 4.2 Themenfindung und Gruppenbildung

Themen und Gruppenzusammensetzungen möchten die SchülerInnen möglichst frei wählen können. Der starke Einbruch hinsichtlich der Akzeptanz des BINGO-Ansatzes im Halbjahr 12.1 "Gentechnik" zeigt, wie kritisch diese Punkte sind. Der freien Wahl stehen eine Reihe von pädagogischen und BINGO-konzeptionellen Argumenten entgegen, z.B.:

- Die SchülerInnen sollen im Hinblick auf das spätere Berufsleben lernen, sich in gesetzten Gruppen zurechtzufinden, die Arbeitsatmosphäre mitzugestalten und zielgerichtet zu arbeiten.
- Im Studium und noch stärker im Beruf werden Aufgaben und Themenstellungen vorgegeben.
- Freie Gruppenwahl orientiert sich in aller Regel an den *Personen*, mit denen man zusammenarbeiten möchte ("Nasenwahl") und weniger an den *Inhalten*.
- Bei freier Gruppenwahl kommt es leicht zu einer Polarisierung in Gruppen, die sich aus leistungsstarken SchülerInnen zusammensetzen und solchen mit leistungsschwachen SchülerInnen. Es besteht die Gefahr, daß die Guten dadurch immer besser werden und die Schwächeren abfallen.<sup>5</sup> Die Lehrkraft kann anders als im Klassenunterricht kaum kompensierend eingreifen.

Es gibt auch gute Argumente *für* Freiheiten bei der Themen- und Gruppenwahl, z.B.:

- SchülerInnen sollen die Erfahrung machen, daß man sich anstrengen muß, um in eine gute, d.h. leistungsstarke Gruppe zu kommen.

---

<sup>5</sup> Ergebnisse der empirischen Pädagogik zeigen jedoch, daß leistungsdifferenzierte Lerngruppen das Lernen nicht stärker fördern als leistungsdurchmischte Gruppen.

- Wenn man ein Thema zu "seinem eigenen" macht, liegen Engagement und Anstrengungsbereitschaft höher.
- Leistungsschwächere SchülerInnen können in schwächeren Gruppen "aufleben" und zu befriedigenden Ergebnissen gelangen.

Die folgenden Überlegungen für BINGO sollen die Ziele des Modellversuchs mit dem Wunsch nach Selbstbestimmung von Gruppen und Themen bei den SchülerInnen abstimmen:

- Die Identifikation mit dem Thema bleibt ein wesentliches Ziel der Themen- und Gruppenfindungsphase. Selbstorganisation soll nur dann begrenzt werden, wenn dafür zwingende Notwendigkeiten bestehen.
- Bei der Findung spezieller Projekte unter dem Dach eines Rahmenthemas werden Themenlisten zur Auswahl gegeben. Die SchülerInnen sollen bei der Aufstellung der Themenlisten mitwirken (z.B. auf Basis von Mind Maps). Für besonders attraktive Themen gibt es eine Art "Bewerbungsverfahren", d.h. die Gruppe mit dem besten Konzept erhält den Zuschlag.
- Leistungsdifferenzierungen bei den Gruppenkonstellationen werden akzeptiert, wenn gleichzeitig Spielraum bei der Themenwahl besteht (z.B. bei 11.2 "Klima & Atmosphäre"), so daß die Gruppen die Anforderungen, denen sie sich stellen wollen, selbst mitbestimmen können. (Natürlich hat das Auswirkungen auf die Bewertung.)
- Bei vorgegebenen Gruppenthemen (z.B. Fallstudien) wird auf eine in etwa ausgewogene Verteilung von Kompetenzen geachtet, und Gruppen werden gegebenenfalls gesetzt. Ein Konsens mit den SchülerInnen wird nicht in allen Fällen hergestellt werden können. Losverfahren sind ein Weg, um Konflikte zwischen Lehrkräften und SchülerInnen zu begrenzen.
- Fächerübergreifende Gruppenzusammensetzungen werden — wenn ein zeitlich paralleler Unterricht gewährleistet ist — angeregt, gefördert und bei der Notengebung berücksichtigt. Fächerübergreifende Gruppen werden aber nur dann gesetzt, wenn die Aufgabenstellung zwingend die Verbindung von Kompetenzen unterschiedlicher Naturwissenschaften verlangt.

Die SchülerInnen sollen sich bewußt darüber sein, nach welchen Kriterien sie ihre Gruppen bilden und welche Prozesse bei der Herausbildung eines Arbeitsklimas in einer Gruppe ablaufen bzw. wie man darauf Einfluß nehmen kann. Dafür wird für die ersten fünf Halbjahre des BINGO-Durchgangs durch

die Oberstufe folgende grobe Stufung der Themen- und Gruppenwahl vorsehen:

- 11.1: Freie Gruppenwahl für jeweils kürzere Unterrichtsabschnitte bei gesetzten Themen (kleinere experimentelle Untersuchungen),
- 11.2: Freie Gruppenwahl (Anregung zu fächerverbindenden Gruppen), danach Themenwahl bzw. Bewerbung um ein Projektthema aus einer Vorschlagsliste,
- 12.1: Gesetzte Gruppen (fächerverbindend), Auswahl aus einer Vorschlagsliste,
- 12.2: Freie Gruppenwahl (Anregung zu fächerverbindenden Gruppen), danach Themenwahl bzw. Bewerbung um ein Projektthema aus einer Vorschlagsliste mit breiten Mitwirkungsmöglichkeiten der SchülerInnen,
- 13.1: Freie Gruppenwahl bei gesetzter Aufgabenstellung (Fallstudie / Gutachten).

Diese Variation des Verhältnisses zwischen Offenheit der Themenwahl und Freiheit der Gruppenwahl vermeidet die Kombination von gesetzter Gruppenwahl mit einem gesetztem Thema, das im Halbjahr 12.1 am Thema " Gentechnik" zu dem mehrfach genannten Akzeptanzeinbruch geführt hat.

Zwei Gruppen von SchülerInnen verursachen bei projektartig organisierten Unterrichtsabschnitten besondere Probleme. Zum einen gibt es die "guten EinzelgängerInnen", die eine Zusammenarbeit mit anderen sozial nicht wünschen und inhaltlich für unproduktiv halten. Für einzelne SchülerInnen mag die letztere Einschätzung sogar zutreffen. Dennoch gehört es zu den individuellen Entwicklungsaufgaben auch solcher SchülerInnen, sich in Teamarbeit hineinzufinden und bereit zu sein, eigene Kompetenzen dort einzubringen. Das Problem der Hochbegabtenförderung kann innerhalb von BINGO nicht spezifisch gelöst werden.

Ein entgegengesetzt gelagertes Problem bilden SchülerInnen, die aufgrund deutlicher Leistungsschwächen oder mangelnden Fach- und Sachinteresses die aktive Mitarbeit in einer Gruppe verweigern. Das ist besonders in gesetzten Gruppen ein Problem. Direkte Klagen durch andere Gruppenmitglieder wurden bei BINGO erst dann erhoben, wenn das Problem extrem zutage trat und Einfluß auf die Benotung nahm; entweder indem die Gesamtleistung der Gruppe darunter litt oder SchülerInnen, die "mitgeschleppt" wurden, auf-

grund der Gruppennote deutlich zu gut wegkamen. Der Benotungsaspekt wird unter Punkt 4.3 aufgegriffen.

### **4.3 Gruppenkonflikte und Bewertung von Gruppenarbeit**

Wenn man Gruppenarbeit als Sozialform ernst nimmt und die Entwicklung der Schlüsselqualifikationen Kooperationsfähigkeit und Teamfähigkeit fördern will, dann ist die Vergabe gemeinsamer Gruppennoten sinnvoll. In den BINGO-Halbjahren 11.1 bis 13.1 ist dies vorgesehen. Die Bewertungskriterien und das Verhältnis der Gruppennote zu individuellen Leistungsbewertungen (z.B. durch Klausuren) sind zu jedem Halbjahr unter einem gesonderten Punkt "Bewertungsverfahren" ausgeführt (s. Punkte 1.5 u. 2.4 sowie BINGO 1997, Punkte 3.1.6, 3.2.6 u. 3.3.6). In den Halbjahren 11.2 bis 13.1 geht die projektbezogene Gruppennote zu etwa 20 bis 25 Prozent in die Halbjahreszensur ein.

Es ist daher verständlich, daß es bei starken Unterschieden in der gruppen-internen Arbeitsbeteiligung zu Konflikten innerhalb der Gruppe kommen kann, denn das Ergebnis wird von allen gemeinsam verantwortet und für alle gemeinsam honoriert. Nur in extremen Fällen (offensichtliche Arbeitsverweigerung) wurde bisher eine gesonderte Benotung vorgenommen. Nach den Beobachtungen des Lehrerteams wurden leistungsschwächere SchülerInnen, die sich um Mitarbeit bemühten, mitgetragen, während LeistungsverweigererInnen ab Klasse 12 zunehmend klarer ausgegrenzt wurden. Das Problem der "Trittbrettfahrer" führte bei leistungsorientierten und -bereiten SchülerInnen zu Frustrationen. In Klasse 12 haben sich einige Gruppen geweigert, bestimmte Mitglieder aufzunehmen oder weiter zu integrieren.

Solche Konflikte sind im Hinblick auf Teamfähigkeit für beide Seiten ein sinnvoller Teil des Lernprozesses. Integrationsbemühungen, aber auch Sanktionierungen gehören zur Entwicklung von Teamfähigkeit. Das Team muß die jeweilig verfügbaren Kompetenzen sinnvoll bündeln. Nicht nur fachliche Leistungsstärke ist für die Gruppe von Vorteil, sondern auch Mitglieder mit Organisationsfähigkeit, Führungsqualitäten oder der Fähigkeit zur gestalterischen Aufbereitung fachlicher Erkenntnisse. SchülerInnen, die sich jedoch allen diesen Anforderungen zu entziehen versuchen, müssen dagegen mit

Konsequenzen rechnen. Bei Vorlage guter Begründungen müssen Lehrkräfte Ausschlußentscheidungen akzeptieren.

Um das Konfliktpotential etwas zu entschärfen, will das BINGO-Team im nächsten Jahr ein neues Modell für die Bewertung von Gruppenarbeit erproben, das auch für gut funktionierende Gruppen hilfreich sein kann. Den Gruppen werden Spielräume zur internen Differenzierung der Leistungsanteile eingeräumt. Sie erhalten dafür einen bestimmten Teil der Rohpunkte zur internen Verteilung.

Ein Beispiel mag das Modell verdeutlichen: Das Ergebnis einer Dreiergruppe, z.B. eine schulöffentliche Posterpräsentation zum Thema "Klima & Atmosphäre", wird mit einer Gruppennote von 9 Punkten bewertet. Bei drei Mitgliedern ergibt das einen *Punktepool* von 27 Punkten. Die Lehrkraft gibt eine *Bandbreite* vor, innerhalb derer der Pool verteilt werden kann. Bei einer Bandbreite von z.B. 3 Punkten erhält jede(r) Schülerin mindestens 6 Punkte. Die restlichen 9 Punkte des Pools können in der Gruppe in den Grenzen von 6 bis 12 Punkten verteilt werden; also z.B. 7+11+9 Punkte. Natürlich können sich die SchülerInnen auch auf 9 Punkte für alle Mitglieder verständigen. Die Gruppe unterbreitet ihren Verteilungsvorschlag der Lehrkraft. So kann die Gruppe besondere Leistungen intern honorieren.

Die Lehrkraft entscheidet über die Annahme des Verteilungsvorschlags. Ein einvernehmlicher Vorschlag soll möglichst akzeptiert werden. Eine Zurückweisung soll dann erfolgen, wenn krasse Differenzen zwischen der Selbsteinschätzung der Gruppe und den Beobachtungen der Lehrkraft bestehen, oder wenn "Gefälligkeitsentscheidungen" zugunsten leistungsschwacher SchülerInnen erkennbar sind. Wenn es zu keinem einvernehmlichen Vorschlag kommt, erhalten alle SchülerInnen die gleiche Note. Die Konflikte in der Gruppe müssen dann durch eine neue Zusammensetzung im nächsten Halbjahr abgebaut werden.

Die Praktikabilität des Modells muß sich in Erprobungen erweisen. Folgende Stufungen sollen erfolgen:

- 11.1: feste Gruppennoten für alle Mitglieder gleich,
- 11.2: Gruppennote mit begrenzter Bandbreite (ca. 3 Punkte),
- 12.1: Steigerung der Bandbreite auf 4 bis 6 Punkte,

12.2 u. 13.1: in Abhängigkeit von der Bewährung des Konzepts in der jeweiligen Lerngruppe gegebenenfalls weitere Steigerung der Bandbreite.

#### **4.4 Steigerung der Anforderungen**

Das Spektrum fächerverbindender Aktivitäten reicht von relativ kurzen Abschnitten zur Vorbereitung und Durchführung eines Rollenspiels bis zu mehrwöchigen Projekten, in denen gemeinsam an einem "naturwissenschaftlichen Museum" gearbeitet wird. Projekte haben bei BINGO eine zentrale Stellung mit einer schrittweisen Steigerung der fachlichen, kooperativen und kommunikativen Anforderungen an die SchülerInnen. Dazu werden — zunächst in fachspezifischen Gruppen, dann zunehmend in fächerverbindenden Gruppen — Hilfen zur Entwicklung von Teamfähigkeit (Schlüsselqualifikation) gegeben.

In der bisherigen Planung wird im Rahmenthema 12.1 "Gentechnik" der Höhepunkt der Anforderungen an die SchülerInnen erreicht: Ein inhaltlich sehr anspruchsvolles Thema wird in gesetzten, fächerverbindenden Gruppen anhand einer fest vorgegebenen Aufgabenstellung in Form einer Fallstudie bearbeitet. Diese Ballung von Anforderungen bei gleichzeitig geringem Spielraum zur Gestaltung des Arbeitsprozesses hat sich als nicht vorteilhaft erwiesen. In einer Neuplanung ist eine Entzerrung vorgesehen. Die Produktform "Erstellung eines Ratgebers" (für Konsumenten, Patienten, Kriminologen etc.) soll beim Thema Gentechnik den SchülerInnen mehr inhaltliche und organisatorische Gestaltungsspielräume geben. Sie können zudem aus einer Liste möglicher Inhaltskapitel des Ratgebers auswählen. Es bleibt bei gesetzten Gruppen, die gemäß den inhaltlichen Anforderungen des Themas fächerverbindend zusammengestellt werden.

Die detailliert vorgegebene Fallstudie wird dann erst im Rahmenthema für 13.1 "Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt" bearbeitet. Die Aufgabe ist aus einer begrenzten Liste wählbar, dann aber inhaltlich nicht mehr gestaltbar. Dafür ist die Gruppenbildung frei. Die SchülerInnen müssen eigenständig die von der Aufgabe geforderten fachübergreifenden Kompetenzen in der Gruppenkonstellation sicherstellen. Aus den davorliegenden Gruppenarbeiten sollten sie über ausreichende Erfahrungen dazu verfügen.

Damit ergibt sich folgende Abstufung der Anforderungen in den jeweiligen Halbjahren bzw. Rahmenthemen:

- In Jahrgangsstufe 11.1 sollen die SchülerInnen zunächst fachspezifische Perspektiven entwickeln, d.h. die besonderen Ziele, Methoden und Ergebnisformen ihres Faches kennenlernen. In kursgebundenen Gruppen werden ökologische Untersuchungen an einem in der Nähe der Schule liegenden Sandentnahmesee gemacht und die Ergebnisse "im Kreis der Fachleute" vorgetragen. Am Ende des Halbjahres werden die Ergebnisse in einer fächerverbindenden Podiumsdiskussion zwischen den BINGO-Kursen ausgetauscht. Dabei sollen die besonderen Merkmale der Herangehensweise anderer Fächer im Vergleich zum eigenen kennengelernt werden.  
→ fachspezifische Perspektive, fachspezifische Gruppen, fächerverbindender Ergebnisaustausch
- In 11.2 wird ein gewichtiger Teil der Unterrichtszeit projektartig gestaltet. Die Gruppenthemen sind im Rahmen des Themas "Das Klima der Erde" aus einer Liste wählbar, die von den SchülerInnen begründet ergänzt werden kann. Zusatzinformationen aus anderen Fächern sind zu beschaffen und in die eigene Arbeit einbeziehen. Fachüberschreitende Themen und die Bildung fächerverbindender Gruppen werden angeregt, aber nicht zur Pflicht gemacht. Die SchülerInnen stellen ihre Arbeitsergebnisse in einer fächerverbindenden Präsentationsphase so dar, daß Laien aus anderen naturwissenschaftlichen Fächern sie verstehen können. Lehrerteams mit Vertretern aller drei Fächer bewerten die Gruppenpräsentationen. Fachüberschreitende Anteile und eine ansprechende Aufarbeitung der Ergebnisse gehen in die Note ein.  
→ fachüberschreitendes Thema, (überwiegend) fachspezifische Gruppen, fächerverbindende Präsentation
- Im Halbjahr 12.1 zum Thema "Kontinuität und Veränderung des Lebens — Gentechnik" wird in Form eines Beitrags zu einem Patientenratgeber ein Problem bearbeitet, für dessen Lösung fächerübergreifend zusammengesetzte Arbeitsgruppen zwingend notwendig sind. Die Gruppen sind im Unterschied zu den vorhergehenden Halbjahren für die SchülerInnen nicht frei wählbar. Art und Tiefe der Behandlung sind in gewissem Rahmen gestaltbar. Die SchülerInnen müssen ihre im vorbereitenden Fachunterricht erworbenen Expertisen einbringen sowie themenbezogenes Grundwissen aus anderen Fächern erwerben.

→ fächerverbindende Themenstellung und gesetzte, fächerverbindende Gruppen.

- In der Projektphase des Halbjahres 12.2 schlagen die SchülerInnen zum Komplex "Licht und Farbe" Themen vor, die sie für eine schulöffentliche Veranstaltung ("naturwissenschaftliches Museum") bearbeitet möchten. Die Vorschläge werden in eine Auswahlliste umgesetzt und verschiedenen Abteilungen des "Museums" zugeordnet, die jeweils von einer BINGO-Lehrkraft betreut werden. Die SchülerInnen bilden freie Gruppen und melden sich gruppenweise für eine Abteilung an, die sich so aus SchülerInnen unterschiedlicher Fächern und Kurse zusammensetzen kann (und sollte).

→ fachüberschreitende Themenstellung, freie Gruppenbildung, fachüberschreitende und kursgemischte Abteilungen.

- Im Halbjahr 13.1 sollen die SchülerInnen in Form einer Fallstudie ein Gutachten zu einer komplexen fachübergreifenden Problemstellung verfassen. Es gibt begrenzte Möglichkeiten zur Auswahl einer Problemstellung aus einer begrenzten Liste von Fallbeschreibungen zum Thema "Medizin und naturwissenschaftlicher Fortschritt". Die gewählte Fragestellung ist dann nicht mehr gestaltbar und erfordert eine ganz bestimmte Problemlösung. Die SchülerInnen müssen ihre im vorbereitenden Fachunterricht erworbenen Expertisen einbringen und im Gruppenprozeß für die Problemlösung mit anderen zusammenfügen. Gleichzeitig sollen sie themenbezogenes Grundwissen aus anderen Fächern erwerben.

→ fächerverbindende Themenstellung, freie Gruppenbildung.

In 13.2 ist ein projektartiger Unterrichtsabschnitt nicht ausdrücklich vorgesehen. Alle fächerverbindenden Unterrichtsabschnitte werden durch vorhergehenden Fachunterricht intensiv vorbereitet.

#### **4.5 Übersicht über die Methodik in den Rahmenthemen**

Die Tabelle zeigt im Überblick für alle Halbjahre die Rahmenthemen und erläutert in Stichworten die methodische Gestaltung. Die Inhalte der Rahmenthemen für 11.1 bis 13.1 werden im vorliegenden Bericht und in BINGO 1997 beschrieben.

**Die Tabelle liegt als getrennte pdf-Datei mit dem Titel „Uebersi.pdf“ vor**



## **5 Berufsorientierung**

Im Modellversuch wurden laufend unterrichtsintegrierte Komponenten der Berufsorientierung erprobt (s. dazu BINGO 1997, Punkt 1.1.3.1). Berichte zur Umsetzung finden sich in den Ausführungen zu den einzelnen Halbjahren. Der vorliegende Zwischenbericht stellt Erfahrungen mit einer Sonderveranstaltung zur Bewerbungsvorbereitung dar (s. Punkt 5.1), die u.a. den Anstoß zur Entwicklung eines Gesamtkonzepts zur Berufsorientierung in der gymnasialen Oberstufe gegeben haben. Das Konzept wird unter Punkt 5.2 präsentiert.

### **5.1 Sonderveranstaltung zur Bewerbungsvorbereitung**

Zum Abschluß des Schuljahres fand am 14. und 15. Juli 1997 für alle SchülerInnen des Jahrganges ein zweitägiges Bewerbungseminar in Zusammenarbeit mit einem großen Krankenversicherer in Bremen statt.

Um für dieses Vorhaben qualifiziert zu sein, nahm das BINGO-Team im Mai 1997 an einer ganztägigen Fortbildungsveranstaltung in der Angestelltenkammer Bremen teil. Die Veranstaltung trug den Titel "Verfahren und Methoden der Personalauswahl". An diesem Tage sollte den Teilnehmern ein Einblick in das Personalmanagement bzw. Personalmarketing gegeben werden, wie es zur heutigen Praxis von zumindest größeren Firmen gehört.

Die Themensammlung war:

- Personalauswahl / Entscheidungsprozeß der Personalauswahl
- Bewerbungsunterlagen
- Personalfragebogen, biografische Fragebögen, Gutachten
- Vorstellungsgespräch
- Tests, Arbeitsproben, Übungen
- Assessment-Center

Die aus der Fortbildung gewonnenen Erkenntnisse und besonders auch die erhaltenen Unterlagen bzw. Quellen (Jobfit Reihe: aktive Bewerbungsstrategien) waren für das Team eine wertvolle Hilfe bei der Planung und Durchführung des Bewerbungseminars.

Das Seminar war in zwei Teile aufgeteilt, die von allen SchülerInnen zu absolvieren waren.

### 1. Informationen über Bewerbungs- und Auswahlverfahren

- Übersicht über die Schritte der Verfahren
- Wege der Informationsbeschaffung über ein Unternehmen
- Formulieren des Anschreibens, der Bewerbung, des Lebenslaufes
- Gestalten einer Bewerbungsmappe nach der AIDA-Regel (Attention, Interest, Desire, Action)

### 2. Teilnahme an einem Bewerbungstraining

Die Veranstaltung wurde von einem großen Versicherungsunternehmen getragen. Sie enthielt:

- Kennenlernen und Absolvieren verschiedener, schriftlicher Eignungstests wie Intelligenztest, Rechentest, Rechtschreib-/Kommasetzungstest, Konzentrationstest unter simulierten Testbedingungen
- Übersicht über ein Vorstellungsgespräch (Outfit, Körpersprache, Kommunikationsformen)
- Durchführung eines Vorstellungsgesprächs mit Videoaufzeichnung und anschließender Auswertung

### *Ablauf des Seminars*

Die SchülerInnen wurden in Kleingruppen aufgeteilt und durchliefen die Teile 1 und 2 an jeweils einem Tag, wobei aus organisatorischen Gründen die eine Hälfte der SchülerInnen mit Teil 1 und die andere mit Teil 2 begannen. Um bei Teil 1 den Anteil von reinem Informationsvortrag möglichst gering zu halten, bekamen SchülerInnen je ein Exemplar der vom BINGO-Team erstellten Bewerbungsbroschüre, in der die unserer Meinung nach wichtigsten Informationen zur Erstellung einer kompletten Bewerbung aufgeführt waren.

Nach einer Einarbeitungsphase sollten sie sich anhand von ausgesuchten Stellenanzeigen aus der regionalen und überregionalen Presse auf einen Ausbildungsplatz in einem naturwissenschaftlich-technischen Beruf bewerben. In Teamarbeit wählten sie eine Bewerbung aus und gestalteten mit Hilfe von bereitgestelltem Material eine Bewerbungsmappe. Diese Mappen wurden unter den parallel arbeitenden Gruppen ausgetauscht und dann einer kriti-

schen Bewertung unterzogen und die Kritik schriftlich festgehalten. Zum Abschluß wurden in einem Plenum noch verbleibende Fragen erörtert.

Der zweite Teil wurde in den Seminarräumen des Versicherungsunternehmens in zwei Halbgruppen durchgeführt. Nach einer Einführung wurden zunächst von allen Beteiligten die obengenannten schriftlichen Tests in der jeweils dafür angesetzten Zeitspanne absolviert. Hierbei versuchte der Mitarbeiter, die Testpersonen mittels Zwischenbemerkungen zu irritieren, um ihnen auch ein Gefühl für die Streßsituation eines echten Tests zu vermitteln. Bei der Auswertung wurden dann auch Strategien erörtert, wie man bestimmte Tests effektiv angehen kann (z.B. sich nicht zu lange an einer Aufgabe aufzuhalten, auf Strukturen zu achten). Wichtig war die persönliche, subjektive Erfahrung, welche die SchülerInnen gewonnen haben.

In einem Videofilm wurden zunächst Situationen in einem Vorstellungsgespräch dargestellt, wobei hier Negativbeispiele von Bewerbern im Vordergrund standen. Die einzelnen Sequenzen dienten auch zur Erläuterung der Psychodynamik eines Vorstellungsgesprächs. Die anschließende, freiwillige Simulation eines solchen Gesprächs mit Videoaufzeichnung und Auswertung war für die meisten SchülerInnen der Höhepunkt. Hierzu trug sicherlich die Geschäftskleidung und die distanzierte Wortwahl bei, die für viele sehr ungewohnt war und auch in der Schule in dieser Art nicht angetroffen wird.

Dieses "Gesprächstraining" ist aber nicht nur für Bewerber um einen Arbeits- oder Ausbildungsplatz von großer Bedeutung, sondern ist auch bei der Vorstellung von Projekten, Arbeitsgruppenergebnissen im Studium und Berufsleben hilfreich. Eine ganze Reihe von SchülerInnen hat uns mittlerweile mitgeteilt, wie wertvoll gerade dieses Seminar für sie war. Sie haben erfolgreiche Bewerbungsverfahren durchlaufen und feste Zusagen für einen Ausbildungsplatz erhalten.

## **5.2 Schulprogramm zur Berufsorientierung**

Im November 1997 wurde von einer BINGO-Arbeitsgruppe (Hübner, Schecker, Winter) ein Rohentwurf für ein Schulkonzept zur Verankerung der Berufsorientierung in der gymnasialen Oberstufe vorgelegt. Dieses Konzept wurde dann mit dem Schullaufbahnberater des Schulzentrums (Manfred

Rachner) und dem Betreuer des derzeitigen 11er-Jahrgangs (Michael Meiners) diskutiert, modifiziert und nach mehreren Sitzungen einvernehmlich der Schulleitung und den Gremien der Schule zur Diskussion vorgelegt.

Ziel dieses Konzeptes ist es, der Berufsorientierung einen verbindlichen Rahmen in der gymnasialen Oberstufe zu geben und Verantwortlichkeit zu schaffen, um die Inhalte der Berufsorientierung fächerübergreifend planen zu können. Um die Alltagstauglichkeit des Konzeptes zu überprüfen, hat die Planungsgruppe zusammen mit Herrn Meiners und Herrn Rachner für den 11. Jahrgang ein Berufsorientierungsseminar im Juni 1998 geplant. Bevor das Konzept endgültig durch die schulischen Gremien verabschiedet wird, sollen die Erfahrungen aus diesem Seminartag aufgearbeitet werden, um eine abschließende Fassung vorzulegen.

## **5.3 Programmentwurf**

### **5.3.1 Zieldimensionen**

Gegenstand des vorliegenden Entwurfs ist die Verankerung berufs- und studienorientierender Elemente im gymnasialen Bildungsgang. Es wird ein jahrgangsbezogener Rahmenplan vorgelegt, in den sich regelhafte Angebote in Form von Sonderveranstaltungen und im Rahmen von fachbezogenen und fachübergreifenden Unterrichtsaktivitäten zu leistende Arbeiten einordnen. Die SchülerInnen sollen dadurch in folgenden Bereichen unterstützt werden:

- *Berufs- und Studienwahlvorbereitung*: Unterstützung bei der Orientierung auf ein angestrebtes Berufsfeld bzw. einen Beruf bzw. auf ein damit verbundenes Studium;
- *Bewerbungsvorbereitung*:
  - Information über den Ablauf von Personalauswahlverfahren, Erlernen effektiver Strategien und Verhaltensweisen bei der Bewerbung um einen beruflichen Ausbildungsplatz;
  - Information über Bedingungen und Verfahren bei der Bewerbung um einen Studienplatz;
- *Entwicklung von Schlüsselqualifikationen*: Förderung überfachlicher persönlicher Qualifikationen wie Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit, die im Berufsleben (aber auch im Studium) gefordert werden;

- *Einblicke in Beruflichkeit*: Exemplarische Einblicke in betriebliche Arbeitsprozesse und die Organisation beruflicher Abläufe (z.B. Projektstrukturen).

Die beiden ersten Punkte sind durch gesonderte Maßnahmen abzudecken. Die Aspekte *Schlüsselqualifikationen* und *Beruflichkeit* sind an die unterrichtliche Auseinandersetzung mit konkreten Lerninhalten gekoppelt.

Im Konzept der vertieften allgemeinen Bildung und Persönlichkeitsentwicklung als Aufgabe der gymnasialen Oberstufe wird die Komponente der Beruflichkeit stärker ausgeprägt. Aus den vier genannten Bereichen wird deutlich, daß Berufsorientierung am Gymnasium *nicht* die Vorwegnahme von Inhalten der Berufsausbildung meint.

### 5.3.2 Begründungsrahmen

Das Selbstverständnis des Gymnasiums als eine Institution, die allein auf ein akademisches Studium hinführt, wird dem eingetretenen Wandel im Verhalten der Abiturientinnen und Abiturienten nicht mehr gerecht. Zu der studienpropädeutischen Ausrichtung, die sicherlich auch in Zukunft den Schwerpunkt bilden wird, muß eine berufspropädeutische Komponente hinzutreten. Dies wird u.a. im Bericht der KMK-Expertenkommission zur Weiterentwicklung der gymnasialen Oberstufe ausdrücklich gefordert. Zudem ist mit der Wahl eines Studienfaches in den meisten Fällen eine (Vor-) Entscheidung für ein späteres Berufsfeld verbunden.

Da die wissenschaftspropädeutischen Aufgaben des Gymnasiums und die Vermittlung von Studierfähigkeit unumstritten sind, konzentrieren wir uns im Begründungsrahmen auf die berufsorientierenden Anteile des Programms. Ohne hier auf die aktuell geführte Diskussion um einen zeitgemäßen Allgemeinbildungsbegriff einzugehen, sollen einige Aspekte der Wandlung der Rahmenbedingungen benannt werden:

- In großstädtischen Einzugsbereichen wie Bremen entwickelt sich das Gymnasium zur Schulform mit den prozentual höchsten Anwahlen und damit zur Schule für breite Bildungsschichten. Der Besuch des Gymnasiums dient dazu, *Optionen* auf einen späteren Ausbildungsberuf *und* ein akademisches Studium offenzuhalten.

- Der Anteil der SchülerInnen, die sich in der Oberstufe auf die Aufnahme eines Studiums festgelegt haben, nimmt ab. Dagegen steigt die Zahl derjenigen, die zunächst oder ausschließlich eine berufliche Ausbildung anstreben und der Anteil derjenigen, die sich diesbezüglich noch nicht festgelegt haben. Das Ergebnis liegt im allgemeinen Trend. Nach Daten der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft liegt der Anteil der Studienberechtigten, die nach dem Abitur in eine Berufsausbildung eintreten, bei einem Viertel.
- Auch für SchülerInnen, die studieren wollen, ist es wichtig, rechtzeitig ein realistisches Bild von den späteren Berufsanforderungen zu gewinnen. Mit der Wahl eines Studienfaches ist — besonders an Fachhochschulen — meist eine (Vor-) Entscheidung über das spätere Berufsfeld verbunden. Nur die Art der Ausbildung unterscheidet sich von betrieblichen Formen. Das "freie" akademische Studium ohne berufliches Verwertungsinteresse fällt im Vergleich zur Situation noch in den siebziger Jahren immer weniger ins Gewicht.
- Ergebnisse erziehungswissenschaftlicher Forschung zeigen, daß sich GymnasialschülerInnen ab der 11. Jahrgangsstufe mit der Wahl von Berufsfeldern befassen. Dieser Prozeß wird bisher von der Schule wenig direkt aufgegriffen und begleitet. Andererseits haben die meisten SchülerInnen sich bei der Wahl ihrer Leistungsfächer von einer subjektiven Einschätzung ihrer fachspezifischen Leistungsfähigkeit leiten lassen, die auf Kompetenzerfahrungen aus der Sekundarstufe I beruht. Damit ist gleichzeitig eine Orientierung auf mögliche spätere Studien- und Berufsfelder verbunden. Es ist für die SchülerInnen sinnvoll, diese Orientierungen kritisch zu reflektieren und dabei schulisch unterstützt zu werden.
- Bezüglich der Förderung von Schlüsselqualifikationen besteht eine bemerkenswerte Konvergenz zwischen beruflichen Qualifikationsanforderungen und allgemeinen pädagogischen Zielen. Der Begriff "Schlüsselqualifikation" stammt aus der beruflichen Bildung. (Der Mangel an Teamfähigkeit, Verantwortungsfähigkeit, Selbständigkeit wird von der Wirtschaft als wesentliches Manko bei Berufsanfängern beklagt.) Auch das methodische Spektrum ihrer Förderung ist in der beruflichen Ausbildung weiter entwickelt: z.B. Rollenspiel, Projektmethode, arbeitsanaloge Lernaufgaben, Planspiel und Fallstudie. Die damit verfolgten Ziele der Persönlichkeitsentwicklung gliedern sich jedoch nahtlos in das gymnasiale Konzept der allgemeinen Bildung ein.

Diese Aufgaben müssen von der Schule als Teil ihres pädagogischen Gesamtkonzepts verstanden und getragen werden. Einzelne Fächer oder Fächergruppen wären damit überfordert. Bei einer Verlagerung auf die individuelle Ebene von Lehrkräften und Kursen wäre die notwendige Abstimmung nicht zu leisten. Die Organisation der expliziten Maßnahmen erfordert Ressourcen, die von der Schule vorzuhalten sind. Die Maßnahmen müssen für das Schuljahr in Abstimmung zu Projektwochen und Fahrten in den Rahmenplan eingehen. Die Sicherstellung eines regelhaften Angebots erfordert kontinuierliche Arbeit, besonders im Aufbau und in der Pflege von Kontakten mit außerschulischen Institutionen, wie der Arbeitsverwaltung, Betrieben und Behörden. Die geeignete Form der Gesamtgestaltung ist ein Programm, das Zeiträume, Verantwortlichkeiten und Ressourcen festlegt.

In die im folgenden präsentierte Gesamtkonzeption sind vielfältige Erfahrungen aus dem Modellversuch BINGO und der langjährigen Arbeit der Schullaufbahnberatung eingeflossen. Diese Erfahrungen sollen auf eine breitere Basis gestellt werden.

### **5.3.3 Ständige Serviceangebote**

Zu den ständig durch die Schullaufbahnberatung und weitere Institutionen gegebenen Angeboten zählen:

- Arbeit mit Fachliteratur (z.B. Broschüre der Bundesanstalt für Arbeit zur Studien- und Berufswahl),
- Besuch des Berufsinformationszentrums (BIZ); selbständiges Arbeiten mit bereitgestellten Informationsquellen und Medien,
- individuelle Berufs- und Studienberatung durch die Schullaufbahnberatung, das Arbeitsamt oder die Studienberatung an Hochschulen.

Die Schullaufbahnberatung macht auf externe Angebote aufmerksam und vermittelt auf Wunsch Kontakte.

### **5.3.4 Seminar zur Berufs- und Studienorientierung (Jahrgang 11)**

Bereits mit dem Eintritt in die gymnasiale Oberstufe und der Entscheidung für die Leistungs- und die Grundfächer haben die SchülerInnen eine Wahl getroffen, die wesentlich auf Grund der Selbsteinschätzung aus der Sekun-

darstufe I über persönliche Kompetenzen und ggf. unter Berücksichtigung beruflicher Perspektiven erfolgt. Eine Beratung durch Lehrkräfte in der Sekundarstufe I und Beratungstage an Schulen des Sekundarbereichs II sind der Wahl vorangegangen. Anhand der zahlreichen Kursumwahlen am Ende der 8-Wochen-Frist und am Ende des Halbjahres 11/1 wird deutlich, daß diese Selbsteinschätzung dennoch oftmals eine Fehleinschätzung ist. Die SchülerInnen erkennen nur allmählich innerhalb des Unterrichtsalltags ihre Eignungen und Neigungen. Umorientierungen fallen den SchülerInnen schwer. Dieser Prozeß soll durch berufsorientierende Angebote unterstützt werden. Schwerpunkt ist ein ganztägiges *Orientierungsseminar*.

Das Orientierungsseminar wird dezentral vorbereitet durch:

- Unterrichtsgespräche über persönliche Ziele im Zusammenhang mit Studium und Beruf
- Gespräche mit fachkompetenten Personen zu grundsätzlichen Fragen der Berufs- und Studienwahl

Die SchülerInnen sollen dadurch angeregt werden, über die eigenen vorhandenen oder noch zu entwickelnden Orientierungen nachzudenken. Zwei Wochen vor dem Orientierungsseminar stellt jede(r) Schülerin sich obligatorisch ein individuelles Programm aus den bekanntgemachten Angeboten zusammen.

Diese Phase soll in Zusammenarbeit mit bestimmten Fächern (z.B. Deutsch) erfolgen. Der Zeitbedarf beträgt 2 Unterrichtseinheiten

Das eigentliche *Orientierungsseminar* findet ganztägig möglichst an einem Ort außerhalb der Schule statt. In Zusammenarbeit mit externen Referenten (aus Arbeitsamt, Bremer Betrieben und Behörden, Hochschulen) wird ein Programmangebot zur Berufs- und Studienorientierung erstellt. Dazu gehören:

- Überblicksveranstaltungen zur Information über Anforderungen, Voraussetzungen und Perspektiven von Beruf und Studium, differenziert nach Berufsfeldern und/oder Studienbereichen;
- Gesprächskreise zu bisherigen Erfahrungen in der gymnasialen Oberstufe, Motiven der Kurswahl, Vorstellungen zur beruflichen Zukunft;



- Gesprächskreise zu bisherigen Erfahrungen mit Betriebspraktika aus der Sekundarstufe I, Erwartungen an den Beruf, Ängste vor einer Berufswahl
- Eignungs- und Neigungstests, Gesprächstraining;
- Individuelle Berufs- und Studienberatung, vorzugsweise für Kleingruppen von SchülerInnen mit ähnlichen Fragestellungen;
- Vermittlung von Kontakten zur Durchführung von Betriebspraktika.

Die Veranstaltung findet in der 11. Jahrgangsstufe statt. Mögliche Umorientierungen können sich in der Kurswahl niederschlagen. Der Termin wird mit den Bedingungen der Klausurplanung und sonstigen Schulveranstaltungen abgestimmt und anhand der Erfahrungen mit den ersten Durchführungen optimiert.

Die Veranstaltung wird durch die Schullaufbahnberatung und die Jahrgangsbetreuung organisiert. Die Angebote des Seminars werden 2 Wochen vorher in Verbindung mit der dezentralen Vorbereitung bekannt gemacht. Die SchülerInnen stellen sich daraus ein individuelles Programm zusammen. Die Tutoren des 11. Jahrgangs betreuen während der Durchführung ihre Gruppen.

Es wird nicht erwartet, daß die SchülerInnen nach der Teilnahme an dieser Veranstaltung bereits einen Beruf oder ein Studienfach gewählt haben. Vielmehr sollen bisherige Orientierungen reflektiert und ggf. in Frage gestellt werden sowie Möglichkeiten aufgezeigt werden, durch welche Personen und Informationsquellen der Entscheidungsfindungsprozeß unterstützt werden kann.

### **5.3.5 Bewerbungsvorbereitung (Jahrgang 12)**

Nach der Wahl eines Berufes bzw. der Entscheidung für einen Berufsbereich orientieren sich SchülerInnen auf dem Arbeitsmarkt. Ausbildungsangebote werden erkundet und Bewerbungen erstellt. Nach den Erfahrungen der Schullaufbahnberatung und den Erfahrungen des Bewerbungstrainings im Modellversuch BINGO sind die Kenntnisse der SchülerInnen über Bewerbungsverfahren in der Regel äußerst unzureichend. Dies betrifft nicht allein Fragen der äußeren Form von Bewerbungsmappen, sondern auch den Gesamtablauf von Bewerbungs- und Einstellungsverfahren aus Sicht von Unternehmen und die wesentlichen Hürden, die es für eine erfolgreiche Bewerbung

zu nehmen gilt. Deshalb sind im Verlaufe des 12. Schuljahres — rechtzeitig vor Beginn der Bewerbungsrunden, die bei z.B. Banken deutlich mehr als 1 Jahr vor dem Ausbildungsbeginn liegen — schulische Vorbereitungsmaßnahmen notwendig. Im Zusammenhang hiermit soll über die Verfahren der Einschreibung für ein Studium informiert werden. Dies ist besonders für Fächer notwendig, die ein an Arbeitsproben orientiertes Aufnahmeverfahren haben (z.B. Kunst, Musik, Architektur).

Die Bewerbungsvorbereitung hat folgende Schwerpunkte:

- a) Information über den Ablauf von Bewerbungs- und Einstellungsverfahren in Betrieben,
- b) Erstellung einer Bewerbungsmappe,
- c) Übungen zum Verhalten in Gesprächssituationen, besonders bei Vorstellungsgesprächen (mit externen Leitern, z.B. von Krankenversicherungen oder der Handelskammer),
- d) Vorbereitung auf Einstellungstestsituationen — bis hin zu Assessment Centers,
- e) Information über den Ablauf von Bewerbungs- und Einschreibungsverfahren an Universitäten.

Die Maßnahme b) wird im Rahmen der Deutschkurse und ggf. weiterer Fachkurse (z.B. Kunst) durchgeführt. Der Zeitaufwand beträgt nach Erfahrungen im Modellversuch BINGO 4 Unterrichtseinheiten. Dafür wird etwa im Zeitraum März des Schuljahres ein Zeitfenster von 4 Wochen eingeplant. Ersatzweise wird ein zentrales Angebot an einem Vormittag vorgesehen. Materialien zur Unterstützung der Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts liegen aus BINGO vor.

Für die übrigen Punkte werden Sondernveranstaltungen am Nachmittag, beginnend mit der 5. UE angeboten. Dabei ist vorgesehen,

- daß alle SchülerInnen an einer Maßnahme zu Punkt c) teilnehmen (Dauer ca. 3 Stunden)
- und mindestens eine Veranstaltung zu den Punkten a), d) oder e) besuchen.

Die Organisation der Veranstaltungen a) und c) bis e) obliegt der Schullaufbahnberatung in Zusammenarbeit mit der Jahrgangsbetreuung und den Tuto-

rinnen und Tutoren. Die Schullaufbahnberatung bietet nach einer solchen grundlegenden Vorbereitung Einzelberatungen für konkrete Bewerbungen an.

### **5.3.6 Förderung von Schlüsselqualifikationen**

Die in diesem und dem folgenden Punkt angesprochenen Aspekte von Berufsorientierung sind nicht an bestimmte Fächer und Zeitpunkte gebunden. Sie sind für die Qualifizierung der SchülerInnen von so großer Bedeutung, daß die Einbeziehung in Unterricht gefördert werden soll.

Die Förderung von Schlüsselqualifikationen ist ein allgemeines Ziel von Unterricht, das in allen Halbjahren verfolgt werden sollte. Unterrichtsformen in traditionellem Sinn können Schlüsselqualifikationen nicht in ausreichendem Maß vermitteln. Die Unterrichtsgestaltung muß Methoden wie Projektarbeit, Gruppenarbeit, Arbeit an Fallstudien einbeziehen. Fachübergreifende Projekte sind besonders geeignet, Teamarbeit zu verdeutlichen und einzuüben. Die SchülerInnen sind so gezwungen, ihre unterschiedlichen Kenntnisse auszutauschen und die in den verschiedenen Unterrichtsfächern erworbenen Kompetenzen sinnvoll in die Gruppenarbeit einfließen zu lassen.

Die Vielfalt von Präsentationsformen wie

- Ausstellungen nach dem Vorbild von "Jugend forscht",
- Gestaltung einer Ausstellung zu einem übergreifenden Thema,
- Erstellung eines Patientenratgebers oder einer Zeitung,
- Vortrag von Sachverhalten vor einem fachkundigen Publikum,

eröffnen den SchülerInnen neue Erfahrungen in der Vermittlung von Inhalten sowie im Umgang mit Menschen. Die Lernerfolge in dem Erwerb der Schlüsselqualifikationen sollen bei der Bewertung der individuellen Leistungen der SchülerInnen berücksichtigt werden.

### **5.3.7 Einblicke in Beruflichkeit**

Einblicke in Beruflichkeit können auf verschiedene Weise erlangt werden. Folgende Aspekte sind zu unterscheiden:

### *Erkundungen betrieblicher Projekte*

Anschließend an die Förderung der Schlüsselqualifikationen "Teamfähigkeit" durch Projektarbeit bietet sich der Besuch eines Betriebes an, in dem Projekte in Teamarbeit ablaufen. Wichtiger als die jeweiligen Inhalte ist, daß die SchülerInnen den Ablauf eines Projekts unter Ernstbedingungen einschließlich der ökonomischen Gesichtspunkte kennenlernen.

Diese Erkundungen haben insbesondere dann Sinn, wenn ein unmittelbarer Bezug zu Unterrichtsinhalten hergestellt werden kann. Wurden praxisbezogene Inhalte erarbeitet, so ist ihre Umsetzung in der Realität mit in die Betrachtungen einzubeziehen.

- Die betrieblichen Erkundungen sind kursbezogen zu gestalten und innerhalb der Kurse vor- und nachzubereiten.
- Bei der Wahl der Betriebe können Berufswünsche der SchülerInnen berücksichtigt werden.
- Zeitlicher Rahmen: die Betriebsbesuche finden außerhalb der Klausurphasen statt.

### *Themenbezogene Erkundungen in Betrieben*

Steht das Unterrichtsthema in engem Zusammenhang mit Abläufen in Betrieben oder Verwaltungen, sollen Besuche dieser Institutionen unterrichtsbezogen stattfinden. Diese Erkundungen finden kursbezogen als Teil des laufenden Unterrichts statt und werden vom jeweiligen Kurslehrer bzw. der Kurslehrerin vorbereitet und betreut.

### *Erfahrungsaustausch mit ehemaligen SchülerInnen unseres Schulzentrums*

Durch Gespräche der SchülerInnen der 12. Jahrgangsstufe mit ehemaligen SchülerInnen unseres Schulzentrums über ihre Erfahrungen als BerufanfängerInnen können wichtige Informationen und Tips von einer Schülergeneration zur anderen weitergegeben werden. Diese Gesprächsrunden können innerhalb eines Kurses, aber auch in größerem Rahmen stattfinden und sollten möglichst individuell von den jeweiligen Kurslehrkräften organisiert werden.

### **5.3.8 Ergänzende Maßnahmen**

Grundlage für die angesichts der häufigen Kursumwahlen in der 11. Jahrgangsstufe oftmals unvollkommene Orientierung auf die gymnasiale Oberstufe, Beruf und Studium sind Erfahrungen und Beratungen in der Sekundarstufe I. Deshalb wird angestrebt, die Rahmenbedingungen in der Sekundarstufe I durch Gespräche mit den dortigen BeratungslehrerInnen und der zentralen Schullaufbahnberatung zu verbessern. Die subjektive Selbsteinschätzung der eigenen fachspezifischen Kompetenzen aufgrund der Unterrichts- und Benotungspraxis in der Sekundarstufe I bedarf eines Korrektivs durch eine verbesserte Beratung.

## **6 Zwischenbilanz des Modellversuchs**

### **6.1 Professionalisierung der Lehrkräfte**

Während der Durchführung des Modellversuchs BINGO haben sich in der Zusammenarbeit der Kolleginnen und Kollegen untereinander sowie in der mit den beteiligten SchülerInnen vielfältige Veränderungen ergeben, die in Stichpunkten erläutert werden sollen.

#### **6.1.1 Veränderungen im Konzept der kollegialen Zusammenarbeit**

Die am Modellversuch beteiligten Kolleginnen und Kollegen unterstützen sich beim fächerübergreifenden Austausch von Inhalten und bei der Zusammenstellung von Experimenten intensiver als zuvor, was in der Tendenz dazu geführt hat, daß die naturwissenschaftlichen Sammlungen stärker genutzt werden. Daraus resultiert allerdings ein erhöhter Aufwand in der Sammlungsbetreuung.

Die Diskussion um Bildungsinhalte ist selbstverständlicher Bestandteil der täglichen Kommunikation zwischen den Kolleginnen und Kollegen der Naturwissenschaften. Die Diskussion um Bildungsstrukturen und Bildungsinhalte hat sich stark erweitert. Die Kritik am heutigen Bildungssystem wird auf kompetenterer, qualifizierterer Grundlage geführt.

Die Informationsbeschaffung zu aktuellen Themen, die auch im Unterricht realisiert werden, wird arbeitsteilig unter den Kolleginnen und Kollegen aufgeteilt. Durch den regelmäßigen Austausch von Materialien, aktuellen Artikeln aus pädagogischen und wissenschaftsorientierten Zeitschriften sowie aus den entsprechenden Rubriken der verschiedenen Tageszeitungen unterstützen sich die Kolleginnen und Kollegen in ihrer individuellen Qualifizierung.

Vielschichtige Aufgaben werden teamorientiert auch über den Gegenstandsbereich des Modellversuchs hinaus bewältigt, dazu gehören organisatorische Aufgaben ebenso wie die gemeinsame Entwicklung und Beurteilung von Prüfungsaufgaben. Die organisatorischen Kompetenzen der Kolleginnen und Kollegen wurden gefördert. Nachfolgende Projekte werden davon profitieren, da vielfach von einer guten Organisation das Gelingen des gesamten Projektes abhängt.

Die Kolleginnen und Kollegen haben die Erfahrung gemacht, daß ein aufeinander eingespieltes Team eine höhere Durchsetzungsfähigkeit bei entstehenden, kontroversen schulischen Auseinandersetzungen hat. Verschiedenen Gremien der Schule können Neuerungen differenzierter verdeutlicht werden und somit hat das Vorhaben größere Erfolgchancen.

Die Grenzen der eigenen Leistungsfähigkeit einerseits und der Realisierbarkeit von Unterrichtsprojekten andererseits können realistischer eingeschätzt werden, da sich die Palette der potentiellen Möglichkeiten im Rahmen des Modellversuch erweitert hat und eine Reihe von Erfahrungen gewonnen werden konnten, die untereinander ausgetauscht wurden. Die mittelfristig zumutbare Arbeitsbelastung wurde häufig überschritten. Jede Lehrerpersönlichkeit hat in diesem Zusammenhang unterschiedliche Voraussetzungen.

Innerhalb der Schule konnten Fortbildungskonzepte realisiert werden, die anderen Kolleginnen und Kollegen vorgestellt wurden, um sie zur Mitarbeit zu motivieren. Dazu gehören Planungstage in den Naturwissenschaften, Vorstellung von fächerübergreifenden Experimenten und Materialien auf Fachkonferenzen ebenso wie die alle Kollegen eines Jahrgangs betreffenden berufsorientierenden Maßnahmen.

### **6.1.2 Veränderungen in der unterrichtlichen Arbeit**

Die Gruppenarbeit hat im Rahmen des Gesamtkonzeptes des Fachunterrichts einen neuen Stellenwert erlangt. Bereits bei der Konzeption der Arbeitsaufträge für die einzelnen Schülergruppen auch im fachspezifischen Unterricht außerhalb des Modellversuchs werden Aspekte wie die Förderung der Schlüsselqualifikationen, die Berufsorientierung und fachübergreifendes Arbeiten mit einbezogen.

Die Teamarbeit der SchülerInnen untereinander wird systematisch gefördert, u.a. durch eine gezielte Hinführung auf die Arbeitsform sowie die Verdeutlichung von Prozessen in der Gruppenarbeit. Die SchülerInnen erkennen, daß komplexe, lebensrelevante Probleme sinnvoll nur in Teamarbeit zu lösen sind. Für die Themenauswahl gelten neue Kriterien. Die Aufgabenstellungen für die Gruppenarbeit sind problemorientierter und Vorträge in Form von Referaten der SchülerInnen treten weitgehend zu Gunsten von Präsentationen in den Hintergrund

Lehrkräfte und SchülerInnen arbeiten gleichberechtigter zusammen. Die Rolle des Lehrers hat sich auch in den Augen der SchülerInnen verändert, der Lehrer ist nicht mehr der Vermittelnde, er leitet an, gibt Hilfestellungen und fördert den Prozeß der Kompetenzentwicklung bei den SchülerInnen (Rolle des Moderators). Die Bewertungskriterien für die Projektarbeit werden laufend überprüft und in Zusammenarbeit mit den SchülerInnen weiterentwickelt.

### **6.1.3 Veränderungen in der Lehrerrolle, der Lehrerpersönlichkeit**

Die enge Zusammenarbeit der Kolleginnen und Kollegen im Team hat zu einer deutlichen Auseinandersetzung mit den eigenen Verhaltensmustern und denen der anderen Teammitglieder geführt. Die eigene Kompetenz wurde kritisch hinterfragt, als Konsequenz daraus wurden neue Kriterien zu ihrer Erweiterung entwickelt und der Prozeß der permanenten Kompetenzsicherung eingeleitet. Aufgrund der neuen Unterrichtsinhalte war jeder Kollege, jede Kollegin gezwungen, die fachlichen Inhalte des Unterrichts sinnvoll zu aktualisieren und intensiver auf die Anforderungen in Beruf und Gesellschaft zu beziehen. Die Lehrerinnen und Lehrer verstehen sich nicht mehr nur als

Wissensvermittler sondern als Lernprofilberater für eine gemeinsame Arbeit mit den SchülerInnen aller Gruppen. Die Entwicklung der Persönlichkeit des Schülers bzw. der Schülerin wird begleitet, individuelle Besonderheiten werden berücksichtigt, persönliche Grenzen wie auch Potenzen werden erfahrbar gemacht und die Rückkopplung zu den SchülerInnen gesucht.

#### **6.1.4 Veränderungen im Fachbereich Mathematik / Naturwissenschaften sowie in der gymnasialen Abteilung**

Der Stellenwert der Naturwissenschaften innerhalb des Kollegiums hat sich deutlich gefestigt. Die Gruppe gilt als stark und geschlossen und hat so bei schulischen Auseinandersetzungen ein hohes Gewicht. Das aus dem Modellversuch hervorgegangene naturwissenschaftliche Team gilt als beispielhaft für Zusammenarbeit und Kontinuität. Die durch den Modellversuch erwirkten Veränderungen im naturwissenschaftlichen Unterricht haben eine hohe Außenwirkung durch Bericht in der örtlichen Presse, Betriebsbesuche, Bewerbungstraining im Hause eines großen Unternehmens.

Die Diskussion um die Berufsorientierung innerhalb der gymnasialen Abteilung ist differenzierter und kompetenter geworden. Die Problematik der Berufsorientierung ist von den Kolleginnen und Kollegen erkannt worden, die Akzeptanz zur Integration der Berufsorientierung in das Schulprofil ist gestiegen. Innerhalb der gymnasialen Abteilung hat die Diskussion um Schlüsselqualifikationen an Bedeutung gewonnen. Der Gedankenaustausch der Kolleginnen und Kollegen zu diesem Thema wird differenzierter angegangen.

Innerhalb des Fachbereichs haben sich neben den oben erwähnten zwischen den Kolleginnen und Kollegen entstandenen neuen Formen der Zusammenarbeit auch Formen der Zusammenarbeit der Fächer miteinander entwickelt. So werden Bestellungen von Geräten, Versuchseinrichtungen zur Ergänzung der Sammlungen enger miteinander abgesprochen, um Doppelungen zu vermeiden. Außerschulische Projekte werden nicht nur mit den unmittelbar betroffenen Kolleginnen und Kollegen erörtert, auch andere Kurse, Gruppen werden informiert und können je nach Interesse und Organisationsrahmen auch teilnehmen.



## 6.2 Beobachtbare veränderte Fähigkeiten der SchülerInnen

Insbesondere die Arbeit in Projekten hat dazu geführt, daß die SchülerInnen besser organisiert vorgehen. Sie haben gelernt,

- zur Bewältigung einer Aufgabe mit Hilfe eines Arbeitsplans eine sinnvolle Zeiteinteilung zu finden,
- sich zu einem Problem mit Hilfe eines Mind Maps / Concept Maps einen Überblick zu verschaffen und den Zusammenhang der verschiedenen Teile untereinander zu erschließen,
- eine thematische Gliederung in Form eines Exposé zu erstellen.

Durch die enge Zusammenarbeit in den Phasen der Projektarbeit haben die SchülerInnen gelernt, besser miteinander zu kooperieren. Dies wurde insbesondere deutlich bei

- der optimierten Prüfungsvorbereitung,
- der gemeinsamen Arbeit an einem Projekt auch außerhalb des Unterrichts, außerhalb der Schule. (Die große Bedeutung von gemeinsamen Terminen außerhalb der Unterrichtszeit ist den SchülerInnen in zunehmendem Maße deutlich geworden.)
- der gemeinsamen Präsentation von Arbeitsergebnissen unter Prüfungsbedingungen.

Die SchülerInnen haben gegenseitig ihre Persönlichkeitsprofile besser einschätzen gelernt und können dadurch ihre eigenen Stärken und Schwächen sowie die ihrer MitschülerInnen differenzierter beurteilen. Dadurch sind sie in der Lage, die eigenen Kompetenzen besser einzusetzen und die Kompetenzen des anderen für sich besser zu nutzen.

Die Kooperation der SchülerInnen mit den Lehrerinnen und Lehrern hat sich deutlich verbessert. SchülerInnen und Lehrkräfte üben einen faireren Umgang in den gegenseitigen Ansprüchen und Erwartungen. Die Rollen sind ausgewogener. Die SchülerInnen stellen ihre Interessen offener dar, stellen zielgerichtete Fragen. Die Urteilsfähigkeit der SchülerInnen wurde gefördert, sie sehen Fragestellungen differenzierter, urteilen fundierter.

Durch die zahlreichen Projekte haben die SchülerInnen eine größere Selbstständigkeit und Kritikfähigkeit entwickelt (wichtige Schlüsselqualifikation). Außerdem haben sie mehr Selbstbewußtsein erlangt.

Lehrerinnen und Lehrer erscheinen der Schülerschaft nicht mehr als "Gegner", sondern mehr als auf ihre Interessen ausgerichtete Helfer. Dies verdeutlichte sich u.a. an der Gestaltung der sogenannten "Null-Tage-Feier", die von dem BINGO-Jahrgang ganz besonders positiv und kreativ, mit außergewöhnlicher Kooperation untereinander und mit den Lehrerinnen und Lehrern gestaltet worden ist.

## **6.3 Übertragbarkeit**

Die Förderung durch einen Modellversuch schafft für ein neues Unterrichtskonzept besondere Bedingungen, die im "Normalbetrieb" in dem Maße nicht gegeben sind. Das ist für die modellhafte Entwicklung neuer Ansätze sinnvoll und notwendig. Die am Ende entwickelte BINGO-Konzeption muß jedoch nachhaltig und gegebenenfalls in abgestufter Form an anderen Schulen einführbar sein.

### **6.3.1 Abgestufte Einführungsmodelle**

Eine minimale Nutzung der BINGO-Ergebnisse besteht darin, in einem einzelnen Kurs nur die dargestellten *fachüberschreitenden* Inhalte — nicht die fächerverbindenden — aufzugreifen und von den methodischen Aspekten z.B. die Orientierung auf Schlüsselqualifikationen — wie Teamarbeit und Präsentationsfähigkeit — oder die Bewertungspraxis von Gruppenarbeit zu nutzen. Ein wesentlicher Beitrag zur internen Schulentwicklung ist hiervon nicht zu erwarten.

Eine optimale Realisierung umfaßt den naturwissenschaftlichen Unterricht aller Grundkurse eines Jahrgangs, der im Stundenplan weitgehend zeitlich parallel verankert ist, also ein Vorhaben wie es im Modellversuch BINGO erfolgreich erprobt wird. Der Grundansatz ist hieran jedoch nicht konstitutiv gebunden. Organisatorische Hindernisse und Schwierigkeiten bei der Bildung von Lehrerteams können dem entgegenstehen. Es sind zumindest zwei abgestufte Modelle zur Einführung möglich, die z.T. im Modellversuch in Nebenproben getestet wurden.

- a) Kurse aus *zwei* naturwissenschaftlichen Fächern bilden einen Verbund. Eine Kooperation von Biologie und Chemie ist der einfachste Ansatz-

punkt. Der erhöhte Planungs- und Organisationsaufwand (z.B. für Ausstellungsprojekte) ist besser zu bewältigen, je mehr Lehrkräfte beteiligt sind. Eine Teamgröße von drei sollte möglichst nicht unterschritten werden.

- b) Die Fächerverbindung wird nicht für die gesamte Oberstufe vereinbart sondern nur für *2 bis 4 Halbjahre der 11. und 12. Jahrgangsstufe*. Bei einer zeitlichen Begrenzung kann am ehesten der 13. Jahrgang ausgeklammert werden, da hier die Arbeitsbelastung der SchülerInnen durch die Abiturvorbereitungen steigt und weniger freie Valenzen für Mehrarbeit in Grundkursen bereitstehen. Eine Reduzierung des Ansatzes auf nur ein Halbjahr ist nicht sinnvoll, da die SchülerInnen sich erst in die neuen Arbeitsformen einarbeiten müssen, um sie dann zunehmend produktiv nutzen zu können.

In beiden Modellen sind zur Planung des gemeinsamen Unterrichtsvorhabens folgende Schritte unverzichtbar:

- Rechtzeitig vor Beginn, d.h. am Ende des davorliegenden Halbjahres muß die Grobplanung von Inhalten und Zeitstruktur fertiggestellt sein. Dafür sind mehrere Planungstreffen notwendig.
- Auf Grundlage der Fachlehrpläne und besonderen Gegebenheiten der Einzelschule (Profile, Ausstattung, besondere Kompetenzen der Lehrkräfte) sind gemeinsame Rahmenthemen zu vereinbaren. Die BINGO-Themen können als Vorlage dienen, sind jedoch nicht immer direkt zu übernehmen<sup>6</sup>.
- Die fachspezifischen Inhalte des einführenden Unterrichts sind im Hinblick auf das Rahmenthema untereinander abzustimmen. Das bedeutet, daß etwa eine Biologielehrkraft sich an der Diskussion der notwendigen physikalischen Anteile beteiligt — und umgekehrt. Eine solche Verständigung erfordert die Bereitschaft, von bisherigen, lange durchgeführten Unterrichtsgängen abzuweichen.
- Besondere Aufmerksamkeit ist der Verzahnung der fachunterrichtlichen Anteile am Beginn eines Halbjahres mit den fächerverbindenden Aktivitäten zu widmen.

---

<sup>6</sup> Ökologische Untersuchungen an einem See (BINGO 11.1) setzen z.B. einen entsprechenden Zugang voraus. Andere Objekte sind natürlich denkbar. Das Biotop sollte in direkter Erreichbarkeit der Schule liegen.

- Ebenso wichtig wie Inhalte sind Überlegungen zu den Schlüsselqualifikationen, die im anstehenden Halbjahr besonders gefördert werden sollen, und die unterrichtsmethodischen Maßnahmen ihrer Förderung bis hin zu Bewertungsfragen.
- Gruppendynamische Prozesse im LehrerInnenteam, die sich an Sach- und Fachfragen entzünden, müssen ausgetragen werden.

Die Planungsschritte sind im ersten Zwischenbericht des Modellversuchs (BINGO 1997) unter Punkt 2 weiter ausgeführt.

Gemeinsame Veranstaltungen mit Institutionen wie der Berufsberatung vermitteln den SchülerInnen Eindrücke von beruflichen Entwicklungsmöglichkeiten. Für die berufsorientierenden Maßnahmen sollten intensive Kontakte zu geeigneten Betrieben geknüpft werden, die letztendlich in eine Patenschaft münden können. Die Bereitschaft der Wirtschaft dazu ist nach den Erfahrungen des Modellversuchs ausgeprägt. Schnupperpraktika für interessierte SchülerInnen werden so leichter vermittelbar.

Eine Erweiterung des Konzeptes ist möglich, indem weitere Fächer aus anderen Fachbereichen wie zum Beispiel Sprachen und/oder Gesellschaftswissenschaften einbezogen werden. Bilinguale Angebote können daraus ebenso erwachsen wie internationale Kontakte zu Schulen mit ähnlichen Interessen. Für die beteiligten SchülerInnen können durch Koordinierungsmaßnahmen übermäßige Belastungen durch gleichzeitige Projektarbeit in verschiedenen Fächern vermieden werden.

### **6.3.2 Notwendige schulische Rahmenbedingungen**

Für das Gelingen einer Neuorientierung wie sie mit der BINGO-Konzeption verbunden ist, ist es unerlässlich, daß bestimmte Rahmenbedingungen erfüllt sind. Vorhaben, die vom üblichen Unterricht abweichen, sind von Veranstaltungen begleitet, die in den Ablauf des normalen Schulalltags eingreifen. Diese Aktivitäten müssen sowohl von der Schulleitung als auch von den Kolleginnen und Kollegen anderer Kurse nicht nur toleriert, sondern mitgetragen werden. Flexibilität und Unterstützung in allen organisatorischen Fragen werden der Schulleitung abverlangt. Der erhöhte Aufwand durch die Vermittlung zwischen dem "normalen Schulbetrieb" und dem neuen Ansatz kann in der ersten Phase nicht ohne eine Entlastung getragen werden. Hilf-

reich wäre ein Ansprechpartner bzw. eine Ansprechpartnerin in der Schulleitung, die diese besonderen Koordinierungsaufgaben tatkräftig begleitet.

Unterricht, in dem fächerverbindend gearbeitet wird, sollte möglichst zeitlich parallel stattfinden, d.h. daß die beteiligten Kurse in der gleichen "Schiene" liegen. Der Austausch der Arbeitsgruppen untereinander sowie die Organisation von gemeinsamen Präsentationen wird so deutlich erleichtert. Aus inhaltlichen Gründen sind nur Kurse einer Jahrgangsstufe in die Zusammenarbeit einzubeziehen.

Für die beteiligten Lehrkräfte ergibt sich eine Vielzahl von gemeinsam zu besprechenden Fragen und Problemen. Zu ihrer Bewältigung müssen regelmäßige Treffen erfolgen, deshalb ist ein fester Koordinierungstermin unbedingt notwendig.

Fachübergreifende Arbeit setzt eine ständige Fortbildung der beteiligten Lehrerinnen und Lehrer voraus. Fortbildung muß also integraler Bestandteil eines solchen Konzepts sein und den Kolleginnen und Kollegen problemlos ermöglicht werden.

Für die Projektarbeit der SchülerInnen sind ebenfalls äußere Voraussetzungen zu erfüllen:

- Die Unterrichtsräume sollen nahe beieinander liegen, um die kursübergreifende Kommunikation der SchülerInnen während der Projektarbeitsphase zu fördern.
- Für Großveranstaltungen mit ca. 100 SchülerInnen wie zum Beispiel Präsentationen oder Podiumsdiskussionen müssen entsprechende Räumlichkeiten wie auch technische Hilfsmittel (Lautsprecheranlage, Projektionsmöglichkeiten, Videoanlage etc.) zur Verfügung stehen.
- Materialien (Plakatkarton, Stellwände, Kleber, Stifte) müssen in ausreichender Menge vorhanden sein. Der Materialbedarf wird sich erhöhen. Es ist damit zu rechnen, daß der Etat anderer Fachbereiche zusätzlich belastet wird.
- Rat und Tat der Kolleginnen und Kollegen insbesondere aus dem künstlerischen und dem handwerklichen Bereich sind gefordert, wenn Dokumentationen gestaltet und ausgestellt werden sollen. Schulzentren der Sekundarstufe II mit beruflichen Abteilungen bieten hierfür gute Voraussetzungen.

- Den einzelnen Fächern muß ein angemessener Etat für experimentelle Mittel zur Verfügung gestellt werden. Zwar wird durch den fachübergreifenden Unterricht in experimenteller Hinsicht kein übermäßiger Aufwand getrieben, aber immer wieder wird durch die selbständige Arbeit der SchülerInnen Bedarf an nicht in jeder Sammlung vorkommender Materialien entstehen.
- Um die SchülerInnen bei der selbständigen Recherche nach geeigneten Informationen und Materialien zu unterstützen, ist der Zugang zu einer Fachbereichsbibliothek und zum Internet sinnvoll.
- Ein Schulassistent, der einen Teil der organisatorischen Arbeit im Labor übernehmen kann, erleichtert die Durchführung eines solchen Vorhabens.

## **7 Anhang**

### **7.1 Literatur**

#### **BINGO 1997**

Schecker, H. & Winter, B., Clausen, C., Hübner, H., Koschorreck, M., Roschke, A., Spichal, C.-O., Wieland, C.: Berufsorientierung und Schlüsselprobleme im fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht der gymnasialen Oberstufe (BINGO). 1. Zwischenbericht des Modellversuchs. Bremen: Senator für Bildung, Wissenschaft, Kunst und Sport 1997.

#### **Roeder 1997**

Roeder, P.M. & Gruehn, S.: Kurswahlen in der Gymnasialen Oberstufe. In: Zeitschrift für Pädagogik 42 (1996). 4. 497-518.

#### **Schecker 1996**

Schecker, H., Bethge, u.a.: Naturwissenschaftlicher Unterricht im Kontext allgemeiner Bildung. In: Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht 49 (1996), 8, 488-492.

### **7.2 Veröffentlichungen im Berichtszeitraum**

- Wieland, C. & Winter B.: Modellversuch BINGO: Fächerverbindendes Arbeiten in der gymnasialen Oberstufe. In: *Biologie in der Schule* **46** (1997), Sonderheft, 48-55.
- Wieland, C., Winter, B., Hübner, H., Spichal, C.-O., Clausen, C., Koschorreck, M., Roschke, A. & Schecker, H.: Mord in Alabama — Überprüfung von Sachwissen und Teamfähigkeit im Rahmen einer Fallstudie. In: *Unterricht Biologie* **21** (1997), Dez., 48-51.

### **7.3 Vorträge und Referententätigkeit in der Lehrerfortbildung**

- H. Schecker & B. Winter: "Modellversuch BINGO - Fachübergreifender Unterricht in den Naturwissenschaften (Sek. II)". Vortrag auf der Tagung des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts in Bremerhaven (November 1997).
- C. Wieland, H. Hübner & H. Schecker: BINGO — Gentechnik im fachübergreifenden Unterricht (Biologie, Chemie, Physik). Workshop auf der

Tagung des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts in Bremerhaven (November 1997).

- H. Schecker: "Naturwissenschaftlicher Unterricht im Kontext allgemeiner Bildung". Vortrag auf der Fortbildungstagung "Projektorientierter und fächerübergreifender Unterricht" des Hessischen Landesinstituts für Pädagogik und des Instituts für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN, Kiel) in Weilburg (November 1997).
- H. Schecker, H. Hübner, C.-O. Spichal & A. Roschke: "Fächerverbindender Unterricht in den Naturwissenschaften in der gymnasialen Oberstufe". Ganztägiger Workshop auf der Fortbildungstagung "Projektorientierter und fächerübergreifender Unterricht" des Hessischen Landesinstituts für Pädagogik und des Instituts für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN, Kiel) in Weilburg (November 1997).
- H. Schecker: "Fachübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht in der gymnasialen Oberstufe". Vortrag im Colloquium der Didaktik der Naturwissenschaften, Universität Bremen (Dezember 1997)
- H. Schecker & H. Niedderer: "Erfahrungen mit fächerübergreifenden Projekten im naturwissenschaftlichen Unterricht in der gymnasialen Oberstufe". Vortrag auf den "Naturwissenschaftlichen Tagen" des Wissenschaftlichen Instituts für Schulpraxis in Bremen (Januar 1998).
- Gesamtes BINGO-Team: Berichte über Konzeption und Verlauf des Modellversuchs in zwei gemeinsamen Arbeitstreffen mit dem BLK-Modellversuch "Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung" (PING) in Kiel (März 1997) und in Bremen (Januar 1998)