



**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 —

1. 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 erste Sachbericht des Modellversuchs "Berufsorientierung und Schlüsselprobleme im fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht der gymnasialen Oberstufe" (BINGO) umfaßt den Zeitraum von Juli 1995 bis Januar 1997. Offiziell begann der Modellversuch am 1.2.1996. Um einen kompletten Durchgang durch die drei Jahre der Oberstufe planen, auswerten und überarbeiten zu können, wurden die Arbeiten, gefördert aus Mitteln des Bundeslandes Bremen und des Schulzentrums des Sekundarbereichs II Alwin-Lonke-Straße, bereits mit Beginn des Schuljahres 1995/96 gestartet. Dieser erste BINGO-Schülerjahrgang umfaßt über 100 Schülerinnen und Schüler der fünf naturwissenschaftlichen Grundkurse. Ein Team aus insgesamt 7 Lehrkräften der Fächer Biologie, Physik und Chemie plant einen Unterrichtsgang, der sich an gemeinsamen, lebensweltlich relevanten Rahmenthemen für jeweils ein Halbjahr orientiert.

Der Unterricht wird nach Inhalten, Arbeitsformen und zeitlichem Ablauf eng zwischen den verschiedenen Fächern und Kursen aufeinander abgestimmt. Auf Grundlage vorbereitenden Unterrichts in den Fachkursen werden die Schülerinnen und Schüler phasenweise zu fächerverbindenden Aktivitäten (z.B. gemeinsamen Ausstellungsprojekten) zusammengeführt. Fächer- und kursübergreifende Kooperationen zwischen den Teilnehmern werden ausdrücklich angeregt. Verbunden mit den jeweiligen Halbjahresthemen werden durch Besuche von Betrieben und an beruflichen Realsituationen angelehnte Aufgabenstellungen Bezüge zu naturwissenschaftlich-technischen Berufsfeldern hergestellt. Der Erwerb berufsrelevanter (aber auch studienrelevanter) Schlüsselqualifikationen wie Kommunikationsfähigkeit und Kooperationsfähigkeit wird durch konsequent auf Gruppenarbeitsprozesse abgestellte Unterrichtsabschnitte und vielfältige Formen der Präsentation naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in der Schulöffentlichkeit gefördert. Fähigkeiten zur Teamarbeit und Weitergabe von Ergebnissen wird mit in die Benotung einbezogen.

Der vorliegende Zwischenbericht gibt im ersten Teil unter Punkt IV eine knappe Zusammenfassung der Konzeption sowie der Ergebnisse der unterrichtlichen Erprobungen und der wissenschaftlichen Begleituntersuchungen. Im Kapitel V werden die Ergebnisse im Detail ausgeführt. Unterrichtsmaterialien, die während der Arbeiten entstanden, sind dem Bericht noch nicht beigelegt. Dies erfolgt nach einer Überarbeitung im Zusammenhang mit dem Endbericht.

Inhaltsverzeichnis

Einführung	1
I. Allgemeine Angaben	7
II. Angaben zur Struktur des Modellversuchs	9
III. Angaben zur wissenschaftlichen Begleitung	10
IV. Zusammenfassung der Ergebnisse des Modellversuchs	11
V. Ergebnisse des Modellversuchs	19
1. Grundkonzeption	19
1.1 Berufsorientierung im gymnasialen Bildungsgang	21
1.1.1 Berufsorientierung im Gymnasium	21
1.1.2 Vermittlung berufsorientierter Basisqualifikationen — Zum Begriff der "Schlüsselqualifikationen"	27
1.1.3 Konsequenzen für den Modellversuch BINGO	31
1.1.3.1 Informationen über Berufsfelder und Tätigkeitsprofile sowie Einsicht in strukturelle Spezifika beruflicher Arbeitsabläufe	31
1.1.3.2 Förderung von Schlüsselqualifikationen	33
1.2 Fachübergreifender Unterricht	35
1.2.1 Ausgangslage	35
1.2.2 Organisation fachübergreifenden Lernens	36
1.2.2.1 Fachüberschreitender Unterricht	37
1.2.2.2 Projektunterricht	38
1.2.2.3 Integrierter Unterricht	39
1.2.3 Fachübergreifender Unterricht in der gymnasialen Oberstufe	42
1.2.4 Konsequenzen für den Modellversuch: Fächerverbindender Unterricht	43
1.3 Schlüsselprobleme und Lebensweltbezug	48
1.3.1 Epochaltypische Schlüsselprobleme	49
1.3.2 Lebensweltbezug	50
1.3.3 Konsequenzen für den Modellversuch	52
1.4 Zusammenfassung	54

2.	Unterrichtliche Umsetzung	56
2.1	Planungs- und Vorbereitungsprozeß	56
2.1.1	Teambildung	56
2.1.2	Rahmenplanung	57
2.1.3	Zeitplanung	59
2.1.4	Kontinuierliche Abstimmung	60
2.2	Fachübergreifendes Arbeiten	61
2.2.1	Hinführung der Schülerinnen und Schüler zu fachübergreifendem Arbeiten	62
2.2.2	Formen fachübergreifenden Arbeitens im Modellversuch	63
3.	Erprobungen in den Halbjahren 11.1 bis 12.1	66
3.1	Ökologische Untersuchungen an einem Sandentnahmeseesee (11.1)	66
3.1.1	Anlage des Halbjahres	66
3.1.2	Fachbezogene Themenstrukturen	71
3.1.2.1	Biologie	71
3.1.2.2	Chemie	75
3.1.2.3	Physik	77
3.1.4	Förderung von Schlüsselqualifikationen	81
3.1.5	Einblicke in Berufsfelder und -strukturen	83
3.1.6	Bewertungsverfahren	86
3.2	Das Klima der Erde	87
3.2.1	Anlage des Halbjahres	87
3.2.2	Fachbezogene Themenstrukturen	91
3.2.2.1	Biologie	91
3.2.2.2	Chemie	96
3.2.2.3	Physik	100
3.2.4	Förderung von Schlüsselqualifikationen	104
3.2.5	Einblicke in Berufsfelder und -strukturen	108
3.2.6	Bewertungskriterien	111
3.3	Kontinuität und Veränderung des Lebens — Gentechnik	113
3.3.1	Anlage des Halbjahres	113
3.3.2	Fachbezogene Themenstrukturen	116
3.3.2.1	Biologie	116
3.3.2.2	Chemie	123
3.3.2.3	Physik	126
3.3.4	Förderung von Schlüsselqualifikationen	128
3.3.5	Einblicke in Berufsfelder und -strukturen	131

3.3.6	Bewertungsverfahren	132
3.3.7	Materialien zur Fallstudie "Mord in Alabama"	135
3.3.7.1	Fallstudie	135
3.3.7.2	Gutachtenbeispiel	138
4.	Ergebnisse der empirischen Begleituntersuchungen	149
4.1	Untersuchungsverfahren	149
4.2	Globale Einschätzung des Unterrichts durch die Schüler	150
4.3	Der Unterricht der ersten drei Halbjahre aus Sicht der Schülerinnen und Schüler	155
4.3.1	Ökologische Untersuchungen an einem Sandentnahmeseesee (11.1)	155
4.3.1.1	Globaleinschätzung	155
4.3.1.2	Lebensweltbezug	156
4.3.1.3	Detaileinschätzung	160
4.3.1.4	Einbeziehung fachüberschreitender Aspekte	165
4.3.2	Klima der Erde (11.2)	167
4.3.2.1	Global- und Detaileinschätzungen	167
4.3.2.2	Zur Gruppenarbeit in Projekten	169
4.3.3	Kontinuität und Veränderung des Lebens — Gentechnik (12.1)	171
4.3.3.1	Global- und Detaileinschätzung	172
4.3.3.2	Besondere Aspekte der Fallstudienphase	176
4.3.3.4	Wissenserwerb	183
4.4	Zusammenfassung	187
5.	Zwischenbilanz des Modellversuchs BINGO und Ausblick	192
VI.	Veröffentlichungen zum Modellversuch im Berichtszeitraum	194
	Vorträge und Lehrerfortbildung	194
	Veröffentlichungen	194
	Literatur	195

I. Allgemeine Angaben

Land:	Freie Hansestadt Bremen
Projektbezeichnung:	Berufsorientierung und Schlüsselprobleme im fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht der gymnasialen Oberstufe (BINGO)
Projektleitung:	Joachim Dziggel und Barbara Winter SZ Alwin-Lonke-Straße Dr. Wilfried Böhnke Senator für Bildung, Wissenschaft, Kunst und Sport
Förderungsbereich:	Aktuelle Probleme / Gymnasiale Oberstufe
BLK-Nr. / BMBW-FKZ:	A 6603.00
Wissenschaftliche Begleitung:	Dr. Horst Schecker Universität Bremen, Institut für Didaktik der Physik
Beginn des Versuchs:	1.2.1996
Voraussichtliches Ende:	31.12.1999
Berichtszeitraum:	1.2.1996 – 31.1.1997 (zusätzlich Vorlaufphase 1.8.1995 - 31.1.1996)
Zeit- und Arbeitsplan:	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.
Bisherige Sachberichte:	keine

Trägerschaft der Bildungseinrichtung:

Der Modellversuch wird an dem Schulzentrum des Sekundarbereichs II an der Alwin-Lonke-Straße, Alwin-Lonke-Straße 71, 28719 Bremen, durchgeführt. Träger dieser öffentlichen Bildungseinrichtung ist die Stadtgemeinde Bremen, zuständiges Senatsressort der Senator für Bildung, Wissenschaft, Kunst und Sport.

Das Schulzentrum des Sekundarbereichs II an der Alwin-Lonke-Straße gliedert sich in folgende Abteilungen:

- Gymnasiale Oberstufe, Jahrgangsstufen 11, 12 und 13 mit etwa 300 Schülerinnen und Schülern,
- Berufliche Vollzeitschule mit den Bildungsgängen Berufsgrundbildungsjahr, Berufsfachschule, Berufsfachschule mit qualifizierendem Abschluß, Berufsaufbauschule und Fachoberschule der Fachrichtungen Architektur, Bautechnik, Vermessungstechnik sowie Farbtechnik und Raumgestaltung mit ca. 350 Schülerinnen und Schülern,
- Teilzeitberufsschule in den Berufsfeldern Bautechnik, Holztechnik sowie Farbtechnik und Raumgestaltung mit ca 1400 Auszubildenden,
- Überbetriebliche Ausbildungsstätte für die Bauhauptberufe mit ca. 120 Auszubildenden.

Zahlenangaben zum Modellversuch:

Direkt an dem Modellversuch beteiligt sind im Schuljahr 1996/97 96 Schülerinnen und Schüler des Jahrgangs 1995, verteilt auf 5 Grundkurse – 2 Kurse Biologie, 2 Kurse Chemie und 1 Kurs Physik. Die Schülerinnen und Schüler befinden sich zur Zeit in der 12. Jahrgangsstufe. In der nachfolgenden Jahrgangsstufe (Jahrgang 1996) wurden Teile des Konzeptes des Modellversuchs BINGO realisiert und überarbeitet, so daß weitere Gruppen an der Umsetzung beteiligt sind. Der 1. Sachbericht bezieht sich primär auf den ersten Schülerjahrgang des Jahres 1995, der sich inzwischen (Juni 1997) in der 12. Jahrgangsstufe befindet.

Die Gruppengrößen des Jahrgangs 1995 betragen (bei einer Jahrgangsbreite von insgesamt 126 Schülerinnen und Schülern):

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

Am Modellversuch sind 7 Lehrerinnen und Lehrer unmittelbar beteiligt:

- Claus Clausen (Chemie / Bautechnik)
- Holger Hübner (Chemie / Politik)
- Monika Koschorreck (Chemie / Deutsch)
- Astrid Roschke (Biologie / Politik)

- Christoph Wieland (Biologie / Chemie)
- Carl-Otto Spichal (Physik / Mathematik / Informatik)
- Barbara Winter (Physik / Mathematik)

Den Kolleginnen und Kollegen stehen pro Jahr 36 Unterrichtswochenstunden als Entlastung zur Verfügung.

Das BINGO-Team wird von Frau Große (Verwaltungskraft) und Herrn Junge (studentische Hilfskraft an der Universität Bremen) unterstützt.

II. Angaben zur Struktur des Modellversuchs

Das Schulzentrum an der Alwin-Lonke-Straße liegt im nördlichen Teil der Stadtgemeinde Bremen. Die Schülerinnen und Schüler, die hier die gymnasiale Oberstufe besuchen, kommen hauptsächlich aus der Region Bremen-Nord sowie dem südlich davon gelegenen Bereich bis zum Hafen. In dem Einzugsgebiet haben sich in den letzten Jahren umfassende Umstrukturierungen ergeben durch den Konkurs der Werften AG Weser in den achtziger Jahren sowie des Vulkan-Verbundes in jüngster Zeit. Die wirtschaftliche Lage in dieser Region ist gekennzeichnet von hoher Arbeitslosigkeit und einer daraus resultierenden insgesamt schwierigen ökonomischen Situation.

Die Schülerinnen und Schüler der Region Bremen-Nord können beim Übergang von der Sekundarstufe I zur gymnasialen Oberstufe zwischen vier Schulzentren wählen, die verschiedene Schwerpunkte entwickelt haben.

In erster Linie sind am Modellversuch die oben genannten fünf Grundkurse beteiligt, deren Unterricht für vier der fünf Kurse zeitlich parallel abläuft. Lediglich ein Chemie-Grundkurs liegt auf einer anderen Zeitschiene.

Der Unterricht selbst wird in enger Absprache der Lehrkräfte in den naturwissenschaftlichen Grundkursen des Schülerjahrgangs 1995 (BINGO-Lehrerteam) geplant, durchgeführt und nachbereitet. Entscheidend sind die fächerverbindenden Anteile im Unterrichtsverlauf, die in der Planung besondere Berücksichtigung finden. Außerdem betont die Gesamtkonzeption des Modellversuchs die überfachlichen Kompetenzen, also der Aspekt der Förderung der Schlüsselqualifikationen findet besondere Beachtung.

Das BINGO-Lehrerteam bildet sich fort durch Workshops, zu denen auch externe Referenten eingeladen werden, z.B. zum Thema "Förderung und Überprüfung von Schlüsselqualifikationen" (Referenten vom Institut für Bildungsforschung, Bonn) und "Fachübergreifendes Arbeiten in der Oberstufe" (Referent Professor Dr. Niedderer, Universität Bremen). Zugleich führt das Team schulinterne Fortbildung für die Lehrkräfte der Naturwissenschaften durch, um den Ansatz des Modellversuchs über die Kerngruppe hinaus zu verbreiten. Überregionale Lehrerfortbildungsveranstaltungen, wie die große Bremerhavener Tagung des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) werden für eigene Vorträge genutzt.

III. Angaben zur wissenschaftlichen Begleitung

Die wissenschaftliche Begleitung ist in den A-Teil des Modellversuchs integriert. Sie obliegt dem Institut für Didaktik der Physik der Universität Bremen und wird von Privatdozent Dr. Horst Schecker durchgeführt. Die Aufgaben liegen zum einen in der Beratung der Leitung und des durchführenden Lehrerteams hinsichtlich der Konzeption des Modellversuchs und zum anderen in der Durchführung empirischer Untersuchungen zu den Wirkungen des Unterrichtskonzepts bei den Schülerinnen und Schülern. Darüber hinaus wird der Prozeß der Teambildung und -arbeit bei den beteiligten Lehrerinnen und Lehrern begleitet.

Für die Ausfüllung der im Modellversuchsantrag dargelegten Grundkonzeption werden Beiträge aus folgenden aktuellen Feldern der erziehungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Debatte in die Modellversuchsarbeit eingebracht:

- Ergebnisse der KMK-Expertengruppe zur Weiterentwicklung der gymnasialen Oberstufe (Baumert 1995),
- Forderungen nach einer Verstärkung fächerübergreifender Unterrichtsanteile,
- fachdidaktische Diskussion um einen stärkeren Lebensweltbezug im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Die wissenschaftliche Begleitung nimmt an den wöchentlichen Planungssitzungen des BINGO-Teams und den regelmäßigen Sonderterminen (Wochenendseminaren) teil und wirkt aktiv an der konzeptionellen Gestaltung der Unterrichtshalbjahre mit. Dazu kommt die Teilnahme an besonderen Unterrichtsereignissen wie Exkursionen und Präsentationstagen. Der enge Kontakt zur Durchführungsgruppe ermöglicht eine Verfolgung der Entwicklung teamorientierter Arbeitsformen, die zu den Zielen von BINGO gehört. Eine personelle Beteiligung an der unterrichtlichen Durchführung des Modellversuchs ist auf Ausnahmesituationen begrenzt.

Schwerpunkt der wissenschaftlichen Begleitung sind die Durchführung und Auswertung empirischer Untersuchungen zur Umsetzung der Unterrichtskonzeption und zu deren Wirkungen auf Seiten der Schülerinnen und Schüler. Mindestens einmal pro Halbjahr werden alle Schülerinnen und Schüler in geschlossenen und offenen Fragen nach ihrer detaillierten Einschätzung des Unterrichtsverlaufs befragt. Dabei werden besonders die Zieldimensionen "fächerübergreifendes Lernen/Projektunterricht" und "Schlüsselprobleme/Lebensweltbezug" angesprochen.

Über die Begleituntersuchungen hinaus ist die wissenschaftliche Begleitung an der Dissemination der Ergebnisse in Berichten, Zeitschriftenaufsätzen und Lehrerfortbildung beteiligt.

IV. Zusammenfassung der Ergebnisse des Modellversuchs

Die Ergebnisse des Modellversuchs im Berichtszeitraum werden unter Punkt V im Detail ausgeführt. Im Folgenden wird eine kurze Zusammenfassung gegeben.

Die Arbeiten an der Konzeption des Modellversuchs BINGO beziehen sich auf drei Entwicklungsaufgaben gymnasialer Bildungsgänge:

1. die Forderung nach verstärkten berufsorientierenden Anteilen.
2. die stärkere Ausrichtung des Unterrichts an gesellschaftlich relevanten Problemen und
3. die Notwendigkeit einer Überwindung verengter disziplinärer Perspektiven schulischer Einzelfächer,

Der Modellversuch BINGO hat eine Verzahnung der drei genannten Entwicklungsaufgaben gymnasialer Bildungsgänge erreicht. Dabei haben sich das fachübergreifende und fächerverbindende Arbeiten sowie die Berufsorientierung als Arbeitsschwerpunkte herauskristallisiert.

Berufsorientierung

Die Fortentwicklung der Berufsorientierung im gymnasialen Bildungsgang geht im Modellversuch BINGO über einen punktuellen berufswahlvorbereitenden Unterricht hinaus und nimmt auf die Curricula und die didaktisch-methodische Gestaltung der klassischen Unterrichtsfächer Einfluß. Dabei legt der Modellversuch den Schwerpunkt auf die Förderung berufsfeldübergreifender *Schlüsselqualifikationen* als durchgehendes Strukturmerkmal der Unterrichtskonzeption. Den klassischen Aspekten der Berufswahl oder der Information über Bewerbungs- und Personalauswahlverfahren dienen gesonderte Berufsorientierungstage, die im Berichtszeitraum am Ende des 11. Jahrgangs (Schuljahre 1995/96) durchgeführt wurden und im gleichen Schülerjahrgang wieder am Ende der Jahrgangsstufe 12 erfolgen.

Die experimentelle Methode ermöglicht es dem naturwissenschaftlichen Unterricht in besonderer Weise, zur Entwicklung der Schlüsselqualifikationen beizutragen. Voraussetzung dafür ist, daß nicht nur der konventionelle Kern von Experimenten — Messen und Auswerten — berücksichtigt wird, sondern eine projektartige Öffnung und Erweiterung des Arbeitsprozesses erfolgt. Zum Arrangement von Schülerexperimenten gehört bei BINGO die eigenständige Abgrenzung und Bearbeitung eines Untersuchungsziels (*Entscheidungsfähigkeit, Planungsfähigkeit*) durch die Schülerinnen und Schüler und seine Bearbeitung in längerfristigen Gruppenarbeitsprozessen (*Teamfähigkeit*). Die sprachliche, kommunikative Ebene wird deutlich stärker in den naturwissenschaftlichen Unterricht einbezogen. Bei Exkursionen, Rollenspielen, Präsentationen in der Lerngruppe und schulöffentlichen Ausstellungen lernen sie, naturwissenschaftliche Inhalte durch sprachliche und bildhafte Ausdrucksmittel zu vermitteln und im engen Kontakt mit Vertretern anderer Fachspezialisierungen wechselweise die Rolle des Experten in einem begrenzten Sachbereich und die des fragenden Laien im Dialog einzunehmen (*Kommunikationsfähigkeit*).

Die Konzentration auf den naturwissenschaftlich-technischen Bereich erlaubt eine Orientierung der Unterrichtsinhalte an praxisnahen Fragestellungen, an denen auch außerhalb von Schule gearbeitet wird. Bei ökologischen Untersuchungen an einem Sandentnahmeseesee wurden Untersuchungen angestellt, die in vergleichbarer Form tatsächlich durch Behörden, Ingenieurbüros, Gutachter und Laborfirmen erfolgten. Durch Einsicht in Originalgutachten sowie durch Exkursionen zu Behörden und Firmen erhielten die Schüler einen konkreten Eindruck von einer professionellen Auseinandersetzung mit den gleichen Sachverhalten, mit denen auch sie sich beschäftigt hatten

Schlüsselprobleme und Lebensweltbezug

Im Modellversuch wird jedes Halbjahr unter ein für alle beteiligten Fächer und Kurse gemeinsames *Rahmenthema* gestellt. Folgende Themen wurden festgelegt:

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

Bis auf das Thema "Licht und Farbe" werden die Themen dem Kriterium gesellschaftlich relevanter Schlüsselprobleme gerecht (Umweltfrage und Weiterentwicklung von Technik und Ökonomie). Für das Halbjahr 12.2 stehen der Alltags- und Lebensweltbezug im Vordergrund (z.B. Lebensmittelfarben, Beleuchtungsmittel). Die Zuordnung eines Unterrichtsthemas zu einem Schlüsselproblem sichert jedoch nicht, daß die Schülerinnen und Schüler für sich einen konkreten Lebensweltbezug wahrnehmen oder sich dafür interessieren. Es ist wichtig, daß die Schülerinnen und Schüler unter dem Dach des Rahmenthemas eigene Fragestellungen entwickeln und untersuchen können. Die Transformation etwa des epochaltypischen Schlüsselproblems "Umweltfrage" auf alltägliche Probleme aus der Lebenswelt kann so zu sehr eingegrenzten Themenstellungen führen, bei denen "das große Ganze" kaum noch erkennbar ist.

Fachübergreifender Unterricht

Die meisten lebensweltlich relevanten Sachverhalte können nur in einer mehrperspektivischen Sicht verstanden werden. Es ist notwendig, Fachleute unterschiedlicher Disziplinen zusammenzuführen, um in Projekten ihre Perspektiven zu vernetzen, aber nicht etwa aufzugeben. Die Fachlichkeit des Unterrichts gewährleistet anspruchsvolles Lernen naturwissenschaftlicher Sachverhalte und ist Voraussetzung fachüberschreitenden Lernens. Für den Modellversuch lautet die Konsequenz daher "*fächerverbindender Unterricht*". Das Spektrum fächerverbindender Aktivitäten reicht von relativ kurzen Abschnitten zur Vorbereitung und Durchführung eines Rollenspiels bis zu mehrwöchigen Projektphasen, in denen gemeinsam an einem "naturwissenschaftlichen Museum" zum Thema "Licht und Farbe" gearbeitet wird. Projekte haben bei BINGO eine zentrale Stellung mit einer schrittweisen Steigerung der fachlichen, kooperativen und kommunikativen Anforderungen an die Schüler.

Die fächerverbindenden Unterrichtsabschnitte werden durch vorhergehenden gefächerten Unterricht intensiv vorbereitet. Bei BINGO werden daher zwischen den Lehrkräften nicht nur Termin und Inhalt von Phasen mit gemeinsamen Aktivitäten abgestimmt, sondern der Verlauf jeweils eines gesamten Halbjahres, einschließlich der fachspezifischen Vorbereitungsphasen, die bereits auf die notwendigen Beiträge der einzelnen Fächer zum gemeinsamen Projekt bezogen werden.

Teambildung der Lehrkräfte

Das Projekt BINGO hat sich aus einer seit Jahren bestehenden kollegialen Kooperation entwickelt, die auf engen Kontakten im dezentralen, naturwissenschaftlichen Lehrerzimmer beruht. Die am Modellversuch beteiligten Lehrkräfte der Fächer Biologie, Chemie und Physik arbeiten intensiv bei der Umsetzung der Halbjahresthemen auf die einzelnen Fächer und der Planung der fächerverbindenden Aktivitäten im Verlaufe des Halbjahrs zusammen.

Das BINGO-Team trifft sich regelmäßig:

- einmal wöchentlich zur Besprechung der wichtigsten, oft organisatorischen Probleme während des Vormittags,

- vierzehntägig nachmittags, um aktuelle inhaltliche Fragen zu klären,
- zwei- bis dreimal im Halbjahr am Wochenende (Wochenendtagungen), um neue Halbjahre zu planen, besondere Vorhaben innerhalb dieser Halbjahre vorzubereiten und die Nachbereitung durchgeführter Vorhaben zu vollziehen,
- vor Schuljahresbeginn in den Ferien, um einen reibungslosen Start zu ermöglichen.

Die im voraus erkundeten Verknüpfungsmöglichkeiten werden auf die zu entwickelnden Kurse bezogen und detaillierter ausgearbeitet. Das Lehrerteam muß einander die jeweiligen Grundzüge der Inhalte der anderen Unterrichtsfächer vermitteln. Die Fortbildung der Lehrerinnen und Lehrer untereinander hat einen hohen Stellenwert. Nur wenn jeder teilhabende Lehrer zumindest grobe Informationen über den fachlichen Rahmen der anderen Fächer hat, ist eine fachübergreifende Arbeit sinnvoll (schulinterne Lehrerfortbildung). Jeder Lehrer muß den Schülerinnen und Schülern gegenüber eine gewisse Kompetenz auch in den Inhalten der anderen Fächer aufweisen, um die Sinnhaftigkeit fachübergreifenden Arbeitens zu signalisieren.

Die fächerübergreifende Kooperation im Modellversuch wird von den Kolleginnen und Kollegen als erfolgreich und persönlich befriedigend empfunden. Sie wirkt dem bei Lehrerinnen und Lehrern verbreiteten Einzelkämpfertum entgegen und wertet zudem den naturwissenschaftlichen Fachbereich innerhalb der Schule deutlich auf. Es ist aber festzuhalten, daß ein deutlich erhöhter Zeitbedarf nicht nur für inhaltliche und organisatorische Abstimmungen sondern auch für die Teambildung selbst angefallen ist. Für die nachfolgenden Schülerjahrgänge werden neue Teams gebildet, indem BINGO-erfahrene Lehrkräfte mit interessierten Kolleginnen und Kollegen aus dem naturwissenschaftlichen Bereich zusammenarbeiten, den Unterricht planen und gestalten.

Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleituntersuchungen

Die empirischen wissenschaftlichen Begleituntersuchungen konzentrierten sich in Querschnittsbefragungen zu jedem Halbjahr auf die Akzeptanz der Unterrichtskonzeption bei den Schülerinnen und Schülern. Die Ergebnisse werden in fünf Thesen formuliert.

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

Trotz deutlicher Unterschiede in den unterrichtlichen Vorgehensweisen zwischen vorbereitenden fachspezifischen und projektartigen Phasen nehmen die Schülerinnen und Schüler den BINGO-Ansatz ganzheitlich wahr. Sie schätzen im Vergleich zum naturwissenschaftlichen "Normalunterricht", wie sie ihn aus der Mittelstufe kennen, den "systematischen Aufbau des Unterrichtsgangs", der sich aus dem durchgehend erkennbaren Bezug zu einem Rahmenthema ergibt.

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

Viel selber tun zu können, bildet zusammen mit dem Statement "Was wir gemacht haben, hat mir Spaß gemacht" und "Mir hat die Unterrichtsgestaltung gefallen" den wesentlichen Faktor der positiven Globalbewertung des BINGO-Unterrichts durch die Schülerinnen und Schüler. Im Vergleich zum "normalen" naturwissenschaftlichen Unterricht in der Mittelstufe erreicht BINGO (Befragung zu 11.1) hier einen klaren Vorteil. Die Schülerinnen und Schüler schätzen besonders die Möglichkeit, eigenständig Themenschwerpunkte zu legen und ihre Arbeitsprozesse zu organisieren.

Keine Vorteile hat BINGO in der Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich leistungsbezogener Items wie "Umfang des erworbenen Wissens" oder "Vorbereitung auf das Abitur". Dennoch betonen viele Schülerinnen und Schüler in freien Antworten, die vertiefte Behandlung einzelner Inhalte habe Vorteile für tieferes Verständnis und langfristiges Behalten. Fachsystematisches Vorgehen sei prüfungsorientierter, das so erworbene Wissen gerate aber schnell wieder in Vergessenheit.

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

Die große Mehrheit fordert einen Unterricht, der Praxisbezug und Bedeutung für das eigene Leben aufweist. Die "Wichtigkeit der Unterrichtsinhalte" bil-

det zusammen mit "Bezug zur Umwelt / zum eigenen Leben" einen Faktor, bei dem der BINGO-Ansatz gute Ergebnisse erzielt. Eine von den Schülerinnen und Schülern gesehene "prinzipielle Wichtigkeit" des Themas allein — d.h. ohne eine die Schülerinnen und Schüler ansprechende Unterrichtsgestaltung — sichert nicht die situationale Interessiertheit. Das zeigte sich bei den sehr kritischen Rückmeldungen zum Halbjahr 12.1. Prinzipiell wurde das Thema "Gentechnik" als wichtig eingeschätzt, während die Inhalte der Fallstudien deutlich abfielen und im Vergleich zu den Inhalten des vorbereitenden Unterrichts sogar als weniger wichtig gesehen wurden.

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

Fachübergreifendes Arbeiten ist für die Schülerinnen und Schüler kein positiv hervorzuhebendes Merkmal. Die Forderung nach Lebensweltbezug wird nicht so verstanden, daß sie damit die Notwendigkeit der Einnahme unterschiedlicher fachlicher Perspektiven verbunden sehen, um komplexe Themen zu erschließen. Klimaproblematik und Schutz der Atmosphäre wird als ein relevantes, lebensweltbezogenes und interessantes Thema erkannt, aber seine Bearbeitung kann nach Meinung vieler Schülerinnen und Schüler rein fachspezifisch erfolgen. Der Wunsch nach der Einbeziehung von Aspekten anderer Naturwissenschaften in die Projektphase bewegt sich in der Kategorie "gelegentlich". Der fachüberschreitende Wissenserwerb wird ähnlich zurückhaltend eingeschätzt. Sobald die aus Sicht der Schülerinnen und Schüler wesentlichen Pluspunkte des BINGO-Konzepts — *Handlungsorientierung* und *Selbstorganisation* — nicht mehr gewährleistet sind und der Fächerverbund zum wesentlichen Merkmal eines Halbjahres wird, schlagen latente Widerstände gegen fachübergreifendes Arbeiten durch.

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

Schlüsselqualifikationen wie Kommunikationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit und Selbständigkeit waren Eckpunkte sowohl bei der Unterrichtsgestaltung wie auch bei der Leistungsbewertung. Die Schülerinnen und Schüler

haben dieses Merkmal von BINGO früh erkannt und als sinnvoll akzeptiert. Bereits in der Befragung zum ersten Halbjahr wurde der Gesichtspunkt Schlüsselqualifikationen von den Schülerinnen und Schülern in freien Antworten eigenständig angesprochen. Dagegen wird die Information über Berufsfelder und Tätigkeitsprofile noch nicht im erhofften Maße deutlich bzw. nimmt noch nicht den erwünschten Umfang ein. Das Item "Information über Berufe in Technik und Naturwissenschaften" aus den Detailschätzungen zu den Halbjahren zeigt im Vergleich zu konventionellem Unterricht keine deutlichen Ausschläge zugunsten von BINGO. Berufswahlvorbereitende Anteile sind zukünftig in BINGO neben der Förderung von Schlüsselqualifikationen stärker zu berücksichtigen.

V. Ergebnisse des Modellversuchs

1. Grundkonzeption

Die von der Kultusministerkonferenz eingesetzte Expertenkommission zur Weiterentwicklung der gymnasialen Oberstufe hat in ihrem Abschlußgutachten einen zentralen Handlungsbedarf bei der Stärkung fachübergreifender Themen und des fächerverbindenden Unterrichts konstatiert (vgl. Baumert 1995, 166). Dieser Kritik haben sich besonders die Naturwissenschaften zu stellen. Das Fehlen durchgängig handhabbarer Modelle führt in der Praxis dazu, daß die Vermittlung fachsystematischen Wissens im Hinblick auf die Abituranforderungen das Unterrichtsgeschehen weitgehend bestimmen und Lebensweltbezüge dabei weitgehend ausgeblendet bleiben bzw. allenfalls als episodische Illustrationen der Anwendung fachsystematischer Kenntnisse dienen. Die im naturwissenschaftlichen Unterricht vorherrschende Reduktion auf fachspezifisches Wissen ist dabei auch für solche Schüler unangemessen, die entsprechende fachbezogene Studienwünsche haben. Wissenschaftspropädeutik und Studierfähigkeit basieren nur zu einem Teil auf Fachwissen. Will man eine einseitige Studienfachvorbereitung vermeiden, die auch von Seiten der Universitäten als für die Schule unangemessene Vorwegnahme des Grundstudiums angesehen wird (vgl. Universität Basel 1989), so sind nach Huber (1994, 17) weitere Kompetenzen für eine allgemeine Studierfähigkeit nötig:

- (1.) Denken in größeren Zusammenhängen, über den Fachhorizont und die in ihm geltenden Problemdefinitionen hinaus;*
- (2.) die Fähigkeit (und Bereitschaft), die eigene (spezialistische, disziplinäre) Vorgehensweise erkenntnistheoretisch und wissenschaftssoziologisch zu reflektieren, mit anderen zu konfrontieren und einzuordnen;*
- (3.) Inter"kulturelle" Kommunikation mit Leuten aus anderen Fachkulturen (und Laien).*

Diese Komponenten von Studierfähigkeit zu vermitteln, verlangt eine Fortentwicklung des gymnasialen Fächerkanons in Richtung auf einen von der Fachwissenschaft ausgehenden, an Schlüsselqualifikationen orientierten, fachübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht.

Die Arbeiten an der Konzeption des Modellversuchs BINGO beziehen sich auf drei Entwicklungsaufgaben gymnasialer Bildungsgänge:

1. die Notwendigkeit einer Überwindung verengter disziplinärer Perspektiven schulischer Einzelfächer,
2. die stärkere Ausrichtung des Unterrichts an gesellschaftlich relevanten Problemen und
3. die Forderung nach verstärkten berufsorientierenden Anteilen.

Der Modellversuch BINGO strebt eine Verzahnung der drei genannten Entwicklungsaufgaben gymnasialer Bildungsgänge an. Dabei haben sich das fachübergreifende und fächerverbindende Arbeiten sowie die Berufsorientierung als Arbeitsschwerpunkte herauskristallisiert. Dem zweiten Punkt, der fachdidaktisch besonders für die Naturwissenschaften gefordert wird, ist der Begriff "Schlüsselprobleme" zugeordnet (vgl. Klafki 1994). Diese Kategorie bietet eine relativ grobe Orientierung für die Wahl halbjahres- bzw. kursbezogener Rahmenthemen, deren Konkretisierung unter fachbereichs-, d.h. naturwissenschaftsbezogenen, und individuellen, d.h. schüler- und schulbezogenen Aspekten zu erfolgen hat.

Eine Hauptaufgabe des Modellversuchs besteht darin, Formen der Gestaltung des Unterrichts in den Naturwissenschaften zu entwickeln und zu erproben, welche die Fachlichkeit aufrechterhalten und gleichzeitig stärkere fachübergreifende Bezüge herstellen. Damit wird eine Forderung des Gutachtens der Expertenkommission zur Weiterentwicklung der gymnasialen Oberstufe aufgegriffen, nach der "komplexe Lehr-Lern-Arrangements" systematisch aus dem Fach heraus und fächerverbindend entwickelt werden müssen (Baumert 1995, 136).

Fachübergreifende Themen und fächerverbindender Unterricht sind innerhalb der Fächer und in eigenen Lernaktivitäten unentbehrlich, wenn nicht nur die Einführung in wissenschaftspropädeutisches Arbeiten ermöglicht, sondern auch die notwendige Reflexion wissenschaftlicher Denkweisen und der Rolle der Wissenschaft im Alltag bewußt werden sollen. (Baumert 1995, 166)

Durch eine stärkere Ausrichtung des gymnasialen Unterrichts an interdisziplinären Themenstellungen, die in anspruchsvollen mehrperspektivischen Lehr-Lern-Arrangements bearbeitet werden, ergibt sich eine bemerkenswerte

Konvergenz der Vorbereitung auf ein wissenschaftliches Studium mit beruflichen Anforderungsprofilen:

Berufliche Orientierung in der gymnasialen Oberstufe zu fördern heißt dann, fächerübergreifende und fächerverbindende Organisationsformen vernetzten, mehrperspektivischen Lehrens und Lernens zu stärken, und zwar im Hinblick auf die Zielsetzung (Problemlösungs- bzw. Handlungskompetenz), die Inhalte (komplexe, authentische und realitätsnahe Lernumgebungen) und die Methoden (z.B. Studientage, Projektwochen, Fallstudien). (Baumert 1995, 140)

Komplexe, mehrdimensionale Lehr-Lern-Arrangements werden bei BINGO besonders durch eine stärkere Einbeziehung der sprachlichen, kommunikativen Ebene in den naturwissenschaftlichen Unterricht angestrebt. Bei Exkursionen, Rollenspielen, Präsentationen in der Lerngruppe und schulöffentlichen Ausstellungen lernen sie, naturwissenschaftliche Inhalte durch sprachliche und bildhafte Ausdrucksmittel zu vermitteln und im engen Kontakt mit Vertretern anderer Fachspezialisierungen wechselweise die Rolle des Experten in einem begrenzten Sachbereich und die des fragenden Laien im Dialog einzunehmen.

Durch die Implementation im Grundfachbereich leistet der Modellversuch BINGO darüber hinaus Beiträge zur stärkeren Profilierung von Grundkursen. Hier hat die KMK-Expertenkommission in ihrem Gutachten einen besonderen Handlungsbedarf beschrieben (vgl. Baumert 1995, 167f.).

Im folgenden werden die drei Zielorientierungen des Modellversuchs im einzelnen erläutert.

1.1 Berufsorientierung

1.1.1 Berufsorientierung im gymnasialen Bildungsgang

Das Stichwort "Berufsorientierung" zählt neben "Studierfähigkeit" und "basalen Fähigkeiten" bzw. "grundlegenden Kompetenzen" zu den meistverwendeten Begriffen in der aktuellen Diskussion um die Weiterentwicklung der gymnasialen Oberstufe. Besonders aus Kreisen der Wirtschaft wird Kritik daran geäußert, daß die Auszubildenden und die Absolventen von Universitäten und Fachhochschulen beim Eintritt in das Berufsleben be-

stimmte Grundqualifikationen vermissen lassen, die für betriebliche Abläufe große Bedeutung haben. Genannt werden Kooperationsfähigkeit, Teamfähigkeit, Entscheidungsfähigkeit oder Selbständigkeit. Gleichzeitig entwickelt sich das Gymnasium zumindest in großstädtischen Einzugsbereichen zur Schulform mit den prozentual höchsten Anwahlen und entwickelt sich zur Schule für breite Bildungsschichten. Der Besuch des Gymnasiums dient dazu, *Optionen* auf einen späteren Ausbildungsberuf *und* ein akademisches Studium offenzuhalten. Die Tatsache, daß etwa ein Viertel der Oberstufenschüler nach Erwerb der Hochschulzugangsberechtigung in eine schulische Berufsausbildung oder einen Ausbildungsberuf im dualen System der Sekundarstufe II eintreten (nach DGfE 1994, 468) macht deutlich, daß Informationen über Berufsfelder, Tätigkeitsprofile und Qualifikationsanforderungen für Ausbildungsberufe in der gymnasialen Oberstufe stärker vermittelt werden müssen. Aber auch für Schülerinnen und Schüler, die studieren wollen, ist es wichtig, rechtzeitig ein realistisches Bild von den späteren Berufsanforderungen zu gewinnen.

Die Abstimmung beruflicher und allgemeiner Bildung erhält damit eine neue Aktualität. In den siebziger und achtziger Jahren wurde der Ansatz der doppelqualifizierenden Bildungsgänge entwickelt und in mehreren Bundesländern in Modellversuchen erprobt (s. z.B. Blankertz 1986). Darin wird eine *Integration* beruflicher und allgemeiner Bildung angestrebt. Die Absolventen erwerben sowohl eine Berufsqualifikation (z.B. Technischer Assistent für Physik, Erzieher) als auch die Hochschulzugangsberechtigung. Die Form der "Kollegsche" hat sich in begrenzten Bereichen etabliert, ohne aber große Bedeutung in der Bildungslandschaft insgesamt zu erlangen.

Eine weitere Möglichkeit, materiale und formale Aspekte der Berufsorientierung in den gymnasialen Bildungsgang einzubeziehen, bieten die Technikfächer Elektrotechnik, Bautechnik oder Maschinenbau.

In der aktuellen Diskussion geht es im Unterschied dazu um eine *begrenzte Umsteuerung* des gymnasialen Bildungsgangs unter Beibehaltung seiner schwerpunktmäßigen Ausrichtung auf die *akademische Ausbildung*.

Einigkeit besteht in der öffentlichen Diskussion darüber, daß eine berufliche Orientierung in der gymnasialen Oberstufe die berufliche Ausbil-

...dung oder Einarbeitung weder vorwegnehmen noch erübrigen soll oder kann. (Baumert 1995, 138f.)

Nicht die Zusammenführung beruflicher und allgemeiner Bildung steht aktuell zur Diskussion, sondern die Stärkung von "Berufsorientierung" als Ergänzung zu oder im Rahmen von vertiefter allgemeiner Bildung. Was darunter zu verstehen ist und wie "Berufsorientierung" unterrichtlich umgesetzt werden soll, wird jedoch wenig konkret gefaßt. Im Konsens der vorliegenden Veröffentlichungen ist festzustellen, daß die Praxis des gymnasialen Bildungsgangs in der Sekundarstufe II berufspropädeutische Anteile kaum ausweist. Der Anspruch der reformierten Oberstufe, im Rahmen der gemeinsamen Grundbildung eine Vorbereitung auf berufliche Ausbildungen zu leisten, bleibt aufgrund der Allgemeinheit der für die Auslegung der Grundbildung vorgegebenen Ziele unverbindlich, so daß es bei der wissenschaftlichen Grundbildung bleibt (vgl. Bojanowski 1982, 270). Die von der Kultusministerkonferenz eingesetzte Expertenkommission für die Weiterentwicklung der gymnasialen Oberstufe hält in ihrem Bericht fest:

Positive Bestimmungen dessen, worin die berufliche Orientierung der gymnasialen Oberstufe besteht oder bestehen soll, sind im allgemeinen aber so abstrakt, daß sie für curriculares Handeln folgenlos bleiben. (Baumert 1995, 139)

Kell (1995, 153) betont, daß aus entwicklungspsychologischer Sicht die Berufsorientierung zu den zentralen Entwicklungsaufgaben des Jugendalters zählt. Da grundsätzlich alle Menschen ihr Einkommen und ihren sozialen Status durch ihre berufliche Tätigkeit erwürben und sicherten, solle Berufsorientierung eine pädagogische Zielsetzung in allen Bildungsgängen des Sekundarbereichs II darstellen. Kell übt dann harte Kritik am gymnasialen Bildungsgang:

Das Gymnasium weist im Hinblick auf diese Entwicklungsaufgabe die größten Defizite auf, weil die Gymnasialpädagogik die Funktion der gymnasialen Oberstufe als vorberufliche Bildung für eine akademische Berufsausbildung bildungstheoretisch durch ihr materiales Allgemeinbildungsverständnis negiert und dadurch für die Schulpraxis keine didaktisch-methodischen Konzepte für diese zentrale Entwicklungsaufgabe erarbeitet hat. (Kell 1995, 154)

In dieses Bild fügt sich auch die Forderung der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft ein, in der gymnasialen Oberstufe die vorberufliche

Bildung durch Einführung einer "ökonomischen, technischen oder ähnlichen Grundbildung" zu sichern (DGfE 1994, 471).

Im Gutachten der KMK-Expertenkommission klang bereits an, daß die Ausformung von Berufsorientierung für den gymnasialen Bildungsgang bestenfalls auf einer allgemeinen Ebene umschrieben ist. Ein Beispiel für solche abstrakten Bestimmungen lautet:

Die Sekundarstufe II (kennzeichnet) ein Berufsbezug, der, angelehnt an die Qualifikationsanforderungen des Beschäftigungssystems, unterschiedlich ausgeprägt ist. Die vorbereitende Funktion für ein selbständiges und selbstverantwortliches berufliches Handeln schließt ein, daß allgemeine, das heißt auf die Teilhabe an der gesellschaftlichen Kommunikation über die Gestaltung grundsätzlich aller Bereiche gesellschaftlicher Praxis gerichtete Lernelemente hinreichend Raum und Zeit finden. (DGfE 1994, 470)

Die KMK-Expertenkommission wird nicht wesentlich konkreter, wenn sie beim pädagogischen Handlungsbedarf für die gymnasiale Oberstufe formuliert:

Von besonderer Bedeutung ist die Befähigung Heranwachsender, die für eine kompetente Berufswahl wichtigen Informationen zu beschaffen, zu systematisieren und zu nutzen, Entscheidungen für einen Beruf unter Kenntnis von Alternativen zu treffen und berufliche Veränderungen vernünftig zu organisieren, sich ausdauernd auf berufliche Handlungszusammenhänge einzulassen und dabei ergebnisorientiert mit anderen zu kooperieren. (Baumert 1995, 169)

In Veröffentlichungen zur "Berufsorientierung" findet man eine Reihe weiterer Begriffe wie "Berufsbezug" (DGfE 1994, 471), "Berufswahlvorbereitung" (DGfE 1994, 470; Ermert 1990) oder "Berufspropädeutik" (Bojanowski 1982, 270). In den Veröffentlichungen gehen *materiale* Bestimmungen von Berufsorientierung (z.B. Kenntnisse über Berufsfelder) und *formale* Bestimmungen durcheinander (Stichwort "Schlüsselqualifikationen"). Um zu einer Differenzierung möglicher Ausprägungen von Berufsorientierung in der gymnasialen Oberstufe zu kommen, werden im folgenden drei Aspekte unterschieden:

1. Informationen über Berufsfelder, Tätigkeitsprofile und Strukturen des Arbeitsmarktes,

2. Einblicke in strukturelle Spezifika beruflicher Arbeitsabläufe und -anforderungen,
3. Vermittlung berufsorientierter Basisqualifikationen.

Informationen über Berufsfelder, Tätigkeitsprofile und Strukturen des Arbeitsmarktes

Der Schwerpunkt konzeptioneller Arbeiten im Bereich der Berufsorientierung im Gymnasium liegt in diesem Bereich. Kenntnisse über Ausbildungsberufe und Tätigkeitsfelder mit besonderer Relevanz für Abiturienten lassen sich z.B. über Berufsinformationstage organisieren. Dies wird vom Schulzentrum Carl von Ossietzky in Bremerhaven regelmäßig in Form von Seminaren für einen gesamten Jahrgang der Oberstufe organisiert. Die Ausgestaltung — ggf. unter Einbeziehung von Eignungstests und persönlichen Beratungen — sollte in Zusammenarbeit mit der Arbeitsverwaltung erfolgen. Falls nicht ausnahmsweise Lehrkräfte mit einer entsprechenden Zusatzqualifikation bereitstehen, sind externe Referenten zu bestimmten Berufsfeldern heranzuziehen. Solche Berufsinformationsveranstaltungen sind im Unterricht vor- und nachzubereiten. In der Fortsetzung kann dies zur Einrichtung von Berufswahlunterricht oder entsprechender Arbeitsgemeinschaften führen (vgl. Ermert 1990).

Zur Information über Berufsfelder gehört auch Wissen über die Verwertung der eigenen Qualifikationen auf dem Arbeitsmarkt und Fragen der Mitbestimmung bei der Gestaltung der Arbeitswelt. Eine so umfassend verstandene Berufsorientierung zählt nach Ansicht der KMK-Expertenkommission zur *vertieften Allgemeinbildung* als Aufgabe der gymnasialen Oberstufe (vgl. Baumert 1995, 142).

Einblick in strukturelle Spezifika beruflicher Arbeitsabläufe und -anforderungen

Die Arbeitswelt unterscheidet sich bezüglich des Erwerbs und Gebrauchs von Kenntnissen strukturell in vielen Aspekten von der Situation in der Schule (in der Lernerperspektive). Bojanowskis Diskussion der beruflichen im Vergleich zur allgemeinen Bildung spiegelt diese Unterschiede wieder:

Das Lernen im traditionellen Gymnasium zielt auf wissenschaftsorientierte 'gelehrte Bildung' und ist als solches stark theoretisch-kognitiv angelegt. Demgegenüber sind die Inhalte und Verfahren der beruflichen Bildung primär auf konkrete Arbeitsverrichtungen und damit verbundenes Wissen ausgerichtet. (Bojanowski 1982, 275)

Kell (1995, 144) differenziert zwischen zwei unterschiedlichen Systemstrukturen für Lern- und Arbeitsprozesse:

Lernprozesse (sind) auf die Veränderung der eigenen Person und Arbeitsprozesse auf die Veränderung der Umwelt gerichtet.

Das erste (Bildungs-) System verfolgt vorrangig pädagogische Ziele und Kriterien, während im zweiten (Wirtschafts-) System der Vorrang ökonomischen Zielen und Kriterien gilt. Während Handlungen in der Schule in der Regel *Probehandlungen* sind — selbst wenn ein Praxisbezug der Inhalte hergestellt werden kann — haben berufliche Handlungen *Ernstcharakter* mit unmittelbaren Folgen für Individuum, Betrieb und Umwelt, die über Benotungsfragen deutlich hinausgehen. Der Kontext der Erwerbstätigkeit und des wirtschaftlichen Bestehens des Betriebes trägt wesentlich zum Ernstcharakter bei. Der Erwerb und Gebrauch von Kenntnissen ist direkt auf die anstehende Aufgabe gerichtet. "Einblick in strukturelle Spezifika beruflicher Arbeitsabläufe und -anforderungen" sind daher mehr als Informationen über Tätigkeitsmerkmale bestimmter Berufe. Sie folgen aus dem Gegensatz zwischen pädagogischer und ökonomischer Rationalität (vgl. Kell 1995, 147).

Die geforderten Einblicke in ökonomische Rationalität sind ansatzweise bei Betriebsbesuchen zu gewinnen, wenn der Verlauf konkreter Projekte von der Einwerbung über die Vorbereitung und Durchführung bis hin zur Abrechnung sowie die Aufgaben einzelner Mitarbeiter im Projekt vorgestellt werden. Längere Betriebspraktika sind vorteilhafter, weil einerseits mehr Zeit zur Verfügung steht und die einzelnen Schüler andererseits durch Zuordnung zu bestimmten Arbeitsbereichen in einen engeren persönlichen Kontakt mit betrieblichen Abläufen und ökonomischen Zwängen kommen.

1.1.2 Vermittlung berufsorientierter Basisqualifikationen — Zum Begriff der "Schlüsselqualifikationen"

Die Vermittlung berufsorientierter Basisqualifikationen kann mit dem Schlagwort "Schlüsselqualifikationen" belegt werden. Von Brassard et al. (1992) stammt eine in Abbildung 1.1.1 gezeigte Zuordnung von Schlüsselqualifikationen zu den Bereichen der "beruflichen Mündigkeit" und "beruflichen Handlungsfähigkeit". Andere Einteilungen verwenden die Kategorien "Lernkompetenz", "Sozialkompetenz", "Methodenkompetenz" und "Fachkompetenz". Da der Begriff "Schlüsselqualifikation" ursprünglich aus der Berufspädagogik stammt, könnte man davon ausgehen, daß es extrafunktionale Qualifikationen gibt, die spezifisch berufsbedeutsam sind – gegenüber solchen, die eher für die Studienvorbereitung wichtig sind. Diese Trennung läßt sich bei näherer Betrachtung aber nicht rechtfertigen.



Abb. 1.1.1: Zuordnung von Schlüsselqualifikationen zu "beruflicher Mündigkeit" und "beruflicher Handlungsfähigkeit" (aus Brassard et al. 1992).

Mertens beschreibt Schlüsselqualifikationen als

Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, welche nicht unmittelbaren und begrenzten Bezug zu bestimmten disparaten praktischen Tätigkeiten erbringen, sondern vielmehr

a) die Eignung für eine große Zahl von Positionen und Funktionen als alternative Optionen zum gleichen Zeitpunkt, und

b) die Eignung für die Bewältigung einer Sequenz von (meist unvorher-sagbaren) Änderungen von Anforderungen im Laufe des Lebens. (Mertens nach Didi 1993, 4)

Didi et al. kritisieren die "Unschärfe" des Begriffs "Schlüsselqualifikationen", die es ermögli-che, ihn praktisch unbeschränkt inhaltlich zu füllen, was die Unsicherheit derjenigen fördere, die in der Bildungspraxis verantwortlich handeln müssen (vgl. Didi 1993, 5). Hilfreich ist hier ein Blick auf die am häufigsten genannten Konkretisierungen. Das Institut für Bildungsforschung (IBF) in Bonn hat im Auftrag des Bundesinstituts für Berufsbildung vorliegende Kataloge von Schlüsselqualifikationen analysiert und auf ihre psychologische Validität sowie ihre Operationalisierbarkeit eingeschätzt (Didi 1993). Sieht man den alphabetischen Ergebniskatalog durch, dann findet man folgende Bezeichnungen mit relativ hohen Nennungen (mehr als 10 Nennungen, bei insgesamt 654 Bezeichnungen):

- Kommunikationsfähigkeit (24; 1; 2; 2)
- Kooperationsfähigkeit (23; 1; 2; 2)
- Denken in Zusammenhängen (21;1; 2;1)
- Entscheidungsfähigkeit (21; 0,5; 2; 2)
- Flexibilität (21; 1; 3; 3)
- Kreativität (21; 1; 2; 1)
- Selbständigkeit (21; 0; 3; 3)
- Problemlösefähigkeit (20; 1; 2; 1)
- Transferfähigkeit (17; 1; 2; 2)
- Lernbereitschaft (16; 1; 2; 2)
- Durchsetzungsvermögen (15;0,5; 2; 2)
- Konzentrationsfähigkeit (14; 1; 1; 1)
- Lernfähigkeit (14; 1; 2; 2)
- Verantwortungsbewußtsein (14;0;3; 3)
- Zuverlässigkeit (14; 0; 3; 3)
- Ausdauer (13; 1; 2; 1)
- Genauigkeit (12; 1; 1; 1)

In den Klammern stehen:

1. Nennungshäufigkeit,
2. Einteilung in psychologische (1) und nicht psychologische (0) Begriffe,
3. Güte der psychologischen Meßverfahren: leicht (1), schwierig (2), kaum operationalisierbar (3),
4. Handhabbarkeit der psychologischen Meßverfahren: leicht (1), schwierig (2), kaum handhabbar (3).

Die Rangfolge der Nennungen ist nur ein grober Anhalt für die relative Bedeutsamkeit der Qualifikationen, da sich Verschiebungen durch Zusammenfassungen ähnlicher Begriffe ergeben würden (z.B. "Kooperatives Vorgehen" und "Kooperationsfähigkeit" mit zusammen 29 Nennungen).

Durchaus nicht alle der vorrangig genannten Schlüsselqualifikationen korrespondieren mit psychologischen Konzepten, und ihre Operationalisierbarkeit bzw. psychologische Meßbarkeit ist häufig problematisch. Diese Feststellung gibt erste Hinweise darauf, daß eine curriculare Umsetzung der Förderung von Schlüsselqualifikationen zumindest problematisch ist. Noch mehr gilt das für die Frage, wie man in der Schule die Verfügung über Schlüsselqualifikationen messen soll, wenn selbst Psychologen von schwierigen oder kaum durchführbaren Tests sprechen.

Geht man von dem Anspruch der psychologischen Validität ab und betrachtet die genannten Schlüsselqualifikationen unter eher pädagogischen Gesichtspunkten, dann kann man die Liste als Prüfkriterium für die curriculare und methodische Ausrichtung der gymnasialen Oberstufe bzw. einzelner Fächer heranziehen: Ist der Unterricht so ausgerichtet, daß er eine kooperative Herangehensweise an komplexe Sachverhalte anregt, die ein Denken in Zusammenhängen fördern? Oder herrschen kleinschrittig gelenkte Arbeiten vor, die individuell und in Konkurrenzsituationen zu bewältigen sind? Die Lehr-Lern-Arrangements im Gymnasium sind überwiegend vom zweiten Typ. Sie stehen beruflichen Anforderungsprofilen entgegen.

Wesentlich erscheint uns die Feststellung, daß die aufgelisteten Schlüsselqualifikationen und die oben beschriebenen Veränderungen der Lehr-Lern-Arrangements fast durchgängig auch als notwendige oder zumindest hilfreiche Voraussetzungen für ein erfolgreiches Studium zu betrachten sind, daß also eine spezifische *Berufsorientierung* gar nicht erkennbar ist. Wenn es sich um "extrafunktionale Qualifikationen" handelt, ist es eigentlich konstitutiv, daß sie auch in allgemeinbildenden Kontexten erworben werden können.

Zum Verhältnis des Bildungswerts beruflicher und allgemeiner Bildungsgänge zeigt Kell (1995, 147f.) zwei Extrempositionen auf:

1. Annahme einer Konvergenz pädagogischer und ökonomischer Ziele mit Auswirkungen auf eine Harmonisierung pädagogischer und ökonomischer Rationalität: Stichwort Schlüsselqualifikationen.

2. Position des unversöhnlichen Gegensatzes pädagogischer und ökonomischer Rationalität in der Tradition von Humboldt, nach der die allgemeine Bildung in einem bestimmten materialen Verständnis zunächst abgeschlossen sein müsse, bevor eine Qualifikation für die berufliche Arbeit erfolgen dürfe.

Für die erste Position zitiert Kell (1995, 147) Brater dahingehend, daß die beruflich neu geforderten Subjektqualitäten sich von den Leitbildern der neuhumanistischen Allgemeinbildungsvorstellung nicht in ihrer pädagogischen Substanz unterscheiden, sondern nur dadurch, daß hier der Persönlichkeitsbegriff nicht als abstrakte philosophische Idee gefaßt werden muß, sondern gewissermaßen aus den konkreten Erfordernissen der Arbeitsverhältnisse selbst hervorgehe. Eine ähnliche Konvergenzannahme findet man in der Erklärung der Kultusministerkonferenz zu "Fragen der Gleichwertigkeit von allgemeiner und beruflicher Bildung" (KMK 1995, 141):

Schlüsselqualifikationen, wie sie die Grundlage der neugeordneten Berufe bilden, sind geeignet Studierfähigkeit zu begünstigen; sie sind für alle Bildungsgänge von entscheidender Bedeutung. (...) Gleichzeitig ist zu beachten, daß zwischen der Entwicklung von Schlüsselqualifikationen und den Organisationsformen des Lernens ein enger Zusammenhang besteht.

Von der Seite der Berufspädagogik argumentierend sieht Kell in Lehr-Lern-Arrangements, die aus der Berufsbildung stammen (z.B. computerunterstützte Lernumgebungen; Rollenspiel; Projektmethode; arbeitsanaloge Lernaufgaben; Planspiel; Fallstudie) gute Voraussetzungen für den Erwerb von Studierfähigkeit.

Durch solche Lehr-Lern-Arrangements, die Lernen und Arbeiten, Denken und Handeln in spezifischer Weise verbinden, können Kompetenzen und "Schlüsselqualifikationen" erworben werden, die der Möglichkeit nach bessere Voraussetzungen für eine akademische Berufsausbildung an der Hochschule bieten, als die lernende Auseinandersetzung den allgemeinen Inhalten eines Maturitätskatalogs. (Kell 1995, 156)

Auch wenn es sich bei Schlüsselqualifikationen um Fähigkeiten handelt, die fach- und themenübergreifend wirksam werden sollen, können sie nur *situ-iert*, d.h. an konkreten inhaltlichen Fragestellungen und im Zusammenhang mit Wissenserwerb aufgebaut werden. Weinert (1994) verweist auf diesen unabdingbaren Zusammenhang:

Fünfte These: Schlüsselqualifikationen müssen in Verbindung mit dem intelligenten Erwerb flexiblen und reflexiv nutzbaren inhaltlichen Wissens aufgebaut werden. Dem Erlernen oder dem Training allgemeiner Strategien der Planung, Steuerung, Überwachung, Kontrolle und Selbstbeurteilung des Problemlösens und Lernens kommt wichtige, aber begrenzte Bedeutung zu. (..)

Neunte These: Denken lernen, Lernen lernen und im Team arbeiten lernen sind nicht Aufgabe neuer Unterrichtsfächer, sondern anspruchsvolle Ziele aller Fachgebiete. Zu ihrer Verwirklichung sind Änderungen in den Curricula, in der Lernorganisation und im Wissenserwerb erforderlich.

Es macht demnach keinen Sinn, ein Fach "Schlüsselqualifikationen" einzurichten, um darin auf einer Meta-Ebene an willkürlich gewählten und austauschbaren Inhalten "Kooperationsfähigkeit" oder "Kommunikationsfähigkeit" zu lehren. Vielmehr ist eine didaktische Revision der bestehenden Fächer gefordert, um dem Erwerb von Schlüsselqualifikationen mehr Raum zu gewähren.

1.1.3 Konsequenzen für den Modellversuch BINGO

Die Beiträge des Modellversuchs BINGO zur Stärkung von Berufsorientierung in der gymnasialen Oberstufe werden den drei obengenannten Aspekten zugeordnet. Die konzeptionelle Fortentwicklung der Berufsorientierung sollte aus unserer Sicht über einen eher punktuellen berufswahlvorbereitenden Unterricht hinausgehen und auf die Curricula und die didaktisch-methodische Gestaltung der klassischen Unterrichtsfächer Einfluß nehmen. Dabei legen wir den Schwerpunkt auf die Förderung berufsfeldübergreifender Schlüsselqualifikationen.

1.1.3.1 Informationen über Berufsfelder und Tätigkeitsprofile sowie Einsicht in strukturelle Spezifika beruflicher Arbeitsabläufe

Diese Aspekte von Berufsorientierung betreffen bei BINGO nur die naturwissenschaftlich-technischen Berufsfelder. Eine Information über das Gesamtspektrum ist Aufgabe der gymnasialen Oberstufe als Ganzes, d.h. aller Fächer bzw. von zentralen Veranstaltungen. Geht man davon aus, daß

die Wahl der Kurse über persönliche Neigungen und die Selbsteinschätzung der eigenen fachspezifischen Kompetenz durch die Schüler hinaus auch Ausdruck einer ins Auge gefaßten späteren beruflichen Spezialisierung ist, dann sind bei einer fachbezogenen Anbindung der informierenden Anteile von Berufsorientierung an einzelne Kurse besonders die Leistungsfächer gefordert, während BINGO sich bisher auf Grundkurse konzentriert.

Eine Befragung am Beginn der Jahrgangsstufe 11 (Schuljahr 1995/96) ergab, daß von 91 Schülerinnen und Schülern nur 40% bereits einen beruflichen Bereich für eine spätere Tätigkeit ausgewählt haben. Davon streben drei Viertel ein Studium an einer Universität oder Fachhochschule an; 9% wollen explizit nicht studieren. 60% haben noch keine Festlegung getroffen. Davon streben 25% eine Berufsausbildung außerhalb von Hochschulen an; 66% möchten studieren. Von der Gruppe der Unentschlossenen können sich 62% vorstellen, einen Beruf aus dem naturwissenschaftlich-technischen Bereich auszuüben, wobei offenbleibt, ob es sich um eine akademische oder berufliche Ausbildung handelt. Es macht daher durchaus einen Sinn, in den naturwissenschaftlichen Grundkursen über Berufe im naturwissenschaftlich-technischen Bereich zu informieren.

In der Begrenzung von BINGO auf den naturwissenschaftlich-technischen Bereich liegt gleichzeitig eine Stärke. Die Vorteile zeigen sich in der Zusammenschau mit den beiden anderen Komponenten des Modellversuchs: Schlüsselprobleme und fachüberschreitender Unterricht mit einer starken Handlungskomponente. Die Unterrichtsinhalte sind an praxisnahen, bedeutsamen Fragestellungen orientiert, an denen auch außerhalb von Schule gearbeitet wird. Am Beispiel ökologischer Untersuchungen an einem Sandentnahmesee (Rahmenthema des Halbjahrs 11.1 im Schuljahr 1995/96) wurden Untersuchungen angestellt, die in vergleichbarer Form tatsächlich von Behörden, Ingenieurbüros, Gutachtern und Laborfirmen angestellt wurden. Durch Einsicht in Originalgutachten, durch Exkursionen zu Behörden und Firmen erhalten die Schüler so einen konkreten Eindruck von einer professionellen Auseinandersetzung mit den gleichen Sachverhalten, mit denen sie sich beschäftigt haben. Anhand eigener praktischer Tätigkeiten an einem realitätsbezogenen Untersuchungsobjekt (Sandentnahmesee; z.B. Artenbestimmungen, Vermessung und chemische Analysen) lernen die Schüler einerseits

Berufe und Tätigkeitsprofile kennen. Durch den Vergleich der eigenen Arbeiten im Kontext pädagogischer Rationalität mit professionellen Herangehensweisen im Kontext ökonomischer Rationalität können andererseits die Strukturmerkmale von Erwerbstätigkeit herausgearbeitet werden. Dabei geht es um mehr als die Feststellung, daß etwa die professionellen chemischen Analysen umfangreicher und exakter sind. Vielmehr gilt es herauszustellen, daß der Ausgang beruflicher Handlungen — anders als schulische Lernprozesse — nicht nur Folgen für das Individuum (den Schüler oder. Mitarbeiter) haben, sondern Auswirkungen auf den Bestand des Betriebs (Folgaufträge, Gewinn/Verlust) und die Umwelt haben (Produkte, Entscheidungen über Eingriffe in die Natur usw.).

1.1.3.2 Förderung von Schlüsselqualifikationen

Unter Punkt 1.1.2 haben wir herausgearbeitet, daß der Erwerb von Schlüsselqualifikationen in engem Zusammenhang mit neuen Lehr-Lern-Arrangements zu sehen ist. Der von der KMK-Expertenkommission (Baumert 1995) beschriebene Handlungsbedarf in Hinblick auf fächerverbindendes Lernen in komplexen realitätsnahen Lernumgebungen gehört bei BINGO zu den Grundprinzipien der Auswahl und Bearbeitung der Halbjahres-Rahmenthemen. Im Sinne von Weinert (1994) wird der Aufbau von Schlüsselqualifikationen mit anspruchsvollem inhaltspezifischem Wissen verbunden.

Die experimentelle Methode ermöglicht dem naturwissenschaftlichen Unterricht in besonderer Weise, zur Entwicklung der Schlüsselqualifikationen beizutragen. Didaktisch und methodisch reflektierte Formen von Schülerexperimenten sind Anforderungssituationen, in denen Schlüsselqualifikationen idealtypisch entwickelt werden können. Voraussetzung dafür ist, daß nicht nur der konventionelle Kern von Experimenten — Messen und Auswerten — berücksichtigt wird, sondern eine projektartige Öffnung und Erweiterung des Arbeitsprozesses erfolgt. Komplexere, mehrdimensionale Lehr-Lern-Arrangements sind, wie oben ausgeführt, untrennbar mit der Herausbildung von Schlüsselqualifikationen verbunden. Zum Arrangement von Schülerexperimenten gehören daher die eigenständige Abgrenzung und Bearbeitung eines Untersuchungsziels durch die Schülerinnen und Schüler ebenso wie die Präsentation ihrer Vorgehensweise und Ergebnisse vor der Lerngruppe, aber

auch vor Nichtexperten, z.B. im Rahmen von Ausstellungen für die Schulöffentlichkeit.

Der Modellversuch ist jedoch mit den unter Punkt 1.1.2 angedeuteten Problemen konfrontiert, wie man feststellen kann, in welchem Maße die Entwicklung von Schlüsselqualifikationen tatsächlich eingetreten ist. Wenn die Förderung von Schlüsselqualifikationen zum expliziten Ziel eines Unterrichtskonzepts erhoben wird, muß man die Ergebnisse evaluieren, ja letztlich auch bei den Schülerinnen und Schülern *bewerten*. Wie aus der Untersuchung von Didi et al. (1993) hervorgeht, sind psychologische Untersuchungsverfahren schwierig anzuwenden. Das gilt um so mehr im Kontext von Schule und Unterricht. Klinische Interviews und Fragebögen sind zu Diagnose- und nicht zu Bewertungszwecken entworfen. Sie stehen der sonstigen schulischen Bewertungspraxis ohnehin eher fern. Für die Bewertung werden dabei im Modellversuch eigene Bewertungsbögen entworfen (vgl. Punkt 3.2.4). Wichtig ist, daß die Kriterien den Schülerinnen und Schülern vorher offengelegt und begründet werden. Die Schülerinnen und Schüler erhalten Möglichkeiten, die geforderten Qualifikationen auch zu üben.

In der betrieblichen Ausbildung und der Personalauswahl wird auf sogenannte *assessment centers* zurückgegriffen, in denen Gruppen von Bewerbern bei der Bearbeitung konkreter Aufgabenstellung beobachtet und eingeschätzt werden. Hieraus können eher pragmatische Bewertungsverfahren für die Schule abgeleitet werden, wenn man die Arbeit der Schülerinnen und Schüler während projektartiger Unterrichtsphasen beobachtet und bewertet. In die Bewertung darf dann natürlich nicht allein das Arbeitsergebnis einbezogen werden, sondern auch der Weg, auf dem es erzielt wurde (kooperativ, kreativ, flexibel, selbständig) und unter Einbeziehung der Fähigkeit, die Ergebnisse anderen mitzuteilen (Kommunikationsfähigkeit). Auch in beruflichen Bewertungsverfahren wird die ausschließliche Ergebnisorientierung zurückgenommen (vgl. Witt 1996, 43). Die Bewertungsmaßstäbe müssen offengelegt werden, und im vorhergehenden Unterricht müssen Gelegenheiten bestehen, die Fähigkeiten zu entwickeln und durch Übung zu festigen. Im fächerverbindenden Ansatz von BINGO gibt es dazu gute Möglichkeiten, z.B. dadurch, daß Kurse in bestimmten Teilfragen fachliche Unterstützung aus anderen Kursen anfordern oder daß die Ergebnisse in Postern oder schul-

öffentlichen Veranstaltungen vorgestellt werden (Kommunikation). Das bedeutet, daß die üblichen schriftlichen Klausuren an Bedeutung für die Benotung verlieren. Dies ist die zwangsläufige Folge einer ernst genommenen Hinwendung zur Vermittlung von Schlüsselqualifikationen. Deren Stellenwert aus Sicht der Schüler hängt eng mit der Frage zusammen, ob sie in die Bewertungsformen und die Notengebung Eingang finden. Unbehagen auf Seiten von Schülern und Lehrern über eine vermeintlich geringere "Objektivität" solcher *assessments* kann abgebaut werden, wenn man diskursive Formen der Notenfindung (Winter 1996) aufgreift, d.h. die Bewertung zwischen Lehrer und Schülern sowie zwischen den Schülerinnen und Schülern offen diskutiert — natürlich ohne die letztendliche Entscheidung und Verantwortung des Lehrers auszusetzen.

1.2 Fachübergreifender Unterricht

1.2.1 Ausgangslage

Die Naturwissenschaften in der gymnasialen Oberstufe sind hinsichtlich der Sachstrukturen, nach denen sich die Schülerinnen und Schüler das Wissen und die wesentlichen Grundgedanken des Faches exemplarisch aneignen sollen, den sehr dominanten Fachsystematiken ihrer Bezugswissenschaften unterworfen. In den letzten Jahren wird zunehmend verlangt, die Stringenz der Fachsystematik zu durchbrechen und ihre Grenzen durch die Einbeziehung komplexer, fachlich nicht eindeutig subsumierbarer Themen in den Biologie-, Chemie- und Physikunterricht zu überschreiten. So heißt es im Entwurf der neuen Bremer Rahmenrichtlinien für das Fach Physik in der gymnasialen Oberstufe (1997):

Bereiche gesellschaftlicher Schlüsselprobleme sind in Form von Themen mit Bezug zur Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler ... aufzugreifen. Die Komplexität lebensweltlicher Sachverhalte bietet Anlässe zur fachüberschreitenden oder fächerübergreifenden Behandlung. Dabei sollen die Schülerinnen und Schüler die spezifisch physikalischen Methoden und Perspektiven einbringen und sich der Differenzen und Gemeinsamkeiten zu anderen fachlichen Perspektiven bewußt werden.

Ähnliche Hinweise finden sich in den Rahmenrichtlinien für Biologie und Chemie. Der Deutsche Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) verweist in seinem Positionspapier "Fachübergreifendes Arbeiten im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht" (MNU 1997) darauf, daß die Integration und Strukturierung der weitgehend außerhalb der Schule gewonnenen Wissensbestände zu einer wichtigen Aufgabe des Unterrichts würden. Der Förderverein verlangt eine "Öffnung des Unterrichts", bei der Fragen aus der Erfahrungswelt der Schüler einbezogen werden und der Unterricht sich der Komplexität lebensweltlicher Sachverhalte stellt. Als grundsätzliche Organisationsform wird am Fachunterricht festgehalten; jedoch wird die Zusammenarbeit von Lehrkräften verschiedener Fächer bei der gemeinsamen Planung einer Unterrichtssequenz als anspruchsvolle Entfaltungsform fachüberschreitenden Arbeitens angeregt.

1.2.2 Organisation fachübergreifenden Lernens

Für die Frage, wie der Forderung nach fachübergreifendem Lernen konkret unterrichtsorganisatorisch nachzukommen ist, werden unterschiedliche Modelle vorgeschlagen, zwischen denen unter dem Oberbegriff "fachübergreifender Unterricht" sprachlich differenziert werden kann (s.a. Lauterbach 1994, 80):

- fachüberschreitender Unterricht

Im Fachunterricht werden Sachverhalte unter Einbeziehung einzelner Aspekte aus anderen Disziplinen behandelt. Ein Beispiel ist die Behandlung der Kernenergie unter Einbeziehung der Debatte um den ökonomischen Sinn der Kerntechnik.

- Projektunterricht

Für einen begrenzten Zeitraum bilden Schülerinnen und Schüler, gegebenenfalls kurs- oder schulübergreifend, Arbeitsgruppen zu selbstgewählten Themenstellungen.

- fächerverbindender Unterricht

Mehrere Fächer arbeiten an einem gemeinsam abgestimmten Oberthema, das mit den jeweiligen Rahmenplänen vereinbar ist. Die Fächer tragen ge

meinsam zur Klärung des Oberthemas bei. Die Intensität der Verbindung kann sich von losen Inhaltsabsprachen bis hin zu einer inhaltlichen Abhängigkeit und zeitlichen Koordinierung gemeinsamer Aktivitäten erstrecken. Ein Beispiel wäre das Sehen unter physikalischen und sinnesphysiologischen Aspekten.

- integrierter Unterricht

Der Unterricht wird inhaltlich von Oberthemen (z.B. "Wasser", "Luft") her strukturiert und nicht mehr von den jeweiligen fachlichen Perspektiven. Die Einfächer gehen in einem Fachbereich auf.

1.2.2.1 Fachüberschreitender Unterricht

Die Überschreitung des fachlichen Horizonts aus dem Schulfach heraus gehört zum Kennzeichen jedes guten Fachunterrichts, der dem Bildungsanspruch gerecht werden will. Unterricht darf sich nicht darauf beschränken, deklaratives Wissen und prozedurales Wissen zu vermitteln — also ein Wissen um bestimmte Fakten und Vorgehensweisen bei der Lösung von Aufgabenstellungen — sondern er muß die Bedeutung der bearbeiteten Themenstellungen für das eigene Lebensumfeld oder auch wirtschaftliche und politische Prozesse mit zum Unterrichtsgegenstand machen. Wissen an sich, und sei es wissenschaftlich begründet, ist nicht aus sich heraus bildend (vgl. Schilmöller 1995). Die Teilnahme an Wissenschaft ermöglicht Bildung, bringt sie aber nicht zwingend mit sich. Sachwissen erweist sich erst dann als bildend, wenn es in einen persönlichen bzw. gesellschaftlichen Kontext gestellt wird.

Benner fordert neben der fachwissenschaftlichen Unterweisung auch Raum für erkenntnistheoretische, wissenschaftsgeschichtliche und praxisphilosophische Ebene:

Wissenschaftlicher Unterricht erfordert, um bildend in einem aufklärenden Sinne wirken zu können, daß die wissenschaftlichen Aussagesysteme unter Berücksichtigung ihrer historisch-gesellschaftlichen Entstehungs- und Anwendungshorizonte gelehrt und gelernt werden. (Benner 1990, 609)

Ein bildender Unterricht überschreitet sein Fach demnach in zweierlei Hinsicht: einmal durch Einbettung des Sachwissens in dessen Entstehungsbedin-

gungen und zum anderen durch lebensweltliche Bezüge. Lebensweltliche Bezüge sind dabei mehr als technische Anwendungen. Der Physikunterricht, der das dynamoelektrische Prinzip am Elektromotor veranschaulicht, ist erst dann fachüberschreitend, wenn z.B. die einschneidenden Veränderungen in der Produktion durch den Übergang von Dampfmaschinen zu kleinen dezentralen elektrischen Antrieben mitbetrachtet werden.

1.2.2.2 Projektunterricht

Mit dem Wort "Projekt" wird ein Sammelsurium inhaltlich oder organisatorisch definierter Arbeitsformen belegt. Es erstreckt sich von systematischen zielgerichteten Vorhaben bis hin zu einem lockeren Zusammenkommen, bei dem es primär darum geht, (irgend-) etwas gemeinsam zu tun.

Bei einem Lernprojekt in Reinkultur wird bereits die Themenstellung von den beteiligten Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern nach ihrer Interessen- und Bedürfnislage gemeinsam bestimmt. Die "Projektmethode" (s. Frey 1982) hat dann einen klar strukturierten Ablauf, bei dem die Fragestellung konkretisiert, die Lösung geplant, bearbeitet und die Bearbeitung an die Ausgangsfrage und den Plan rückgekoppelt wird. Die Frage, in welchem Umfang auf bereits vorher erarbeitete Wissensbestände zurückgegriffen werden kann oder neues Wissen im Verlauf des Projekts gewonnen werden muß, ergibt sich aus dem Projektthema. Ein Problem des Projektunterrichts, das von Muckenfuß (1995, 235f.) benannt wird und aus eigenen Erfahrungen bestätigt werden kann, liegt darin, daß die Schüler sich auf ihr spezielles Gruppenthema konzentrieren und sich für die Ergebnisse anderer Gruppen ebensowenig interessieren wie für eine Kontextablösung und Systematisierung des erworbenen Spezialwissens

Projekte können sehr fachspezifisch angelegt sein. Erst bei einer Hinwendung zu komplexen lebensweltlichen Projektthemen ergibt sich ein fachübergreifender Charakter. Will man schulische Projekte berufsorientiert durchführen, dann ergeben sich eine Reihe wichtiger Modifikationen. Im Berufsleben ist das Projekt nicht frei wählbar, sondern ergibt sich aus dem ökonomischen Kontext; d.h. ein Auftraggeber vergibt ein Projektthema. Ferner setzt sich die Projektgruppe nicht nach den persönlichen Vorlieben der Pro-

jektteilnehmer zusammen, sondern wird nach Maßgabe der einzubringenden Kompetenzen sachlich von außen gesetzt.

Am anderen Ende der Skala stehen sogenannte "Projektwochen", in denen Schüler nach eigenen Interessen Themen vorschlagen oder aus einer breiten Angebotspalette wählen und in dafür gesondert zusammengesetzten Gruppen bearbeiten können. Fachübergreifende Themen bilden dabei einen eher geringen Teil des Spektrums. Man muß eher von "fachunabhängigen" Themen sprechen, wenn für die Durchführung eines Projekts nur in sehr geringem Umfange auf fachliche Wissensbestände zurückgegriffen werden kann. Projektwochen werden vom "normalen" Unterrichts- und Schulgeschehen getrennt und von den Schülerinnen und Schülern als eine "Ausnahmesituation" wahrgenommen, was durch ihre zeitliche Lage — häufig am Schuljahresende — betont wird. Die erbrachten Leistungen gehen nicht in Noten ein und haben wenig Rückwirkungen auf den Fortgang des "normalen" Unterrichts. Projektwochen bereichern das Leben einer Schule, aber sie bleiben für die generelle Lernorganisation weitgehend folgenlos.

1.2.2.3 Integrierter Unterricht

Den Gegenpol zum fachüberschreitenden Unterricht bildet am anderen Ende der Skala fachübergreifenden Unterrichts der integrierte Unterricht. Dabei sollte man zwischen einer äußeren, unterrichtsorganisatorischen "Integration" und einer inneren, inhaltlichen Integration differenzieren. Ersteres meint eine Zusammenlegung der Stundendeputate für Physik, Biologie und Chemie zu einem gemeinsamen Deputat für "Naturwissenschaft". Es ist dann noch offen, ob unter diesem Dach — bei flexibler zeitlicher Aufteilung — ein an den drei Basisfächern orientierter Unterricht erhalten bleibt. Voraussetzung einer wahren, inneren Integration sind Inhalts- und Methodenkonzepte, bei denen unterschiedliche naturwissenschaftliche Zugänge zu einem Sachbereich gegenstandsbezogen miteinander verbunden werden.

Es fällt auf, daß bundesweite Tendenzen zur unterrichtsorganisatorischen Zusammenführung von Unterrichtsfächern hauptsächlich den naturwissenschaftlichen Unterricht betreffen. Ansätze für integrierte Kulturwissenschaften (Musik, Kunst), integrierte Sprachen (Englisch, Französisch, Spanisch)

oder integrierte Sozialwissenschaften (Geschichte, Erdkunde, Sozialkunde) sind nicht im Gespräch. Allenfalls das Fach "Arbeitslehre" an Haupt- und Gesamtschulen folgt dem Integrationstrend. Dabei ist festzuhalten, daß einem integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht kein Konsens in den Fachdidaktiken der Naturwissenschaften zugrundeliegt. Während fachübergreifendes Arbeiten als dringend notwendig angesehen wird, ist die Umsetzung in Form des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts umstritten (s. z.B. Muckenfuß 1995, 232 ff.). Bei den Fachlehrerverbänden trifft er auf Ablehnung (s. MNU 1997). Bei der Diskussion um den integrierten Unterricht geht es um die Frage, ob es in einem inhaltlich integrierten Unterricht möglich ist, fachliche — und damit fachspezifische Expertise — in der notwendigen Tiefe zu entwickeln, um komplexe, fachübergreifende Sachverhalte (mehr-) fachlich strukturieren zu können.

Es gilt, eine Reihe von Argumenten für und gegen ein Fach Naturwissenschaften abzuwägen:

- In den angelsächsischen Ländern gibt es traditionell das Fach "Science". Allerdings erfolgt damit vorwiegend eine äußere Integration, also eine Zusammenführung von Physik, Chemie und Biologie sowie "Earth Science" in einer Art Fachbereich, während die Bearbeitung der einzelnen Unterrichtsinhalte oft fachsystematisch geprägt bleibt.
- Die Zweistundenfächer Biologie, Chemie, Physik fristen mit Unterbrechungen für ganze Jahrgänge ein Randdasein gegenüber den Hauptfächern Englisch, Mathematik, Deutsch, die durchgehend und mit deutlich mehr Wochenstunden erteilt werden. Ein organisatorisch integriertes Fach "Naturwissenschaft" mit mindestens 5 Wochenstunden hätte ein wesentlich größeres Gewicht. Erfahrungen zeigen jedoch z.B. in der Bremer Haupt- und Gesamtschule, daß Integration mit einer Kürzung des Stundenvolumens einhergeht. Diese Befürchtung ist das wichtigste pragmatische Argument gegen die unterrichtsorganisatorische Integration.
- Ein weiterer gewichtiger Einwand bezieht sich auf die fehlende Ausbildung von Lehrern für ein Fach "Naturwissenschaft", das als akademische Disziplin auch gar nicht existiert. Selbst wenn man Studiengänge für "Naturwissenschafts-Lehrer" neu einrichten will, wie es z.B. in Hessen vorbereitet wird, stellt sich die Frage, wie die Wissenschaftlichkeit der fachlichen Ausbildung sichergestellt werden soll. Eine gravierende Einschränkung der Studienwahlmöglichkeiten wäre die Auflage bei Haupt-

und Realschullehrern, zwei Naturwissenschaften als Hauptfächer und eines als Nebenfach zu studieren. Die Bedeutung der Fachausbildung soll gegenüber den wichtigen pädagogischen und fachdidaktischen Anteilen der professionellen Lehrerausbildung hier nicht überbetont werden, aber ein gesichertes fachliches Fundament ist gerade in den experimentell orientierten Naturwissenschaften unabdingbar.

Bei allen kritischen Abwägungen wird ein integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht in der Sekundarstufe I an vielen Stellen erprobt und seine Einführung als Regelfall z.B. in Hessen ermöglicht. Auf der Ebene von Einzelschulen gibt es unterschiedliche Modelle äußerer und innerer Integration. Den konsequentesten und bundesweit bekanntesten Ansatz der inneren Integration vertritt das seit 1993 als BLK-Modellversuch geführte Projekt "Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung" (PING).

PING verfolgt als übergreifende Zielsetzung die "Förderung naturverträglichen und menschengerechten Handelns" (Bünder 1994). Bei der Auseinandersetzung mit Phänomenen aus dem Alltag, der Umwelt oder der Wissenschaft sollen nicht die Einzelphänomene im Zentrum stehen, sondern die Entwicklung eines der gegenseitigen Entwicklung dienlichen Mensch-Natur-Verhältnisses. Mit der Wahl der Organisationsform des *integrierten* naturwissenschaftlichen Unterrichts wird die Erwartung verbunden, daß es dadurch gelingt, "einzelfachliches Wissen zu verknüpfen und in den Lebenszusammenhang der Schülerinnen und Schüler zu integrieren" (PING 1993, 2). Bei der Wahl der Unterrichtsinhalte wurden einige der von Klafki (1994) angeführten "epochaltypischen Schlüsselprobleme" berücksichtigt. Bei PING geht es nicht um eine äußere, sondern um eine innere Integration, bei der Inhalte aus Chemie, Biologie, Physik und anderen Bereichen so verknüpft werden, das dabei ein neuer Inhalt entsteht (s. Lauterbach 1994, 81).

Ausgangspunkt von PING war das 5. und 6. Schuljahr an Gesamtschulen. Dortige Themen lauten z.B. "Ich und Wasser", "Ich und Pflanzen". Inzwischen ist der integrierte Ansatz auf andere Schulformen und weitere Jahrgänge der Sekundarstufe I ausgedehnt worden. Die Materialien stehen hier z.B. unter dem Thema "Menschen erzeugen neue Stoffe". Es wurde ein umfangreicher Bestand von "Anregungsmaterialien" erarbeitet und erprobt. Erste PING-Jahrgänge gehen jetzt in die gymnasiale Oberstufe über. Begleit-erhebungen haben ergeben, daß das Interesse an einer naturwissenschaft-

lichen Betrachtung lebensweltlicher Sachverhalte gefördert werden konnte und sich bis zu verstärkten Anwahnen naturwissenschaftlicher Fächer in der Oberstufe auswirkt.

1.2.3 Fachübergreifender Unterricht in der gymnasialen Oberstufe

Eine fächerintegrative Umsetzung, wie sie von PING für die Sekundarstufe I gewählt wurde, ist auf die gymnasiale Oberstufe nicht übertragbar. Das ergibt sich zum einen aus *strukturellen Gründen*. In der weiterentwickelten gymnasialen Oberstufe, wie sie 1997 von der Kultusministerkonferenz beschlossen wurde, bleiben die Fächer Physik, Chemie und Biologie erhalten. Zum anderen ist ein integriertes Fach "Naturwissenschaft" im Hinblick auf die spezifischen Ziele und Leitlinien der gymnasialen Oberstufe — insbesondere das wissenschaftspropädeutische Arbeiten im Rahmen vertiefter allgemeiner Bildung — kein geeigneter Ansatz. Vielmehr sind die *fachüberschreitenden* und *fächerverbindenden* Bezüge zu stärken.

Ludwig Huber (1994) verweist auf das "Paradox", daß allgemeine Bildung nur durch Spezialisierung und deren Transzendierung und Reflexion zu haben sei. Neben der Einübung in die Grundlagen einer Disziplin gehöre zur Wissenschaftspropädeutik eine "Reflexion und Relativierung der disziplinären Konstruktion von Realität". Huber plädiert keineswegs für ein Verharren in starren Fachgrenzen, sondern sieht in der Spezialisierung den Ausgangspunkt für eine umfassende Bildung. Dazu müsse neben dem Fachunterricht eine wichtige Komponente "fachübergreifenden Unterrichts" eingerichtet werden. Die Besonderheiten der eigenen Fachperspektive können erst erkannt — und so die jeweilige Wissenschaft im Sinne von allgemeiner Bildung selbst zum Erkenntnisgegenstand werden (vgl. Lauterbach 1994, 84) —, wenn sowohl die Fachperspektive bis zu einem gewissen Grad entwickelt und ausgeschärft ist, als auch Anlässe gegeben sind, diese Perspektive zu überschreiten und in Frage zu stellen.

Die Bewußtwerdung der besonderen Merkmale der eigenen disziplinären Sichtweise setzt ein nicht geringes Maß an fachlicher Expertise voraus. Eine reine Meta-Reflexion ohne fachliche Basis wird dem Bildungsziel genauso wenig gerecht wie die reine fachliche Praxis. Sicheres fachliches Wissen, das

an anspruchsvollen Themen erarbeitet wird und die kritische Auseinandersetzung mit den damit verbundenen Eingrenzungen des Spektrums möglicher Fragen und Ergebnisse bedingen einander.

Aus dem Auftrag der gymnasialen Oberstufe zur Vermittlung vertiefter allgemeiner Bildung ergibt sich die Forderung nach *fachüberschreitenden Anteilen* des Unterrichts:

Die Naturwissenschaften müssen in ihrem Beitrag zur allgemeinen Bildung über fachwissenschaftliche Unterweisungen deutlich hinausgehen. In der Reflexion ihrer Inhalte und Methoden wird der Bildungswert der Naturwissenschaften einlösbar.

Die Notwendigkeit der Öffnung des Unterrichts für übergreifende Fragestellung, d.h. für eine das Fachwissen transzendierende Unterweisung, wird sowohl in den Naturwissenschaftsdidaktiken als auch in der allgemeinen Didaktik gesehen. Jung fordert stellvertretend am Beispiel der *Physik*:

Der Unterricht in Physik muß immer auch Unterricht über Physik sein. Das liegt im Interesse der Physik selbst, es liegt im Interesse der Heranwachsenden, und es entspricht dem Sozialisationszweck. (Jung 1983, 42; unsere Hervorhebungen)

Die Einübung wissenschaftlicher Methoden und Verfahren ist im Sinne der wissenschaftspropädeutischen Ausrichtung der gymnasialen Oberstufe kein Selbstzweck, sondern notwendige Voraussetzung für die Reflexion über wissenschaftliche Verfahren selbst. Die Reflexion wissenschaftlichen Vorgehens verdeutlicht die Differenzen wissenschaftlicher und lebensweltlicher Sichtweisen. Schüler müssen diese Differenzen aushalten und die Bedeutungen aushandeln lernen. Das Ziel "Wissenschaftspropädeutik" erfordert einen Unterricht, "der die Grenzen des Faches zu anderen Fächern und die der Wissenschaft zur Lebenswelt überschreiten" (Huber 1994a, 245).

1.2.4 Konsequenzen für den Modellversuch: Fächerverbindender Unterricht

Die weitergehenden Konsequenzen für die BINGO-Konzeption ergeben sich unter dem Aspekt des *fächerverbindenden Unterrichts*. Die meisten lebensweltlich relevanten Sachverhalte können nur in einer mehrperspektivischen Sicht verstanden und in einen Zusammenhang gestellt werden. Andererseits gibt es zumindest in den Naturwissenschaften nicht die Mehrperspektivität

als Sichtweise "*an sich*", sondern nur die Verbindung *mehrerer Perspektiven* bei der Analyse des Sachverhalts. Der Erfolg der modernen Naturwissenschaften beruht ganz wesentlich auf den immer stärkeren Eingrenzungen der teildisziplinären Erkenntnisgegenstände und der personalen Spezialisierungen. Es ist gerade deshalb notwendig, bei komplexen Problemen Fachleute unterschiedlicher Disziplinen zusammenzuführen, um in Projekten ihre Perspektiven zu vernetzen, aber nicht etwa aufzugeben. Der Unterricht ist daher so anzulegen, daß Schüler einen solchen Austausch modellhaft erfahren können.

Für die Organisation fachgebundenen und fachüberschreitenden Lernens bei BINGO lautet die Konsequenz daher:

- Die Fachlichkeit des Unterrichts gewährleistet anspruchsvolles Lernen naturwissenschaftlicher Sachverhalte. Sie ist Voraussetzung fachüberschreitenden Lernens. Komplexe lebensweltliche Sachverhalte erfordern die Zusammenführung verschiedener Fachkompetenzen und die ergänzende Verbindung von Fachperspektiven.

BINGO hält wegen der zunehmenden Komplexität der behandelten Themen und der fachlichen Vertiefungen für die Oberstufe am Grundsatz der Fächerung des Unterrichts fest. Unterrichtsorganisatorisch wäre in der Oberstufe die Übertragung eines integrierten Ansatzes ohnehin nur möglich für die Einführungsphase in solchen Ländern, die dort noch im Klassenverband arbeiten, oder in Profilkurs-Kombinationen. In Bremen wählen die Schüler bereits im 11. Jahrgang Grund- und Leistungsfächer, darunter ist sehr häufig nur ein naturwissenschaftliches Fach. BINGO erarbeitet daher ein fächerverbindendes Modell, das sich in der herkömmlichen Kursstruktur der gymnasialen Oberstufe durchgehend praktizieren läßt.

Durch die Fächerung des Unterrichts wird einerseits die nach den Einheitlichen Prüfungsanforderungen (EPA) notwendige Fachkompetenz gesichert. Mindestens ebenso wichtig ist jedoch die Schaffung einer fachlichen Basis für fächerverbindende Aktivitäten. Diese haben pro Kurshalbjahr einen Umfang von etwa einem Drittel der Unterrichtszeit.

Zur systematischen Struktur wissenschaftspropädeutischen Lernens auf dem Niveau vertiefter Allgemeinbildung gehört beides, die Disziplinierung des Denkens durch das Fach und die reflexive Vergewisserung

über die Grenzen, die solches Denken kognitiv wie sozial und individuell mit sich führt. (Baumert 1995, 118f.)

Zur Schaffung eines inhaltlichen Rahmens werden für die BINGO-Kurse kurs- bzw. halbjahresbezogen gemeinsame *Rahmenthemen* nach folgenden Kriterien vereinbart:

- Es bestehen Bezüge zu epochaltypischen Schlüsselproblemen.
- Die Naturwissenschaften liefern wesentliche Beiträge zum Verständnis des Themas.
- Die Beiträge der einzelnen Fächer sind mit den jeweiligen Rahmenrichtlinien und den EPA kompatibel.
- Es besteht kein zu großes Ungleichgewicht in der Relevanz der fachspezifischen Beiträge.
- Es lassen sich Bezüge zu naturwissenschaftlichen Berufsfeldern herstellen.

Gegenstandsbezogen sind im Sinne fachüberschreitenden Arbeitens weitere Aspekte einzubeziehen, wie etwa ethische Fragen im Rahmenthema "Gentechnik" oder ökonomische Gesichtspunkte beim Thema "Klima der Erde". Nicht alle Kriterien sind für jedes Halbjahr vollständig zu erfüllen. So kann z.B. eines der Fächer die Funktion eines Leitfaches übernehmen, wie die Biologie bei "Gentechnik".

Die Verbindung der chemischen, biologischen und physikalischen Perspektiven erfolgt auf drei Ebenen, die nicht nur die Schüler betreffen sondern auch die beteiligten Fachlehrer:

1. Unterrichtsplanung
2. Austausch zwischen den Lerngruppen
3. Fächerverbindende Aktivitäten

Gemeinsame Unterrichtsplanung und -vorbereitung durch die beteiligten Fachlehrkräfte

Dies erweist sich bei BINGO zunehmend als sehr produktive Ebene. Die an BINGO beteiligten Lehrkräfte arbeiten auf regelmäßigen wöchentlichen Treffen und Wochenendseminaren intensiv bei der Umsetzung der Halbjahresthemen auf Aspectierungen in den einzelnen Fächern zusammen. Dabei findet im Sinne einer schulinternen Fortbildung gegenseitige fachliche Bera-

tung statt, die es wechselseitig erleichtert, Inhalte und Experimente aus anderen Disziplinen als fachüberschreitende Anteile in den Unterricht einzubeziehen. Fächerverbindendes Arbeiten fördert so eine *Teambildung* bei den Lehrern.

Austausch zwischen den Lerngruppen

Der Austausch findet auf mehreren Ebenen statt. Zum einen tauschen die Schülerinnen und Schüler über ein schwarzes Brett Fragen und Antworten mit anderen Kursen aus, um fachüberschreitende Probleme im gemeinsamen Rahmenthema zu klären. So wurden bei den Untersuchungen an einem ehemaligen Baggersee von den Biologen Informationen über Ausdehnung und Volumen des Sees angefordert, der von den Physikern vermessen worden war. Die Chemiker steuerten Angaben über die Wasserqualität bei. Zum anderen sollen Gruppen von Schülerinnen und Schülern auf Anfrage in anderen Fachkursen als "Experten" Auskunft geben. Außerdem ist ein Austausch der Lehrkräfte möglich, so daß ein Chemielehrer z.B. stundenweise den Physikkurs übernimmt. Dies wird dadurch erleichtert, daß die beteiligten Kurse möglichst zeitlich parallel unterrichtet werden.

Zusammenführung der Kurse zu fächerverbindenden Aktivitäten

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

Die übergeordneten Ziele des fächerverbindenden Unterrichtsansatzes von BINGO lauten:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen die Bedeutung ihres speziell gewählten Faches für die Bearbeitung komplexer Probleme erkennen, aber gleich-

zeitig sehen, daß man mit isolierten fachlichen Perspektiven nicht auskommt.

- Die Schüler sollen erkennen, daß man fundierte Fachkenntnisse braucht, um fachübergreifend zusammenarbeiten zu können.
- Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Gegenstandsbereichen, Zielen und Methoden der einzelnen naturwissenschaftlichen Perspektiven sollen wahrgenommen und gegenseitiges Verständnis geweckt werden.
- Durch fächerverbindendes Arbeiten sollen Arbeitsformen und Schlüsselqualifikationen entwickelt werden, die in der Arbeitswelt bedeutsam sind und gefordert werden (besonders Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit).

Diese übergeordneten Ziele werden abgestuft in aufeinanderfolgenden Lernphasen angestrebt.

- In Jahrgangsstufe 11.1 sollen die Schülerinnen und Schüler zunächst fachspezifische Perspektiven entwickeln, d.h. die besonderen Ziele, Methoden und Formen von Ergebnissen des Faches kennenlernen. In kursgebundenen Gruppen werden vorgegebene Fragestellungen bearbeitet und die Ergebnisse "im Kreis der Fachleute" vorgetragen. Am Ende des Halbjahres werden die Ergebnisse in einer fächerverbindenden Veranstaltung (Podiumsdiskussion) zwischen den BINGO-Kursen ausgetauscht. Dabei sollen die Spezifika anderer Perspektiven im Vergleich zur eigenen kennengelernt werden.

→ fachspezifische Perspektive, fachspezifische Gruppen, fächerverbindender Ergebnisaustausch

- In 11.2 wird ein gewichtiger Teil der Unterrichtszeit projektartig gestaltet. Die Gruppenthemen sind begrenzt wählbar. Informationen von Fachleuten anderer Fächer sind zu beschaffen und in die eigene Arbeit einzubeziehen. Fachüberschreitende Themen und die Bildung fächerverbindender Gruppen werden angeregt, aber nicht zur Pflicht gemacht. Die Arbeitsergebnisse sind in einer fächerverbindenden Präsentationsphase so darzustellen, daß Laien aus anderen naturwissenschaftlichen Fächern sie verstehen können.

→ fachüberschreitendes Thema, überwiegend fachspezifische Gruppen, fächerverbindende Präsentation

- Im Halbjahr 12.1 wird in Form einer Fallstudie ein vorgegebenes Problem (aus dem Bereich Gentechnik) bearbeitet, für dessen Lösung fächerübergreifende Arbeitsgruppen zwingend notwendig sind. Die Gruppen werden

aufgabenorientiert zusammengestellt und sind im Unterschied zu den vorhergehenden Halbjahren von den Schülerinnen und Schülern nicht frei wählbar. Die Schüler müssen die im vorbereitenden gefächerten Unterricht erworbene eigene Expertise einbringen und im Gruppenprozeß für die Problemlösung mit anderen Expertisen zusammenführen. Gleichzeitig sollen sie fachüberschreitendes problembezogenes Grundwissen erwerben.

→ fächerverbindende Themenstellung und Gruppenarbeit

- In der Projektphase des Halbjahres 12.2 sollen die Schüler aus einem breiten, fächerverbindenden Rahmenthema konkrete Fragestellungen herausarbeiten und die zur Lösung notwendigen fachlichen Kompetenzen zusammenführen. Das Produkt besteht in einer gemeinsam gestalteten schulöffentlichen Ausstellung. Dafür sind die in den drei ersten Halbjahren erarbeiteten Fähigkeiten (fachliche Expertise, Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit) notwendig. Im Unterschied zu 12.1 ist die Fragestellung nicht gesetzt. Es wird erwartet, daß die Schüler aus der Sache heraus in dem problemangemessenen Umfang fächerübergreifend arbeiten.

Wesentlich ist, daß alle fächerverbindenden Unterrichtsabschnitte durch vorhergehenden gefächerten Unterricht intensiv vorbereitet werden. Die Erprobung solcher fächerverbindenden Aktivitäten hinsichtlich ihrer methodischen Möglichkeiten und Probleme sowie die begleitende Erforschung ihrer Beiträge zum fächerübergreifenden Denken gehören zum Kern des Modellversuchs. Es ist zu erkunden, wie sich komplexe, mehrdimensionale Lehr-Lern-Arrangements auf die Herausbildung von Schlüsselqualifikationen, den Erwerb fachüberschreitenden Wissens und die Einschätzung der Sinnhaftigkeit fachübergreifenden Arbeitens durch die Schüler auswirken.

1.3 Schlüsselprobleme und Lebensweltbezug

Bei der Bestimmung von Rahmenthemen für die BINGO-Halbjahre sind gesellschaftliche Schlüsselprobleme eine wichtige Orientierung. Es bleibt zu diskutieren, ob damit automatisch ein Bezug zur Lebenswelt der Schüler einhergeht.

1.3.1 Epochaltypische Schlüsselprobleme

Klafki leitet aus seiner Bildungstheorie und seinem Allgemeinbildungsbegriff als eine didaktische Konsequenz die Konzentration des Unterrichts auf "epochaltypische Schlüsselprobleme" ab (Klafki 1994, 56ff.). Als Kernelemente werden die Friedensfrage, die Umweltproblematik, gesellschaftliche Ungleichheit, die Auswirkungen der Informationstechnik auf das Produktionssystem und die zwischenmenschlichen Beziehungen genannt. Die Schülerinnen und Schüler sollen dadurch befähigt werden, verantwortlich an der Bewältigung von Problemen der Gegenwart und der absehbaren Zukunft mitzuarbeiten.

Im Bericht der Bremer Schulreform-Kommission (Klafki 1993, 73) findet sich eine etwas modifizierte Liste. Klafki selbst merkt an (1994, 56), daß seine Liste der Schlüsselprobleme nicht auf einer gesellschaftswissenschaftlichen Analyse oder auf einer Zukunftstheorie basiert. Sie sei jedoch nicht beliebig erweiterbar, wenn man das Attribut "epochaltypisch" beachte. Dennoch erscheint die Auswahl und die gewählte Gruppierung der Einzelprobleme zu einem gewissen Grade willkürlich, um als neue Lösung des Kanonproblems verbindlicher Kulturinhalte für die Schule zu dienen. Tenorth kritisiert die Klafkischen Schlüsselprobleme zu Recht dahingehend, daß sie keinen Kanon im *pädagogischen Sinne* darstellten, allenfalls Themen, die einer Transformation in Lernanlässe erst noch bedürften (s. Tenorth 1994, 175).

Solche Transformationen als Top-Down-Prozesse sind jedoch schwierig. Aus der erziehungswissenschaftlichen Debatte um die Allgemeinbildung lassen sich keine unmittelbaren Schlüsse auf die Bedeutung einzelner Fächer oder ihrer Inhalte ableiten. Ebenso wenig eignen sich abstraktere Beschreibungen der Merkmale allgemeiner Bildung wie sie Heymann (1990, 22ff.) als Aufgaben der Schule anführt:

- Vorbereitung auf zukünftige Lebenssituationen
- Stiftung kultureller Kohärenz
- Aufbau eines Weltbildes
- Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch

- Entfaltung eines verantwortlichen Umgangs mit den zu erwerbenden Kompetenzen
- Stärkung des Schüler-Ichs.

Heymann (1990, 25) sieht diese Punkte als einen "pädagogischen Maßstab", auf den vorliegende curriculare Entwürfe bezogen und bewertet werden sollen. Das bedeutet, daß curriculare Entwürfe erst nach Vorliegen auf ihren Beitrag zur Allgemeinbildung hin diskutiert werden können. Auch Tenorth benennt das Problem der Umsetzung allgemeiner Beschreibungen von Bildungsinhalten in konkrete Unterrichtsentwürfe:

Das kontroverse Problem besteht in der lehrplanmäßigen Bestimmung und Umsetzung solcher gemeinsam geteilten Erwartungen, in der Konstruktion des Lehrplans also, in dem sich die Selbstverständlichkeiten und Lernerwartungen material definieren und als Anlässe und Themen für Lerngelegenheiten fixiert werden. (Tenorth 1994, 173f.)

Die Festlegung von fächerverbindenden Rahmenthemen für den BINGO-Ansatz soll daher zwar unter dem Orientierungs- und Bezugsrahmen "Schlüsselprobleme" erfolgen, ohne jedoch den Anspruch zu erheben, aus diesem deduziert zu sein. Ein relativierendes Element besteht zudem darin, daß gesellschaftliche "epochaltypische" Probleme keineswegs auch gleichzeitig von den Schülerinnen und Schülern individuell als sinnhaftig und bedeutsam wahrgenommen werden.

1.3.2 Lebensweltbezug

Während *Schlüsselprobleme* auf die kulturelle gesellschaftliche Ebene verweisen, bezieht sich das Stichwort *Alltags- oder Lebensweltbezug* auf den Schüler als Individuum. Einem herstellbaren Konsens über einen begrenzten Kanon gegenwarts- und zukunftsbedeutsamer Problemfelder der Gesellschaft steht eine Fülle sehr unterschiedlicher Wahrnehmungen von Lebenswelt gegenüber. Bethge (1988, 16f.) führt unter Bezugnahme auf Schütz (1979) aus, daß eine (Problem-) Situation einerseits durch die dem Subjekt auferlegte Struktur der Lebenswelt objektiv sei und gleichzeitig sehr variabel, weil sie aufgrund des Wissensvorrats des Individuums sehr verschieden definiert und bewältigt werden könne. Damit korrespondiert die Entwicklung unterschiedlicher Interessenschwerpunkte von Schülerinnen und Schülern,

die sich im Verlaufe der Sekundarstufe zunehmend ausdifferenzieren. Auch Klafki verweist auf die Notwendigkeit einer "polaren Ergänzung" zur Konzentration auf Schlüsselprobleme durch eine Förderung vielseitiger Interessen und Fähigkeiten (vgl. Klafki 1994, 69). Als Beispiel kann angeführt werden, daß ein Schüler die rasanten Entwicklungen in der Biotechnologie für sich keineswegs als wichtig bzw. "problemhaft" ansehen muß, unabhängig von den sich gesamtgesellschaftlich abzeichnenden Folgen.

An dieser Stelle soll nicht die gesellschaftswissenschaftliche Lebenswelt-Theorie (s. dazu Schütz 1979) aufgearbeitet, sondern vielmehr die naturwissenschaftsdidaktische Diskussion aufgegriffen werden. Kritik an einem mangelnden Lebensweltbezug äußern Schüler vor allem am Physik- und Chemie-, kaum jedoch am Biologieunterricht. Dengler (1995) hat in einer Befragung von Gymnasiasten ermittelt, daß beim Bezug des Physikunterrichts zu alltagspraktischen Anwendungen die größten Diskrepanzen zwischen den Erwartungen der Schüler und der Unterrichtsrealität bestehen. Hierin ist ein wesentliches Motiv für Denglers zusammenfassende Interpretation zu sehen:

Physik (wird) auf einer kognitiven Ebene akzeptiert, (spricht) aber viele Menschen nicht auf der affektiven Ebene an. Physik wird vom größten Teil der Befragten als wichtig und nützlich angesehen; weniger als die Hälfte kann sich jedoch für sie begeistern. (Dengler 1995, 25)

Woest (1997) kommt in einer Befragung zum Chemieunterricht zu ähnlichen Ergebnissen:

Die Schüler fordern, daß der Chemieunterricht praxis-, bzw. alltagsorientiert und somit in ihrem Sinne schülergerecht gestaltet sein sollte. (Woest 1997, 56)

Dinge aus dem Alltag und der Umwelt zu erforschen, ist nach "Experimente selbst durchführen" der von den Schüler am positivsten bewertete Lernanlaß. Hier zeigt sich, daß die eingangs kritisierte strenge Ausrichtung des naturwissenschaftlichen Unterrichts an der Fachsystematik die Schüler dessen Sinnhaftigkeit infrage stellen lassen. Eine Ausnahme bildet die Biologie, der die Schüler starke Bedeutung für die eigene Person (z.B. Gesundheit, Ernährung, Erhaltung von Lebensräumen) zumessen.

Das hieraus resultierende mangelnde Interesse an der Chemie und Physik ist einer der Gründe, daß sich die Fachdidaktik dem Thema "Lebensweltbezug"

in den letzten Jahren verstärkt zugewandt hat. Ein weiterer Grund sind Ergebnisse der Lehr-Lern-Forschung, wonach Sachwissen nicht in Form abstrakter und allgemein formulierter Gesetze und Prinzipien erworben wird, sondern in einzelnen situativen Kontexten mit sachlichen und sozialen Komponenten (s. dazu Duit 1997), die sich erst langsam zu übergeordneten Prinzipien vernetzen. Es ist demnach ein unproduktiver Ansatz, Schülerinnen und Schülern im Unterricht allgemeine Gesetzmäßigkeiten zu vermitteln und dann von ihnen eine Übertragung auf konkrete Problemstellungen zu erwarten. Während "Anwendungen" üblicherweise am Ende eines fachsystematisch strukturierten Unterrichtsabschnittes stehen, sollten nach diesen Überlegungen konkrete Problemstellungen im Zentrum des Unterrichts stehen. Die Bereitschaft der Schüler, sich damit auseinanderzusetzen, steigt mit der Einschätzung der Sinnhaftigkeit des Lernanlasses.

Alltagsbezug kann nicht einfach heißen, zwischendurch einmal darauf hinzuweisen, wo ein physikalisches Gesetz angewendet wird. Es bedarf mehr: Alltägliche Phänomene müssen zu bestimmenden Elementen des Unterrichts werden. Mit diesen sollen Kinder und Jugendliche physikalische Methoden und Inhalte, wissenschaftliches Denken und Handeln entwickeln. (Labudde 1993, 93)

Alltägliche Probleme sind nun jedoch nicht immer Schlüsselproblemen zuzuordnen. Labudde (1986) behandelt für die Physik z.B. die Angst des Tormanns beim Elfmeter, Ski-Abfahrtsrennen oder Trampolinspringen. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Lösung von Schlüsselproblemen ist — obwohl er nicht unterschätzt werden soll — politischen, kulturellen oder ethischen Entwicklungen oftmals untergeordnet. Die Transformation des epochaltypischen Schlüsselproblems "Umweltfrage" auf alltägliche Probleme aus der Lebenswelt von Schülerinnen und Schülern führt leicht zu sehr eingegrenzten Themenstellungen, bei denen "das große Ganze" kaum noch zu erkennen ist.

1.3.3 Konsequenzen für den Modellversuch

Aus den relativierenden Ausführungen zur Ableitbarkeit konkreter Inhalte aus Schlüsselproblemen darf kein Verharren in der fachwissenschaftlichen Systematik abgeleitet werden. Es bleibt unter den Aspekten der allgemeinen

Bildung, der Gewinnung der Schüler für den naturwissenschaftlichen Unterricht und der Förderung von Lernprozessen die Aufgabe für den Modellversuch BINGO, Schlüsselprobleme und Lebensweltbezug zu bestimmenden Elementen des Unterrichts, d.h. konkret der Rahmenthemen, zu machen.

Folgende Rahmenthemen strukturieren bei BINGO die Jahrgänge 11 bis 13:

- 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) ,
- Natur und Medizin (13.1).

Für das Halbjahr 13.2 wurde noch keine genaue Festlegung getroffen. Bis auf das Thema "Licht und Farbe" werden die Themen dem Kriterium gesellschaftlich relevanter Schlüsselprobleme gerecht. In der von der Bremer Schulreform-Kommission (Klafki 1993, 73f.) gewählten Auflistung sind das die "Umweltfrage" und die Frage der "Weiterentwicklung von Technik und Ökonomie". Für das Halbjahr 12.2 stehen der Alltags- und Lebensweltbezug im Vordergrund (z.B. Lebensmittelfarben, Beleuchtungsmittel). Weitere Kriterien für die Bestimmung der Rahmenthemen wurden bereits unter Punkt 1.2.2.2 dargelegt. Die konkrete unterrichtliche Umsetzung wird unter Punkt 2 ausführlich erläutert.

Ein Einwand gegen die Orientierung an Schlüsselproblemen lautet, daß damit unweigerlich ein Projektunterricht einhergehen müsse. Dies wäre durchaus im Sinne von Klafkis "Problemunterricht". Dem hält Muckenfuß (1995, 22 f.) entgegen, daß ein situationsspezifischer Projektunterricht den Aufbau der notwendigen Fachkenntnisse nicht leisten könne. Die fachlichen Voraussetzungen zur Bearbeitung so komplexer Probleme wie der Ozonproblematik seien so umfassend, daß eine ernstgenommene Orientierung an Schlüsselproblemen einen deutlichen Ausbau des naturwissenschaftlichen Unterrichts erfordere.

Ein auf die "epochaltypischen Schlüsselprobleme" hin orientierter Unterricht erfordert zwingend eine Intensivierung der fachlichen Grundbildung in den Naturwissenschaften. (Muckenfuß 1995, 229)

Da eine solche zeitliche Ausweitung kurzfristig nicht zu erreichen ist, wird im Modellversuch BINGO die Beschäftigung mit Ausschnitten epochaltypi-

scher Schlüsselprobleme durch einen fachlich orientierten Unterricht intensiv vorbereitet. Wir gehen davon aus, daß die fächerverbindenden, projektorientierten Phasen vorrangig der Anwendung von Fachkenntnissen und weniger ihrer Erarbeitung zu widmen sind.

1.4 Zusammenfassung

BINGO liefert in der Verknüpfung von *Berufsorientierung* — mit dem Schwerpunkt auf berufsbezogenen Basisqualifikationen —, sinnhaften, gesellschaftlich bedeutsamen *Schlüsselproblemen* und der Gestaltung eines *fächerverbindenden Unterrichts* ein geschlossenes Konzept zur Fortentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts der gymnasialen Oberstufe. Dem von Huber geforderten Paket fachlich spezialisierender und fächerübergreifender bis fächerverbindender Unterrichtsgestaltung wird Rechnung getragen, indem alle drei naturwissenschaftlichen Fächer jeweils an einem gemeinsamen Rahmenthema arbeiten, das zunächst aus den fachlichen Perspektiven der Physik, Chemie und Biologie zu beleuchten ist. Innerhalb der disziplinären Behandlung von Aspekten der Rahmenthemen stehen nicht einzelne Phänomene, Theorien und Methoden des Faches im Vordergrund. Es wird vielmehr gefragt, inwieweit fachliche Wissensbestände zum Verstehen und zur Entscheidungs- und Handlungskompetenz im jeweiligen Rahmenthema beitragen können. Die spezialisierten disziplinären Herangehensweisen werden bereits vom Fach ausgehend überschritten und um Aspekte anderer Fachgebiete, vornehmlich der anderen Naturwissenschaften, ergänzt. Hier ist eine gegenseitig unterstützende Kooperation der verschiedenen *Fachlehrkräfte* gefordert (kooperative Fortbildung, vgl. Lauterbach 1994).

In nachfolgenden projektorientierten Phasen werden die Fachperspektiven verbunden. Die *Schülerinnen und Schüler* bringen ihre jeweiligen Fachkenntnisse, Fragerichtungen und Sichtweisen ein und tauschen sie aus. Die dafür notwendigen mehrperspektivischen Lehr-Lern-Arrangements zeigen eine bemerkenswerte Konvergenz mit Anforderungen aus der Berufswelt für die Herausbildung extrafunktionaler Qualifikationen. Das betrifft besonders die Schlüsselqualifikationen Kooperationsfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit und Denken in Zusammenhängen.

Der Horizont der Einzelfächer wird noch durch weitere berufsorientierende Anteile überschritten. Die Schülerinnen und Schüler lernen Aspekte des Rahmenthemas auch aus der Sicht beruflicher Handlungsfelder kennen. Dazu gehören sowohl Informationen über Berufe und berufliche Anforderungsprofile, die mit dem jeweiligen Rahmenthema verknüpft sind, als auch Erkundungen und Praktika sowie die Hereinnahme von tatsächlich in Betrieben, Verwaltungen oder Hochschulen bearbeiteten themenbezogenen Fragestellungen in den unterrichtlichen Kontext.

Unabdingbare Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung des BINGO-Konzepts ist die Bildung arbeitsfähiger Teams von Fachlehrern, in denen die Abstimmung der Rahmenthemen, die Planung des Ablaufs der Halbjahre, insbesondere der fächerverbindenden Aktivitäten, und die gegenseitige fachliche Beratung erfolgt. Die Lehrkräfte benötigen dafür ebenfalls die gerade genannten Schlüsselqualifikationen. BINGO ist daher auch ein wichtiges Modell für die teamorientierte, kooperative Weiterentwicklung von Einzelschulen.

2. Unterrichtsliche Umsetzung

Der theoretische Rahmen soll an dieser Stelle mit der Beschreibung der praktischen Umsetzung gefüllt werden. Beginnend mit der Planung des fachübergreifenden Unterrichts wird über die konkrete Ausgestaltung im Modellversuch BINGO auch auf die in den Unterricht integrierte Berufsorientierung eingegangen.

2.1 Planungs- und Vorbereitungsprozeß

Um einen möglichst reibungsarmen Ablauf eines fächerverbindenden Unterrichts zu gewährleisten, ist Teambildung, Rahmenplanung, Zeitplanung sowie kontinuierliche Abstimmung erforderlich.

2.1.1 Teambildung

Lehrerinnen und Lehrer, die miteinander kooperieren wollen, bilden ein Team und verabreden einen Planungsrahmen, wie zum Beispiel regelmäßige Treffen, teilnehmende Kurse, Umfang der Zusammenarbeit. Die Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit und die Bereitschaft zur Zusammenarbeit der Lehrerinnen und Lehrer untereinander sind maßgeblich für die Güte des Vorhabens. Lehrerinnen und Lehrer, deren gemeinsames Wirken nur mühselig voranschreitet, werden auch am zu planenden Unterrichtsvorhaben wenig Freude haben und dadurch nicht zu optimalen Ergebnissen kommen, die Lehrerinnen und Lehrer und Schülerinnen und Schüler zufrieden stellen können.

Das Modellvorhaben BINGO hat sich aus einer seit Jahren bestehenden, kollegialen Kooperation im dezentralen naturwissenschaftlichen Lehrerzimmer entwickelt, in dem sich ein großer Teil des Kollegiums des mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Fachbereichs tagtäglich aufhält. Anlässlich eines Planungstags an unserer Schule, welcher der Weiterentwicklung von Unterricht dienen sollte, fand sich das heutige BINGO-Team und entwickelte Ideen zur Zusammenführung der drei naturwissenschaftlichen Grundfächer Biologie, Chemie und Physik. Diese grundlegenden Gedanken wurden dann im Laufe von zahlreichen weiteren Gesprächsrunden

weiterentwickelt, zum Teil verworfen, ergänzt und zu der Grundkonzeption des Modellversuchs BINGO gemacht. Die Konzeption des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts wurde unter dem Gesichtspunkt des Teamteaching gesehen. Dazu sollte das Fachlehrerprinzip nicht aufgegeben werden. Im Unterricht auftretende, fachfremde Inhalte könnten durch Fachlehrerinnen und -lehrer des entsprechenden Faches vermittelt werden. Der Unterricht würde dann nach einem Baukastensystem organisiert, aber unter der Federführung eines Kurslehrers bleiben. Trotzdem erschien eine Realisierung unter den Zwängen der Richtlinien und unter Berücksichtigung der Schülerinteressen nicht möglich. Befragungen von Schülerinnen und Schülern des Abiturjahrgangs über ihre beruflichen Perspektiven sowie die tägliche Erfahrung im Umgang mit unseren Schülerinnen und Schülern hat uns dann bewegt, die anfängliche Idee des fachintegrierten Unterrichts zu Gunsten des fächerverbindenden Unterrichts — verknüpft mit Phasen der beruflichen Orientierung — zu verwerfen.

Nicht alle Kolleginnen und Kollegen unseres Schulzentrums, die Biologie, Physik oder Chemie unterrichten, sind an der Ersterprobung des Modellvorhabens beteiligt. Die Ideen aus diesem Versuch sollen aber weitergegeben werden, neue Kolleginnen und Kollegen sollen für die Arbeit gewonnen werden. Dazu ist ein Fachtag geeignet. Eine solche Veranstaltung gibt Gelegenheit, ein Stück unserer Arbeit kennenzulernen und Erfahrungen, Informationen und Materialien weiterzugeben. Außerdem werden für die nachfolgenden Jahrgänge neue Teams gebildet, indem BINGO-erfahrene Lehrkräfte mit interessierten Kolleginnen und Kollegen aus dem naturwissenschaftlichen Bereich zusammenarbeiten, den Unterricht planen und gestalten. Das BINGO-Konzept kann so modifiziert und die Unterrichtserfahrungen erweitert werden.

2.1.2 Rahmenplanung

Für die beteiligten Fächer wird untersucht,

- welche Anknüpfungspunkte oder inhaltlichen Überschneidungen gegeben sind,

- welcher inhaltlich-zeitliche Rahmen sich auf Grund der Fachsystematik ergibt, der unbedingt eingehalten werden muß,
- welche Kooperationsmöglichkeiten sich damit eröffnen,
- welche Aspekte der Berufsorientierung realisiert werden können.

Oberflächlich betrachtet gibt es nur wenige inhaltliche Überschneidungen in den drei Naturwissenschaften. Aber bei genauerer Durchsicht der Lehrpläne, Rahmenrichtlinien und KMK-Richtlinien ergeben sich eine Reihe von Anknüpfungspunkten. Zur Entwicklung eines inhaltlichen Konzeptes läßt sich bei Durchsicht dieser Pläne ein Netzwerk von Verknüpfungspunkten zwischen den einzubeziehenden Fächern bilden. Nicht immer sind sofort Verbindungen zu entdecken, die alle fachlichen Belange überspannen. Die Lücken in diesem Netz gilt es dann so zu füllen, daß ein gangbarer Weg für alle Beteiligten gefunden wird.

Dabei genügt es zunächst, Verbindungen zwischen je zwei Fächern zu finden, daran die anderen Fächer anzugliedern und so ein inhaltliches Konzept zu entwickeln. Für den Unterricht im Modellversuch BINGO wurden folgende Rahmenthemen vereinbart:

- *Messen, Beschreiben, Strukturieren am Beispiel ökologischer Untersuchungen an einem Sandentnahmesees*

Planung, Durchführung und Diskussion von naturwissenschaftlichen Untersuchungen, Strukturierung naturwissenschaftlicher Aussagen unter quantitativen und qualitativen Gesichtspunkten

- *Das Klima der Erde, der Treibhauseffekt*

Aufbau der Atmosphäre, die Lufthülle der Erde als Lebensraum, Veränderung im Klima der Erde (Ursachen und Folgen), Ozonproblematik, Massentierhaltung, nachwachsende Rohstoffe

- *Kontinuität und Veränderung des Lebens — Gentechnik*

natürliche und künstliche Veränderung der Erbanlagen, Gentechnologie

- *Licht und Farbe*

Licht als Lebensgrundlage, Modelle des Lichtes, Licht und Energie, Wahrnehmung

- *Natur und Medizin*

Methoden der Diagnostik und Therapie in der Medizin vor dem Hintergrund der drei Naturwissenschaften, Entstehung von Gesundheitsstörungen

- *Analyse eines Produktbereichs*

projektartige Verknüpfung von naturwissenschaftlichen Kenntnissen mit Recyclingverfahren und anderen technischen Prozessen im Rahmen der industriellen Produktion für den Weltmarkt

Der durch die Rahmenrichtlinien und die Einheitlichen Prüfungsanforderungen (EPA) gesteckte Rahmen ist durch die Wahl der Themen erfüllt.

Es ließen sich eine ganze Reihe weiterer Verknüpfungspunkte zwischen den Fächern finden, die aber nicht weiter in der Planung berücksichtigt wurden, da

- eines der drei Fächer nicht ausreichend einbezogen werden konnte,
- der Lebensweltbezug nicht deutlich genug hervortrat,
- die daraus resultierende Reihenfolge der Kurse die Fachsystematik in zumindest einem der drei Fächer erheblich verletzt hätte,
- das Thema eine zu theoretische Abhandlung gefordert hätte.

2.1.3 Zeitplanung

Die Möglichkeit der Kooperation der Kurse, die fächerverbindend arbeiten sollen, untereinander ist nur gegeben, wenn für alle beteiligten Schülerinnen und Schüler mindestens ein wöchentlicher Termin für die gemeinsame Arbeit zur Verfügung steht. Im günstigsten Fall findet in den Kursen der Unterricht gleichzeitig statt.

Für den Modellversuch BINGO hat sich eine Verteilung der fünf Grundkurse auf zwei Schienen ergeben, d.h. vier der fünf Kurse werden zeitlich parallel unterrichtet, der fünfte Kurs, ein Chemie-Grundkurs, liegt auf einer zeitlich anderen Schiene. Es hat sich herausgestellt, daß in unserem Schulzentrum eine solche Verteilung der naturwissenschaftlichen Grundkurse auf zwei Schienen auch in den nachfolgenden Jahrgängen organisierbar ist. Die Zwänge der Schienenbildung für einen Jahrgang lassen durchaus solche Möglichkeiten offen. Das Lehrerteam legt einen zeitlichen Rahmen für die

Phase der Kooperation der ausgewählten Kurse fest. Dabei sind die Rahmenbedingungen des Kurssystems wie Klausuren, Prüfungen etc. zu beachten.

Der Modellversuch BINGO wurde von Anfang an so konzipiert, daß die Kooperation der Kurse sich auf sechs Halbjahre (11.1-13.2) erstrecken wird. Es ist aber durchaus denkbar, daß unter anderen Rahmenbedingungen sich zwei oder mehrere Kurse über einen kürzeren Zeitraum, vielleicht nur ein Halbjahr oder einige Wochen in einem Halbjahr, zu einer gemeinsamen Arbeit zusammenfinden. Die Kooperation innerhalb des Halbjahres kann auf unterschiedliche Weise erfolgen, genauere Angaben sind bei der Beschreibung der fächerübergreifenden Arbeit in den einzelnen Halbjahren zu finden.

2.1.4 Kontinuierliche Abstimmung

Ist die Sachlage geklärt, sind also Arbeitstermine für die Schülerinnen und Schüler gefunden, die Zwänge des Kurssystems durchleuchtet worden, kann die inhaltliche Planung detaillierter erfolgen.

Diese Phase der Planung kann für die Lehrkräfte nur zu festen Terminen außerhalb des Unterrichts erfolgen. Das BINGO-Team trifft sich regelmäßig

- einmal wöchentlich zur Besprechung der wichtigsten, oft organisatorischen Probleme während des Vormittags,
- vierzehntägig nachmittags, um aktuelle inhaltliche Fragen zu klären,
- zwei- bis dreimal im Halbjahr am Wochenende (Wochenendtagungen), um neue Halbjahre zu planen, besondere Vorhaben innerhalb dieser Halbjahre vorzubereiten und die Nachbereitung durchgeführter Vorhaben zu vollziehen,
- vor Schuljahresbeginn in den Ferien, um einen reibungslosen Start zu ermöglichen.

Die schon im voraus erkundeten Verknüpfungsmöglichkeiten werden auf den zu entwickelnden Kurs bezogen und detaillierter ausgearbeitet. Das Lehrerteam muß dabei eng kooperieren, um sich nun — soweit erforderlich — gegenseitig die jeweiligen Inhalte der anderen Unterrichtsfächer zu vermitteln. Die Fortbildung der Lehrerinnen und Lehrer untereinander hat einen hohen Stellenwert, denn nur wenn jeder teilhabende Lehrer auch zumindest grobe Informationen über den fachlichen Rahmen der anderen Fächer hat, ist

eine fachübergreifende Arbeit sinnvoll (schulinterne Lehrerfortbildung). Jeder Lehrer muß den Schülerinnen und Schülern gegenüber eine gewisse Kompetenz auch in den Inhalten der anderen Fächer aufweisen, um die Sinnhaftigkeit des fachübergreifenden Arbeitens zu signalisieren.

Der Informationsaustausch auf fachlicher Ebene zwischen den kooperierenden Kolleginnen und Kollegen kann je nach Umfang des zu vermittelnden Inhalts in den unterrichtsfreien Zeiten am Vormittag individuell geregelt werden oder auch zu gesondert einzurichtenden Terminen erfolgen. Die Weitergabe von Informationen an die nicht unmittelbar beteiligten Lehrkräfte erfolgt sinnvollerweise in der ruhigen und ungestörten Atmosphäre eines Fachtags.

2.2 Fachübergreifendes Arbeiten

Ist der inhaltliche Rahmen abgesteckt, muß nun die Frage der Art der Kooperation der Kurse untereinander geklärt werden. Es ist u.a. zu entscheiden,

- ob die Kurse in jedem Schritt parallel unterrichtet werden, so daß jeder Kollege auch die fachlichen Inhalte der anderen Fächer vertritt,
- ob eine zeitlich kürzere Kooperationsphase der Gruppen verknüpft mit einer anderen Form des Lernens, ggf. auch an außerschulischen Lernorten, gewählt werden kann.

Die Zahl der Möglichkeiten ist vielfältig. Für den Modellversuch wurde entschieden, daß Phasen der engen Kooperation der Kurse mit Phasen des fachspezifischen Unterrichts verknüpft werden, also nicht jederzeit die Gruppen miteinander in enger unterrichtlicher Kooperation stehen. Die unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer haben aber natürlich jederzeit diese Kooperationsphase im Blick, richten ihren Unterricht darauf aus und führen so die Schülerinnen und Schüler gezielt auf diesen besonderen Zeitraum der Zusammenarbeit hin. Die Strukturen dieser Verzahnungen können von Halbjahr zu Halbjahr verschieden sein. Im folgenden werden die von uns bisher erprobten Möglichkeiten dargestellt.

2.2.1 Hinführung der Schülerinnen und Schüler zu fachübergreifendem Arbeiten

Zunächst muß den Schülerinnen und Schülern der Gedanke des fachübergreifenden Unterrichts nahe gebracht werden. Erfahrungsgemäß sind nicht alle Schülerinnen und Schüler sofort zu begeistern, denn die Wahl der Fächer durch die Schülerinnen und Schüler erfolgt in der Regel nicht grundlos. So ist eine Schülerin/ein Schüler, der ein Fach bewußt nicht gewählt hat, nur schwer zu bewegen, sich nun doch mit Inhalten dieses wenig geliebten Faches auseinanderzusetzen. Außerdem befürchten manche Schülerinnen und Schüler, daß diese neue, ungewohnte Form des Unterrichts mit Mehrarbeit nicht nur für die Lehrerinnen und Lehrer verbunden ist, die nicht gern akzeptiert wird. Der Erfolg des Unterrichtsvorhabens wird wesentlich beeinflußt von der positiven Einstimmung der Schülerinnen und Schüler auf diese vermutlich neue Erfahrung in Schule und Unterricht.

Die Notwendigkeit der fachübergreifenden Behandlung eines komplexen Themenbereichs kann den Schülerinnen und Schülern durch die Einstimmung auf das gemeinsame Problem verdeutlicht werden. Alle beteiligten Gruppen werden in gleicher Weise beispielsweise durch einen Film, Zeitschriftenartikel, Erlebnispfad, Besichtigung, Vortrag eines Betroffenen etc. eingestimmt. In den Köpfen der Schülerinnen und Schüler wird so das Bewußtsein geweckt, daß das Thema eine Zusammenarbeit mit anderen Kursen fordert, daß also das fachtrennende Denken überwunden werden muß.

Geeignet und in diesem Modellvorhaben erprobt sind hierzu folgende Verfahrensweisen, die sich an konkreten Fragestellungen orientieren:

- Vorstellung des unterrichtlichen Themas durch eine gemeinsame Begehung des zu untersuchenden Sandentnahmesees:

Als Start in die neue Thematik des Halbjahres 11.1 wurde das zu untersuchende Objekt, ein nahe der Schule gelegener Sandentnahmesee, der beim Bau der Autobahn vor einigen Jahren entstanden ist, vom Dach der Schule mit den Schülerinnen und Schülern des Jahrgangs betrachtet. Die Schülerinnen und Schüler hatten die Aufgabe, sich anhand eines Meßtischblattes zu orientieren, Teiche, Inseln, Abflüsse ausfindig zu machen. Eine anschließende Begehung des Geländes diente der Orientierung vor Ort und der Herausarbeitung der Fragestellungen rund um diesen See.

- Hinführung zum Thema "Klima" durch den Film "Crash 2030":

Solche Filme können die Diskussion um die ökologische, ökonomische und soziale Dimension der Problematik "Treibhauseffekt" anregen. Anhand dieser Gesprächsrunde werden die Probleme benannt, Schlüsselthemen gesammelt, die Verknüpfungen zu den Fachinhalten hergestellt und die unterrichtliche Behandlung zeitlich gegliedert. Die Schülerinnen und Schüler haben so die Möglichkeit, auf die Inhalte des Unterrichts in einem gewissen Rahmen Einfluß zu nehmen und die zeitliche Abfolge der Behandlung mitzubestimmen.

- Aufzeigen der Problematik anhand von realen Objekten (Gentomate - ja oder nein?), Zeitungsartikeln, aktueller Berichterstattung, Materialien des Verbraucherschutzes bezogen auf das Thema Gentechnik:

Leuchtend rote Tomaten, appetitlich aussehendes Obst, gegen Unkrautvernichtungsmittel resistentes Gemüse lassen bei den Schülerinnen und Schülern unmittelbaren Argwohn gegen diese Produkte aufkommen. Die aktuelle Berichterstattung der Medien bietet darüber hinaus genug Anregungen, um über das Thema Gentechnik nachzudenken. Die Schülerinnen und Schüler erfahren so, daß sie über die Technologie an sich und deren Möglichkeiten noch zu wenig wissen. Die Notwendigkeit, die Erarbeitung der grundlegenden Begriffe zu dieser neuen Technologie zum Unterrichtsgegenstand zu machen, ergibt sich unmittelbar.

2.2.2 Formen fachübergreifenden Arbeitens im Modellversuch

Drei verschiedene Modelle des fachübergreifenden Arbeitens sind im Modellversuch bisher erprobt worden.

Modell 1

Der Unterricht eines Halbjahres in den drei naturwissenschaftlichen Grundfächern Biologie, Chemie und Physik wird so gestaltet, daß zielgerichtet fachspezifische Fragestellungen zu einem Objekt bearbeitet werden. Dabei wird den Schülerinnen und Schülern eine Frage zur Beurteilung vorgelegt, deren kompetente Beantwortung Sachkenntnisse über das zu beurteilende Objekt verlangt. Dieses Wissen wird im Laufe des Unterrichts gewonnen, die

fachspezifischen Inhalte werden so weit erarbeitet, wie sie zur Erlangung dieser Sachkenntnisse notwendig sind.

Alle Gruppen also arbeiten inhaltlich, aber fachspezifisch am selben Objekt. Treten fachüberschreitende Fragen auf, so wird der Kontakt zu Gruppen mit den entsprechenden Kenntnissen oder fachlichen Möglichkeiten gesucht, die Problemstellung wird zur Bearbeitung anderen Schülergruppen übergeben, die Ergebnisse dieser Auftragsarbeit werden ausgetauscht und dann wieder in die eigenen Betrachtungen einbezogen. Abschluß dieser fachübergreifenden Arbeit ist die gemeinsame Behandlung einer übergreifenden Fragestellung zum Beispiel in Form eines Rollenspiels.

Beispiel "Sandentnahmesee": Im Unterricht der Fächer Biologie, Chemie und Physik wurden Fragestellungen rund um einen Sandentnahmesee bearbeitet, um beurteilen zu können, ob dieser See in einen Freizeitpark umgewidmet werden könnte. Die Gruppen haben beispielsweise Pflanzen kartiert, Wasseranalysen durchgeführt, den See vermessen und Strömungsgeschwindigkeiten in verschiedenen Abzugsgräben bestimmt. Die Ergebnisse der einzelnen Arbeiten wurden je nach Untersuchungsfortschritt den anderen Gruppen mitgeteilt, indem sie auf Plakaten an einer Pinwand aufgelistet wurden. Auftragsarbeiten wurden entgegengenommen und durchgeführt. Alle Untersuchungen wurden dann in einen großen Kontext gestellt, indem den Schülerinnen und Schülern glaubhaft die Beantragung der Umwidmung des Geländes in einen Freizeitpark vorgeschlagen wurde. Alle Schülerinnen und Schüler der fünf Lerngruppen haben diese Frage gemeinsam in einem Rollenspiel diskutiert und dabei sowohl die wirtschaftlichen als auch die ökologischen Interessen sowie die Folgen für die Anwohner überzeugend vertreten.

Modell 2

In den drei Fächern werden inhaltlich Aspekte zu einem umfassenden Leitthema erarbeitet. Dabei werden neben fachspezifischen auch fachüberschreitende Inhalte nach Bedarf im Unterricht vermittelt. Der Unterricht in Fachgruppen mündet in eine Projektphase, in der die Schülerinnen und Schüler Themen eigener Wahl zum Leitgedanken dieses Halbjahres möglichst in fachübergreifenden Gruppen bearbeiten. Diese Phase wird durch die Präsentation der Arbeiten abgeschlossen.

Beispiel "Klima": In den drei naturwissenschaftlichen Grundfächern wurde inhaltlich zum Leitthema "Atmosphäre" gearbeitet. Fachsystematische Inhalte wurden am Beispiel Atmosphäre vermittelt und die fachübergreifenden Aspekte in den Unterricht einbezogen. Die fachspezifische Arbeitsphase zum Leitthema wurde mit einer Klausur abgeschlossen. In der anschließenden Projektphase haben sich die Schülerinnen und Schüler die Themen ihrer Gruppenarbeit unter Berücksichtigung des Leitthemas weitestgehend selbst gewählt und dann bis zur Präsentationsreife bearbeitet. Erwünscht war die fachübergreifende Behandlung der Themen ebenso wie eine fachübergreifende Gruppenzusammensetzung. Zur Präsentation der Gruppenarbeiten wurden die Schulöffentlichkeit und die Eltern eingeladen.

Modell 3

Das fachübergreifende Thema des Halbjahres wird festgelegt, ein gemeinsamer Einstieg wird gewählt. Der Unterricht in den drei Fächern ist anschließend für eine längere Phase so konzipiert, daß fachspezifische Kenntnisse vermittelt werden. Die Schülerinnen und Schüler werden damit in ihrer gewählten Naturwissenschaft zu "Experten" bezüglich der fachspezifischen Anteile des fachübergreifenden Themas ausgebildet. Ihre so erworbenen Kenntnisse sollen sie dann in eine Gruppenarbeit einbringen, in der eine komplexe Fragestellung zu bearbeiten ist. Diese Aufgabe ist so gestaltet, daß sie nur unter Berücksichtigung von fachspezifischen Anteilen aus allen drei Naturwissenschaften lösbar ist. Deshalb muß bei der Gruppenzusammensetzung darauf geachtet werden, daß Schülerinnen und Schüler als Experten aus allen drei Fachrichtungen vertreten sind. Die Arbeitsgruppen selbst müssen also fachübergreifend zusammengesetzt sein. Auf Grund der Konzeption der Aufgabe sind die Schülerinnen und Schüler also gezwungen, sich gegenseitig zu unterstützen und sich gegenseitig die jeweiligen anderen Fachinhalte zu vermitteln. Jedes Gruppenmitglied hat eine wichtige Funktion und muß zur Lösung dieser fachübergreifenden Fragestellung beitragen. Die Lehrkraft hat in dieser Phase lediglich beratende Funktion.

Beispiel "Gentechnologie": Nach dem gemeinsamen Einstieg über aktuelle Berichterstattungen der Medien zum Thema Gentechnologie wurde in den Fächern Biologie, Chemie und Physik inhaltlich, fachspezifisch gearbeitet.

Nach Abschluß dieser Phase mit einer Klausur wurden die Schülerinnen und Schüler der verschiedenen Kurse in Gruppen zu je 5 Schülerinnen und Schüler eingeteilt unter Berücksichtigung der jeweils erworbenen Kompetenz. Die Gruppen erhielten dann die Aufgabe, ihre Kenntnisse auf eine von drei Fallstudien anzuwenden.

Neben der Aufgabenstellung erhielten die Schülerinnen und Schüler als Unterstützung eine Mappe mit allgemeinen und aufgabenspezifischen Informationen. Für alle Gruppen war der fachliche Rahmen weitestgehend gleich, lediglich die Anwendungssituation variierte. Unterstützend für die Erstellung dieser Fallstudie erhielten die Schülerinnen und Schüler einen Fragenkatalog, der als Leitfaden für die Arbeit dienen sollte. Die Gruppenmitglieder mußten sich bei der Bearbeitung dieser Fragen gegenseitig Informationen vermitteln und in gemeinsamer Diskussion die gestellten Fragen klären. Ziel dieser Arbeitsphase war die Erstellung eines selbstgegliederten Gutachtens.

3. Erprobungen in den Halbjahren 11.1 bis 12.1

Für den vorliegenden Bericht werden drei Unterrichtshalbjahre vom Beginn der 11. Jahrgangsstufe bis zum 1. Halbjahr der Qualifikationsphase (12.1) beschrieben.

3.1 Ökologische Untersuchungen an einem Sandentnahmeseesee (11.1)

3.1.1 Anlage des Halbjahres

Das Halbjahr 11.1 hat in der gymnasialen Oberstufe in zweifacher Hinsicht Brückenfunktion: Für die Schülerinnen und Schüler steht nicht nur die Eingewöhnung in die Arbeitsweisen der Oberstufe an, sondern auch das Zusammenfinden mit neuen Mitschülern und Lehrkräften an einem neuen Oberstufen-Schulzentrum. In den Kursen der gymnasialen Oberstufe kommen Schülerinnen und Schüler von verschiedenen Sekundarstufe I-Schulzentren zusammen, deren Kenntnisse und Fertigkeiten in fachlicher, methodischer und sprachlicher Hinsicht sehr unterschiedlich sind. Nach den Rahmenrichtlinien und Kursleisten des Faches Biologie — und analog denen der Physik und Chemie — dient ...

... der Unterricht in der Einführungsphase den vier allgemeinen Zielen: Kompensation (Aufarbeiten von Defiziten), der Qualifikation (Sicherung im Anwenden von Kenntnissen und Fertigkeiten), Erweiterung (Gewinn neuer Kenntnisse, Einsichten und Fertigkeiten) und der Orientierung (Hinführen auf Anforderungen und Lernzusammenhänge in der Hauptphase.)

Für die Realisierung dieser Ziele war das gemeinsame BINGO-Projektvorhaben der Untersuchung des Sees im Autobahnausgleichgelände sehr geeignet:

Der Unterricht im Halbjahr 11.1. gab den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit, erste Erfahrungen mit fachübergreifender Arbeit in den naturwissenschaftlichen Grundkursen Biologie, Chemie und Physik zu machen. Objekt aller Betrachtungen war ein nahe der Schule gelegener Sandentnahmesee, der beim Bau der Autobahn A 281 in den Jahren 1993/94 entstanden ist. Dieser See und seine nähere Umgebung ist als Feuchtbiotop gedacht und entwickelt sich ohne Einfluß des Menschen in natürlicher Weise fort. Die Frage nach der Nutzung des Sees durch verschiedene Gruppen (Fischerei, Sportverein etc.) ist in der Bevölkerung in der Vergangenheit durchaus diskutiert und im zuständigen Ortsbeirat abgelehnt worden.

Ziel des Unterrichts in den genannten naturwissenschaftlichen Grundfächern sind neben der Förderung von Schlüsselqualifikationen und der beruflichen Orientierung der Erwerb grundlegender Fertigkeiten und Techniken der gewählten Naturwissenschaft sowie die Förderung der Fähigkeiten im Umgang mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen. Die Schülerinnen und Schüler sollten also durch diese Arbeit, mit den Grundgedanken der jeweiligen Naturwissenschaft vertraut gemacht werden — also grundlegende Inhalte erarbeiten — wie auch an einem lebensnahen Beispiel Untersuchungsmethoden kennenlernen und üben.

Der Sandentnahmesee ist zur Realisierung dieser Ziele geeignet, da seine Struktur noch nicht starr ist, sondern sich verändert, das Areal also noch keinen stabilen Zustand erreicht hat. Auch nachfolgende Schülerjahrgänge können ähnliche Untersuchungen an diesem See vornehmen und so im Laufe der Zeit die Veränderungen in diesem Biotop aufzeigen.

Fachübergreifende Erkundungen der geographischen, landschaftsökologischen und allgemein ökologischen Bedingungen standen zunächst im Vor-

dergrund des Unterrichts. Es wurden nach einer Betrachtung des gesamten Geländes vom Dach der Schule Begehungen des Geländes unter Verwendung einer topographischen Karte durchgeführt. Die Schüler mußten sich orientieren und möglicherweise für die Arbeit interessante Plätze auffinden sowie in den Karten vermerken. Um die Frage nach der ökonomischen Nutzungsmöglichkeit des Kleinbiotops beantworten zu können, mußte zunächst die Entstehung, die ökologische Bedeutung, der augenblickliche ökologische Status und die Beziehung zur Umgebung ermittelt werden. Die Schüler bildeten innerhalb der Kurse Teams, die wichtige Parameter im Rahmen typischer Untersuchungs- und Forschungsmethoden der einzelnen Fächer mit intensiver Anleitung durch den betreuenden Lehrer ermittelten.

Die Qualifikation der Schülerinnen und Schüler als fachspezifische Experten sollte im Rahmen der einzelnen Fächer gestärkt werden, indem

- Übungen zu fachspezifischen Arbeitsmethoden durchgeführt wurden;
- fachspezifische und fachüberschreitende Problemstellungen analysiert wurden;
- fachbezogenen Informationen beschafft und verarbeitet wurden;
- Problembereiche aus dem gemeinsamen Objekt "Sandentnahmesee" mit den klassischen Gebieten aus dem entsprechenden Unterrichtsfach verknüpft wurden;
- innerfachliche und fachüberschreitende Anteile unterschieden wurden.

Die fachlichen Inhalte sind den einzelnen fachbezogenen Themenstrukturen zu entnehmen.

Insbesondere erwähnenswert in diesem Halbjahr ist die Kommunikation der einzelnen Kurse untereinander über eine Pinwand ("BINGO-Brett"). Diese Anschlagtafel diente der Veröffentlichung der verschiedenen Untersuchungsergebnisse sowie der Weiterleitung von Fragen und Antworten, Wünschen nach speziellen Materialien sowie der Kontaktaufnahme zu "Experten" anderer Gruppen. Auftragsarbeiten wurden weitergeleitet und von den Mitgliedern der angesprochenen Gruppe ausgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden nicht nur persönlich ausgetauscht, sondern auch am BINGO-Brett veröffentlicht. Die Schüler hatten so jederzeit die Notwendigkeit der fachübergreifenden Arbeit real vor Augen. Augenfällig war, daß nur mit

Hilfe der anderen Fächer sinnvolle Zusammenhänge hinsichtlich dieses Gewässers erkennbar wurden. Die Schüler konnten für sich im Rahmen des Faches für das Gesamtprojekt eine Art Expertenidentität entwickeln.

Der gemeinsame Rahmen für die Arbeit der fünf naturwissenschaftlichen Grundkurse ergab sich u.a. aus der angekündigten großen Podiumsdiskussion zum Abschluß der Arbeitsphase. Anlaß für dieses Rollenspiel war das (fiktive) Vorhaben einer (ebenso nicht existenten) Firma "FreizeitPark Deutschland GmbH", diesen Sandentnahmesee in einen Freizeitpark umzuwidmen. Die Schüler haben dazu ein Anschreiben erhalten, in dem die Geschäftsleitung ihr Vorhaben umreißt und für die Vorzüge wirbt. Aufgabe der Kurse war es nun, alle Rollen in diesem Spiel zu besetzen, also sowohl die Standpunkte der Anlieger, des Ortsbeirates, der Vertreter des Amtes für Stadtentwicklung, der Kleinunternehmer (Imbiss-Bude, Minigolf etc.), der planenden Firma "FreiPad" sowie auch der Umweltschützer (BUND beispielsweise) zu vertreten. Alle Kurse haben sich auf die Podiumsdiskussion vorbereitet, die entsprechenden Experten benannt und an den "runden" Tisch geschickt. Die Veranstaltung selbst wurde mit allen an dem Projekt beteiligten Schülerinnen und Schülern durchgeführt, so daß die nicht unmittelbar beteiligten Schüler zumindest als "betroffene Anlieger" teilnehmen konnten. Die gezielt auf die Podiumsdiskussion bezogenen Aufgabenstellungen aus der Phase der Seeuntersuchungen sollten kompetenzsteigernde Wirkung haben und die Relevanz fachübergreifenden Arbeitens unter Einbeziehung eines solchen gemeinsamen Projektes verdeutlichen. Neben den fachlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten sind eine Reihe von nicht direkt nachprüfbar Qualifikationen vermittelt worden, die im späteren Berufsleben von Bedeutung sein werden. Dazu sind zu nennen:

- fachliche Qualifikationen, die unter besonderen Bedingungen einsetzbar sind,
- Argumente aufnehmen und sich ernsthaft mit ihnen auseinandersetzen können,
- Rollen erkennen und sich in Rollen hineinversetzen können,
- Diskussionen in Interessenkonflikten einerseits und um Sachfragen andererseits verfolgen und beeinflussen können.

Der Unterricht im Halbjahr 11.1. hat außerdem die Möglichkeit eröffnet, den

Erwerb von bestimmten Schlüsselqualifikationen wie Teamarbeit in Kleingruppen und die Präsentation von Arbeitsergebnissen einzuleiten.

Die Phase der Untersuchungen zum Sandentnahmesee wurde mit einer Klausur mit fachübergreifenden und fachbezogenen Aufgabenteilen abgeschlossen. Eine Überprüfung der in dieser Phase aus fachlicher Sicht erworbenen Fertigkeiten und Kenntnisse konnte so erfolgen. Die letzten Wochen des Halbjahres wurden zur Ergänzung der fachspezifischen Kenntnisse und Methoden gemäß den geltenden Richtlinien genutzt.

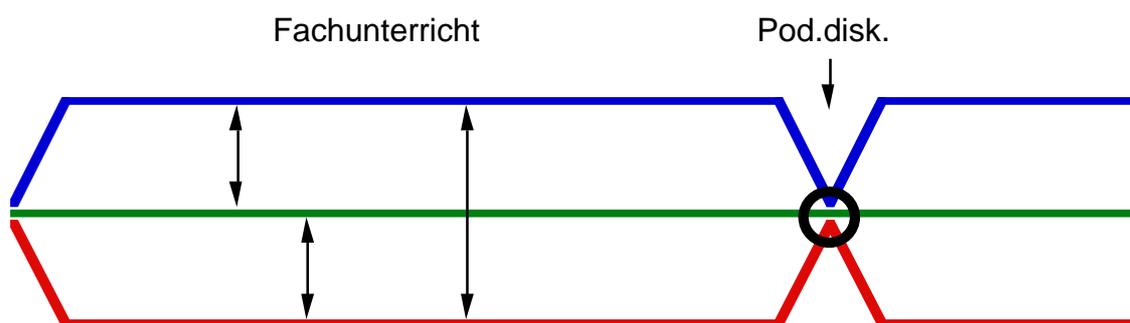


Abb. 3.1.1: Verbindung der drei Unterrichtsfächer im Halbjahr 11.1. Die Linien stehen für die Fächer Chemie, Biologie und Physik.

Zeitlicher Rahmen:

1. Unterrichtswoche: Der gemeinsame Einstieg für alle Gruppen in die Thematik fand innerhalb einer Unterrichtswoche statt. Dazu gehörten eine Orientierung vom Dach der Schule anhand einer topographischen Karte ebenso wie eine Begehung des Geländes und eine Einstimmung auf die Frage der Umwidmung des Sees zu einem Freizeitgelände.

2. - 11. Unterrichtswoche: In den Gruppen wird fachspezifisch am fachübergreifenden Rahmenthema gearbeitet. In dieser Zeit wird auch eine gruppenbezogene Klausur zur geleisteten Arbeit geschrieben.

12. Unterrichtswoche: Die Schüler haben die Podiumsdiskussion als Rollenspiel vorbereitet und durchgeführt sowie innerhalb ihrer Kurse ihre Erfahrungen ausgetauscht.

13. - 19. Unterrichtswoche: Der Unterricht in den Kursen wird fachspezifisch durchgeführt. Dies erfolgt nicht zuletzt, um insgesamt inhaltlich den Rahmenbedingungen (Rahmenrichtlinien und Einheitliche Prüfungsanforderungen) gerecht zu werden.

3.1.2 Fachbezogene Themenstrukturen

3.1.2.1 Biologie

Die Bremer Rahmenrichtlinien schreiben für 11.1 die Zellbiologie und StoffwechsellLeistungen der Zellen und speziellen Zellorganellen vor. Zur Verdeutlichung der unterrichtlichen Umsetzung wird die folgende Schilderung des Ablaufs in fünf Abschnitte unterteilt.

Problemstellungsphase (4 UE)

Das Kennenlernen der Schülerinnen und Schüler untereinander wurde mit einer gegenseitigen Befragung über Berufsvorstellungen und Wünsche sowie wechselweiser Vorstellung verbunden. Es ergab gleichzeitig eine Einstimmung auf die Vorhaben des Modellversuchs BINGO. Als gemeinsamer Einstieg für alle BINGO-Gruppen wurde eine Information über das Ausgleichsgelände und Orientierung anhand einer Karte vom Schuldach ausgewählt. Von oben konnte man gut den Verlauf und die Verbindungen der verschiedenen Gewässer studieren und mit der Karte vergleichen, was bei der späteren Festlegung der Probestellen und der Sicherung der Ergebnisse wichtig werden sollte.

Bei der Erkundung vor Ort konnten erste Beobachtungen über den Zustand der Gewässer, ihren Bewuchs, Vorkommen von Tieren und bereits jetzt vorhandene bzw. verbotene Nutzungen des Geländes protokolliert werden. Die Schülerinnen und Schüler entwickelten aus diesen Ergebnissen eine Liste der denkbaren Nutzungsmöglichkeiten, aber auch eine umfangreiche Liste von Fragen, die vorab geklärt werden müßten, bevor über eine Nutzung als Naturschutzgebiet oder Freizeitpark entschieden werden könnte. Sie konnte in die Bereiche "Bestandsaufnahme", "Biologisches Gleichgewicht" der Lebewesen sowie "nötige Schutzmaßnahmen" untergliedert werden. Die Schüler unterschieden außerdem Untersuchungsaufgaben für Biologen, Chemiker und Physiker. Damit war der Einstieg in die Einübung spezifisch biologischer Arbeitsweisen gegeben.

Phase der ersten biologischen Untersuchungen

Wir einigten uns darauf, mit der Bestandsaufnahme der Tiere im Wasser zu beginnen. In arbeitsgleichen Gruppen wurde an zwei Probestellen, Schönungsteich und Sandentnahmeseesee, das Fangen von Wassertieren mittels Keschern, Sieben und Planktonnetz geübt. Anschließend mußte die tiergerechte Haltung und Freilassung der "Gefangenen" garantiert werden. Die Tiere wurden beobachtet und mit Hilfe von Bestimmungshilfen und Büchern katalogisiert. In den folgenden Stunden arbeiteten die Schüler in Kleingruppen selbständig an der weiteren Bestandsaufnahme von Wassertieren an anderen Probestellen, Pflanzen an den Gewässern, anderen Tieren. Es wurden Artenlisten erstellt und Fehlerquellen diskutiert.

Aus den Beobachtungen ergaben sich erste Auswertungen und Vertiefungen bezüglich der "Kennzeichen des Lebendigen": Arten der Fortbewegung im und auf dem Wasser, Atmung der Wassertiere (Lungen, Kiemen, Tracheen, Tracheenkiemen), Nahrung der Tiere, Nahrungsketten und -netze wurden anhand von Arbeitsblättern erarbeitet. Die gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse wurden von den Schülerinnen und Schülern mit Tabellen, Fotos und Zeichnungen auf Postern an der Pinwand den anderen Gruppen zur Verfügung gestellt.

Phase mikroskopischer und experimenteller Untersuchungen im Fachraum (7 UE)

Aus der Ermittlung der Nahrungsbeziehungen der gefangenen Tiere mittels der Bestimmungsbücher wurde die Bedeutung der Pflanzen als Grundlage der Nahrungsketten deutlich geworden. Auch das Vorhandensein von Sauerstoff für die Atmung der Wassertiere wurde von den Schülerinnen und Schülern aus der Erfahrung von massenhaftem Fischsterben diskutiert. Zusätzlich fiel bei der Arbeit an den Seen auf, daß große Teile der Schönungsteiche und Kanäle von einem dicken, wattigen "Algent Teppich" mit Gasbläschen bedeckt waren. Es ergab sich daher der Anreiz, diesen zu untersuchen und das "Gas" zu identifizieren.

a) Mikroskopie

Bei der Untersuchung des Algent Teppichs konnte nun der Umgang mit den Mikroskopen geübt werden. Wir identifizierten Wasserpest, fädige Grünalgen sowie pflanzliche Einzeller und pflanzliche Zellkolonien. Die Ergebnisse wurden wiederum auf Plakaten veröffentlicht. Der typische lichtmikroskopische Aufbau einer Pflanzenzelle konnte erarbeitet werden.

b) Experimente zur Photosynthese

Zur Identifizierung des durch die Pflanzen des Algent Teppichs produzierten Gases mußte eine weitere biologische Arbeitsmethode eingeübt werden: das Experimentieren. Die Gliederung eines Experiments in Fragestellung, Versuchsanordnung, Ergebnissen, Schlußfolgerung wurde zunächst anhand von im Super8-Film gezeigten Experimenten vorgeführt und die Protokollführung eingeübt. Danach führten die Schülerinnen und Schüler arbeitsteilig unterschiedliche Versuche zur Photosynthese nach schriftlicher Anleitung selbstständig durch, schrieben Protokolle, stellten ihre Ergebnisse vor und diskutierten die Fehlerquellen. Die Bruttogleichung der Photosynthese konnte so begründet werden.

Theoretische Einordnungen (4UE)

Die Bedeutung der Photosynthese beim Aufbau energiereicher Stoffe gab den Anlaß, den Energiebegriff und die Energieumwandlungen bei Lebewesen einzuführen. Der Abbau energiereicher Stoffe und die Energiebereitstellung für Lebewesen (Dissimilation-Atmung) konnten theoretisch angeschlossen werden. Als Zusammenfassung der bisherigen Bestandsaufnahmen und experimentellen Untersuchungen wurde der Sauerstoff-Kohlendioxid-Kreislauf im Ökosystem See zusammengestellt und im Zusammenhang mit den Problemen der Nutzung des Seengebietes diskutiert. In dem Film "Ökosystem See" wurden die Begriffe Nährschicht und Zehrschicht sowie die Vorgänge der Zirkulation verdeutlicht. Daraufhin konnten die Schülerinnen und Schüler noch einmal ihre fachspezifischen Ergebnisse und Argumente für die Podiumsdiskussion ordnen.

Im Anschluß an die Podiumsdiskussion erhielten die Schülerinnen und Schüler die Aufgabe, ihre Meinung zu den Nutzungsmöglichkeiten des Seengebie-

tes schriftlich darzulegen. Diese sollte nicht nur durch eigene fachspezifische Ergebnisse und Kenntnisse begründet werden, sondern auch die in der Podiumsdiskussion dargestellten Ergebnisse der beiden anderen Fächer mit einbeziehen. Die Klausur verlangte neben den fachlichen Anteilen zum Zellaufbau, zur Photosynthese und zu den Stoffkreisläufen im Ökosystem auch die Einordnung der Bedeutung der Nährstoffe (Chemie) und der Fließgeschwindigkeit (Physik).

Ergänzender Unterricht zu weiteren in den Lehrplänen vorgesehenen Fachinhalten (7 UE):

In der Zeit bis zum Ende des Halbjahres wurden die Ultrastruktur der Zelle, Unterschiede zwischen Pflanzen und Tierzellen, Einzeller, Prokaryonten erarbeitet, sowie die Funktionen der Zellorganellen zugeordnet. Transportvorgänge in der Zelle und im Organismus wurden theoretisch und anhand von mikroskopischen Versuchen zur Osmose geklärt.

Fachüberschreitende Anteile	Fachspezifische Anteile
Fragebogen zu persönlichen Präferenzen, Berufsvorstellungen und Wünschen; Vorstellen der Schüler Erkunden des Autobahnausgleichsgebiets auf dem Schuldach mit Aufgabenstellungen, Kartenarbeit. Erkundungen vor Ort Sammeln der Nutzungsmöglichkeiten Entwickeln von naturwissenschaftlichen Fragestellungen Durchführung von Teilprojekten, Auswertung und Aufbereitung der Daten Veröffentlichung eigener Ergebnisse und Erkenntnisse an der BINGO-Pinwand Vorbereitung der Podiumsdiskussion, Wertung der Arbeitsergebnisse, Rollenverteilung Auswertung der Podiumsdiskussion: schriftliche Stellungnahme Klausur mit fächerübergreifenden Anteilen	<i>Bestandsaufnahme</i> <ul style="list-style-type: none"> • Wassertiere, Pflanzen, andere Tiere, Artenliste • Fortbewegung und Atmung der Wassertiere • Nahrungsketten und Nahrungsnetz im See Mikroskopische und experimentelle Untersuchungen <i>Algenteppich</i> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Mikroskopie, • einzellige und mehrzellige Algen, • Wasserpes - lichtmikroskopischer Aufbau der Pflanzenzelle <i>Führen von Versuchsprotokollen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung von Versuchen zur Photosynthese, O₂-Prod. u. Lichtabh. im Film • Schülerversuche zur P.S. mit Protokoll • Summengleichung der P.S. <i>Energiebegriff, Atmung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Sauerstoff-Kohlendioxid-Kreislauf • Nährschicht-Zehrschicht, Zirkulation <i>Ultrastruktur der Zelle, Fkt. d. Zellorganellen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Phagocytose und Exocytose • Diffusion und Osmose, Plasmolyse,

3.1.2.2 Chemie

Problemstellungsphase (4 Unterrichtseinheiten (UE) mit je 70 Minuten)

Im ersten Halbjahr 11.1 wurden in den Chemiekursen während einer Einführungsphase ein Überblick über die Problemstellung Sandentnahmesee und dessen ökologische Bestandsaufnahme gegeben. Hierzu dienten zunächst Karten und eine Exkursion zum nahe gelegenen See. Für den Chemieunterricht ergaben sich die Möglichkeiten zur Wasseruntersuchung, zum Teil auch Bodenuntersuchungen mit Hilfe von Schnelltestverfahren (Merck, Greenpeace-Umweltlaborkasten). Zunächst mußten von den Schülerinnen und Schülern die Probeentnahmestellen festgelegt und die Probeentnahme organisiert werden.

Hierzu war zunächst zwischen Tief- und Flachwasserzonen zu unterscheiden. Die Arbeitsgruppen zu je 4 Personen hatten hierfür mehr Proben zu ziehen. Grundvoraussetzung war die genaue Protokollierung der Probenentnahme und die Erstellung eines Probeentnahmekatasters, um später bei der Auswertung der Versuchsergebnisse etwas über die Vergleichbarkeit der Analysewerte aussagen zu können.

Chemisch-praktische Untersuchungen (6 UE)

Im Schullabor wurden dann die Wasserproben auf Kationen, Anionen, Sauerstoffgehalt, Färbung/Trübung organische Verunreinigungen wie Öl, Benzin untersucht. Da vorauszusehen war, daß die Mehrheit der Untersuchungen einen negativen Befund ergeben würde, weil es sich bei dem See laut Untersuchungen eines Analyselabors um ein nur geringfügig belastetes Gewässer handelt, wurden zu Beginn der Untersuchungen Referenzproben analysiert. Da z.T. überaltete Nachweistests verwendet werden mußten, diente dieses Vorgehen zum einen dazu, die Brauchbarkeit zu überprüfen; zum anderen konnten die Schüler an einem positiven Ergebnis sehen wie der Test anschlägt.

Weil aufgrund der hohen Schülerzahlen in den Chemiekursen ein hoher Verbrauch an Chemikalien zu erwarten war, gingen die Arbeitsgruppen bald dazu über, sich nach einem Probedurchlauf auf einzelne Analyseverfahren zu spezialisieren. In erster Linie wurde qualitativ gearbeitet, aber ein großer Teil

der Arbeitsgruppen (AGs) erhielt brauchbare quantitative Ergebnisse.

Die Versuchsergebnisse wurden dann über die BINGO-Pinwand "veröffentlicht" und den anderen AGs des Projektes zur Verfügung gestellt. Nach Abschluß der praktischen Phase wurde eine intensive Auswertung, eine Fehlerbetrachtung sowie eine Erörterung der untersuchten Parameter im Vergleich zu professionell erhobenen Daten betrieben. Dies geschah im Kursverband.

Fächerübergreifende Phase (6 UE)

Am Abschluß der Projektphase stand die Vorbereitung und Durchführung der Podiumsdiskussion über die fiktive Nutzung des Sandentnahmesees als Freizeitgelände in einem Rollenspiel. Das Zusammentragen der Daten aus den einzelnen AG sowie die Bewertung und Interpretation für den pro-und-contra-Standpunkt wurde nun in fächerübergreifenden AGs geleistet. Die Schüler identifizierten sich z.T. so mit der Aufgabe, daß sie die Fiktion für die Wirklichkeit hielten. Dazu beigetragen hat sicherlich auch das Ambiente mit Video- und Tonbandaufzeichnung. Sie haben intensiv erfahren, wie schwer es ist, mit Daten zu argumentieren, vor allem wenn die Contraseite es darauf anlegte, Bedenken zu zerstreuen.

Chemietheorie Phase (12 UE)

In dieser Phase fand der herkömmliche Unterricht statt, der zunächst die Begriffe Stoff, Reinstoff, Gemisch, Verbindung, Element sowie die verschiedenen Stofftrennverfahren wiederholte oder, soweit nicht bekannt, neu einführte. Dieses geschah anhand von Arbeitsblättern und Schülerversuchen. Über den Ölfleckversuch, Flammenspektroskopie, Rutherford'schen Streuver-such wurde der Atomaufbau und die Elektronenkonfiguration der Elektronenhülle nach dem Termschema eingeführt. In diesem Zusammenhang wurde die Bedeutung von AAS und FES als moderne Analysemethoden angesprochen.

Der Übergang zum nächsten Halbjahr (hier wurden die ersten 5 UE verwendet) wurde mit der Behandlung der verschiedenen Bindungsarten sowie dem System Wasser mit Dipolcharakter, Wasserstoffbrückenbindungen aufgrund von polaren Atombindungen (Elektronegativität) vollzogen.

In der nachstehenden Tabelle sind die Inhalte noch einmal aufgeführt und zugeordnet:

Fachüberschreitend	Fachspezifisch
<ul style="list-style-type: none"> • physikalische Methoden • Herkunft der Ionen • Wirkung auf das Ökosystem • Grenzwerte • Informationen aus Karten- und Gutachtenmaterial verwenden • Bewertung des Zustandes des Ökosystems • Daten und Methodenaustausch über Pinwand oder Kontakt • Podiumsdiskussion : Verwendung der erarbeiteten Daten 	<ul style="list-style-type: none"> • Stoffbegriff • Methoden der Stofftrennung • Ionennachweisreaktionen • Atomaufbau • Moleküle, Tetraederstruktur → polare, unpolare Atombindung, EN → polare/unpolare Moleküle • Bewertung von Analysedaten, /Fehlerbetrachtung • Stofftrennungsverfahren • Nachweisreaktionen • Schnelltestverfahren • Flammenspektroskopie • Eigenschaft von Wasser/ Hexan

3.1.2.3 Physik

Das Kursthema in 11.1 lautet nach den Bremer Rahmenrichtlinien von 1995 "Messen, Beschreiben und Strukturieren" und hat seinen Schwerpunkt auf dem Gebiet der Mechanik. Innerhalb dieses Zielrahmens galt es, Beiträge zum ökologischen Gesamtbild des Sees zu erbringen und gleichzeitig die physikalische Begrifflichkeit daran einzuführen.

Zur Verdeutlichung der unterrichtlichen Umsetzung ist die folgende Schilderung des Ablaufs in vier Abschnitte unterteilt.

Problemstellungsphase (4 Unterrichtseinheiten (UE) mit je 70 Minuten)

Nach einer Vorstellung des BINGO-Modellversuchs und seiner Ziele wurde den Schülerinnen und Schülern das Thema des Halbjahres 11.1 "Erkundung des Sandentnahmesees" bekannt gegeben. An Hand einer Karte des Sees mit einer Planzeichenerklärung und einer Überblicksansicht des Sees vom Dach des Schulgebäudes aus sollten konkrete Fragestellungen zur Seebeschaffenheit von den Schülerinnen und Schülern erkannt und in schriftlicher Form festgehalten werden. Aus der Beschäftigung mit dieser globalen Zustands-

beschreibung wurden in den nächsten beiden Stunden konkrete physikalische Fragestellungen wie Tiefenmessungen (Querschnittsprofil des Sees), Messungen zu den Strömungsgeschwindigkeiten in den Gräben und im See und Temperaturmessungen in Abhängigkeit von der Seetiefe herausgearbeitet.

Erste physikalische Untersuchung (6 UE)

Aus der Diskussion über die einzelnen Probleme, die bei der Vorbereitung zu den einzelnen Messungen auftreten, ergab sich, daß die Messungen noch am einfachsten an den Abflußgräben ausführbar sind. Als erstes Untersuchungsthema ergab sich daher "die Bestimmung der täglich über einen der beiden Abflußgräben in das Maschinenfleet eingeleiteten Wassermenge".

Zur Problemlösung mußten im Unterricht zunächst die hierfür notwendigen Begriffe und Messungen (Messung von Querschnittsfläche und Strömungsgeschwindigkeit) vermittelt werden. Anschließend war noch zu klären, wie und an welchem Ort die Messungen durchgeführt werden können.

Da am Schulzentrum Alwin-Lonke-Str. auch Vermessungstechniker ausgebildet werden, konnte in dankenswerter Weise auf Nivelliergeräte, Nivellierlatten, Bandmaße und anderes Zubehör zur Aufnahme eines Grabenquerschnittsprofils zurückgegriffen werden. Die Schüler wurden vor der Aufnahme von Meßpunkten "vor Ort" im Klassenraum insbesondere mit der Handhabung des Nivelliergerätes vertraut gemacht. Als Meßort über dem Graben wurde eine Brücke ausgewählt, da von hier aus die zur Ermittlung der Querschnittsfläche notwendigen Messungen der Wassertiefe mit einer Nivellierlatte problemlos möglich ist. Die Strömungsgeschwindigkeit an der Grabenoberfläche konnte ebenfalls an einer Brücke am besten bestimmt werden. Es wurde ein Korken von der Brücke aus entgegen der Strömung ins Wasser geworfen. Wenn der Korken den angepeilten Brückenrand wieder erreichte, wurde eine Stoppuhr gestartet. Dann wartete man, bis der Korken am gegenüberliegenden Brückenrand wieder auftauchte und stoppte die Zeit ab. Der Quotient aus gemessener Brückenbreite und gestopptem Zeitintervall ergibt die Strömungsgeschwindigkeit an der Wasseroberfläche..

Die Schülerinnen und Schüler wurden in vier Gruppen zu je vier Lernenden aufgeteilt. Zwei Gruppen konnten an einem Termin das Grabenprofil an je einer Brückenseite aufnehmen und die Strömungsgeschwindigkeit messen.

Alle Schülerinnen und Schüler sollten ein Protokoll erstellen. Hierzu wurde im Anschluß an die Messungen im Unterricht besprochen, wie solch ein Protokoll von der Form her geschrieben wird.

Zweite physikalische Untersuchung (3 UE)

In dieser Phase wurden drei Untersuchungsthemen vergeben.

- "Anlegen eines Landschaftsprofils am Uferbereich des Sandentnahmesees" (2 Gruppen mit je drei Schülern)
- "Messungen von Geschwindigkeitsprofilen am Graben mit einem Meßflügel" (2 Gruppen mit drei und vier Schülern). Der Meßflügel wurde von der Hochschule für Technik, Abteilung "Wasserbau", zur Verfügung gestellt. Ein Gestänge, um den Meßflügel von einer Brücke aus in verschiedenen Höhen über den Wasserboden hinabzulassen, wurde selbst gebaut.
- "Aufnahme eines Querschnittsprofils des Sandentnahmesees" (1 Gruppe mit drei Schülern)

Die Messungen mußten wegen des sehr großen hiermit verbundenen Aufwandes nachmittags erfolgen. An der breitesten Stelle des Sees in nordöstlicher Ausdehnung wurde ein ca. 250 m langes Seil über den See gespannt und an zwei Befestigungspunkten festgezurr. An dem Seil waren alle zehn Meter Markierungen angebracht, so daß man an diesen Orten über Wasser von einem Schlauchboot aus Tiefenmessungen vornehmen konnte. Wegen der Abdrift des Seils auf dem Wasser wurde für die notwendige Ausgleichsrechnung die direkte Entfernung zwischen den beiden Ufermeßpunkten mit einem modernen Tachymeter (REC Elta der Firma Zeiss) und einem als Strahlreflektor dienenden Prisma bestimmt. Diese Messung konnte zwar nur von drei Schülern durchgeführt werden, sie gilt aber unter den BINGO-Schülern als ein "highlight" im Rahmen dieser Projektphase.

Jede der fünf Gruppen hatte nach vierzehn Tagen ein Protokoll über die durchgeführten Messungen abzugeben. Die Gruppenergebnisse wurden auf Karteikarten zusammengefaßt und an der BINGO-Pinwand veröffentlicht.

Kinematik (8 UE)

Über die aus der Beschäftigung mit Strömungen erlangte Erkenntnis, daß bei laminaren Strömungen die Kontinuitätsgleichung $A \cdot v = \text{const.}$ gilt, wurde der

Begriff der Beschleunigung als Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit bei verschiedenen Querschnittsflächen eingeführt. Anschließend konnten die Begriffe Geschwindigkeit und Beschleunigung problemlos auf starre Körper übertragen werden und an ihnen die idealen Bewegungszustände der gleichförmigen und der gleichmäßig beschleunigten Bewegung diskutiert werden. Über entsprechende Weg-Zeit- und Geschwindigkeit-Zeit-Diagramme wurden dann die Bewegungsgesetze aufgestellt. Die Aufnahme von Weg-Zeit-Messungen mit einem Fallgerät ermöglichte es, den freien Fall als Beispiel einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung zu erkennen. Ein Exkurs "Der Fallturm in Bremen" über die Anwendung des freien Falls zur Erzeugung von Schwerelosigkeit beendete diese Phase.

Da die Schülerinnen und Schüler während des Projektes mit vermessungstechnischen Geräten umgegangen waren, bot dies einen Anlaß, sich über die vielfältigen beruflichen Aufgaben im Vermessungswesen zu informieren. Die Mitarbeiter des Katasteramtes in Osterholz-Scharmbeck nahmen sich die Zeit, den Schülerinnen und Schülern an einem Vormittag einen interessanten Einblick in das Katasterwesen, die Verarbeitung topographischer Aufnahmen und in den Umgang mit vermessungstechnischen Geräten zu geben. Danach wurde die einzige Physik Klausur in diesem Halbjahr geschrieben. Ebenso wie die Note des ersten individuell geschriebenen Protokolls (erste Untersuchungsphase) floß sie zu etwa 40% in die gesamte Benotung ein. Das zweite Gruppenprotokoll wurde mit etwa 20% bei der Findung der Gesamtnote berücksichtigt.

Fachüberschreitend	Fachspezifisch
<p>Erkundung des Seegebietes vom Dach des Schulgebäudes mit Aufgabenstellungen zur Orientierung u.a. mit Kartenmaterial, Fernglas und Kompass;</p> <p>Erkundungen vor Ort;</p> <p>Entwicklungen von naturwissenschaftlichen Fragestellungen;</p> <p>Sondierung nach fachlichen Untersuchungsmöglichkeiten;</p> <p>Entgegennahme und Strukturierung von Aufträgen;</p> <p>Durchführung nebenstehender Teilprojekte, Auswertung und Aufbereitung der Daten;</p>	<p>Insgesamt wurden folgende Untersuchungen im Seebereich durchgeführt und protokolliert:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung der täglich über einen der beiden Abflußgräben des Sees abgeleiteten Wassermenge • Aufstellung eines Landschaftsprofils im Uferbereich des Sandentnahmesees • Messungen von Geschwindigkeitsprofilen am Abflußgraben mit einem Meßflügel • Aufnahme eines Querschnittsprofils des Sees <p>Die Durchführung und Auswertung dieser Untersuchungen sind unter folgenden inhaltlichen Aspekten zu sehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erklärung der Meßgrößen als physikalische Größen; • Einführung in das Führen von Versuchsprotokollen;

<p>Veröffentlichung eigener Messdaten an der BINGO-Pinwand und Einsichtnahme in die Untersuchungsergebnisse auch fachfremder Gruppen;</p> <p>Vorbereitung zur Podiumsdiskussion: Wertung der Arbeitsergebnisse, Rollenverteilung;</p> <p>schriftliche Auswertung der Podiumsdiskussion;</p> <p>Klausur mit fachübergreifendem Anteil.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Auswertung der Messergebnisse; • Aufnahme von Querschnittsprofilen mit Nivelliergerät, Nivellierlatte und Bandmaß; • Bestimmung der Querschnittsflächen mit dem Trapezverfahren; • Messungen zur Strömungsgeschwindigkeit; • Aufstellung und Umgang mit der Kontinuitätsgleichung. <p>Die Beschleunigung wurde als zeitliche Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit eingeführt. Eine Übertragung auf starre Körper ermöglichte abschließend die Diskussion gleichförmiger und gleichmäßig beschleunigter Bewegungen (z.B. freier Fall).</p>
---	---

3.1.4 Förderung von Schlüsselqualifikationen

Im Halbjahr 11.1 sollten folgende Schlüsselqualifikationen besonders gefördert werden (s. dazu auch Punkt 1.1.2) :

Schlüsselqualifikationen	Berufsorientierender Bereich	Unterrichtliche Förderung
<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikation • Kooperation • Begründung und Bewertungsfähigkeit • Selbständigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • berufliche Handlungsfähigkeit • berufliche Mündigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Schülerexperimente in arbeitsteiliger Gruppenarbeit • Rollenspiel

Für das erste Halbjahr hatten wir uns vorgenommen, von den o.a. Schlüsselqualifikationen besonders die Kommunikationsfähigkeit und die Kooperationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Diese Fähigkeiten sollten dabei sowohl innerhalb eines Kurses als auch zwischen den verschiedenen Kursen zur Anwendung kommen. Hierfür schien uns ein fächerverbindendes Projekt sinnvoll, an dem die einzelnen Kurse arbeitsteilig mit experimenteller Gruppenarbeit beteiligt sind.

Folgende kommunikative Anforderungen wurden an die Schülerinnen und Schüler gestellt:

- sich zu Arbeitsgruppen zu finden und sich dann für eine anstehende Aufgabe zu entscheiden;
- sich mit der gestellten experimentellen Aufgabe vertraut machen, das Material vom jeweiligen Fachlehrer laut Liste anfordern und sichten;
- den Ort und die Bedingungen der Probenahme am Sandentnahmesee aussuchen und diese Planung mit anderen AGs des Kurses absprechen, um

eine möglichst gute Probenverteilung zu gewährleisten;

- Durchführung der Experimente, wobei die Arbeitseinteilung von der jeweiligen AG selbst vorgenommen werden sollte;
- Auswertung und Dokumentation der Versuchsergebnisse an der Pinwand des Projektes, jedes Mitglied der Arbeitsgruppe sollte über den Stand und die Verteilung der Arbeit innerhalb der Gruppe informiert sein und diesen auch darstellen können.

Um die Kommunikation und Kooperation im gesamten Projekt zu intensivieren, konnten über die Pinwand des Projektes Informationen und besonders auch Fragen und Antworten ausgetauscht werden. So konnten sich die Biologen über pH-Werte, Temperaturen, Wasseranalysedaten und Wassertiefen oder Strömungen bei den Chemikern und Physikern informieren. Die Physiker hingegen erfuhren etwas über die biologischen Zusammenhänge und die Verwendung der von ihnen gelieferten Daten.

Zur Förderung der Kooperation sollte insbesondere die als Rollenspiel konzipierte Podiumsdiskussion über die fiktive Nutzung des Sees als Freizeitzentrum dienen.

Hierfür waren folgende Punkte wichtig:

- persönlicher Austausch von Informationen, Fragestellungen und die Planung von arbeitsteiligem Vorgehen sowohl innerhalb eines Kurses als auch besonders zwischen den verschiedenen Kursen;
- selbständige Vorbereitung auf die jeweilige Position bzw. Funktion für die Podiumsdiskussion;
- Auswahl der Personen und ihrer Rolle, Unterstützung der Vertreter auf dem Podium aus dem Auditorium heraus.

In der Podiumsdiskussion zu dem Angebot der *FreiPad* sollte das Darstellen der eigenen Ergebnisse im Zusammenhang und die Problemlösefähigkeit stärker in den Vordergrund gestellt werden. Gerade in dieser realitätsnahen Situation zeigte sich, wie schwer es für die Schüler war, die verschiedenen Interessen/Emotionen und Sachargumente zu berücksichtigen. Inwieweit bei den Schülern nach der Diskussion ein Denken in Zusammenhängen sowie Berücksichtigen von Sachargumenten der verschiedenen Fächer und Interessen aufgenommen werden konnten, überprüften wir anschließend durch die

Aufgabe, eine schriftliche Stellungnahme zur Verträglichkeit der Nutzung des Ausgleichsgebiets als Freizeitpark abzugeben.

Aus den Beobachtungen und Ergebnissen der Projektphase dieses Halbjahres schlossen wir, daß im nächsten Halbjahr verstärkt die Teamfähigkeit mit den Schlüsselqualifikationen der Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit sowie des Verantwortungsbewußtseins gefördert und trainiert werden sollten. Darüber hinaus müssen den Schülerinnen und Schülern die Bewertungsmaßstäbe offengelegt werden. Von den Lehrkräften müssen geeignete Instrumente zur Erfassung der Entwicklung dieser Schlüsselqualifikationen erarbeitet werden.

3.1.5 Einblicke in Berufsfelder und -strukturen

Zentraler Aspekt der Berufsorientierung im ersten Unterrichtshalbjahr des Modellversuchs BINGO war die Vermittlung grundlegender Einblicke in Tätigkeitsfelder der den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern zuzuordnenden Berufsbereiche. Es galt also zu erkunden, welche typischen Tätigkeiten Biologinnen und Biologen, Chemikerinnen und Chemiker und Physikerinnen und Physiker ausüben. Am Gegenstand der ökologischen Untersuchung des Sandentnahmesees konnten solche Vorstellungen vermittelt werden. Die Schülerinnen und Schüler haben dazu je nach gewähltem Grundfach Informationen über Tätigkeitsmerkmale bestimmter Berufsgruppen erhalten, charakteristische kennengelernt und unter schulischen Gegebenheiten entsprechende Probehandlungen ausgeführt.

Parallel zur Entstehung des Sandentnahmesees ist von einem Bremer Umweltinstitut ein limnologisches Gutachten über dieses Gebiet erstellt worden, also die zu dem damaligen Zeitpunkt vorhandenen Pflanzen, Tiere sowie die Gewässerparameter wie Stickstoffgehalt, pH-Wert etc. sind erfaßt und in diesem Gutachten veröffentlicht worden. Die Schülerinnen und Schüler hatten Gelegenheit im Rahmen ihrer Möglichkeiten analoge Untersuchungen anzustellen, ohne zunächst die Ergebnisse des damaligen Gutachtens zu kennen. Dazu mußten sie sich in die Situation der Mitarbeiter eines Umweltinstituts hineinversetzen und beispielsweise eigenständig Kriterien zur Auswahl der Probeentnahmestellen entwickeln. Die unterschiedlichsten Bereiche des zu

betrachtenden Gebietes (See, Zufluß/Abfluß, Gräben im Erlenbruchwald und Schönungsteiche ohne direkte Verbindung zum See) waren anhand der Landkarte zu identifizieren und zu gliedern. Nachdem die Probeentnahmestellen festgelegt worden waren, galt es, die zu untersuchenden Parameter zu bestimmen, also zu unterscheiden zwischen Pflanzen und Tieren, die nur direkt am See erfaßt werden konnten wie z.B. Vögel, Fische, Larven, Uferbewuchs und Wasserpflanzen, sowie der Mikroflora und -fauna, die im Unterrichtsraum mikroskopisch untersucht werden konnte. Da nicht alle Gruppen alle zu untersuchenden Parameter erfassen konnten, galt es, die Arbeit aufzuteilen und mit anderen Teams auch fächerübergreifend zu kooperieren. Einen wichtigen Beitrag dazu hat die Pin-Wand, BINGO-Brett genannt, geleistet. Sie diente zur Vernetzung der Gruppenarbeiten untereinander. Die Schülergruppen aller Kurse waren aufgefordert, mit Hilfe dieses Info-Brettes ihre Arbeitsergebnisse den Mitschülerinnen und -schülern zugänglich zu machen, sich selbst über die Ergebnisse der anderen Gruppen zu informieren und gegebenenfalls auch fachfremde Fragestellungen, die sich im Rahmen der eigenen Arbeit ergeben haben, an kompetente Gruppen weiterzugeben. Diese Auftragsarbeiten wurden ausgeführt und die Ergebnisse an die anfragende Gruppe persönlich und als Information an alle über die Pin-Wand zurückgegeben. In beruflicher Hinsicht ist so ein Stück Teamarbeit erprobt worden.

Die Biologie-Gruppen haben also Pflanzen und Tiere bestimmt, kartiert und in einen Sachzusammenhang (Räuber-Beute-Beziehung) gestellt. Die Schülerinnen und Schüler der Chemie-Kurse haben im Labor die Wasserproben analysiert, die u.a. an den von den Biologen als relevant bezeichneten Stellen entnommen worden waren. Bei dieser Tätigkeit konnten Einblicke in die Arbeit von Laboranten gewonnen werden. Ausdauer und sorgfältige Messungen waren gefordert, um zu relevanten Aussagen zu kommen. Ebenso haben die Schülerinnen und Schüler ein Stück Verantwortungsbewußtsein entwickelt, denn in der Gesamtheit aller Untersuchungen hatten die chemischen Daten einen wesentlichen Stellenwert.

Neben der Beurteilung der Wasserqualität sind die Strömungsverhältnisse für die Beurteilung des Biotops "Sandentnahmesees" von Bedeutung. Sie geben entscheidende Hinweise auf den Lebensraum der Tiere und auch auf die

Standortbedingungen der Pflanzen. Die Erfassung dieser Strömungsparameter war Aufgabe der Schülerinnen und Schüler des Physikkurses. Grundlegende Begriffe der Physik wurden hier an einem realen Objekt ebenso vermittelt wie die faktische Erfassung von für die Charakterisierung des Gewässers notwendigen Größen. Außerdem wurde nach Auftragserteilung durch Schüler einer Biologie-Gruppe der See vermessen, d.h. die Ausdehnung an der Oberfläche bestimmt sowie ein Tiefenprofil erstellt. Dazu mußten die beteiligten Schülerinnen und Schüler einen Plan erstellen und die benötigten Geräte wie Schlauchboot, Schwimmwesten, schwimmfähiges Seil von 250m Länge, Balastklötze, Maßbänder etc. zusammentragen. Die Messung selbst gelang, obwohl nicht mit optimalen Mitteln durchgeführt, erstaunlich genau und wurde von Mitarbeitern des Kataster- und Vermessungsamtes Bremen, die dem Treiben interessiert zuschauten, gelobt. Aus dieser Unternehmung heraus erwuchs der Wunsch, Kontakte zu einem Katasteramt- und Vermessungsamt aufzunehmen und sich über das Berufsbild des Vermessungstechnikers bzw. -technikerin genauer zu informieren. Dies wurde durch einen Besuch im Kataster- und Vermessungsamt Osterholz-Scharmbeck realisiert.

Alle so ermittelten Informationen rund um das Biotop "Sandentnahmeseesee" konnten zusammengetragen und mit den Daten aus dem einige Jahre zuvor erstellten limnologischen Gutachten verglichen werden. Die daraus entwickelten Vergleiche lassen Rückschlüsse auf die Entwicklung des Gebietes zu. Diese Fakten waren auch Grundlage des oben beschriebenen Rollenspiels.

Berufliche Arbeitsabläufe und -anforderungen wurden den Schülerinnen und Schülern unterrichtlich konkret verdeutlicht durch

- Vermittlung typischer Tätigkeiten in Berufen aus dem naturwissenschaftlich-technischen Bereich wie
- Beobachtung und Bestimmung von Pflanzen und Tieren sowie des Ziehens von fachorientierten Schlußfolgerungen aus den Untersuchungsergebnissen,
- analytisch-chemische Laborarbeit,
- strömungsmechanische Freilandmessungen,
- vermessungstechnische Arbeiten,
- Vernetzung der Einzeluntersuchungen durch gezielten Austausch von Fragen und Ergebnissen,

- arbeitsteiliges Vorgehen,
- fachübergreifende Beurteilung eines Fragenkomplexes unter Einbeziehung von Experten der einzelnen Fachbereiche.

3.1.6 Bewertungsverfahren

Die Bewertung der Schülerleistungen betraf sowohl die fachlich-inhaltlichen wie auch die überfachlichen Ziele, die mit der Untersuchung an dem Sandentnahmensee verbunden waren. Bewertet wurden sowohl die Einzelleistungen als auch die Leistungen der Gruppen.

Protokolle zu den durchgeführten Untersuchungen

Inhaltliche Zielsetzung des Halbjahres war es, die Schüler mit den Arbeitsweisen des von ihnen gewählten Faches bekannt und vertraut zu machen. Dazu wurden Arbeitsgruppen gebildet, die sich nur mit fachspezifischen Fragestellungen und Methoden beschäftigten. In dieser Unterrichtsphase mußte jede Arbeitsgruppe mindestens ein Protokoll zu einem Thema anfertigen und erhielt dafür eine Gruppennote. Bewertet wurde darin insbesondere:

- die Gliederung,
- die Aufbereitung der Meßdaten in Tabellen und Graphiken,
- die fachliche Richtigkeit der Aussagen und Schlußfolgerungen,
- die Methodenkritik/Fehlerdiskussion,
- die Form der Darstellung.

Schriftliche Stellungnahme zur Eignung des Seegebietes als Freizeitgelände

In der abschließenden Podiumsdiskussion wurden schließlich noch außerhalb der Naturwissenschaften liegende Zusammenhänge zu ökonomischen, verkehrspolitischen, individuellen bzw. stadtteilbezogenen Interessen hergestellt. Mit diesen Kenntnissen mußten die Schülerinnen und Schüler eine eigene Stellungnahme zur Eignung des Sees als Freizeitgelände schriftlich abfassen. Hierin wurde die fachüberschreitende Argumentation, auch außerhalb der naturwissenschaftlichen Begründungszusammenhänge, und die richtige Darstellung der fachspezifischen Arbeitsergebnisse auch anderer Arbeitsgruppen

bewertet. Dabei kam es nur auf den Begründungszusammenhang, nicht aber auf die "richtige" Meinung an.

Klausur und Fachunterricht

In einer der Gruppenarbeitsphase folgenden Klausur, die in jedem Kurs zu etwa 80% fachspezifisch ausgelegt war, mußten die Schüler aber auch die aus der Podiumsdiskussion entnehmbaren, jeweils fachfremden sachlichen Informationen über den See und seine Umgebung aufzeigen und einordnen können. In den letzten sechs Wochen des Halbjahres wurden den Schülerinnen und Schülern fachspezifische Kenntnisse im jeweiligen Kurs in der Form des herkömmlichen Unterrichts vermittelt.

Gesamtbeurteilung in diesem Halbjahr

Wenn man die Struktur des Halbjahres betrachtet, wird deutlich, dass die einzelnen Phasen unterschiedlich gewichtet werden mußten. Aufgrund des großen zeitlichen Anteils, den die Untersuchungen am Sandentnahmesees erforderten, wurden die sich hierauf beziehenden Leistungsnachweise zu 60% in die Bewertung einbezogen. Im einzelnen bedeutet das, dass die Protokolle und die vom Lehrer in dieser Phase beobachteten experimentellen Fähigkeiten sowie die Arbeitsorganisation in der Gruppe zu 40% und die fachübergreifende Stellungnahme zu 20% in die Bewertung eingingen. Die Klausur hatte dementsprechend einen Anteil von 40% an der Gesamtnote.

3.2 Das Klima der Erde

3.2.1 Anlage des Halbjahres

Das Thema des Halbjahres 11.2 lautete "Das Klima der Erde — der Treibhauseffekt". Der Unterricht zu diesem Thema wurde so gestaltet, daß nach einem gemeinsamen Einstieg die Kurse zwar am selben Thema arbeiteten, aber nicht in direkter Verbindung zueinander standen. Die anschließende Projektphase führte dann die Schüler in Teams zusammen und zeigte die Komplexität des Themas in der abschließenden Präsentation der Arbeitsergebnisse auf.

Als fachübergreifender Einstieg zu aktuellen Klimafragen wurden Zeitungsartikel, Szenarien, Klimateffekte veranschaulichende Versuche und Modelle gewählt. In den folgenden Phasen sollten kursspezifisch fachübergreifende Themen mit fachlichen Schwerpunkten und unter fachspezifischer Problematisierung bearbeitet werden. Hierbei sind in noch stärkerem Maße als in 11.1 Fragen und Wünsche im Rahmen der Kommunikation mit den anderen Kursen über das BINGO-Brett und direkt, also kursübergreifend, ausgetauscht worden. Kurse mit eher theoretischen Schwerpunkten der Thematik wie die in Biologie sollten hierdurch von Modellexperimenten der Chemiker und Physiker profitieren. Umgekehrt sollten Chemiker und Physiker Antworten auf ihre sich zwangsläufig ergebenden Fragen zur biologischen Wirkung und Bedeutung von klimatischen Ereignissen und Parametern von "Schülerexperten" der Biologie erhalten können. In diesem Abschnitt des Kursverlaufes sollte außerdem die Möglichkeit eröffnet werden, den Erwerb von bestimmten Schlüsselqualifikationen im Rahmen von Teamarbeit in Kleingruppen und der Präsentation von Arbeitsergebnissen einzuleiten.

Mit Hilfe der ersten Klausur mit fachübergreifenden und fachspezifischen Anteilen sollten die in dieser Phase aus fachlicher Sicht erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten überprüft werden. Die nachfolgende, fächerverbindende Projektphase wurde so angelegt, daß Teams innerhalb der unterschiedlichen Kurse gebildet wurden, die sich anhand von bestimmten Aufgabenstellungen mit fachübergreifenden und fachspezifischen Anteilen dem Problembereich Klima und Atmosphäre zuordnen mußten.

Die Teams hatten die Aufgabe, gemeinsam ein Oberthema zu gliedern und zu bearbeiten, die Aufgaben zu verteilen und die Präsentation vorzubereiten und durchzuführen. Dabei wurde von unserer Seite auf den Erwerb der folgenden Schlüsselqualifikationen besonderer Wert gelegt: Kommunikationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit, Präsentationsfähigkeit.

Ablauf der Gruppenarbeitsphase

Zur Einstimmung auf die nachfolgende Teamarbeit haben die Schüler innerhalb ihrer Kurse Gruppenarbeitsspiel durchgeführt, bei dem eine Gruppe von 5 Schülerinnen und Schülern z.B. die Frage beantworten sollte: "Wie entsteht Regen?" Genauere Angaben dazu sind unter Punkt 3.2.4. zu finden.

Die nachfolgende Projektarbeitsphase gliederte sich in den Abschnitt Themenfindung/Themenbearbeitung und den Abschnitt Ergebnispräsentation. Zu verschiedenen vorbereiteten Themenvorschlägen hatten die Fachlehrer Stichworte als Anregungen für Inhalte, Versuche und Informationsquellen zur Auswahl mitgegeben, damit sich die Schüler konkrete Vorstellungen über ihre Vorhaben machen konnten. Jedes der vorgeschlagenen Themen beinhaltete sowohl fächerübergreifende Inhalte als auch schon bekannte sowie neu zuzuarbeitende Fachinhalte aus der Fachdisziplin "Ökologie" und dem Themenbereich "Mensch und "Gesundheit".

Die Lehrer stellten außerdem Materialien aus ihren privaten Beständen bereit. Den Schülerinnen und Schülern wurde mitgeteilt, daß eine selbstständige weitere Beschaffung von Materialien und Informationen positiv bewertet würde.

Nach der Themenfestlegung hatten die Gruppen Gelegenheit, sich Informationen zu beschaffen, sich zu orientieren, eine Gliederung des Themas vorzunehmen, die Arbeit in der Gruppe aufzuteilen und erste Überlegungen zur Präsentation anzustellen. Nach zwei Arbeitswochen mußten alle Gruppen ein Mitglied benennen, das dem betreuenden Lehrer den Stand der Arbeit verdeutlichen konnte. Dabei war sicherzustellen, daß das Team als solches funktionierte, also die Arbeit aufgeteilt worden ist und jedes Gruppenmitglied sich an dem Prozeß beteiligt. Während dieser Phase wurde die Arbeit der einzelnen Arbeitsgruppen durch den betreuenden Fachlehrer nach einem vorher festgelegten Kriterienkatalog einer Bewertung unterzogen.

Ziel der Gruppenarbeitsphase war die Erstellung einer Präsentation zu einzelnen Themen und Arbeitsergebnissen in Form eines Standes wie beim Wettbewerb "Jugend forscht". Diese Veranstaltung wurde der Schulöffentlichkeit und den Eltern zugänglich gemacht. Die Präsentation selbst wurde durch eine Jury aus drei Kolleginnen und Kollegen, von denen eine Person fachfremd war, als Leistungsnachweis beurteilt.

Die Themen der Gruppenarbeiten waren:

- Themen, die überwiegend im biologischen Fachbereich anzusiedeln sind:
 - Bodennahes Ozon
 - Ozonloch und UV-Einstrahlung

- Stickstoff und Klima
- Rinderhaltung und Klima
- Auswirkung des Treibhauseffektes auf die Biosphäre
- Themen, die überwiegend im chemischen Fachbereich anzusiedeln sind:
 - Anthropogener Treibhauseffekt (Schwerpunkt: Treibhausgase)
 - Anthropogener Treibhauseffekt (Schwerpunkt: Smog)
 - Ozon – natürliche Vorgänge in der Ozonschicht
 - Ozonloch
 - Smog und Abgase – bodennahes Ozon
 - Abgasuntersuchungen
- Themen, die überwiegend im physikalischen Fachbereich anzusiedeln sind:
 - Nutzung der Windenergie
 - Aufbau und Funktionsweise eines Generators
 - Photovoltaik
 - Aufbau eines Sonnenkollektors und Untersuchung seiner Wirkungsweise

Im Anschluß an diese Gruppenarbeitsphase erfolgte eine Betriebserkundung in Bremer Betrieben, um dort den Stellenwert der Teamarbeit kennenzulernen.

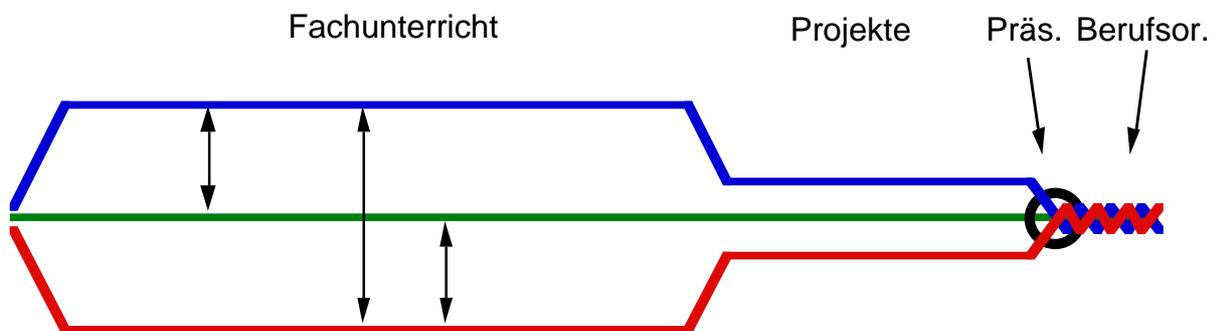


Abb. 3.2.1: Verbindung der drei Unterrichtsfächer im Halbjahr 11.1 im zeitlichen Grobverlauf. Jede Linie repräsentiert eines der drei Fächer Biologie, Chemie und Physik

Zeitlicher Rahmen:

1. Unterrichtswoche: Einstieg in das Thema, Erarbeitung der Probleme und Auflistung des Schlüsselthemen;
2. – 11. Unterrichtswoche: Erarbeitung grundlegender Kenntnisse zu den

Schlüsselthemen unter dem Oberbegriff Atmosphäre auf fachspezifischer Ebene, getrennt nach Fächern, aber unter Einbeziehung der Arbeit der anderen Kurse. Hinführung zur Gruppenarbeitsphase, Vorbereitung auf die Gruppenarbeit, Themenwahl;

12. - 16 . Unterrichtswoche: Gruppenarbeit zum gewählten Thema, Erarbeitung der Präsentation, Zwischenbericht;

16. Unterrichtswoche: Präsentation;

17. Unterrichtswoche: Berufsorientierungstage;

18. Unterrichtswoche: fachbezogener Unterricht.

3.2.2 Fachbezogene Themenstrukturen

3.2.2.1 Biologie

In den Biologielehrplänen erscheint das Thema "Das Klima der Erde, der Treibhauseffekt" unter der Bezeichnung "Zukunft der Menschen und der Ökosysteme" als Block erst am Ende des Halbjahres, nachdem die Grundlagen der Fachdisziplin "Ökologie" gelegt wurden. Wegen der globalen Problematik wird in diesem Themenbereich die Zusammenarbeit vieler Fachdisziplinen notwendig. Das Thema eignet sich für fächerübergreifendes Arbeiten also sehr gut.

Für die Biologie ergibt sich dabei das Problem, daß viele Inhalte anderer Wissensgebiete vom Biologie-Fachlehrer mit eingeführt werden müssen, um Verwirrungen aus bruchstückhaftem Vorwissen zu strukturieren und zu klären. Außerdem müssen fachspezifische Grundlagen und Arbeitsgebiete der Ökologie dargestellt werden, um den Beitrag der Biologie am Gesamtthema deutlich zu machen.

Freilanduntersuchungen fanden anhand des Ökosystems See bereits in 11.1 statt, bei denen Nahrungsketten und -beziehungen bereits eingeführt und die Bedeutung der Kreisläufe im Ökosystem verdeutlicht wurden. So konnte in 11.2 beim Thema "Klima" der Schwerpunkt auf ökologische Untersuchungen und Experimente im Fachraum gelegt werden. Dies war auch der Jahreszeit

des Halbjahresbeginns (Anfang Februar, es herrschte bis Ende März strenger Frost) angemessen.

Da in diesem Halbjahr der Schwerpunkt aller BINGO-Kurse auf eine längere Gruppenarbeitsphase mit anschließender Präsentation der Ergebnisse gelegt wurde und außerdem die Berufsorientierung einen Raum einnehmen sollte, mußte auf Langzeitexperimente verzichtet und Experimente mit schnellen Versuchsergebnissen ausgewählt werden.

Problemstellungsphase (2UE)

Als Einstieg in die globale Problematik wurde der Film "Crash 2030, Ermittlungsprotokoll einer Katastrophe" gezeigt. Filmaufnahmen von Flutwellen, Stürmen, Überschwemmungen und Dürrekatastrophen wurden zu einem beeindruckenden Zukunftsszenario montiert, das die Notwendigkeit des sofortigen Handelns verdeutlicht, soll die schwere ökonomische und soziale Krise des 21. Jahrhunderts verhindert werden.

Der Film löste starke Betroffenheit, Empörung und auch Ratlosigkeit bei den Schülerinnen und Schülern aus. Mittels mehrerer Leitfragen auf einem Arbeitsbogen wurden den Äußerungen der Empfindungen, Kenntnisse, Vermutungen und Meinungen der Schülerinnen und Schüler Raum gegeben. Die im Film beschriebenen Phänomene wurden vier Ursachenkomplexen zugeordnet:

- Temperaturanstieg,
- Ozonloch,
- Luftverschmutzung, Smog,
- Waldsterben.

Grundlageninformationen (3 UE)

Anhand von Arbeitsblättern und Folien wurden arbeitsteilig geographische Grundlagen zum Aufbau der Atmosphäre, Zusammensetzung der Atmosphäre, zu Klima und Jahreszeiten sowie Klima und Vegetationsszonen zusammengestellt. Anhand eines Vergleichs zwischen der Atmosphärenzusammensetzung anderer Planeten unseres Sonnensystems und der Erde konnten die Vorkenntnisse über den Kohlenstoff-Sauerstoff-Kreislauf aus dem letzten Halbjahr reaktiviert werden und die große Bedeutung der Pflan-

zen als Sauerstoffproduzenten und Kohlendioxidsenker herausgestellt werden. Die Entwicklung der Luftzusammensetzung und Kohlenstofffixierung in der Erdgeschichte, insbesondere im Karbon, in dem die heutigen Kohlenvorräte entstanden, wurde nachvollzogen. Die Prozesse des Aufbaus und des Abbaus energiereicher Stoffe und der Energiefluß im Ökosystem wurden angesprochen. Hier ergab sich ein erster Hinweis auf die durch menschlichen "Energieverbrauch" veränderten Anteile der Gase im Kohlenstoff-Sauerstoff-Kreislauf.

Temperatur als abiotischer Faktor für Lebewesen (6 UE)

In dieser Phase war Raum für Demonstrations- und Schülerexperimente. Mit Hilfe der Temperaturorgel konnte das Aufsuchen der bevorzugten Temperaturbereiche durch Tiere (Mehlwürmer, Mehlkäfer, Kellerasseln) demonstriert und ausgewertet und durch Literaturvergleiche die typische Toleranzkurve (Ökologische Potenz) erarbeitet werden. Weitergeführt ergab dies Hinweise auf die Spezialisierung auf bestimmte Klimazonen bzw. ökologische Nischen der Tiere.

Bei der Frage: "Wie überleben Tiere im Winter?" wurden die Temperaturanpassungen bei wechsel- und gleichwarmen Tieren unterschieden. Es ergaben sich daraus verschiedene Modellversuche zur Verdunstungskälte, Wärmedämmung bei gleichwarmen Tieren sowie der Bergmannschen und Allen'schen Regel. Hier wurde einmal wieder die korrekte Versuchsdurchführung, Protokollierung und die Präsentation und Diskussion der Ergebnisse im Hinblick auf die Übertragbarkeit der Modellbedingungen auf die Realität geübt.

Wirkungen von Luftschadstoffen auf Pflanzen

In Exsikkatoren wurden Kressekeimlinge, beblätterte Zweige von Laub- und Nadelbäumen und Blütenpflanzen mit SO_2 oder NO_2 begast, Veränderungen des Aussehens und des pH-Werts im Wasser und Kultursubstrat gemessen und die Gaskonzentration mittels Dräger-Meßröhrchen bestimmt. Diese Versuchsserie stellte einen Einblick in die Problematik der Vegetationsschäden durch Luftschadstoffe dar und diente der Vorbereitung auf spätere Gruppenarbeit. Im Anschluß an diese Phase wurde die erste Klausur geschrieben, die die bis dahin behandelten Fachinhalte überprüfte.

Erarbeitung der Schlüsselproblembereiche zur Erfassung der globalen Klimaproblematik: Ozon in der Stratosphäre, Treibhausgase/ Treibhauseffekt, natürlicher und anthropogener Winter- und Sommersmog (6UE)

Diese Phase diente zur Vorbereitung der eigenständigen Gruppenarbeitsphase. Die drei Schlüsselproblembereiche wurden auf drei Arbeitsgruppen (Teams) aufgeteilt. Anhand von Zeitungsartikeln, Statistiken und Schaubildern wurden die Zusammenhänge in den Arbeitsgruppen erarbeitet. Zu Beginn jeder UE erfolgte ein kurzer Zwischenbericht. Es fand ein Wechsel zwischen Gruppenarbeitsphase, Präsentation und Kommunikation statt. Zur Klärung offengebliebener Fragen gab der Fachlehrer Informationen ein.

Vorbereitung der Gruppenarbeit (2 UE)

Spiel Problemlösung in einer Gruppe, Diskussion über die Beobachtungen, Info-Blatt über Rollenverteilung und "Chancen und Risiken" in Arbeitsgruppen. Vorstellung der möglichen Themen der Gruppenarbeitsphase und Gruppenbildung.

Gruppenarbeitsphase (7 UE)

Aus sechs Themenvorschlägen der Fachlehrer wurden durch die Schüler pro Kurs 5 Themen ausgewählt. Die Themen lauteten:

- Bodennahes Ozon,
- Ozonloch und UV-Einstrahlung,
- Stickstoff und Klima,
- Rinderhaltung und Klima,
- Auswirkung des Treibhauseffekts auf die Biosphäre.

Die zur Auswahl gestellten Themen "Wald als Klimapuffer", "Moore und Klima" sowie "Parasiten und Klima" wurden nicht gewählt.

Fachüberschreitende Anteile	Fachspezifische Anteile
Einstieg: Film "Crash 2030": Ermittlung der Empfindungen, Kenntnisse, Vermutungen und Meinungen zum Inhalt des Filmes, Sammlung der Schlüsselthemen.	
Grundlageninformationen Atmosphäre, Klima, Vegetationszonen	<ul style="list-style-type: none"> • Gärung, Atmung, Photosynthese, • CO₂-O₂-Kreislauf, Energiefluß, Entwicklung der Luftzusammensetzung in der Erdgeschichte durch Einfluß der Lebewesen
	<ul style="list-style-type: none"> • Abiotischer Faktor Temperatur • Ökologische Potenz, ökologische Nische, wechselwarme und gleichwarme Tiere, • tiergeographische Regeln: Experimente mit der Temperaturorgel, Modellversuche zur Wärmedämmung bei Tieren zur Bergmannschen und Allenschen Regel
	<ul style="list-style-type: none"> • Wirkungen von Luftschadstoffen: • Emission, Immission, SO₂NO_x, Photooxidantien • Begasung von Pflanzen im Exsikkator mit SO₂ und NO₂
Erarbeitung entscheidender Themenbereiche zur Erfassung der globalen Klimaproblematik: <ul style="list-style-type: none"> • Ozon in der Stratosphäre • Treibhausgase – Treibhauseffekt • Winter- und Sommersmog 	
Vorbereitung der Projektphase Gruppenarbeitsphase mit Zwischenbericht	
Präsentation der Ergebnisse als Messestand, Bewertung durch eine interdisziplinär zusammengesetzte Prüfungskommission	
Tage der Berufsorientierung am Halbjahresende	

Übersicht über die in der Projektphase bearbeiteten Themen:

Fachüberschreitende Anteile	Fachspezifische Anteile
<i>Bodennahe Ozon</i> Entstehung und Abbau des bodennahen Ozons, Bedingungen der Bildung des Ozons, Sammeln und Auswerten von Zeitungsausschnitten mit Meßwerten, Erstellung von Schaubildern, Auswertung der Luftmessungen der Bremer Umweltbehörde, Ozon in "Reinluftgebieten", Rollenspiel über die politischen Konflikte, WWF - Material	<ul style="list-style-type: none"> • Wirkung des Ozons auf Menschen und Tier • Befragungen beim Gesundheitsamt und bei Ärzten • Verhaltensempfehlungen • Wirkung auf Pflanzen • Einfluß auf die Ernteerträge und auf Bäume, • Darstellung der Ozon-Kampagne des WWF

<p><i>Ozonloch und UV - Einstrahlung</i> Auswertung von Zeitungsartikeln Ozonschichtzerstörung Ozonloch auf der Süd- und Nordhalbkugel Ozonzerstörende Gase und ihre Verweildauer in der Atmosphäre Forderungen an Verbraucher und Politik</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen der erhöhten UV-Strahlung auf Tier und Mensch, • Sonnenschutz, Verhaltensempfehlungen, Hautfarbe des Menschen als Schutz vor UV-Einstrahlung, • Auswirkung erhöhter UV-Strahlung auf Pflanzen, Auswirkungen auf die Biomassenproduktion und Nahrungsmittelproduktion • Modellversuche: <ul style="list-style-type: none"> - zur Wirksamkeit von Sonnenschutzmitteln - zu den Folgen erhöhter UV-Strahlung auf Landpflanzen und Algen
<p><i>Stickstoff und Klima</i> Stickstoff und Stickstoffverbindungen in der Luft, im Wasser (Trinkwasser), im Boden, in Pflanzen und Tieren, klimawirksame Stickstoffverbindungen, Beziehungen zu Bauernhöfen, Senator für Umwelt, landwirtschaftliche Institutionen, Gesundheitsamt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Stickstoffkreislauf, • Gesundheitsgefahren durch Nitrat in Lebensmitteln, Problem der Überdüngung - Gülleproblematik , Gefährdung des Trinkwassers, • Versuche: Untersuchung von Gemüse, Salat, Obst, Kindernahrung, Wildkräuter auf Nitrat und Nitrit, Unterscheidung der Anbauformen
<p><i>Rinderhaltung und Klima</i> Methanproduktion und Treibhauseffekt, Verhaltensempfehlungen für Verbraucher zum Einkauf und zur Ernährung, Befragungen von Bauern und Bio-Bauern, Fleischereien, Supermärkten, Gesundheitsamt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Energiefluß • Energiebilanzen bei der Produktion von Fleisch und Milchprodukten, • Vernichtung der tropischen Regenwälder zur Rinderhaltung, Rinderwahnsinn und seine ökologischen Zusammenhänge, • Entwicklung eines Simulationsspiels "Muhnopoly" über Rinderhaltung in der herkömmlichen und ökologischen Landwirtschaft
<p><i>Auswirkungen des Treibhauseffektes auf die Biosphäre</i> Auswertung von Zeitungsberichten, Darstellung verschiedener Prognosen, Treibhausgase – Anteile verschiedener Verursacher, Energieverbrauch im Vergleich zwischen Industrieländern und Entwicklungsländern, Vorschläge zur Reduktion des Energieverbrauchs</p>	<p>Anpassung von Tieren und Pflanzen an die Verhältnisse in ihren Klimazonen, <i>mikroskopische Untersuchungen</i> von Blättern und Pflanzen verschiedener Klimazonen <i>Modellversuche:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • zu den Folgen der Änderung von Klimafaktoren für Pflanzen, • zur Veränderung der Zirkulation in der Atmosphäre, • zur verminderten Aufnahme von CO₂ im Meer.

3.2.2.2 Chemie

Zu Beginn dieses Halbjahres wurden zunächst noch 3 Unterrichtseinheiten für das Themengebiet Kristalle, das Lösen von Ionenverbindungen in Wasser, Gitterenergie, Hydrationsenergie und Lösungswärme benötigt. Der Einstieg

in das neue Themengebiet erfolgte deshalb 2 Wochen nach Beginn des Halbjahres.

Einführungsphase (4 UE)

Zunächst wurde der Einstieg in das Thema Atmosphäre über die Betrachtung des Wetters und der Wetteränderungen gewählt. In diesem Zusammenhang wurden die Grundbegriffe der Meteorologie vermittelt. Am Aufbau der Atmosphäre wurde das Projekt vorgestellt und Fragestellungen für den Chemieunterricht abgeleitet: Zusammensetzung der Luft, Treibhauseffekt, Ozonloch.

Fachunterricht (15 UE)

Wir beschäftigten uns zunächst mit den physikalisch und chemischen Eigenschaften der Atmosphärgase, wobei wir die klimatischen Veränderungen in der Erdgeschichte aufgriffen. In Schülerversuchen wurden Dichten von Gasen nach verschiedenen Verfahren bestimmt und dann mit dem Bau eines Infrarotstrahlungs-Detektors (Dosimeter) begonnen. Durch Versuchsreihen in Schülerarbeitsgruppen wurde zunächst das Meßverfahren eingeübt und dann arbeitsteilig mit der Untersuchung des Treibhauseffektes begonnen, Die Ergebnisse wurden dann am BINGO-Brett den anderen Kursen zur Verfügung gestellt. Schon in dieser Unterrichtsphase gab es einen regen Austausch zwischen den einzelnen Kursen.

Projektphase (fächerverbindend) (9 UE)

Die Projektphase wurde eingeleitet mit einem Spiel, das den Schülerinnen und Schülern die Probleme, die bei der Arbeit in Arbeitsgruppen auftreten können, verdeutlichen sollte (Näheres dazu unter Punkt 3.2.4). Anschließend suchten sich die Schülerinnen und Schüler ihre Themen für die Arbeit in den Projektgruppen. Nun begann die arbeitsteilige Projektphase innerhalb des jeweiligen Kurses. Die verschiedenen Themen sind der untenstehenden Tabelle zu entnehmen. Diese Phase nahm 8 UEs in Anspruch. In diesem Zeitraum wurde der Fortschritt der einzelnen AGs durch den jeweiligen Fachlehrer mit Hilfe eines Bewertungsbogens und anschließendem Gespräch ermittelt. Auf diese Art und Weise sollte gesichert werden, daß die Gruppen auch tatsächlich zu einem zufriedenstellenden Ergebnis gelangen. Auch Probleme

innerhalb der AG hätten angesprochen werden können.

Gegen Ende dieser Phase bereiteten sich die Schülerinnen und Schüler auf die Präsentation ihrer Ergebnisse vor. Sie erfolgte in einer ganztägigen Veranstaltung für alle beteiligten Schüler. Hierzu waren nicht nur die Schulfamilien eingeladen, sondern auch Eltern, Verwandte und Freunde.

Die Bewertung der Präsentation erfolgte an diesem Tag durch eine Jury aus 3 Lehrerinnen und Lehrern der beteiligten Naturwissenschaften, wobei mindestens ein Nichtfachlehrer dabei war, um die Verständlichkeit auch aus dessen Blickwinkel beurteilen zu können.

Berufsorientierung (3 Tage)

Die letzten 3 Tage des Halbjahres waren der Berufsorientierung gewidmet, die aus einer ganztägigen Betriebserkundung, einer Informationsveranstaltung mit Podiumsdiskussion und der Auswertung der Veranstaltungen bestand.

Fachüberschreitend	Fachspezifisch
<p><i>1.1 Einstieg (2 Wochen):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Treibhauseffekt - Eiszeit (Artikel, Video) • Wetter, Klima • Temperaturverlauf über langen erdgeschichtlichen Zeitraum (Folienserie chem Industrie) <ul style="list-style-type: none"> - Einfluß der Landwirtschaft - Einfluß der Industrialisierung <p><i>1.2 Die Atmosphäre (4 Wochen)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau der Atmosphäre und Temperaturzonen • "natürlicher" Treibhauseffekt und Sonneneinstrahlung <p><i>1.3 Arbeitstechniken, gruppendedynamische Prozessen Arbeitsgruppen, Kommunikationsfähigkeit für die Gruppenarbeitsphase</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Physikalisch/chemische Eigenschaften und Struktur der Haupt- und Spurenstoffe in der Atmosphäre • Emission von IR-Strahlung durch verschiedene Oberflächen • Durchlässigkeit verschiedener Materialien für IR-Strahlung • IR-Absorption von Gasen • Dichtebestimmung von Gasen • Bau eines IR-Detektors (Dosimeter) • Messung der IR-Emission einer Heizplatte mit verschiedenen Oberflächen (Alum, Ruß, ohne) • Messung der IR-Durchlässigkeit von PE/Alu-Folien und Wasser • Experimentelle Bestimmung der Wärmeabsorption
<p><i>Projektphase</i></p> <p><i>1.3.1 Anthropogener Treibhauseffekt</i></p> <p>phy : Sonnenlicht, Energie, Strahlung</p> <p>bio : Auswirkungen auf Ökosysteme</p> <p>che : Smog, ASU, Verminderung der</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verbrennung als chemischer Prozeß • Herkunft und Höhe der CO₂-Emission • Abbaumöglichkeiten • Nachweis der Verbrennungsprodukte • Versuche zur Wärmeabsorption von CO₂

CO ₂ - Emission	<ul style="list-style-type: none"> • Vergleich der Absorption von CO₂, N₂, H₂O
<p><i>1.3.2 Anthropogener Treibhauseffekt</i></p> <p>phy : Energiebegriff, Wirkungsgrad, Heizwert</p> <p>bio : Stickstoffkreislauf, Klima, Landwirtschaft</p> <p>che : ASU, Treibhausgase</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Brennstoffe : Gas, Heizöl, Kohle, Benzin, Biodiesel, Alkohole • Solartechnik, Elektroauto, Brennstoffzelle, Kraft-Wärme-Kopplung, Fernwärme • Brennwertbestimmung • Brenneigenschaften • Flamm-, Entzündungstemperatur • Nachweis der Verbrennungsprodukte • Brennstoff- Zelle • Kfz- Katalysator • Abgasmessung
<p><i>1.3.3 Ozon - Ozonschicht natürliche Vorgänge</i></p> <p>phy : UV- Strahlung der Sonne</p> <p>bio : Nutzen der Ozonschicht</p> <p>che : Ozonschicht Chemismus</p>	<ul style="list-style-type: none"> • O₃ -Bildung und Zerfall in der Stratosphäre • Eigenschaften von Ozon • bodennahes Ozon • Darstellung von Ozon durch Elektrolyse von Schwefelsäure • Ozonnachweis • UV-Absorption von Ozon • Reaktivität von Ozon
<p><i>1.3.4 Ozonloch</i></p> <p>phy : Strahlungsbilanz mit / ohne Ozon</p> <p>bio : Mögliche Folgen</p> <p>che : Ozonschichtabbau</p> <p>Montrealer Protokoll und Folgen des Abbaus</p>	<ul style="list-style-type: none"> • FCKW, Halone, • Mechanismus des Ozonabbaus • Produktmengen, Anwendungsbereiche • Beilsteinprobe • Untersuchung von Alltagschemikalien • Nachweis des Ozonzerfalls durch FCKW
<p><i>1.3.5 Smog und Abgase, bodennahes Ozon</i></p> <p>phy : Wirkungsgrad, Heizwert</p> <p>bio : Einfluß von Abgas, Schadstoffen auf Mensch und Umwelt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Smog : Zusammensetzung und Entstehung • Photosmog / Ozonbildung und Wirkung • Abgasreinigung • Demoversuch zum Smog • Treibhauseffekt der Abgase untersuchen • Zusammensetzung • Nachweis der Stickoxide • Ozon -Nachweis
<p><i>1.3.6 Abgasuntersuchungen</i></p> <p>Kraftstoffe, Kraftstoffverbrauch</p> <p>Ozonalarm</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammensetzung der Abgase • Art und Herkunft der Luftschadstoffe • AU-Prinzip • Luftmeßprogramm Bremen und Schadstoffkataster • Abgasmenge messen • Zusammensetzung mit Drägerröhrchen bestimmen • Meßverfahren durch DEKRA/TÜV erkunden und darstellen • Katalysator, Abgasverhalten messen

3.2.2.3 Physik

In der Zeit vom 7.01.96 bis 31.01.96 (Halbjahresende 11.1) und vom 1.02.96 bis 1.03.96 wurden die folgenden Themen der klassischen Mechanik im Unterricht behandelt:

- Trägheitsprinzip,
- Unabhängigkeitsprinzip,
- Impuls und Impulserhaltung,
- Kraft und Wechselwirkungsgesetz,
- Arbeit, Energie und Energieerhaltung.

Bei der Umsetzung des BINGO-Themas des Halbjahres 11.2 standen insbesondere das Energieerhaltungskonzept und die Nutzbarmachung natürlicher Energieressourcen im Vordergrund der physikalischen Betrachtungen. Der zentrale Aspekt bei der Beschäftigung mit dem Thema Atmosphäre war daher die Bilanzierung der Strahlungsintensitäten zum Verständnis des Treibhauseffektes. Die Nutzung der in Sonne und Wind gespeicherten Energie wurde in der Projektphase an einzelnen technischen Umsetzungen (Versuche zur Photovoltaik, Sonnenkollektor, Windkraft) untersucht und dann im Rahmen einer Präsentation in der Schule vorgestellt und erklärt.

Der Unterrichtsablauf läßt sich in die folgenden fünf Phasen aufteilen.

Sonnenstrahlung auf der Erde (8 UE)

Nach der Klärung des Zusammenhangs zwischen den Begriffen Energie und Strahlungsintensität konnten die Schüler selbst auf verhältnismäßig einfache Weise die Strahlungsintensität des auf den Erdboden fallenden Sonnenlichtes vor Ort messen. Dies gelang ihnen über eine Solarzelle, die über ein Amperemeter kurzgeschlossen wurde. Die hiermit meßbare Stromstärke ist nämlich proportional zur auf die Solarzelle fallenden Strahlungsintensität. Am 1.03.97, einem klaren, nahezu wolkenfreien Tag, bestimmten die Schüler bei einer Außentemperatur von ca. 3°C die maximal auf die Solarzelle fallende sichtbare Strahlungsintensität. Da die sichtbare Strahlung etwa 85% der Gesamtstrahlung ausmacht, konnten die Schüler ihre erhaltenen Werte auf die gesamte Strahlungsintensität bezogen auf ein Quadratmeter Fläche umrechnen. Die vom Boden absorbierte Strahlungsintensität wurde somit zu

325 W/m² bestimmt. Zu diesem Meßergebnis wurde im folgenden Unterricht immer wieder ein Bezug hergestellt.

Aus der von der Sonne emittierten Strahlungsleistung wurde die Solarkonstante auf der Erdbahn um die Sonne zu $S_0=1360 \text{ W/m}^2$ bestimmt. Berücksichtigt man, daß die Erde eine Kugel ist und daß nur 51% der Sonnenstrahlen die Erdoberfläche erreichen, so erhält man hier im Jahresmittel eine Intensität von 342 W/m² absorbiertes Strahlung. Unter der Annahme, daß es ein Strahlungsgleichgewicht zwischen auf der Erde absorbiertes und emittierter Strahlung gibt (die Erde als schwarzer Körper), errechneten die Schüler als Anwendung des Stefan-Boltzmann-Gesetzes ($S=5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{T}^4/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) die mittlere Jahrestemperatur auf der Erde zu -18,25°C. Aus der selbst bestimmten Strahlungsintensität ergab sich über das Stefan-Boltzmann-Gesetz die auch zuvor gemessene Temperatur von 3°C. Dies war für die Schüler eine wichtige Bestätigung dafür, daß das Gesetz aussagekräftig ist.

Die Diskrepanz zwischen der realen mittleren Jahrestemperatur von +15°C und der zuvor berechneten Temperatur von -18,25°C motivierte die Schülerinnen und Schüler, etwas genauer den Strahlungshaushalt der Erde zu betrachten. Zuvor mußte jedoch noch auf die unterschiedlichen Qualitäten der absorbierten und reflektierten Strahlung eingegangen werden. Dies geschah über einen Text zum Wienschen Verschiebungsgesetz und einen Versuch, bei dem die Schüler das optische Spektrum einer weniger intensiven "roten Lichtquelle" mit dem einer starken "blauen Lichtquelle" vergleichen konnten. Gemäß des Verschiebungsgesetzes $\lambda_{\text{max}}=0,0029 \text{ m} \cdot \text{K}/\text{T}$ ließ sich feststellen, daß das Intensitätsmaximum bei der weniger starken Lichtquelle zum rötlichen, und damit zu einer größeren Wellenlänge, verschoben ist.

Der natürliche Treibhauseffekt (3 UE)

Das zentrale Medium in dieser Phase war eine OH-Folie zum Strahlungshaushalt des Systems Erde-Atmosphäre, in dem auch die unterschiedlichen Intensitätsanteile der von der Erde und der Atmosphäre absorbierten und emittierten Strahlung verzeichnet sind. Durch das ständige Wechselspiel der Thermalisierung an der Erdoberfläche und in der Atmosphäre erreichen demnach im stationären Zustand neben den 51% Strahlungsintensität durch Direkteinstrahlung weitere 95% durch den natürlichen Treibhauseffekt die

Erdoberfläche. Mit diesem Wechselspiel im stationären Zustand, bei dem die Energiebilanz zwischen Einstrahlung und Abstrahlung ausgeglichen ist, mußten die Schüler sich intensiv beschäftigen, um den Zusammenhang zu verstehen.

Die durch den natürlichen Treibhauseffekt erzeugte mittlere Jahrestemperatur von $14,8^{\circ}\text{C}$ konnte wieder nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz über die 114% Abstrahlung von der Erde ermittelt werden.

Der anthropogene Treibhauseffekt (2 UE)

Ausgehend von einem Text zum Treibhauseffekt wurde mit den Schülerinnen und Schülern die Ursachen der seit dem Beginn der Industrialisierung festgestellten Erhöhung der Durchschnittstemperatur um etwa $0,5^{\circ}\text{C}$ durch den Konzentrationsanstieg mehratomiger Spurengase in der Atmosphäre diskutiert. Eine Modellrechnung über das Stefan-Boltzmann-Gesetz ergibt eine Erhöhung um etwa 1°C .

Der Aufbau der Atmosphäre (3 UE)

Die Schichtung der Atmosphäre (Troposphäre, Stratosphäre, Mesosphäre, Thermosphäre, Exosphäre) wurde im Zusammenhang mit dem Temperaturverlauf in diesen Schichten vorgestellt. Insbesondere wurde auf die Ursache des Temperaturanstiegs in der Stratosphäre aufgrund der Bildung und des Zerfalls von Ozon unter Einwirkung der UV-Strahlung eingegangen.

Alternative Energien: Gruppenarbeit (8 UE)

Zur Einstimmung in das Arbeiten innerhalb einer Gruppe konnten die Schüler über das unterschiedliche Rollenverhalten einzelner Gruppenmitglieder bei einem Problemlösungsprozeß ("Wie funktioniert eine Lichtmühle?") reflektieren. Anschließend wurden vier Gruppen gebildet, die sich mit den folgenden Themen beschäftigten:

- Die Nutzung der Windenergie (4 Schüler),
- Aufbau und Funktionsweise eines Generators (4 Schüler),
- Photovoltaik (3 Schüler),
- Aufbau und Untersuchung eines Sonnenkollektors (3 Schüler).

Zur Erarbeitung des Themas hatten die Schüler 6 Unterrichtseinheiten Zeit. Die Organisation der Arbeit gelang in den Gruppen ganz unterschiedlich. Während die Arbeit in der Photovoltaik-Gruppe und in der Generator-Gruppe nur schleppend anliefe, organisierte die Sonnenkollektor-Gruppe den Aufbau des Kollektors und die Vorkehrungen zur Bestimmung des Wirkungsgrades recht gut. Am besten und ohne Einhilfe beschäftigte sich die Windkraft-Gruppe mit ihrem Thema. So organisierte sie eine Besichtigung bei einem Anlagenhersteller, der ihnen auch Unterlagen zur Aufbereitung für die Präsentation überließ. In den zwei für die Präsentation zur Verfügung stehenden Unterrichtseinheiten hatten die Gruppen noch inhaltliche Arbeiten zu verrichten, so daß die Zeit zum Aufbau der Präsentation sehr knapp war.

Auch in der Präsentation war der Stand der Windenergie-Gruppe am besten aufgebaut. Die Schüler konnten bei den bewerteten inhaltlichen Ausführungen sehr überzeugen. Mit Abstrichen gelang dies aber auch den anderen Gruppen, so daß die Präsentation insgesamt als Erfolg bezeichnet werden kann.

Fachüberschreitend	Fachspezifisch
<ul style="list-style-type: none"> • Einfluß der Industrialisierung auf den Temperaturverlauf; • Wolkenbildung, Wetter; • chemische Prozesse bei der Ozonbildung und Vernichtung; • Nutzen der Ozonschicht, Folgen des Abbaus; • Beobachtung gruppendynamischer Prozesse in einem Rollenspiel als Vorbereitung auf die Gruppenarbeit; • ökologische Aspekte der Windenergie; • elektrochemische Speicherung von Energie; • Optimierung des künstlichen Treibhauseffektes; • Aufbau von Halbleitern; • Erfahrungen bei der technischen Realisierung des Wasserkreislaufs am Son- 	<p><i>Untersuchung der Strahlungsintensität der Sonne auf der Erdoberfläche</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigene Messungen über den Kurzschlußstrom einer Solarzelle; • Temperaturbestimmungen nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz; • Rotverschiebung bei weniger intensiver Strahlung (Wiensches Verschiebungsgesetz). <p><i>Der natürliche Treibhauseffekt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Wechselwirkung der Thermalisierung an der Erdoberfläche und in der Atmosphäre im stationären Zustand (ausgeglichene Energiebilanz zwischen Einstrahlung und Abstrahlung); • Modellrechnung nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz zur mittleren Jahrestemperatur. <p><i>Der anthropogene Treibhauseffekt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellrechnung bei Erhöhung der Rückstrahlung. <p><i>Der Aufbau der Atmosphäre</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Schichtung der Atmosphäre; • Ozon in der Stratosphäre. <p><i>Gruppenarbeiten zum Thema Alternative Energien</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Nutzung der Windenergie - Selbständige Kontaktaufnahme zu einem Hersteller von Windkraftanlagen und Verwertung der Informationen in der Präsentation;

<ul style="list-style-type: none"> nenkollektor; • Präsentation der Gruppenergebnisse an einem Messestand mit mündlicher Darstellung der Ergebnisse; • Informationen über die Projektarbeit in Wirtschaft und Industrie durch abschließende Tage der Berufsorientierung 	<ul style="list-style-type: none"> - Strömungsmechanische Aspekte bei der Flügelherstellung; - Getriebeproblematik bei der Ankopplung des Generators; - Umsetzung der Windenergie am Flügel und an der Gesamtanlage (Bestimmung von Wirkungsgraden). • Aufbau und Funktionsweise eines Generators - Erarbeitung des elektrodynamischen Prinzips; - Bau eines Elektromotors mit einem Experimentiersatz; - Experimentelle Erkundung der Umkehrung des Motors in einen Generator; - Die Drehstromlichtmaschine als professionelle Lösung. • Photovoltaik - Kennlinien von Solarzellen; - Nachweis des Abstandsgesetzes; - Leistungsmessung und deren Optimierung bei einer Photozelle unter Last; - Bestimmung des Wirkungsgrades. • Aufbau und Untersuchung eines Sonnenkollektors • Funktionsweise eines Sonnenkollektors (künstl. Treibhauseffekt); • Erarbeitung eines Bauplans; • Realisierung mit experimenteller Erprobung; • Bestimmung des Wirkungsgrades über Temperaturmessungen am Sonnenkollektor und im Wasserkreislauf.
--	--

3.2.4 Förderung von Schlüsselqualifikationen

In diesem Halbjahr sollten folgende Schlüsselqualifikationen besonders gefördert und vertieft werden:

Schlüsselqualifikationen	Berufsorientierung	Unterrichtsmethode
<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikation • Kooperation • Kreativität • Denken in Zusammenhängen • Selbständigkeit / Leistungsfähigkeit • Verantwortungsfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • berufliche Handlungsfähigkeit • berufliche Mündigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Schülerexperimente in arbeitsteiliger Gruppenarbeit • Projektunterricht • Präsentation der Arbeitsergebnisse der Arbeitsgruppe in Wort, Bild und Demo-Experiment

In der Erarbeitungsphase von Grundbegriffen und Grundphänomenen haben die Schülerinnen und Schüler in eigenen Experimenten zunächst die Arbeit in den Arbeitsgruppen, die sich zum Teil aufgrund ihrer Erfahrungen im letzten Halbjahr neu formierten, wieder aufgenommen. Diese Phase sollte auf der

einen Seite das arbeitsteilige Vorgehen in einer Arbeitsgruppe fördern und auf der anderen Seite den Schülerinnen und Schülern durch Vergleichen der Versuchsauswertungen der einzelnen Gruppen innerhalb eines Kurses verdeutlichen, welchen Einfluß gruppensdynamische Prozesse auf die Effektivität und somit auf das Arbeitsergebnis einer Gruppe haben. Die deutlichen Unterschiede in der Bewältigung der gestellten Arbeitsaufgaben verdeutlichten dies. Viele Gruppen hatten Schwierigkeiten, ihre Arbeit bzw. ihre Arbeitszeit zu organisieren.

Zu Beginn der fünföchigen Projektphase haben wir mit Hilfe eines Spiels die Kommunikations- und Kooperationsstrukturen thematisiert, die innerhalb einer Arbeitsgruppe von besonderer Bedeutung sind. Als Übung ließen wir ein Gruppenarbeitsspiel spielen, bei dem eine Gruppe von 5 Schülerinnen und Schüler z.B. die Frage diskutieren sollte : Warum regnet es ? Die Schüler bekamen jeder eine Karte mit einer Fachinformation zum Problem. Diese Information darf allerdings nicht einfach vorgelesen werden, sondern soll durch gegenseitiges Fragen in den Diskussionsablauf einfließen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen dabei erfahren, daß es für eine effektive Teamarbeit wichtig ist, wenn jede Person ihre Information und Überlegungen beisteuert und bereits Bekanntes zusammenfaßt. Nachdem die Schülergruppe ca. 10-15 min. das Spiel gespielt hat, wird die Kommunikation mit dem ganzen Kurs ausgewertet :

- Wer hat welche Informationen gehabt?
- Wer hat sich wie beteiligt / nicht beteiligt?
- Konnte das Problem gelöst werden und wenn nicht, warum nicht?

Auch die nicht am Spiel beteiligten Beobachter fanden diese Art der Übung der Problemlösung spannend. Auffallend war die Tatsache, daß sich einige Spieler in ihrer Rolle sichtlich unwohl fühlten, was sie auf den Umstand des Beobachtetfühlens ("auf dem Präsentierteller liegen"), zurückführten. Der eigenen emotionalen Befindlichkeit wird von den Schülerinnen und Schülern bei der Arbeit in Gruppen offensichtlich eine größere Bedeutung zugemessen.

Anhand von Informationsmaterial zum Thema Gruppenarbeit versuchten wir, den Schülerinnen und Schülern die Vor- und Nachteile der Gruppenarbeit

nahezubringen :

Für die Schülerinnen und Schüler hat Gruppenarbeit folgende Vorteile :

- Befriedigung des Bedürfnisses nach sozialen Kontakten. (Kleingruppen können auch über die Arbeit hinaus etwas unternehmen);
- gegenseitige, angstfreie Kontrolle des Lernerfolges; höhere Leistungsfähigkeit der Gruppe gegenüber dem Einzelnen durch eine größere Ideenmenge;
- *aktive* und *sprachliche* Auseinandersetzung mit dem Stoff, was mindestens so wichtig ist wie die Technik des Exzerpierens und besonders wichtig für das Verständnis von Zusammenhängen.

Damit diese Vorteile auch genutzt werden können muß sich die Arbeitsgruppe auch der Gefahren bewußt sein, die unter Umständen die Effektivität aufheben können. Es soll hier auf einige Aspekte genauer eingegangen werden.

- Gruppenarbeit setzt Arbeitsplanung voraus, d.h. jeder muß sich vorbereiten und darauf achten, daß die Zeit auch zur Arbeit verwendet wird. Eine gleich verteilte Arbeitsteilung kann nützlich sein.
- Ist die Arbeitsgruppe mit unterschiedlich leistungsstarken Mitgliedern besetzt, dann droht die Fixierung auf den Besten. Man läßt sich berieseln und wird im Extremfall so inaktiv, daß man die Fehler des Guten übernimmt, ohne es zu merken. Ähnlich ist es, wenn jemand nur die Vorteile für sich in Anspruch nimmt, ohne etwas selbst beizusteuern oder ohne selbst für die Gruppe nützlich zu sein.
- Bei homogener Besetzung sind weniger Schwierigkeiten zu erwarten. Sind es allerdings alle Mitglieder, die sich selbst als weniger leistungsfähig fühlen, so besteht die Gefahr einer zu geringen Produktivität, denn sie ziehen sich gegenseitig runter. Eine normale Gruppe sollte im allgemeinen auch Mitglieder haben, die sich etwas leistungsschwächer fühlen. Ist sich aber jeder seiner Rolle bewußt und beteiligt sich aktiv, so werden die Schwierigkeiten einer heterogenen Gruppe nicht auftauchen.

Der Gute kann im übrigen die Fragen und Einwürfe der anderen Mitglieder dazu nutzen, noch einmal das eigene Verständnis durch sprachliches Formulieren zu überprüfen.

- Rollenprobleme in einer Gruppe sollten im Kurs zur Sprache kommen, wie z.B. Dominanz, männlich /weiblich.
- Eine große Gefahr besteht darin, daß die sozialen Kontakte über die Arbeit am Stoff/Problem gestellt werden, indem die Gruppe sich in langen Ge-

sprächen über Privates, Musik, Menssaessen, Urlaub und so weiter verliert. Auch sich gegenseitig im Unmut über das Thema oder Fach zu bestärken, bedeutet die Umkehr des Gedankens einer Arbeitsgruppe.

In Kleingruppen können vor allem erreicht werden :

- das Verstehen von Sachverhalten,
- die Lösung von Problemen.

Die Fähigkeit, in Arbeitsgruppen arbeiten zu können, erfordert ein hohes Maß an sozialer Kompetenz, die sich hinter der Schlüsselqualifikation Teamfähigkeit verbirgt. Hinzu kommt dabei noch die Fähigkeit, Verantwortung gegenüber der Arbeitsgruppe zu übernehmen. Deshalb wurde bei der anschließenden Gruppenarbeit (Schwerpunkt Kooperationsfähigkeit) die Arbeit der einzelnen Arbeitsgruppen durch den betreuenden Fachlehrer einer Bewertung unterzogen. Die Tatsache der Bewertung sollte den Schülerinnen und Schülern auch den Stellenwert der Teamfähigkeit im späteren Berufsleben verdeutlichen, hierfür wurden ihnen die einzelnen Bewertungskriterien *vorher* bekannt gegeben, erläutert und zusätzlich schriftlich überlassen:

- sinnvolle Arbeitsteilung in der Gruppe; inhaltliche Beteiligung aller Gruppenmitglieder (nicht nur Erledigung von "Schreibarbeiten");
- jedes Gruppenmitglied ist für den Gesamtarbeitsprozeß in der Gruppe und die Ergebnisse verantwortlich;
- sinnvolle Zeiteinteilung, d.h. effektive Aufteilung der Schritte auf die Gesamtzeit der Gruppenarbeit, kein Aufschieben auf das Ende der Phase;
- Zusammenarbeit mit Schülerinnen und Schülern anderer Kurse, mindestens themenbezogener Kontakt.

Für die anschließende Präsentation wurden folgende Kriterien angegeben:

- Aufbereitung der Ergebnisse am Stand: klare Darstellung der Fragestellung; Ergebnisse anschaulich präsentiert: Texte, Grafiken, Lesbarkeit der Poster; ggf. Demonstration der experimentellen Anordnung oder von Präparaten; ansprechende und übersichtliche Anordnung der Abbildungen und Schrifttafeln,
- Konzentration auf das eigentliche Thema, keine weitschweifenden Ausführungen,
- gute Zusammenfassung in einer Kurzfassung auf 1 bis 2 Seiten zum Mitnehmen,

- Sicherheit im Gespräch mit der Jury : Alle Gruppenmitglieder müssen zumindest wesentliche Teile der Untersuchung mündlich darstellen können,
- Verständlichkeit für Zielgruppe (Eltern, Schüler anderer Kurse, z.B. Erklärungen der wesentlichen Begriffe, nicht zu viele Fachbegriffe).

Um die einzelnen Arbeitsgruppen während der Projektphase nicht sich selbst zu überlassen, haben wir für jede Arbeitsgruppe ein Zwischenberatungsgespräch angesetzt, wo über den jeweiligen Arbeitsstand und die Arbeitsverteilung berichtet werden sollte. Da die allermeisten Schülerarbeitsgruppen in der Arbeitseinteilung die größten Schwierigkeiten haben, wurde die Arbeit für die Gruppen in der Präsentationsphase hektisch und wohl auch sehr stressig. Sie intensivierten dann die Arbeit zu Hause, entzogen sich aber dadurch der Betreuung durch die Lehrerinnen und Lehrer.

Als ein Ergebnis der bewerteten Präsentation ist festzustellen, daß nur sehr wenige Arbeitsgruppen die Gruppenarbeit nicht ausreichend abgeschlossen haben, die meisten schnitten gut und zum Teil sehr gut ab. Einige Schülerinnen und Schüler wurden durch die positive Bewertung der Gruppenarbeit "mitgezogen", obwohl sie versuchten, sich der Gruppenarbeit zu entziehen. Diese "Trittbrettfahrer" fielen aber nicht nur der Jury auf, sondern auch ihren Mitschülern, was sich in gelegentlichen Unmutsäußerungen spürbar machte.

3.2.5 Einblicke in Berufsfelder und -strukturen

Im Juni 1996 haben für die Schüler des Jahrgangs 1995 Berufsorientierungstage vorwiegend im Bereich der naturwissenschaftlich-technischen Berufe stattgefunden. Das Leitthema lautete "Schlüsselqualifikationen in der beruflichen Praxis". Den Schülerinnen und Schülern sollte verdeutlicht werden, daß der Erwerb von Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit usw. neben dem Erlernen von Fachwissen eine wichtige Aufgabe darstellt. Neben der Information über Berufsfelder ging es um erste Einblicke in betriebliche Abläufe und Projektabwicklungen.

Am ersten Tag haben zur Einstimmung Experten des Arbeitsamtes, der Universität Bremen und aus Personalabteilungen Bremer Betriebe über Anforderungsprofile, Auswahlverfahren für neue Mitarbeiter und Maßnahmen der Aus- und Weiterbildung im Betrieb berichtet. Vertreter der Deutschen Bahn

AG, Eduscho Bremen, der Handwerkskammer Bremen und Arbeitswissenschaftler der Universität Bremen haben schwerpunktmäßig aus der Sicht der Wirtschaft die Anforderungsprofile an junge Berufseinsteiger dargestellt. Den Schülerinnen und Schülern wurden die von den Firmen erwarteten Qualifikationen erläutert, wobei auch die Schlüsselqualifikationen wie Kommunikationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit und Teamfähigkeit eine wichtige Rolle spielten. Ebenso konnten Hinweise auf die Auswahlverfahren der Betriebe gegeben werden.

Am folgenden Tag besuchten die Schülerinnen und Schüler in Gruppen jeweils einen Betrieb. Für die Betriebserkundungen wurden solche Betriebe gewonnen, in denen Projekte in Teamarbeit ablaufen. Im Sinne der BINGO-Konzeption der Verbindung von Inhalten mit extrafunktionalen Qualifikationen wurden solche Projekte ausgewählt, die zumindest mittelbar mit dem Bereich "Klima/Atmosphäre" korrespondieren, die jedenfalls aber aus naturwissenschaftlich-technischen Bereichen stammen. Die Themen erstrecken sich von einem rechnergestützten Meldesystem für (Öl-) Unfälle in der Deutschen Bucht, der umweltgerechten Entsorgung von Hausmüll, der Beurteilung von Schadstoffmessungen bei Kraftfahrzeugen, der Realisierung von Industrierobotern unter Berücksichtigung von Emissionen, der Energiegewinnung mit vermindertem Schadstoffausstoß, der Vertiefung der Elbe unter ökologischen Gesichtspunkten bis zur ökologischen Gestaltung von Gartenanlagen. Die Kontakte zu den Firmen wurden überwiegend durch die beteiligten Lehrkräfte im Vorfeld hergestellt. Wichtiger als die jeweiligen Inhalte der Projekte war das Kennenlernen des Projektablaufs unter Ernstbedingungen einschließlich der ökonomischen Gesichtspunkte — im Idealfall von der Einwerbung bis zur wirtschaftlichen Abrechnung — durch die Schülerinnen und Schüler. Um eine gezielte Beobachtung zu ermöglichen, sind alle Schülerinnen und Schüler auf diese Erkundung vorbereitet worden. Einerseits haben alle BINGO-Schülerinnen und -Schüler selbst in Projekten gearbeitet und dazu eigene Erfahrungen gemacht, andererseits wurde allen Teilnehmern an dieser Erkundung ein Leitfaden in die Hand gegeben. Dieser Text enthielt z.B. folgende Fragen:

- Wie viele Mitarbeiter sind an dem Projekt beteiligt?
- Wie ist die Verteilung der Aufgaben und Verantwortlichkeiten?

- Wie ist die Zusammenarbeit organisiert, z.B. wie oft treffen sich die Gruppenmitglieder?

Hieran soll der Vergleich zur eigenen Projektarbeit anknüpfen. Berufliche Projekte weisen gegenüber schulischen jedoch auch wichtige Unterschiede auf, die aus den ökonomischen Randbedingungen resultieren. Der Erfolg oder Mißerfolg "realer" Projekte hat nicht nur Folgen für das Individuum (den Schüler, bzw. Mitarbeiter), sondern Auswirkungen auf den Bestand des Betriebs (Folgeaufträge, Gewinn/ Verlust) und die Umwelt (Produkte, Eingriffe in die Natur usw.). Darauf verweisen weitere Fragen des Leitfadens:

- Wie teuer ist das Projekt? Z.B.: Was kostet ein "Manntag"?
- Wie wird ein Projekt kalkuliert, wenn das Angebot erstellt wird? Und wie wird es am Schluß abgerechnet?

Von den Schülerinnen und Schülern wurde erwartet, daß sie im Verlauf des Besuchs in den gewählten Betrieben die Antworten zu diesen Fragen erkunden. Um sinnvoll Einblick in betriebliche Abläufe nehmen zu können, wurden die Gruppengrößen bewußt klein gehalten (ca. 10-12 Schülerinnen und Schüler), begleitet durch eine Lehrerin bzw. einen Lehrer. Die Erkundungen wurden am Mittwoch in den Kleingruppen ausgewertet.

Auf der Abschlußveranstaltung sollten Auszubildende (Abiturienten) und Berufsanfänger nach dem Studium über ihre Erfahrungen beim Übergang zwischen Schule bzw. Studium und Beruf berichten. Die Auswertung der Betriebserkundungen am dritten Tag der Berufsorientierungswoche wird verbunden mit einer Podiumsdiskussion, zu der Berufsanfänger in das Schulzentrum Alwin-Lonke-Straße eingeladen wurden, die als Gymnasiasten vor kurzer Zeit eine berufliche Ausbildung oder ein Studium absolviert haben. Sie sollten über ihre Erfahrungen des Übergangs von der Schule oder Hochschule in das Berufsleben berichten und dabei besonders auf die Fähigkeiten eingehen, die von ihnen neben den fachlichen Kenntnissen erwartet wurden. Leider hat nur eine ehemalige Schülerin unseres Schulzentrums, die inzwischen ihre praktische Berufsausbildung und das nachfolgende Studium abgeschlossen hat, ihre Versprechung wahr gemacht und ist zu dieser Veranstaltung gekommen. Eindrucksvoll konnte sie ihre persönlichen Erlebnisse bei der Suche nach einem Arbeitsplatz schildern und so den Schülerinnen und Schülern des BINGO-Projektes wertvolle Hinweise geben. Es wurde insbe-

sondere deutlich, daß bei Bewerbungen um eine Anstellung ein gehöriges Maß an Frustrationstoleranz vorhanden sein muß.

3.2.6 Bewertungskriterien

Die Leistungsbewertung erfolgte entsprechend dem Aufbau des Halbjahres über eine Klausur und über die in der Gruppenarbeitsphase erreichten Arbeitsergebnisse, die in einer Präsentation zum Ausdruck kamen.

Klausur und Fachunterricht

In den ersten acht Wochen des Halbjahres wurde in den Kursen überwiegend fachspezifischer Unterricht zum Thema "Atmosphäre" erteilt. Diese Phase schloß mit einer Klausur ab, in der die Fachkompetenz und im geringen Maße auch fachfremde Aspekte zu diesem Thema abgeprüft wurden.

Gruppenarbeitsphase

Im Gegensatz zum vorhergehenden Halbjahr wurde der Arbeitsweise in den Kleingruppen große Bedeutung beigemessen. Deshalb ging dieser Phase eine Vorbereitung von zwei bis drei Unterrichtsstunden voraus, in deren Verlauf die Schüler über Rollenverhalten, Organisation der Arbeit und mögliche Fehler/ Schwierigkeiten informiert wurden. Gleichzeitig erhielten sie ein Papier mit Bewertungskriterien (gut - schlecht) durch die sie ihr Arbeitsverhalten kontrollieren konnten.

In diesem Zusammenhang fand nach drei Arbeitsterminen eine Einschätzung der Arbeitsfähigkeit der jeweiligen Gruppe statt. In diesem Gespräch mit dem Fachlehrer wurde von jedem Gruppenmitglied verlangt, daß es Auskunft über die Organisation der Arbeit und den aktuellen Wissensstand der Gruppe geben konnte. Auf einem Protokollbogen zur Ermittlung des Arbeitsstandes wurden dementsprechend folgende Punkte festgehalten:

- Zeiteinteilung,
- Aufteilung der Arbeit, d.h. Nennung je eines Teilgebietes, für das ein Gruppenmitglied verantwortlich ist,
- Stand der Arbeit,
- Fragen und Aufgaben an den Lehrer,

- Stand der Informationsbeschaffung,
- Stand der experimentellen Tätigkeit,
- Zwischenergebnisse,
- Zusammenarbeit mit anderen Arbeitsgruppen des Kurses bzw. mit Kursen der anderen Fachdisziplinen.

Der letzte Aspekt wurde besonders aufmerksam verfolgt, weil die Schülerinnen und Schüler in diesem Halbjahr fachfremde bzw. fachimmanente Aspekte anderer Arbeitsgruppen selbständig in ihr Themengebiet einbeziehen mußten. In diesem Gesprächsprotokoll wurden folglich neben dem inhaltlichen Stand der Gruppenarbeit die für dieses Halbjahr im Vordergrund stehenden Schlüsselqualifikationen Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler ermittelt, mit dem Ziel, durch geeignete Hilfestellung die Arbeitsfähigkeit der jeweiligen Gruppe zu verbessern. Über den Fachlehrer gingen die Ergebnisse des Zwischenberichts in die abschließende Bewertung der Gruppenarbeit mit ein.

Das Ergebnis der Gruppenarbeit: Die Präsentation

War während der Arbeitsphase die Kommunikation innerhalb der eigenen Gruppe und mit anderen Gruppen angeleitet und eingeübt worden, so sollte jetzt als weiterer Aspekt der Schlüsselqualifikation Kommunikationsfähigkeit die angemessene Präsentation der Arbeitsergebnisse erfolgen. Ein Teil der Schüler hatte zuvor eine Ausstellung der Firma Mercedes-Benz zum Thema "Auto und Umwelt" besucht und dort die vielen Möglichkeiten, Arbeitsergebnisse darzustellen unter Anleitung der Lehrer kennengelernt und bzgl. ihrer Wirkung und Umsetzungsmöglichkeit diskutiert.

Ähnlich wie im Wettbewerb "Jugend forscht" hatte jede Gruppe einen Stand, an dem sie Experimente aufbauen, die Arbeitsergebnisse an einer Stellwand darstellen und ein einseitiges Info-Blatt für die Besucher der Ausstellung vorlegen sollte. Die Bewertung der Präsentation erfolgte dann durch eine Lehrergruppe, in der alle drei Fachdisziplinen vertreten waren. Jedes Jurymitglied benutzte dabei einen Protokollbogen, auf dem folgende Beurteilungsaspekte vermerkt waren:

- Klarheit, Anschaulichkeit und Interessenwirksamkeit der Präsentation

- Informationsgehalt und Verständlichkeit der Präsentation und des Info-Blattes
- wissenschaftlicher Anspruch und Genauigkeit der Darstellung
- Abgrenzung und Ausschöpfung des Themas
- Berücksichtigung fächerüberschreitender Aspekte

Aus der vorhergehenden Arbeitsphase wurden vom jeweiligen Fachlehrer dann aus dem Gesprächsprotokoll und weiteren Beobachtungen folgende Aspekte in die Bewertung eingebracht.

- Selbständigkeit der Informationsbeschaffung
- Organisation der Gruppenarbeit

Die individuelle Bewertung eines jeden Gruppenmitglieds erfolgte während der Präsentation dadurch, daß jeder Schüler das von ihm bearbeitete Teilgebiet kurz erläutern und auf Fragen zu Inhalt und Form der Darstellung antworten mußte.

3.3 Kontinuität und Veränderung des Lebens — Gentechnik

3.3.1 Anlage des Halbjahres

Die Auswahl des Halbjahresthemas ergab sich aus der aktuellen Diskussion um die künstliche Veränderbarkeit von Lebewesen (gentechnische Eingriffe im Rahmen der Medizin, der Nahrungsmittelproduktion und der Züchtung von Lebewesen — im weitesten Sinne — nach Maß) einerseits und der künstlichen Erhaltung von Erbinformationen (Klonierung bei Tieren und Menschen) andererseits. Hierbei handelt es sich zweifelsfrei um einen gesellschaftspolitischen, ökonomischen und historischen Bereich von außerordentlicher Relevanz für die Zukunft. Ausgehend von den historischen Erfahrungen im Zusammenhang mit Eugenik und Euthanasie während des Faschismus, über die Entschlüsselung der DNA, der Entdeckung des natürlichen Gentransfers bei Bakterien bis zur ökonomisch verwertbaren, künstlichen Handhabung von Genen steht unsere Gesellschaft heute in der ethisch-moralischen, ökologischen und ökonomischen Auseinandersetzung um die Grenzen der Forschung und ihrer Anwendung. Schüler müssen auf die persönliche Auseinandersetzung mit dieser von vornherein nur fachübergreifend erfaßba-

ren Problematik vorbereitet werden. Gerade hier kann eine kompetente, nicht von Ideologien manipulierte Einstellung nur durch eine naturwissenschaftlich fundierte, einerseits fächerübergreifend ausgerichtete, andererseits in bestimmten Bereichen auch fachspezifisch bestimmte Herangehensweise erreicht werden. Gleichzeitig mußte für die Schülerinnen und Schülern nach übereinstimmender Überzeugung der Lehrkräfte im Modellversuch gerade bei diesem hochkomplexen und gleichzeitig kontrovers diskutierten Problembereich die Möglichkeit gegeben sein, selbständig, fachübergreifend und teamorientiert zu arbeiten, damit der Lernprozeß die kritische Auseinandersetzung mit den erworbenen Kenntnissen einbezieht.

Wir haben daher eine fachübergreifende Projektphase in den Mittelpunkt des Halbjahres gestellt. Aus der Schülerschaft der fünf beteiligten Kurse wurden Teams mit je fünf Schülerinnen und Schülern gebildet. Dabei wurden folgende Grundsätze beachtet: Die Gruppen sind

- untereinander ungefähr gleich leistungsstark (nach Einschätzung durch die jeweiligen Fachlehrer),
- kurs- und fachübergreifend (2 Schüler mit biologischer Kompetenz, 2 Schüler mit chemischer und 1 Schüler mit physikalischer Kompetenz).

Den so festgelegten Gruppen wurde eine von drei verschiedenen Aufgabenstellungen zugeordnet, eine Auswahl der Aufgabe war nicht möglich. Die fachlichen Anforderungen der Aufgaben waren in etwa gleich; lediglich Rahmen und Handlung unterschieden sich. So beinhaltete eine Aufgabe die Frage nach der Herkunft von Tiefkühlfleisch (Fleischskandal im Hafen), eine andere Aufgabe die Frage nach der Aidskrankung eines Kindes (Aidsfall Martina N.), die dritte Aufgabe die Aufklärung eines Mordfalls (Mord in Alabama). Ein Aufgabenbeispiel ist diesen Ausführungen unter Punkt 3.3.7.1 beigelegt. Die Schüler erhielten die Aufgaben in Form einer Mappe, in der zunächst neben dem ersten Teil der Aufgabenstellung eine Vielzahl von Informationsmaterialien enthalten war. Nach einer Bearbeitungszeit von 2 Unterrichtswochen haben die Schüler dann nach einem kurzen Zwischenbericht durch die Gruppen den zweiten Aufgabenteil erhalten.

Die Ergebnisse der Projektphase sollten in Form eines schriftlichen Gutachtens vorgelegt werden, dessen Bewertung dann als Teamnote in die Gesamtbewertung einging.

Der fachspezifische Einstieg in das Halbjahr erfolgte bei allen Kursen über Probleme der gentechnischen Forschung und Anwendung am Beispiel von möglicherweise gentechnisch manipulierten Lebensmitteln, von aktuellen Zeitungsartikeln oder anhand von Texten mit Stellungnahmen zur Gentechnik. Es folgte eine eher fachspezifisch ausgerichtete Phase des Unterrichts, in der jeder Kurs in Form eines Intensivprogrammes die Voraussetzungen zur Qualifikation der Schüler für eine Art Fachexpertenrolle für die geplante Projektphase zu legen beabsichtigte.

Die Einstellung der Schüler zur fachübergreifenden Fallstudienphase sollte anschließend durch Fragebogen und durch Aufforderung zur kritischen Stellungnahme ermittelt werden, um uns so die Möglichkeit zu geben, für weitere teamorientierte Arbeitsphasen Konsequenzen zu ziehen. Die wieder vorwiegend fachorientierte letzte Phase des Halbjahres war außer auf Erfüllung fachspezifischer Inhalte im Rahmen der EPA auch auf die Verbreiterung der fachlichen Grundlagen in Hinsicht auf die Vorbereitung einer gemeinsamen, jahrgangsumfassenden Podiumsdiskussion mit echten Experten der Genetik der Universität Bremen ausgerichtet. Die Podiumsdiskussion sollte den Schülerinnen und Schülern der verschiedenen Kurse ermöglichen, sich umfassend untereinander und mit Experten über den Problembereich Gentechnik außerhalb der Schule in einem relevanten Gesellschaftsbereich auseinanderzusetzen.

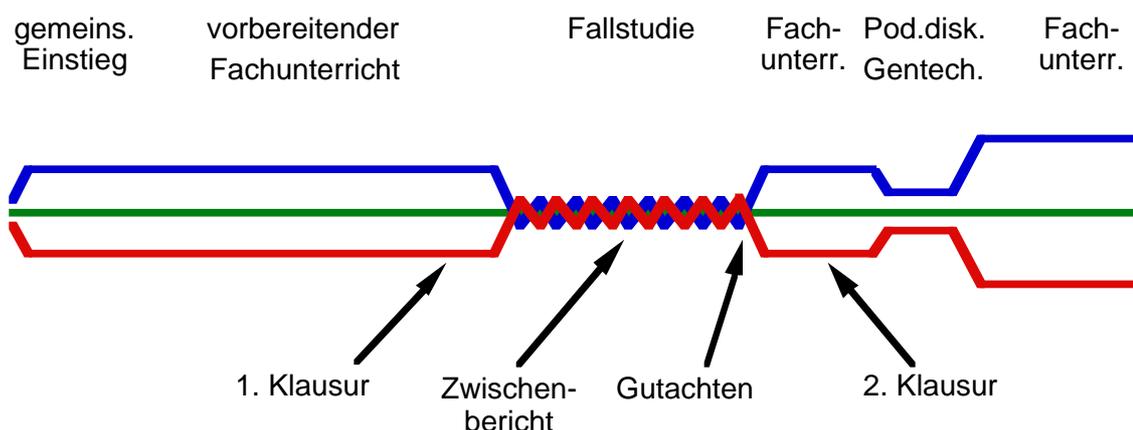


Abb. 3.3.1: Verbindung der drei Fächer im Halbjahr 12.1.

Zeitlicher Rahmen:

1. Unterrichtswoche: Wie in den vorhergehenden Halbjahren wurde die erste

Unterrichtswoche zur Einstimmung der Schülerinnen und Schüler auf die Thematik genutzt.

2. - 9. Unterrichtswoche: In den Kursen wurde fachbezogener Unterricht durchgeführt, um die notwendigen Fachkenntnisse für die anschließende Projektphase zu vermitteln. Diese Sequenz wurde durch eine mehrstündige fachbezogene Klausur abgeschlossen.

10. - 15. Unterrichtswoche: Die Fallstudienphase diente der teamorientierten Arbeit der Schülerinnen und Schüler an dem zu erstellenden Gutachten zu einem der drei Problemfälle. Das Gutachten als Ergebnis der Gruppenarbeit sowie eine auf die von der Gruppe bearbeitete Aufgabe bezogene Klausur schlossen diese Phase ab.

16. Unterrichtswoche: Den Schülerinnen und Schülern wurde Gelegenheit gegeben, ihre Erfahrungen aus dieser für sie neuen Art der Zusammenarbeit in nicht selbst gewählten Gruppen mit Schülerinnen und Schülern anderer Kurse zu thematisieren und Veränderungsvorschläge zu machen.

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

20. Unterrichtswoche: Abschluß der Arbeit zum Thema Gentechnologie bildete eine Podiumsdiskussion mit Experten der Universität Bremen, die den Schülerinnen und Schülern ihre Erfahrungen im Umgang mit den Methoden der Gentechnik bis hin zur Verantwortung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in diesem Arbeitsfeld deutlich gemacht hat.

3.3.2 Fachbezogene Themenstrukturen

3.3.2.1 Biologie

1. Unterrichtsphase. Vorbereitung auf die Fallstudien

Ziel war die inhaltliche und methodische Vorbereitung der Schüler auf die gemeinsame fächerverbindende Gruppenarbeitsphase in Form einer Art biologischen Crash-Kurs, wobei folgende Aspekte im Vordergrund der didakti-

schen und methodischen Schwerpunkte dieser 1. Phase des Projektes stehen sollten:

- Schnelle und intensive Verarbeitung von Information in einem zeitlich relativ eng begrenztem Rahmen;
- kompetenter Umgang mit den sich aus den Informationen ergebenden Sachverhalten im Rahmen exemplarischer Problemstellungen;
- gegenseitige Unterstützung bei der vorwiegend selbständigen Lösung von Transferaufgaben und problemorientierten Aufgabenstellungen;
- Phasen des selbständigen Arbeitens mit Abbildungen, Arbeitsblättern, Modellen und Literatur;
- anschauliche und klare Präsentation von Erläuterungen für die Mitschüler;

a) Einstiegsphase

Anhand von Zeitungsartikeln mit entsprechend aufgemachten Überschriften zu aktuellen Problembereichen der Genetik stiegen wir in das Thema des Halbjahres ein. Es erfolgte eine Zuordnung von Schlagworten und Fachbegriffen der Genetik in den Zeitungsartikeln zu Forschungsbereichen, Anwendungsgebieten und gesellschaftlichen Problembereichen: Reproduktionsgenetik, Gentechnologie und genetische Manipulation, Altersforschung, die Macht der Gene (genetische Anteile an Merkmalen), Lebensmitteltechnologie, gentechnische medizinische Diagnostik, genetischer Fingerabdruck, Gentransfer, Erbkrankheiten, Euthanasie, geklonte Lebewesen.

Mit dem Einführungsartikel zur Gentechnologie wurde eine relativ differenzierte Position zur ethischen und gesellschaftlichen Diskussion dieses Themas vorgestellt, an deren Anfang ein Zitat von Berthold Brecht aus "Leben des Galilei" steht:

Es ist nicht das Ziel der Wissenschaft, der unendlichen Weisheit eine Tür zu öffnen, sondern eine Grenze zu setzen dem unendlichen Irrtum.

Es folgte eine offene Diskussion über Gentechnologie und deren Grenzen in Forschung und Anwendung. Die Schüler lieferten anschließend die folgende Zusammenfassung von der Einführungsphase:

Vererbte Programme garantieren grundsätzlich Kontinuität und Stabilität zwischen den Generationen, sind aber unter natürlichen Bedingungen veränderbar. Nur so läßt sich die Veränderung von Lebewesen im

Verlauf der stammesgeschichtlichen Entwicklung erklären. Allerdings lassen sich Erbprogramme auch künstlich verändern, so daß man in der Lage ist, in die genetische Information und damit in Lebensabläufe einzugreifen im positiven wie im negativen Sinn. Moderne gentechnologische Methoden ermöglichen sowohl eine Analyse als auch eine gezielte Manipulation der Erbinformationen von Lebewesen, grundsätzlich auch beim Menschen.

Die von den Schüler in diesem Zusammenhang aufgeworfene Frage, inwieweit man hier überhaupt von Fortschritt sprechen kann, wurde vorerst offen gelassen und auf die spätere fachübergreifende Phase mit anschließender Podiumsdiskussion verwiesen.

b) Familiäre Beziehungen (1,5 UE)

Schlagworte, Fachbegriffe und Sachverhalte aus dem Bereich familiärer verwandtschaftlicher Beziehungen — Verwandtschaft, Ähnlichkeiten, familiäre Erbkrankheiten, Dominanz, Rezessivität, eineiige und zweieiige Zwillinge, Problematik der Inzucht und Inzest — wurden von den Schülerinnen und Schülern aus ihren Vorkenntnissen her aufgeworfen und teilweise untereinander veranschaulicht und erklärt, teilweise unter Präzisierung des Lehrers. Insgesamt war eine große Diskrepanz der Vorkenntnisse unter den Schülerinnen und Schülern zu beobachten, vor allem im Zusammenhang mit Genauigkeit und Differenzierung. Die Begriffe selbst waren den meisten aus der Sekundarstufe I oder aus anderen Zusammenhängen her bekannt.

c) Unterscheidung von Körperzellen (Somazellen) und Keimzellen (1,5 UE)

- Aufbau und Funktion von Spermien und Eizellen
- Gurdonexperiment zur Lokalisation von Genen
- Unterschiedliche Aufgaben von Keimzellen und Körperzellen (unter Einbeziehung der Besonderheiten von Nervenzellen)

d) Mitose (3 UE)

Themengleiche Arbeitsaufgaben zur Mitose (Kernteilung bei Eukaryoten) in Form von Arbeitsblättern, Abbildungen und Material zum Ausschneiden. Unterthemen:

- Kernteilungsphasen der Mitose

- Chromosomenzustände (kondensiert und dekondensiert)
- Chromatidentrennung während der Metaphase
- Bedeutung, Ergebnisse und Vorkommen der Mitose:
- Entstehung von erbgleichen Zellen (Klone) bei Zellteilungsvorgängen im Rahmen von Wachstums- und Entwicklungsvorgängen und der nichtsexuellen Fortpflanzung; .

e) Chromosomenbilder der Zellen verschiedener Arten (Karyogramm) (1 UE)

- Chromosomale Geschlechtsbestimmung,
- Bildung von Keimzellen (Spermatogenese und Oogenese),
- numerische und strukturelle Chromosomenfehler (Erbkrankheiten im Zusammenhang mit Verteilungsfehlern und Strukturfehlern der Chromosomen (z.B. Trisomie 21 = Mongolismus)

f) Sexualität - Variabilität - Angepaßtheit (4,5 UE)

- Beschreibung der Erbkrankheit Trisomie 21 und Problematisierung der Ursachen;
- Arbeitsblatt zur Bildung von Keimzellen unter Hervorhebung der Vorgänge bei der Kernteilung (Meiose),
- Aufgabenstellung, die Reihenfolge der einzelnen Stadien zu bestimmen (mit Begründung) auf der Grundlage von ausgeschnittenen Bildern;
- Zuordnung der einzelnen Chromosomenzustände zu den entsprechenden Phasen der Meiose;
- Vergleich der einzelnen Phasen der Meiose I mit den entsprechenden Phasen bei der Mitose;
- Diskussion der Unterschiede;
- Hervorhebung der besonderen Bedeutung von Rekombinationsvorgängen; Einordnung von Mitose und Meiose im Rahmen der Kontinuität des Lebenszyklus zwischen den Generationen einerseits und der Veränderbarkeit von Arten im Rahmen der Anpassung bei der stammesgeschichtlichen Entwicklung andererseits;

g) Organisation der Erbinformation (Vom Chromosom zur DNA) (1,5 UE)

Die Organisation der Erbanlagen bei Eukaryoten (Feinbau) wurde auf der

Grundlage entsprechender Folien veranschaulicht und im Gesamtzusammenhang der Funktionen des Zellkerns erläutert. Im darauffolgenden Schritt wurden die Anforderungen an die DNA als materieller Informationsgrundlage im Zusammenhang mit entscheidenden lebensrelevanten Aspekten bei Lebewesen problemorientiert erarbeitet.

h) Aufbau der DNA als materielle Grundlage der Erbinformation (3 UE)

- Arbeitsblatt mit Arbeitsaufträgen, Modelle, Folien, Abbildungen und Filme zur Veranschaulichung;
- chemische Struktur der Bausteine; Unterscheidung von DNA und RNA; Bindungsstellen, Aufbau und Benennung der Nukleotide, Basenpaarung, komplementäre Stränge und gegenläufige Polarität;

i) Mechanismus der identischen Verdopplung (Replikation) (3 UE) :

- Unterscheidung von künstlichen Systemen (in vitro) und natürlichen Systemen (in vivo);
- beteiligte Enzyme (im Detail), Trinukleotide, Primer, Okazaki- Stücke usw.

Anschauliche Schemata und ein Film regten die Schüler zu intensiver und detaillierter Beschäftigung mit diesem molekularbiologisch bedeutenden Thema an.

j) Unterrichtliche Vorbereitung des Themas Proteinbiosynthese (1,5 UE)

- Vorstellung autosomal rezessiv vererbter Krankheiten anhand von Dias;
- Verallgemeinerung der Ursachen als Enzymdefekte;
- Diskussion über die entsprechenden Syndrome und medizinischen Möglichkeiten;
- typische Erbgänge mit entsprechender Legende und Fachbegriffen: Genotyp, Phänotyp, homozygot, heterozygot, Inzucht;
- Ein-Gen-ein-Enzym-Beziehung (Enzyme als mögliche primäre Genprodukte).

Auffallende Beobachtungen : Die Schüler hatten in diesem Zusammenhang keine Schwierigkeiten mit der Mendel- und Stammbaumproblematik, son-

dem ergänzten die notwendigen Informationen vorwiegend von sich aus. Anwendungsüberprüfungen bestätigten die im Gegensatz zu normalen Grundkursbedingungen schnelle Rezeption der Problematik — quasi als Nebenprodukt der vorhergegangenen Überlegungen zur Meiose.

k) Realisierung der genetischen Information (Herstellung der primären Genprodukte in der Zelle = Proteinbiosynthese)

- Schematischer Überblick, überblickartige, stark vereinfachte Vorstellung anhand eines 8mm Filmes;
- Erarbeitung des genetischen Codes im Rahmen der Herstellung der entsprechenden Beziehung zwischen Basensequenz der DNA und zugehöriger Aminosäuresequenz des primären Genproduktes;
- Anwendung des Code-Lexikons (Codogene, Codone und Anticodone);
- erst jetzt detaillierte Vermittlung der Einzelschritte und der notwendigen Fachbegriffe: Transskription, Translation, Aufbau der t-RNA; Ribosomen und die wichtigsten beteiligten Enzymsysteme;
- Räumliche Beziehungen bei der Realisierung der genetischen Information;
- wichtig: Gegenüberstellung von Replikation und Transskription; Klausur zur 1. Phase des Themas Kontinuität und Veränderung des Lebens; Rückgabe und Besprechung der Klausur

2. Unterrichtsphase: Fachübergreifende Gruppenarbeit an den Fallstudien

3. Unterrichtsphase: Fachunterricht

Fortsetzung des Fachunterrichtes in den Stoffgebieten, die im Rahmen der Anforderung an die Fächer laut Rahmenrichtlinien noch geleistet werden sollten und Vorbereitung auf die Podiumsdiskussion zur Gentechnologie an der Universität.

a) Regulation der Aktivität von Genen in der Zelle (3 UE) :

- Anzahl der Genorte bei verschiedenen Organismen
- Regulation der Enzymaktivität
- Regulation der Genaktivität (Modell nach Jacob und Monod für Prokaryoten)

- Endproduktrepression und Substratinduktion (Anwendung auf die hormonale Regulation am Beispiel von Geschlechtshormonen)

b) Blutgruppen und Krankheit des Blutes (4,5 UE)

Die Problematik Sichelzellenanämie wurde von den Schülerinnen und Schülern der Arbeitsgruppe zum Thema "Mord in Alabama" für die Mitschüler kompakt aufbereitet. Die Krankheit Thalassämie wurde anschließend als Fehler der Genregulation gegenübergestellt. Aus der obigen Thematik ergab sich die Beschäftigung mit der Blutzusammensetzung und den vererbaren Eigenschaften des Blutes:

- Bluttransfusionsproblematik;
- ABO-Blutgruppen und die entsprechenden Erbgänge;
- Antigen-Antikörper-Reaktion – aktive und passive Immunisierung,
- Rhesus-System und Rhesusfaktoren
- Stammbäume und Legenden

c) Diskussion von Zeitungsartikeln (3 UE)

zu aktuellen Themen im Zusammenhang mit Anwendungsmöglichkeiten von gentechnologischen Verfahren (Wiederaufgreifen der Einführungsphase)

Fachüberschreitend	Fachspezifisch
<p>Aktuelle Zeitungsartikel zu Problembereichen aus der Genetik: Zuordnung von Schlagworten und Fachbegriffen zu Forschungsbereichen, Anwendungsgebieten und gesellschaftlichen Problembereichen.</p> <p>Diskussion über die momentanen Vorstellungen der Schüler zur gentechnischen Forschung und Anwendung.</p> <p>Vorbereitung der Schüler auf die gemeinsame fächerverbindende Gruppenarbeitsphase in kompakter Form in der Art eines Intensivkurses mit folgenden Intentionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • schnelle und intensive Verarbeitung von Information, • kompetenter Umgang mit den sich aus den Informationen ergebenden Sachverhalten im Rahmen exemplarischer Problemstellungen • gegenseitige Unterstützung bei der selbständigen Lösung von Transferaufgaben und pro- 	<ul style="list-style-type: none"> • Klärung der in den Zeitungsartikeln und in der Diskussion angewandten Begriffe aus der Genetik; • Familiäre Beziehungen an Beispielen aus dem eigenen Erfahrungsbereich • Unterscheidung von Körperzellen und Keimzellen auf der Grundlage von Fotografien und schematischen Abbildungen; • Arbeitsaufgaben zur Mitose (Arbeitsblatt, Abbildungen und Material zum Ausschneiden): Einordnung von Mitose und Meiose im Rahmen der Kontinuität des Lebenszyklus zwischen den Generationen einerseits und der Veränderbarkeit von Arten andererseits.

blumentorientierten Aufgabenstellungen, <ul style="list-style-type: none"> • Selbständiges Arbeiten mit Abbildungen, Modellen und Literatur, • anschauliche, klare und differenzierte Erläuterungen für die Mitschüler 	
Chemischer Aufbau der DNA als materielle Grundlage der Erbinformation chemische Bausteine der DNA (Stoffklassen) Konstruktion eines DNA-Doppelhelix-Modells mit dem Modellbaukasten	Vom Chromosom zur DNA (zelluläre Organisation der genetischen Information.) Folien, schematische Abbildungen, 16 mm Film
Unterscheidung von künstlichen Systemen (in vitro) und natürlichen Systemen (in vivo);	Mechanismus der Replikation komplexes Überblicksschema unter Einbeziehung der beteiligten Enzyme
Ein-Gen-ein-Polypeptid (primäres Genprodukt)-Beziehung : DNA ----mRNA --- primäres Genprodukt (Polypeptid)	Realisierung der genetischen Information (Proteinbiosynthese) schematische Darstellung auf Folie, Fotokopie, 16 mm-Film; Magnettafel-Modell;
	Fachspezifische Klausur
Fächerverbindende Projektphase fachübergreifende gemeinsame Klausur Fragebogen zur fachübergreifenden Gruppenarbeitsphase Kritik und Verbesserungsvorschläge für die weitere BINGO-Arbeit im Rahmen zukünftiger Gruppenarbeitsphasen	
Diskussion von Zeitungsartikeln zu Forschungs- und Anwendungsbereichen der Gentechnologie als weitere Vorbereitung auf die geplante Podiumsdiskussion. Podiumsdiskussion mit Doktoranden der Biologie an der Universität Bremen;	Fortsetzung des fachspezifischen Unterrichts zur Erweiterung der fachlichen Grundlagen auch in Hinblick auf die geplante Podiumsdiskussion: <ul style="list-style-type: none"> • Regulation der Aktivität von Genen in der Zelle (Regulation der Realisierung von genetischer Information); • Blutgruppen und Krankheiten des Blutes

3.3.2.2 Chemie

Einführungsphase (2 UE)

Die Schüler wurden durch Ansicht und Geschmacksproben verschiedener Tomaten- und Obstsorten sowie über aktuelle Zeitungsartikel zur Kennzeichnungspflicht, Überwachungsmöglichkeit und Einschätzung gentechnisch veränderter Lebensmittel auf die Problemstellung eingestimmt. Gleichzeitig

wurde an ihr Vorwissen angeknüpft und dabei der Zusammenhang zwischen der Genetik und ihrer chemischen Grundlagen hergestellt.

Fachunterricht (17 UE)

Wir begannen mit der Wiederholung der Bindungsarten als Vorbereitung für die Einführung in die organische Chemie mit dem Schwerpunkt Aminosäuren und Proteine. Es folgte die Einführung in die Chemie organischer Moleküle mit unterschiedlichen funktionellen Gruppen. Hierbei wurde besonders Wert gelegt auf den Zusammenhang zwischen der Struktur einer Verbindung und den daraus resultierenden Eigenschaften. Um die pH-Abhängigkeit der Proteine später erklären zu können, erfolgte außerdem eine Einführung in die Säure-Base-Theorie am Beispiel der Carboxylgruppe. Ein großer Block wurde dem Kapitel Aminosäuren gewidmet. Die einzelnen Themen sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen. Dieser Unterricht wurde im Stile eines herkömmlichen Chemieunterrichts mit Demonstrationsexperimenten unter Beteiligung der Schülerinnen und Schüler durchgeführt.

Projektphase (11 UE)

Zu Beginn wurden die Arbeitsgruppen von den Lehrerinnen und Lehrern eingeteilt und mit einer Materialmappe zu einer zugeteilten Aufgabenstellung versehen. Am Ende mußten die AG termingerecht ein Gutachten liefern, welches bewertet wurde. Nach Abgabe erhielten sie eine umfangreiche Musterlösung, mit der sie sich auf die Klausur vorbereiten konnten. Den Abschluß bildete eine kritische Reflexion über den Unterrichtsverlauf sowie der Arbeit in den einzelnen Arbeitsgruppen.

Fachspezifischer Unterricht (6 UE)

Dieser Teil bestand aus einem mehrstündigen Praktikum zur Proteinchemie und einer kurzen Einführung in das Themengebiet "Kohlenhydrate".

Berufsorientierung (1 UE + 1 Tag)

Auf einer eintägigen Exkursion an die Universität Bremen mit Podiumsdiskussion von in dem Bereich Gentechnik forschenden Doktoranden wurde den Schülerinnen und Schüler ein Einblick in das Tätigkeitsfeld von Wissen-

schaftlerinnen und Wissenschaftlern im Gentechnikbereich gegeben. Dabei wurden besonders auch Probleme von Forschung und Ethik angesprochen.

Fachüberschreitend	Fachspezifisch
	<p><i>1.2 Zusammenhang Gentechnik - Chemie</i> Proteine und Aminosäuren als Bausteine des Lebens</p> <p><i>1.3 Struktur und Eigenschaften organ. chem. Moleküle</i> 1.3.1 Übersicht über organische Verbindungsklassen: funktionelle Gruppen 1.3.2 Sauerstoffhaltige Verbindungen :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alkanole, Zusammenhang von Struktur und Eigenschaft /Polarität, • Zusammenhang der KW-Restlänge Molekulpolarität <p>1.3.3 Carbonsäuren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung des Säure / Base-Begriffs • Protolysereaktionen der Carboxylgruppe • Mesomeriestabilisierung • pH-Definition, pH-Skala, • Säurestärke verschiedener Alkansäuren und biologische Bedeutung • Ablenkung von Wasser / Ethanol / Hexan • Löslichkeit verschiedener Alkanole in Wasser und Hexan • Leitfähigkeitsmessung bei der Verdünnung von Eisessig • pH-Wert Bestimmungen verschiedener Stoffe
	<p><i>1.4 Aminosäuren / Amine</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Begriffserklärung, Übersicht über biologische relevante AS, Bedeutung und Vorkommen • Eigenschaften, Molekülstruktur, • Zwitterionenbildung als innermolekulare Protolyse, Isoelektrischer Punkt • Protolysereaktionen der AS, Puffersysteme • AS-Eigenschaften als Ursache für Proteineigenschaften • AS-Nachweisreaktionen • AS-Eigenschaften
	<p><i>1.5 Proteine</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Peptidbindung, AS-Sequenz • Peptid / Proteinstrukturen, Helix, Faltblatt, Globuline, Denaturierung • biologisch wichtige Proteine am Beispiel Insulin • Elektrophorese / Gelelektrophorese • Eiweißuntersuchungen

	• Gelelektrophorese
	1.6 Klausur (180 min)
2. Projektphase (4 Wochen)	Infomappe zu den Themen
3. Vorbereitung auf Diskussion zu Fragen der Verantwortung und Notwendigkeit von Gentechnik	
<ul style="list-style-type: none"> • Antifrostgen in Obst • Anwendungsgebiete, Max-Planck-Institut-Info • persönliche Bewertung 	
4. Podiumsdiskussion mit Doktoranden der Uni Bremen	

3.3.2.3 Physik

Einführung in das Thema (2 UE)

An Hand einer Vorbemerkung aus dem Buch "Am Faden des Lebens" (Winnacker 1993, 11 ff) und aktuellen Zeitungsartikeln wurden der Begriff "Gentechnik" erklärt und die Aktualität dieses Kursthemas an Hand der Diskussion über Anwendungsgebiete (Manipulierung von Lebensmitteln, Verbesserung von Impfstoffen, pränatale Diagnostik, Täterüberführung durch den gentechnischen Fingerprint u.a.) verdeutlicht. Durch einen Artikel "Da entstehen kleine Saurier" wurden die Schülerinnen und Schüler darauf aufmerksam gemacht, daß man auch über physikalische Prozesse (in diesem Artikel mittels Anlegen elektrostatischer Felder) Genmanipulationen vornehmen kann.

Der Schwerpunkt des physikalischen Aspektes in der Gentechnologie liegt jedoch in den Trennverfahren, die zur Analyse der DNA-Moleküle eingesetzt werden. Die Aufmerksamkeit der Schüler wurde hierbei auf die Elektrophorese als ein zentrales elektrostatisches Trennverfahren bei Stoffuntersuchungen gelenkt. Um einen Einblick in die Funktionsweise der Elektrophorese und die damit verbundenen physikalischen Zusammenhänge zu erhalten, war es den Schülerinnen und Schülern klar, daß sie sich zuvor mit dem elektrischen Feld und den sich in ihm bewegenden Ladungen auseinandersetzen mußten. Die Einsicht in die Notwendigkeit, über die Elektrostatik Kompetenzen zu erlangen, wurde durch die Mitteilung, daß sie in der späteren Grup-

penarbeitsphase unterschiedliche Fallbeispiele zur Gentechnologie in gemischten Gruppen (je zwei Biologen, zwei Chemiker und ein Physiker) bearbeiten sollten, verstärkt. Schließlich sollten sie ihre bis dahin erlernten Fachkenntnisse nicht nur anwenden können, sondern sie auch in die fachlich gemischten Gruppen den "Nichtphysikern" erklären können.

Einführung in die Elektrostatik (12 UE)

Aus der in kleinen Versuchen beobachteten wechselseitigen Kraftwirkung zweier gleichnamig oder ungleichnamig geladener Körper aufeinander wurde das elektrische Feld als Kraftwirkungseigenschaft des Raumes auf geladene Teilchen eingeführt und an Hand von Feldlinienbildern visualisiert. Die Auswertung eines Schülerexperimentes mit zwei gleichnamig geladenen Styroporkugeln als Zentralkörper bzw. Probekörper führte zum Coulombschen Kraftgesetz im Radialfeld. Im Zusammenhang mit diesem Radialfeld wurde die elektrische Feldstärke als probeladungsunabhängige Kraftgröße eingeführt. Die anschließend behandelten Begriffe elektrische Arbeit, Potential und Spannung wurden nur im homogenen elektrischen Feld behandelt, da dies für das Verständnis elektrophoretischer Vorgänge ausreicht.

Der proportionale Zusammenhang zwischen der Flächenladungsdichte und der elektrischen Feldstärke wurde am Plattenkondensator nachgewiesen (Grundgleichung der Elektrostatik). Die Kapazität eines Kondensators wurde definiert und die Wirkung von Nichtleitern (Dielektrika) konnte am Plattenkondensator gezeigt und über die Polarisation erklärt werden. Abschließend wurde die Formel für die im elektrischen Feld gespeicherte Energie hergeleitet. Zur Reflexion über die eingeführten physikalischen Größen und zur Einübung des Umgangs mit ihnen wurden diverse Übungsaufgaben gestellt (siehe Metzler Physik 2. Auflage. Seite 179 ff.).

Ionenleitung in Flüssigkeiten (2 UE)

Zur Vorbereitung der in der Gruppenarbeitsphase relevanten Bewegungen von geladenen Proteinmolekülen und DNA-Molekülen im homogenen elektrischen Feld (Elektrophorese) wurde die Ionenwanderung von Permanganat-Ionen (MnO_4^-) in einem wassergefüllten Trog zwischen Kathode und Anode (homogenes elektrisches Feld) experimentell und abschätzungsweise auch

theoretisch untersucht. Die Kenngröße bei diesen Untersuchungen ist die Beweglichkeit der Ionen in dem betreffenden Medium. Auch die Bedeutung und der Umgang mit dieser Größe mußte in diesem Zusammenhang geklärt werden.

Fachüberschreitend	Fachspezifisch
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung des Themas über Zeitungsartikel zu gentechnisch manipulierten Lebensmitteln; • Genmanipulationen mittels elektrostatischer Felder (Artikel aus SZ-Magazin: "Da entstehen kleine Saurier"); • Hinweis auf die Elektrophorese als ein zentrales Trennverfahren bei Stoffuntersuchungen. <p>Fächerverbindende Projektphase mit folgenden fachübergreifenden Inhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau von Aminosäuren zu Makromolekülen (Eiweiße); • Aufbau der DNA; • Der Prozeß der Eiweißsynthese; • der isoelektrische Punkt; • Trennung der Eiweiße mittels des elektrophoretischen Verfahrens der isoelektrischen Fokussierung; • PCR-Verfahren; • DNA-Fingerprintverfahren. 	<p>Einführung in die Elektrostatik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraftwirkung auf Ladung im elektrischen Feld; • Coulombsches Gesetz; • Arbeit, Potential und Spannung im homogenen elektrischen Feld; • Grundgleichung der Elektrostatik; • Dielektrika; • Kapazität des Plattenkondensators; • Beweglichkeit eines geladenen Teilchens in einem Medium; • Ionenleitung in Flüssigkeiten.

3.3.4 Förderung von Schlüsselqualifikationen

In diesem Halbjahr kamen zu den bis jetzt angeführten Schlüsselqualifikationen folgende hinzu:

- Problemlösefähigkeit,
- Begründung und Bewertung
- Selbständigkeit mit hohen Anteilen der Lern- und Denkfähigkeit.

Die in den vergangenen Halbjahren bereits vertieften Schlüsselqualifikationen erhielten durch die Tatsache, daß die Arbeitsgruppen von uns zusammengestellt wurden, eine besondere Bedeutung. Im Berufsleben ist die Situation der vorgegebenen Zusammensetzung von Teams der Alltag und verlangt von den Teammitgliedern ein besonderes Maß an Kooperationsfähigkeit.

Folgende Zuordnungen stellen sich dar:

Schlüsselqualifikationen	Berufsorientierung	Unterrichtsmethode
<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikation • Kooperation • Kreativität • Denken in Zusammenhängen • Problemlösefähigkeit • Lern- und Denkfähigkeit • Begründung und Bewertung • Selbständigkeit / Leistungsfähigkeit • Verantwortungsfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • berufliche Handlungsfähigkeit • berufliche Mündigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • arbeitsteilige Gruppenarbeit in Gruppen, die von den Lehrkräften zusammengestellt wurden • Projektunterricht • Präsentation der Zwischenergebnisse der Arbeitsgruppe in einem Fachgespräch • Bearbeitung einer komplexen Fragestellung anhand von vorgegebenen Materialien • Darstellung der Arbeitsergebnisse in Form eines schriftlichen Gutachtens

In der Einführungsphase waren die fachspezifischen Inhalte vermittelt worden, die zur Lösung der Aufgabe notwendig sind. Die Aufgaben sind aber so komplex, daß sie nur in Kooperation und mit dem Blick für Problemstellung und deren Lösungsansatz zu lösen sind. Hierfür reichten die Kenntnisse eines Faches aber nicht aus. Das Denken in Zusammenhängen sowie das Einarbeiten bzw. Verstehen von bis dahin nicht erlernten Inhalten sollte geübt werden. Da am Schluß ein Gutachten abgegeben werden mußte, wurden die gewonnenen Erkenntnisse auch bewertet .

Nach der Einführungsphase in den einzelnen Kursen wurde die Zusammensetzung der fächerübergreifenden Arbeitsgruppen vorgenommen, wobei die Repräsentation der einzelnen Fächer als auch die Zusammensetzung der Arbeitsgruppen nach leistungsstarken und leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern vorgenommen wurde. Wir wollten eine möglichst gemischte Verteilung erreichen. Diese *gesetzte* Zusammensetzung der Arbeitsgruppen löste bei einer ganzen Reihe von Schülerinnen und Schülern erheblichen Unmut aus. Besonders leistungsstarke bzw. leistungsorientierte Schülerinnen und Schüler waren unzufrieden, ja es gab auch vereinzelte Tränen. Hier traten die Erfahrungen der vergangenen Halbjahre zu Tage, die sich in der Befürchtung bündelten, einem "schwachen" Team zwangsweise angehören zu müssen. In einer ganzen Reihe von Einzelgesprächen mit den Betroffenen konnten diese Befürchtungen aber relativiert, wenn auch nicht ganz ausgeräumt werden. Es wurde wieder einmal deutlich, wie stark die Kooperation von emotionalen und gruppendynamische Prozessen abhängig ist. In diesem

Zusammenhang sind für den Erfolg der AG Selbständigkeit, Leistungsfähigkeit und Verantwortungsfähigkeit von besonderer Bedeutung.

Der erste Teil der Projektphase bis zu den Zwischengesprächen verlief relativ problemlos, da den Schülerinnen und Schülern das Vorgehen vertraut erschien. Doch wurde von den Schülerinnen und Schülern im weiteren Verlauf die Terminenge heftigst kritisiert. Unter Streß in einer AG zu arbeiten, die sozusagen fremdbestimmt ist, war für sie neu und zum Teil auch unangenehm. Hierfür werden unseres Erachtens, die unter beruflicher Mündigkeit zusammengefaßten Schlüsselqualifikationen benötigt.

Die Termine für die Abgabe der Gutachten wurden von allen Arbeitsgruppen eingehalten. Da wir diesmal neben der Bewertung der Gruppenarbeit zusätzlich zur Überprüfung des individuellen Kenntnisstandes eine Klausur angesetzt hatten, waren auch die sogenannten Trittbrettfahrer zur Mitarbeit veranlaßt. Wir sind uns aber bewußt, daß in einer ganze Reihe von Arbeitsgruppen die Arbeitsverteilung nicht homogen war, aber in den Arbeitsgruppen wurde auch darüber diskutiert und somit Prozesse eingeleitet, die zur Reflexion der Arbeit in der eigenen Arbeitsgruppe führten. Diese Reflexionen sind besonders wichtig, da sie zu einer *bewußten* Position des Einzelnen zu seiner eigenen, aber auch zur Arbeit seiner Gruppe, führen.

Im Anschluß an die Rückgabe von Klausur und Gutachten wurde in den einzelnen Kursen die von den Schülerinnen und Schülern vorgebrachte Kritik gesammelt und mit Hilfe von Flipchart und Tafel visualisiert, geordnet und dokumentiert. Wir wiesen die Schülerinnen und Schüler an dieser Stelle darauf hin, daß es sich bei BINGO um einen Modellversuch zu Erprobung neuer — auch für uns Lehrer neuer — Inhalte und Methoden handele und daß wir ihre Kritik bei der weiteren Planung berücksichtigen werden.

Die visualisierte Aufarbeitung der Projektphase ermöglichte Schülerinnen und Schülern sowie Lehrerinnen und Lehrern die Unterscheidung und Bewertung von strukturellen, gruppensdynamischen und individuellen Faktoren, die die Projektphase geprägt hatten. Dieses Phase der Reflexion, die von uns so zunächst nicht geplant war, stellte sich im nachhinein für den Erwerb von Schlüsselqualifikationen als besonders wichtig heraus. Wir werden uns für solche Aufarbeitungen in Zukunft mehr Zeit nehmen. Die Schüler erkannten, daß sie für viele Schwierigkeiten in der Gruppenarbeitsphase nicht

nur selbst verantwortlich waren, sondern auch, daß die angelegten Bewertungskriterien vorher bekannt waren.

Für das nächste Halbjahr und die dort vorgesehene Projektphase werden wir zur Arbeit in einer selbstgesuchten Arbeitsgruppe zurückkehren und darüber hinaus den Schülerinnen und Schülern bei der Wahl der Arbeitsthemen eine größere Freiheit ermöglichen. Hiermit soll gewährleistet sein die nach wie vor gute Motivation der meisten Schülerinnen und Schüler aufrecht zu erhalten und ihnen gleichzeitig die Möglichkeit zu geben, ihre bisherigen Erfahrungen mit Schlüsselqualifikationen positiv in ihre zukünftige Arbeitsgruppe mit einbringen zu können.

3.3.5 Einblicke in Berufsfelder und -strukturen

Im Vordergrund des Halbjahres 12.1 standen die Förderung von Schlüsselqualifikationen und die ausführliche Entwicklung einer gutachterlichen Stellungnahme mit grundsätzlich fachübergreifenden Aspekten und Abwägungen. Deshalb konnten nur punktuell Einblicke in berufsrelevante Tätigkeitsbereiche vermittelt werden. Einerseits hat eine Schülergruppe während der Bearbeitung der Fallstudie "Mord in Alabama" selbständig Kontakt zur Spurensicherung der Bremer Kriminalpolizei aufgenommen. Ergänzend zu den vorliegenden Informationen war es den Schülerinnen und Schülern wichtig, in Erfahrung zu bringen, welche Schritte ein Kriminaltechniker oder eine Kriminaltechnikerin am Tatort vornehmen muß, um eine Blutprobe sicherzustellen. Die Mitarbeiter dieser Abteilung der Kriminalpolizei waren sehr kooperativ und haben den Schülerinnen und Schülern umfangreiches Material zur Verfügung gestellt und sie eingeladen, das Labor zu besuchen.

Andererseits wurden Informationen über das Berufsfeld "Gentechnik" in Form einer Podiumsdiskussion in der Universität Bremen mit vier Doktoranden aus dem biochemischen Fachbereich vermittelt. An dieser Veranstaltung haben ca. 60 interessierte Schülerinnen und Schüler aus den BINGO-Kursen teilgenommen. Im Verlauf der Veranstaltung, an der sich die Schülerinnen und Schüler rege beteiligten, wurden die Aspekte Art der Tätigkeit, berufliche Aussichten, Verantwortung der Wissenschaft, Grenzen des Machbaren durchaus kontrovers diskutiert.

3.3.6 Bewertungsverfahren

Die Beurteilung der Schülerleistungen war an die Struktur des Halbjahres (siehe Graphik zur zeitlichen Planung des Halbjahres 12.1) angepaßt, d.h. sie erfolgte bezogen auf die vorbereitende fachunterrichtliche Phase und im Zusammenhang mit der Bearbeitung der Fallstudien.

Klausur im fachspezifischen Teil

Die Schüler wurden ca. 10 Wochen in ihren fachspezifischen Kursen unterrichtet. Dabei sollten sie zu "Spezialisten" des Fachgebietes ausgebildet werden, um dann in der Gruppenarbeitsphase die gewonnenen Spezialkenntnisse zur Problemlösung einbringen zu können. Dieser Unterrichtsabschnitt wurde mit einer dreistündigen Klausur abgeschlossen. Darin wurde die Fachkompetenz in folgenden Bereichen geprüft:

- Elektrostatik: bei Schülerinnen und Schülern des Physikkurses,
- Säure-Base-Theorie, Struktur und Eigenschaften der Aminosäuren bei Schülerinnen und Schülern der beiden Chemiekurse,
- Grundlagen der Genetik, Fortpflanzung, Zellteilung bei Schülerinnen und Schülern der beiden Biologiekurse

Gruppenarbeitsphase

Um die Arbeitsprozesse in den Gruppen zu verfolgen und notfalls während der Bearbeitungsphase auch unterstützen zu können, wurde der Stand der Problemlösung über ein Zwischencolloquium überprüft. In einem mündlichen oder schriftlichen Kurzbericht mußten die einzelnen Arbeitsgruppen nach zwei Wochen (4,5 Stunden) ihre Lösung zum ersten Aufgabenteil darstellen. Hierbei wurde von den einzelnen Gruppenmitgliedern verlangt, daß sie den von der Gruppe eingeschlagenen Lösungsweg erklären konnten. D.h., die Schüler mußten den Lösungsweg mit seinen fächerübergreifenden Aspekten begründen und die Organisation der Arbeit innerhalb der Gruppe aufzeigen. Da diese Überprüfung des Arbeitsstandes in der Gruppenarbeitsphase des Halbjahres 11.2 schon einmal geübt worden war, diente das Colloquium nicht zur Notenfindung, sondern sollte den Schülerinnen und Schülern Hinweise zur Verbesserung der Gruppenorganisation, der Problembearbei-

tung oder der Materialauswahl geben. Außerdem sollte sichergestellt werden, daß alle Gruppen das richtige Teilergebnis erzielt hatten.

Gutachten

Am Ende der Gruppenarbeitsphase mußte von jeder Gruppe eine schriftliche Ausarbeitung in Form eines Gutachtens erstellt werden. Darin war die Problemlösung in einem fächerübergreifenden Begründungszusammenhang darzustellen.

Im Mittelpunkt der Bewertung dieser Gutachten stand die sachlich richtige und nach logischen Gesichtspunkten gegliederte Ausarbeitung der Lösung unter angemessener Berücksichtigung der hierfür notwendigen fachlichen Anteile. Das Maß, in dem die Fachgutachten diese Kriterien erfüllten, ließ Rückschlüsse darauf zu, wie gut die in diesem Halbjahr im Vordergrund stehenden Schlüsselqualifikationen "Kommunikationsfähigkeit", "Teamfähigkeit", "Denken in Zusammenhängen", "Problemlösefähigkeit" insgesamt von den Schülerinnen und Schülern eingeübt worden waren. Das richtige Ergebnis, das alle Gruppen herausarbeiteten, war für die Notengebung nur von untergeordneter Bedeutung, zumal es auch schon während der Arbeitsphase aus den Gesprächen mit den betreuenden Lehrern oder mit Schülern aus anderen Gruppen weitgehend bekannt war.

Da die Anfertigung eines Gutachtens zuvor nicht eingeübt worden war, wurde die Einhaltung des Sprachstils eines Gutachtens bei der Bewertung nicht als wesentlich berücksichtigt. Eine besonders ansprechende äußere Gestaltung wurde für die Benotung ebenfalls nur untergeordnet herangezogen, da die Fähigkeit der Präsentation von Arbeiten bereits im Halbjahr 11.2 stark in die Bewertungen eingegangen war. Also wurde insbesondere darauf geachtet, ob das Gutachten die unterschiedlichen, eingesetzten Laborverfahren richtig darstellt und die Ausführungen in einer sachlich angemessenen Reihenfolge erfolgen.

Die folgende Aufstellung zeigt die Bewertungskriterien in einer Übersicht

- Block A (50 %):
 - im Rahmen eines Gutachtens angemessene Darstellung und Erläuterung von Untersuchungsverfahren;

- Begründung für die Darstellung und Erläuterung eines Verfahrens im Rahmen des Gutachtens;
- Bewertung der Aussagefähigkeit der entsprechenden Verfahren in einem solchen Indizienprozeß wie zum Beispiel die Bedeutung von Hb A und Hb S im Rahmen von populationsgenetischen Betrachtungen,
- sachliche Richtigkeit.
- Block B (30 %):
 - äußere Form und Umfang;
 - Aufbau, Gliederung, stilistische Angemessenheit und sprachlicher Aufbau;
 - Verständlichkeit.
- Block C (20%):
 - gutachterliche Form als Grundlage für ein möglichst objektives, richterliches Urteil;
 - Bezugnahme zum Fall.

Für das Gutachten erhielten alle Schüler einer Gruppe dieselbe Note, die von den drei betreuenden Kolleginnen und Kollegen gemeinsam ermittelt wurde. Dieses Vorgehen erwies sich als sinnvoll, da das fachspezifische Wissen der einzelnen Lehrkräfte bei der Bewertung von fachlichen Aussagen unerlässlich war und die fächerübergreifenden Aspekte erst aus der Verbindung fachkompetenter Aussagen beurteilt werden konnten.

Fächerübergreifende Klausur zur Fallstudie

Nach Abgabe der Gutachten erhielt jeder Lerner die komplette Lösung für seine Fallstudie in schriftlicher Form. Damit sollte sichergestellt werden, daß jeder den gleichen Kenntnisstand erreichen konnte, um anschließend davon ausgehend eine fächerübergreifende, auf die Inhalte der Fallstudie abgestimmte Klausur zu schreiben. Die Klausur wurde eine Woche nach der Abgabe der Gutachten geschrieben. Aus den gestellten Aufgaben ergeben sich z.B. für die Klausur zum Thema "Mord in Alabama" die folgenden Bewertungsanteile mit ihren fachlichen Zuordnungen: 30% Biologie, 20% Chemie, 15% Physik und 35% fächerübergreifend .

Im Gegensatz zu einer "normalen" Klausur sollte hier nicht die Verknüpfung von Inhalten oder Transferleistungen erbracht werden, sondern es sollte

vielmehr überprüft werden, ob die folgenden Ziele in der Gruppenarbeitsphase erreicht wurden.

- Die Vermittlung fächerübergreifender Kenntnisse, die insbesondere durch Lernen vom jeweiligen Spezialisten innerhalb der Arbeitsgruppe erworben werden konnte (Kommunikationsfähigkeit).
- Der Erwerb fachspezifischer Kenntnisse, die zur speziellen Problemstellung notwendig erarbeitet werden mußten (Problemlösefähigkeit).
- Die Überprüfung der Teilnahme des einzelnen am Lernprozeß in der Gruppe (Teamfähigkeit).

Insgesamt hatte die Klausur damit auch die Funktion eines Korrekturfaktors zugunsten derjenigen, die sich beim Erarbeitungsprozeß in der Gruppe engagiert hatten, und zum Nachteil derjenigen, die sich dem weitgehend entzogen oder sich passiv verhalten hatten.

Gesamtbeurteilung für das Halbjahr 12.2

Die fachunterrichtliche Phase mit der Klausur und der Mitarbeit im Unterricht ging zu 60% in die Gesamtnote ein, da diese Phase sowohl zeitlich als auch inhaltlich gewichtiger war als die Gruppenarbeitsphase. Das Gutachten ging zu 20% ein, ebenso wie die abschließende Klausur zum Gutachten. Diese Aufteilung, die zu 80% eine aus individuellen Leistungen resultierende Bewertung vorsah, schien uns für die Erteilung einer individuellen Note ausreichend zu sein, ohne daß der 20%-ige Anteil aus der Gruppennote zu vernachlässigen wäre. Wie oben dargestellt, war eine gute Gruppenmitarbeit letztlich eine Voraussetzung für den individuellen Erfolg in der Klausur zum Gutachten.

3.3.7 Materialien zur Fallstudie "Mord in Alabama"

3.3.7.1 Fallstudie

Im folgenden wird zur Veranschaulichung der Aufgabenstellung der Fallstudienphase exemplarisch der Text der "Mord in Alabama"-Aufgabe und ein Beispiel für ein Schülergutachten vorgestellt.

MORD IN ALABAMA

1994 wurde in Huntsville im US-Bundesstaat Alabama Pete Hancroft ermordet. Eine Polizeistreife entdeckte seinen Leichnam in einem Auto unweit eines Motels am Stadtrand. Auf dem Sitz des Fahrzeugs befanden sich Blutspuren des Mörders, die auf einen der Tat vorausgegangenen Kampf schließen lassen. Mit modernsten kriminalistischen Methoden konnten in einem Geheimfach einer ansonsten leeren Aktentasche Spuren von Heroin nachgewiesen werden. Das Motel ist in den Jahren vor dem Mord in Zusammenhang mit Drogenhandel mehrfach in die Schlagzeilen geraten. Der Täterkreis ist somit begrenzt, als verdächtige Personen wurden ermittelt:

- Enrico Pericoloso, Weißer, Immobilienmakler;
- Mike Nelson, Schwarzer, Gelegenheitsarbeiter;
- Brian Fields, Weißer, Vertreter für wissenschaftliche Geräte;
- Jack Nicholson, Weißer, Mitarbeiter der Sozialbehörde;
- Giovanni Serena, Weißer, Facharbeiter Bau, vor 7 Jahren in die USA eingewanderter Sohn einer alteingesessenen sizilianischen Familie.

Bei der Durchsuchung von Mike Nelson wurde Heroin gleicher Zusammensetzung und damit gleicher Herkunft wie bei dem Ermordeten gefunden. Der Staatsanwalt ordnet daraufhin bei Mr. Nelson eine Blutuntersuchung an. Dabei wurde festgestellt, daß Mr. Nelson Träger der Sichelzellenanämie ist. Die Blutspuren aus dem Auto zeigten bei einer entsprechenden Untersuchung deutlich, daß auch der Mörder ebenfalls Träger der Sichelzellenanämie ist.

Auf Grund der erdrückenden Beweislast wurde Mike Nelson zu einer lebenslangen Haftstrafe verurteilt. Auf eine Untersuchung der weiteren Verdächtigen wurde auf Grund der Indizien verzichtet.

Aufgaben 1. Teil:

Ein Labor wurde 1994 damit beauftragt, das Blut des Mörders zu analysieren. Dabei wurde Sichelzellenanämie festgestellt.

1.1. Beschreibe die Arbeit der Spurensicherung. Stelle die einzelnen labor-technischen Schritte zur Blutanalyse dar. Arbeite die chemische Struktur und die Trennungverfahren der verschiedenen Hämoglobintypen heraus.

Dabei ist insbesondere das Verfahren der isoelektrischen Fokussierung vertieft zu erläutern.

- 1.2. Erkläre die molekulargenetischen Ursachen und den Erbgang der Sichelzellenanämie und beziehe Dich auf die Untersuchungsergebnisse im Mordfall "Pete Hancroft".

Aufgrund einiger Ungereimtheiten im Verfahren gegen Mike Nelson veranlaßt die junge und dynamische Rechtsanwältin Jane Baxter-Collins 1996 weitere Nachforschungen. Die in der Verurteilung eines Farbigen liegende Präganz hat in der Presse zu scharfen Reaktionen geführt. Daher sah sich die Staatsanwaltschaft veranlaßt, alle damals verdächtigen Personen einer Blutuntersuchung zu unterziehen. Dabei wurde bei Giovanni Serena Sichelzellenanämie festgestellt.

Das Gerichtsverfahren wird wieder aufgenommen. Der zuständige Richter sieht sich durch die Last der Indizien gezwungen, eine Genanalyse zu veranlassen.

Eure Aufgabe ist es nun, dieses Gutachten zu erstellen. Damit dieses Gutachten einsichtig ist und alle wichtigen Aspekte erfaßt werden, sollen die folgenden Fragen als Grundlage Eurer Arbeit fungieren.

Aber beachte: das Endprodukt ist das Gutachten!

Aufgaben 2. Teil

- 2.1.1 Erkläre, inwiefern eine DNA-Untersuchung (DNA-Fingerprints) in unserem Fall zu einer kompetenten Gerichtsentscheidung führen kann,
- 2.1.2 Erkläre, welche DNA-Abschnitte für ein gerichtsmedizinisches Gutachten aussagekräftig sind und welche nicht.
- 2.2.1 Stelle die gerichtsmedizinische Vorgehensweise bei der Ermittlung des DNA-Fingerprints in allen Einzelheiten anschaulich und übersichtlich dar. Erläutere Bedeutung und Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte.
- 2.2.2. Stelle die unterschiedlichen chemischen und physikalischen Voraussetzungen zur Trennung von Hämoglobin durch isoelektrische Fokussierung einerseits und zur Trennung von DNA durch Elektrophorese andererseits in Form einer ausführlichen Tabelle gegenüber.
- 2.3 Bei der Blutanalyse mittels DNA-Untersuchung sind folgende Muster ermittelt worden:

Wer ist der Mörder? Begründe Dein Urteil.

3.3.7.2 Gutachtenbeispiel

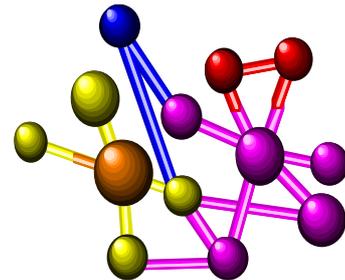
Der folgende Text gibt ein Gutachten wieder, das einer Ideallösung recht nahe kommt. Es basiert auf einer Schülerarbeit, die zu Darstellungszwecken überarbeitet wurde.

Gerichtsmedizinisches Institut

Dr.Dr. Tinhall

Birmingham

Alabama, USA



Gutachten zum Fall AX 1843 / 94 "Pete Hancroft"

Dieses Gutachten soll dem hohen Gericht und damit den mit diesem Fall befaßten Richtern und Geschworenen als objektive Grundlage für ihre Entscheidung im Fall "Pete Hancroft" vorliegen.

Wie uns die Kriminalpolizei mitteilte, geschah der Mord in Huntsville im US-Bundesstaat Alabama in der Nacht vom 14.5.1994 auf den 15.5.94 gegen 2.00 Uhr morgens. Bei den kriminaltechnischen Ermittlungen wurden Blutspuren sichergestellt, die in unserem Institut untersucht worden sind. Auf diese Analysen soll hier eingegangen werden, da die Ergebnisse der Untersuchungen für die Beurteilung des Falls von entscheidender Bedeutung sein werden.

Es soll hier nur kurz dargestellt werden, welche Arbeitsschritte und Untersuchungen zur Identifizierung der Blutspuren durchgeführt wurden:

1. Eluierung der Blutspuren mit Natriumchlorid-Lösung,
2. Untersuchung der Probe mit einer Tolidin-Reaktion, um festzustellen, ob es sich überhaupt um Blut handelt,
3. Feststellung der Blutart mit Hilfe eines artspezifischen Antiserums,
4. Isolierung der Erythrocyten und des Hämoglobins.

Diese Arbeitsschritte spielen für die Beurteilung der Problematik keine Rolle und werden daher auch nicht näher erläutert.

Einen entscheidenden Verfahrensschritt stellt die parallele Auftrennung des Hämoglobins von Mörder, Opfer und Verdächtigen dar. Hierbei wurde ein sehr genaues Verfahren zur Trennung von Proteinen angewandt, die isoelektrische Fokussierung, ein spezielles Elektrophorese-Verfahren in einem Trägermedium mit einem pH-Gradienten. Dieses Verfahren soll hier deswegen näher beschrieben und erklärt werden, weil die Ergebnisse die Beweislast gegen den Hauptverdächtigen zusätzlich erhärten.

1. *Elektrophorese*

Um das Blut in seine Bestandteile aufzutrennen, wird die Probe auf eine Trägersubstanz aufgebracht und dann einem elektrischen Gleichspannungsfeld ausgesetzt. Die elektrostatischen Kräfte können aber auf die Hämoglobin-Moleküle nur wirken, wenn diese elektrisch geladen sind. An sich sind Hämoglobin-Moleküle elektrisch neutral. Sie sind Zwitterionen mit einem positiv und einem negativ geladenen Molekülende. Erst durch eine chemische Reaktion kann eine Ladungsveränderung hervorgerufen werden. Dies geschieht durch die Zugabe von H_3O^+ -Ionen oder von OH^- -Ionen. Damit ist also eine hohe H_3O^+ -Konzentration mit einer großen Zahl von H^+ -Ionen zu beschreiben. Ein Maß für die Konzentration von H^+ -Ionen ist der pH-Wert. Dabei gilt: ein kleiner pH-Wert ist mit einer hohen Konzentration von H^+ -Ionen verbunden, ein großer pH-Wert also läßt auf eine geringere Anzahl von H^+ -Ionen schließen. Die Skala der pH-Werte ist logarithmisch. Eine Lösung mit $\text{pH} = 3$ enthält 10 mal so viele H^+ -Ionen wie eine Lösung mit $\text{pH} = 4$.

Diese freien Wasserstoff-Ionen lagern sich an den Proteinmolekülen an. Dabei sind folgende Fälle zu unterscheiden:

1. Gibt es sehr viele H^+ -Ionen, ist der pH-Wert also niedrig, so lagern sich die Ionen bevorzugt an den Proteinen an, die dann insgesamt positiv geladen sind.
2. Gibt es sehr wenige H^+ -Ionen, so geben die Proteinmoleküle H^+ -Ionen ab. Die Proteine sind also negativ geladen.
3. Zwischen diesen beiden Fällen muß es die Situation geben, daß die Proteinmoleküle und die H^+ -Ionen im Gleichgewicht sind. Dann sind die Pro-

teine neutral geladen. Dieser pH-Wert, bei dem sich für die zu betrachtenden Proteine ein neutrales Ladungsverhältnis einstellt, wird isoelektrischer Punkt genannt.

Also in Kurzform:

1. $\text{pH} < \text{IEP} \implies$ Proteine sind positiv geladen,
2. $\text{pH} > \text{IEP} \implies$ Proteine sind negativ geladen,
3. $\text{pH} = \text{IEP} \implies$ Proteine sind neutral geladen.

Somit beeinflußt also der pH-Wert der Lösung, in die das Blut eingebracht wird, das Wanderungsverhalten der Hämoglobine im elektrischen Feld. Je nach Wahl des pH-Wertes erfolgt eine Wanderung zur Kathode oder zur Anode bzw. keine Bewegung. Kennt man die isoelektrischen Punkte der zu untersuchenden Bestandteile einer Substanz, hier also der Hämoglobine Hb S und Hb A, auf deren Struktur später eingegangen wird, so kann man sie auf einfache Weise durch Elektrophorese trennen. Dabei ist lediglich darauf zu achten, daß der pH-Wert der Trägersubstanz zwischen den isoelektrischen Punkten der beiden Hämoglobine liegt. Das eine Hämoglobin wird dann positiv geladen und wird zum negativen Pol der Elektrophoresekammer bewegt, das andere wird negativ geladen und wandert zum anderen Pol. Die Substanzen werden also getrennt.

Sind aber die isoelektrischen Punkte dieser Bestandteile nicht bekannt, so müßte das obige Verfahren mit verschiedensten pH-Werten wiederholt werden, bis die richtige Trennung erfolgt ist. Besser ist es da, das Verfahren der isoelektrischen Fokussierung anzuwenden.

1. Isoelektrische Fokussierung

Die Trägersubstanz, meist ein Gel, muß für dieses Verfahren in besonderer Weise vorbereitet werden. Gelstreifen mit unterschiedlichen pH-Werten werden aneinander gereiht. Beginnend mit einem Streifen mit sehr niedrigem pH-Wert fügt der Laborant Streifen für Streifen mit beständig zunehmendem pH-Wert zusammen. So entsteht eine Gelschicht, bei der auf der einen Seite ein niedriger pH-Wert vorliegt, auf der anderen Seite ein hoher pH-Wert und dazwischen ein regelmäßiges Ansteigen des pH-Werte zu verzeichnen ist. Bringt man nun die Blutprobe auf die Seite des Gelstreifens mit sehr niedrigem pH-Wert, so werden alle Proteine positiv geladen, sie wandern also im

elektrischen Gleichspannungsfeld zur Kathode, die auf der anderen Seite des Gels angebracht ist. Dabei werden nacheinander die Gelstreifen mit wachsendem pH-Wert durchlaufen. Irgendwann kommen diese Proteine zu dem Streifen, in dem der pH-Wert ihrem speziellen isoelektrischen Punkt entspricht. Die Proteine werden also neutral, die elektrostatischen Kräfte wirken nicht mehr, sie bleiben dort liegen. Diese Ansammlung der Proteine an diesem spezifischen Ort kann nachgewiesen werden und bei verschiedenen Bestandteilen in der Probe hat sich somit eine Auftrennung der Substanzen ergeben.

Um auf Grund der Folgen unseres Untersuchungsergebnisses einen Fehler auszuschließen, sind die Blutproben beiden Verfahren unterzogen worden. Dabei haben sich folgende Punkte ergeben:

- keine der Proben enthielt Tierblut,
- das Blut des Ermordeten und das Blut vom Fahrersitz stimmen nicht überein, da sich die Proteine aus beiden Proben im elektrischen Feld unterschiedlich verhalten,
- das Blut vom Fahrersitz hat sich in zwei Komponenten aufgeteilt. Es kann als sicher angesehen werden, daß, wenn dieses Blut von dem Mörder stammt, er Träger der Sichelzellenanämie ist.

Nun noch einige Erläuterungen zu dieser Erkrankung. Auch hieraus lassen sich Rückschlüsse auf den Täter ziehen.

Welche Struktur hat Hämoglobin?

Hämoglobin gehört wie auch schon oben erwähnt zu den Proteinen. Allerdings ist das Hämoglobin nicht nur ein einfaches Proteinmolekül, vielmehr besteht es aus vier Proteinketten, die aber miteinander verbunden sind. Diese Verbindungsstelle ist der Nichteiweißanteil, Hämgruppe genannt. Die vier Proteinketten selbst werden unterschieden in zwei α - und zwei β - Ketten. Jede Kette wiederum hat eine bestimmte Struktur:

- die Primärstruktur, die die Aminosäuresequenz angibt,
- die Sekundärstruktur, die die Helixstruktur hervorruft, das sind Wasserstoffbrückenbindungen zwischen parallelen Peptidabschnitten,
- die Tertiärstruktur, sie beschreibt die Knäuelbildung, die durch die Bindungen zwischen den Helixstrukturen entsteht,

- die Quartärstruktur, die die Verbindung zwischen den beiden α - und β -Ketten angibt.

Bei der Sichelzellenanämie tritt neben dem im gesunden Menschen vorhandenen Hämoglobin HbA ein verändertes Hämoglobin HbS auf. Die oben beschriebenen, grundlegenden Strukturen beider Hämoglobine ist gleich. Jedoch gibt es im molekularen Bereich eine kleine Abweichung mit schlimmen Folgen: in der Aminosäuresequenz, die in der Primärstruktur festgelegt ist, wurde eine Aminosäure ausgetauscht. In der 6. Position ist statt Glutaminsäure (GLU) Valin (VAL) eingefügt worden. Diese Veränderung führt zu verändertem Verhalten gegenüber Wasser, das auch zur Auftrennung der Hämoglobintypen genutzt werden könnte, und zu einem veränderten Verhalten bei Sauerstoffarmut, was letztendlich zur Beeinträchtigung der Gesundheit des Betroffenen führt.

Wer kann denn nun Träger des Sichelzellengens sein?

Um diese Frage beantworten zu können, muß man noch einige Informationen über die Verbreitung dieser Krankheit haben.

Sichelzellenanämie ist erblich. Sie tritt gehäuft in Malariagebieten auf. Je nachdem, wie die beiden Gene, welche die betrachtete Person von Vater und Mutter geerbt hat, kombiniert sind, ergeben sich verschiedene Phänotypen (Merkmalsausprägungen):

- genotypisch homozygot; phänotypisch gesund

Der Betroffene hat von Vater und Mutter jeweils das Gen für Hb A erhalten. Er ist nicht sichelzellenanämisch, da sein Blut nur aus dem gesunden Hämoglobin Hb A aufgebaut ist.

- genotypisch heterozygot; phänotypisch gesund

Dieser Mensch hat von einem Elternteil das Gen für Hb A, von dem anderen Elternteil das Gen für Hb S geerbt. Somit befinden sich in seinem Blut beide Hämoglobintypen. Zwar ist diese Person unter normalen Bedingungen nicht krank, jedoch zeigt sich, daß zum Beispiel im Hochgebirge und beim Leistungssport, also dann, wenn im Blut weniger Sauerstoff als normal vorhanden ist, sich das Hämoglobin Hb S sichelförmig verformt, daher auch der Name. Diese verformten Hämoglobine stehen nun nicht mehr für den Sauerstofftransport im Körper zur Verfügung, die Sauerstoffversorgung aller Organe ist eingeschränkt.

Diese Erkrankung ist trotz des beschriebenen Handikaps in bestimmten Bevölkerungsgruppen weit verbreitet, da damit eine Resistenz gegen Malaria verknüpft ist. Somit ist in Malariagebieten diese Krankheit durchaus von Vorteil und wirkt selektierend.

- genotypisch homozygot; phänotypisch krank

Beide Elternteile haben das Gen für Hb S vererbt. Dieser Mensch wird aber selten das Erwachsenenalter erreichen, da schon in der Kindheit Immunreaktionen gegen das eigene Hämoglobin einsetzen und der Organismus außerdem durch Sauerstoffarmut geschädigt wird.

Wie schon oben dargestellt, konnte nachgewiesen werden, daß das vermutlich vom Mörder stammende Blut aus dem Tatfahrzeug die Merkmale der Sichelzellenanämie aufweist, d.h. es konnten in dieser Probe sowohl Hb A als auch Hb S nachgewiesen werden. Der mutmaßliche Mörder ist also heterozygoter Träger der Sichelzellenanämie. Da diese Erbkrankheit in Malariagebieten häufig vorkommt, muß der Mörder aus einer Familie abstammen, deren Vorfahren aus einem ehemaligen oder noch heute vorhandenen Malariagebiet eingewandert sind. In Populationen aus anderen Gebieten ist die Genhäufigkeit diesbezüglich gering. Für die USA bedeutet dies, daß dieses Sichelzellengen in der weißen Bevölkerung wesentlich seltener vorkommt als in der schwarzen Bevölkerung.

Wir müssen als für das Gutachten verantwortliche Wissenschaftler allerdings darauf hinweisen, daß die Untersuchungsergebnisse zwar eindeutig und nicht anzuzweifeln sind, allerdings keine eindeutige Beweiskraft besitzen. Grundsätzlich kann eine Verurteilung nur auf dem Nachweis von Hb S nicht vorgenommen werden. Auch bei anderen Verdächtigen kann Sichelzellenanämie nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Dieses Gutachten allein kann keine ausreichende Beweiskraft für die verdächtige Person haben, auch andere Indizien müssen klar gegen den Angeklagten sprechen, um eine gerechte Verurteilung zu ermöglichen.

Protokoll der Gerichtsverhandlung

Der Bundesstaat Alabama, USA gegen Mr. Mike Nelson vor dem Bundesgericht, 7. Mai 1995

Erstellt von Hanna Miller, Beamtin im Justizministerium

Vortrag der Rechtsanwältin Jane Baxter-Collins:

Da hier in dieser Gerichtsverhandlung nun endlich der Justizirrtum aufgeklärt und der wahre Täter identifiziert und bestraft werden soll, muß eindeutig geklärt werden, ob der am Tatort vorgefundene Blutfleck von meinem Klienten Mike Nelson oder einem anderen Verdächtigen stammt. Dazu hat das hohe Gericht Dr. Dr. Tinhall vom gerichtsmedizinischen Institut der Stadt Birmingham im Staat Alabama, USA mit einer Untersuchung der Blutproben beauftragt. Dr. Dr. Tinhall schreibt dazu in seinem Gutachten:

(Das Gutachten des gerichtsmedizinischen Instituts in Birmingham, Alabama USA, erstellt von Dr. Dr. Tinhall wird verlesen.)

"Eine eindeutige Klärung des Falls ist nur durch die Erstellung eines DNA-Fingerprints möglich, da nur so mit großer Sicherheit das dem Fahrzeug entnommene Blut dem wahren Täter zugeordnet werden kann.

Wie funktioniert nun dieses Verfahren?

Die DNA-Stränge verschiedener Menschen stimmt trotz großer Ähnlichkeiten nie vollständig überein, es gibt charakteristische Sequenzunterschiede (die Reihenfolge der Basen ist von Mensch zu Mensch in bestimmten Abschnitten unterschiedlich). Im unserem hochmodern und technologisch auf dem neuesten Stand befindlichen Labor werden in solchen Fällen folgende Schritte unternommen:

Zunächst wird die DNA isoliert und mit Restriktionsenzymen versetzt. Dadurch werden die DNA-Stränge in einzelne Stücke unterschiedlicher Länge zerteilen. Es entsteht ein Gemisch aus DNA-Fragmenten. Diese DNA-Einzelstücke werden vervielfältigt (DNA-Polymerase), um eine ausreichende Menge von gleichen DNA-Einzelstücken für die weiteren Untersuchungs-

schritte zu erhalten. Diese so gewonnene Menge von Teilstücken wird nun einem elektrischen Feld in einer Elektrophoresekammer ausgesetzt. In dieser Apparatur werden die DNA-Fragmente auf Grund der Beschaffenheit des verwendeten Gels nach ihrer Größe aufgetrennt. Nach einer gewissen Einwirkzeit des elektrischen Feldes werden die an verschiedenen Orten befindlichen Bruchstücke fixiert und sichtbar gemacht. Der beigefügte DNA-Fingerprint ist entstanden.

Nun zu den Verfahren im Einzelnen.

Das PCR-Verfahren

Das PCR-Verfahren (Polymerase-chain-reaction-Methode) mußte hier auf Grund der Tatsache angewendet werden, daß die noch vorhandene Probenmenge von der Blutspur des Täters aus dem Kraftfahrzeug nicht mehr groß genug war. Es galt also die vorhandene Menge von DNA-Strängen so zu vervielfältigen, daß insbesondere die Teile, die personengebundene Merkmalsausprägungen tragen, in ausreichender Menge vorliegen. Dazu wird zunächst der DNA-Doppelstrang denaturiert, d.h. der Doppelstrang wird durch Erhitzen in Einzelstränge getrennt. Dieser Substanz wird jetzt ein Primer zugesetzt, der bei der Zusammensetzung der DNA –Einzelstränge zu Doppelsträngen eine wichtige Aufgabe hat. Lange Abschnitte der DNA sind bei allen Menschen gleich, haben also für unsere Untersuchung keine Aussagekraft. Sie erschweren vielmehr die Deutung des Untersuchungsergebnisses unnötig, wenn sie vervielfältigt werden. Dies gilt es zu verhindern. Dank unserer langjährigen Forschungsarbeit ist es uns gelungen, Primer zu entwickeln, die tatsächlich im wesentlichen nur die Teile der DNA vervielfältigen, die wir für die weiteren Untersuchungen benötigen.

Wie arbeitet nun diese Substanz? Die DNA-Einzelstränge bestehen aus einer langen Kette von verschiedenen Aminobasen. Jede dieser Aminobasen hat in dem 2. Strang einen bestimmten Partner, beide passen genau zusammen und greifen ineinander wie die Zähne eines Reißverschlusses. Der Primer ist nun so beschaffen, daß er genau die Basenkombinationen enthält, die die Basensequenzen der DNA-Einzelstränge als Partner am Anfang der individuell verschiedenen Abschnitte brauchen. Somit wird eine Markierung für diese zu vervielfältigenden Abschnitte gesetzt. Dazu muß man noch wissen, daß die

DNA-Einzelstränge nur in einer Richtung wieder zu Doppelsträngen ergänzt werden können, zu vergleichen mit einem Reißverschluß, der auch nur in einer Richtung geschlossen werden kann. Ist nun auf dem DNA-Strang eine Markierung durch den Primer gesetzt, so kann nur von dieser Stelle aus zum Ende hin eine Ergänzung zum Doppelstrang erfolgen. Im Vergleich zum Reißverschluß wäre also der Schließer an eine bestimmte Stelle gebracht worden und könnte nun den Reißverschluß selbst bis zum Ende schließen, der Anfang aber bliebe als Einzelzahnreihe bestehen.

Der Substanz wird jetzt das Enzym DNA-Polymerase zugefügt, das alle noch fehlenden Bausteine (Nucleotide) beginnend an der Markierung des Primers bis zum Ende des Strangs einfügt. Nun existieren also zwei Doppelstränge mit anhängenden Einzelstrangabschnitten. Wird das Verfahren wiederholt, so werden hauptsächlich die Individualteile der DNA vervielfältigt, der allgemeine Teil der DNA spielt keine Rolle mehr. Dieses Verfahren wurde in unserem Labor so oft wiederholt, bis eine ausreichende Menge DNA-Bruchstücke zur weiteren Untersuchung zur Verfügung stand.

Mit diesem Material wurde dann der Fingerprint angefertigt.

Der Fingerprint

Dazu müssen die DNA-Teilstücke wiederum in kleinere Abschnitte zerschnitten werden. Dieses Zerschneiden an bestimmten, festgelegten Stellen wird durch Restriktionsenzyme erreicht. Dabei ist sichergestellt, daß alle DNA-Teile an denselben Stellen zerlegt werden. Anschließend existieren zwar viele Bruchstücke, aber ihre Vielfalt ist begrenzt. Die Bruchstücke unterscheiden sich hauptsächlich durch ihre Länge. Die so entstandene Substanz wird nun einem besonderen Elektrophoreseverfahren unterzogen, der Gel-Elektrophorese.

Das Verfahren ist ebenso simpel wie genial. Gele bilden bei ihrer Entstehung eine Gitterstruktur aus. Diese Gitter sind regelmäßig geformt und haben eine bestimmte Maschenweite, die sogar durch die Wahl der Gelart beeinflußt werden kann. Durch die Maschen dieses räumlichen Netzes sollen nun die DNA-Bruchstücke unter Einwirkung eines elektrischen Feldes wandern.

Auf Grund welcher Tatsache können wir nun eine solche Bewegung erreichen?

Untersucht man DNA-Stränge wie in unserem Labor ganz genau, so stellt man fest, daß ein solcher Strang insgesamt gesehen eine etwa gleichmäßige Ladungsverteilung aufweist. Wird durch eine geeignete Pufferlösung wiederum eine Reaktion - analog zu der in unserem vorherigen Gutachten für die erste Verhandlung vor dem Landesgericht geschilderten Verfahren – hervorgerufen, so kann davon ausgegangen werden, daß die DNA-Abschnitte geladen sind. Weiterhin ist festzustellen, daß lange Teile mehr Ladung tragen als kurze, also ist das Verhältnis von Ladung zu Masse bei allen Stücke etwa gleich. Damit müßten auch alle DNA-Stücke sich im elektrischen Feld gleich schnell fortbewegen. Also ist eine Trennung der DNA-Stücke nach Länge so noch nicht möglich. Kleine wie große Stücke kämen in einem elektrischen Feld gleich schnell voran, wenn nicht das Gel selbst noch eine wichtige Aufgabe hätte. Wie oben schon beschrieben, hat das Gel Maschen, durch die die DNA-Fragmente schlüpfen müssen. Dabei ist durch die Wahl der geeigneten Maschenweite sichergestellt, daß lange DNA-Bruchstücke sich auf Grund des wiederholten Anstoßens an den Gitterstrukturen langsamer bewegen werden als kurze Stücke. Also kommen kleine Stücke schneller und damit in gleicher Zeit weiter voran als große. Wird also das Elektrophoreseverfahren eine gewisse Zeit lang betrieben, so ergibt sich, wenn das Gel mit der entsprechenden Probe in ein elektrisches Gleichspannungsfeld gebracht wird, eine Auftrennung der DNA-Bruchstücke nach ihrer Länge.

Zur Sichtbarmachung der nun an verschiedenen Orten liegenden DNA-Teile müssen nun weitere Schritte unternommen werden. Dazu werden diese Doppelstrangbruchstücke wieder in Einzelstränge zerlegt (denaturiert) und dann wieder zu Doppelsträngen vervollständigt. Aber diesmal werden zur Ergänzung radioaktiv markierte Substanzen verwendet, um mit einem empfindlichen Film die Aufenthaltsorte der DNA-Bruchstücke feststellen zu können. Das ist das *Blotting*-Verfahren.

Also noch einmal: Die in dem Gel befindlichen DNA-Bruchstücke werden denaturiert, mit einer Folie von dem Gel abgezogen, dabei bleiben sie relativ zueinander am gleichen Ort, und mit radioaktiv markierten Sonden zu Doppelsträngen ergänzt. Legt man dann auf die Folie einen Röntgenfilm, so wird dieser durch die radioaktive Strahlung belichtet und nachdem der Film entwickelt wurde, liegt das typische Strichmuster eines DNA-Fingerprints vor.

Diese Untersuchungsschritte wurden für alle mir vorliegenden Proben zu diesem Fall in meinem Institut mit großer Sorgfalt ausgeführt, so daß ich eventuelle Fehler durch Verunreinigungen ausschließen kann. Das Ergebnis liegt ihnen in Form der beigefügten Fingerprints bei. Es ist daraus deutlich zu sehen, daß das Bandenmuster der Blutprobe vom Autositz nicht identisch ist mit dem des Verdächtigen Mike Nelson. Daraus muß folgerichtig geschlossen werden, daß der gesuchte Mörder mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht Mr. Nelson ist. Weitere Schlüsse aus den Vergleichen der anderen Fingerprints mit dem der Blutprobe vom Tatort überlasse ich dem hohen Gericht.

gez. *Dr.Dr. Tinhall'*

(Ende des Gutachtens)

Die Rechtsanwältin Jane Baxter-Collins setzt ihren Vortrag fort:

Hohes Gericht, ehrenwerte Geschworene, meine Damen und Herren, sie haben also gehört, es ist absolut sicher, daß mein Mandant in der 1. Verhandlung zu Unrecht verurteilt worden ist. Ich fordere sie auf, dieses Fehlurteil zu revidieren und Mr. Mike Nelson freizusprechen.

(Jubel im Gerichtssaal)

4. Ergebnisse der empirischen Begleituntersuchungen

Die Aufgaben der wissenschaftlichen Begleitung umfassen sowohl die Beratung bei der Fundierung und Fortentwicklung der Konzeption des Modellversuchs wie auch empirische Untersuchungen zu den Wirkungen des Unterrichtskonzepts und zu seiner Akzeptanz bei den Schülerinnen und Schülern. Die konzeptionellen Anteile sind in Punkt 1 des Zwischenberichts eingeflossen. Im folgenden werden die empirischen Ergebnisse dargestellt.

4.1 Untersuchungsverfahren

Zu den Halbjahren 11.1 bis 12.1 im ersten BINGO-Schülerjahrgang (Eintritt in die gymnasiale Oberstufe im Schuljahr 1995/96) wurden vier Querschnitterhebungen durchgeführt. Wiederkehrende Anteile betrafen 6 globale Einschätzungen des jeweiligen Halbjahres aus Sicht der Schülerinnen und Schüler und 21 detaillierte Fragen zum Vergleich des BINGO-Unterrichts aus den projektorientierten Unterrichtsabschnitten mit einem konventionellen, d.h. fachspezifischen und lehrerzentrierten, naturwissenschaftlichen Unterricht. Letzteren kennen die Schülerinnen und Schüler aus der Sekundarstufe I und den fachspezifischen, darbietenden Abschnitten der laufenden BINGO-Kurse. Darüberhinaus wurden spezifische Fragen zu konzeptionellen Anteilen von BINGO gestellt, die im jeweiligen Halbjahr besondere Beachtung gefunden hatten:

- für das Halbjahr 11.1 zu Lebensweltorientierung und fachübergreifendem Unterricht (Rahmenthema "Ökologische Untersuchungen an einem Sandentnahmesees");
- für 11.2 zu Kooperation in der Gruppenarbeit und fachübergreifendem Unterricht (Rahmenthema "Das Klima der Erde");
- für 12.1 zu Fallstudienmethodik und aufgabenorientiert vorgegebenen Gruppenzusammensetzungen (Rahmenthema "Gentechnik").

Die Befragung zum Halbjahr 12.1 wurde zweimal durchgeführt (Dezember 1996 und März 1997), um zu überprüfen, ob die im unmittelbaren Anschluß an die Fallstudien geäußerte Kritik an der Unterrichtsgestaltung bei einer größeren zeitlichen Distanz zum Unterrichtsgeschehen von den Schülerinnen und Schülern relativiert wird.

Die Fragebogendaten wurden mit dem Datenbankprogramm FileMaker erfaßt. Ausgewertet wurden sie mit Excel und SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

4.2 Globale Einschätzung des Unterrichts durch die Schüler

Jeweils im Anschluß an die drei in diesem Zwischenbericht ausgewerteten Halbjahre wurden die Schülerinnen und Schüler nach ihrer globalen Einschätzung des Verlaufs gefragt. Für 11.1 und 11.2 wurde um eine Bewertung des Gesamtverlaufs gebeten, während bei 12.1 speziell nach der Fallstudienphase gefragt war. Im Sinne der Konzeption des Modellversuchs ist dies der interessanteste und innovativste Abschnitt. Grundlage der Einschätzungen zu 11.1 und 11.2 waren für die Schüler, wie auf Nachfrage bekundet wurde, vorwiegend die handlungsorientierten und/oder projektartigen Kernabschnitte. Die erarbeitenden Phasen, z.B. als fachliche Vorbereitung auf ein Projekt, die ebenfalls in das BINGO-Konzept integriert sind, wurden bei der Bewertung der Halbjahre von den Schülerinnen und Schülern geringer gewichtet. 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.

Tabelle 4.2.1 und Abbildung 4.2.1 zeigen die Ergebnisse. In der 11. Jahrgangsstufe fällt für beide Halbjahre die Bewertung sehr positiv aus. Gewichtigster Faktor ist dabei die Möglichkeit, viel selbst tun zu können. Die Inhalte des Rahmenthemas "Klima der Erde" (12.1) werden als interessant und wichtig eingeschätzt. Nur moderat positiv ist das subjektive Empfinden, "viel gelernt" zu haben. Da keine Vergleichsuntersuchung mit Schülern aus "normalen" Grundkursen geplant war, kann die Berechtigung dieser Selbsteinschätzung nicht getestet werden.

Man muß bei allen Absolutwerten einen gewissen Grundeffekt abziehen, der sich aus der Offenheit der Unterrichtssituation und dem besonderen Engagement der Lehrkräfte ergibt. Dennoch ist die Zustimmung insgesamt erfreulich groß. Detailliertere Fragen zum Vergleich von BINGO-Unterricht und sogenanntem "Normalunterricht" werden unter Punkt 4.3 ausgewertet.

	11.1 N=80		11.2 N=59		12.1a N=88		12.1b N=79	
	Mittel	Std.Ab	Mittel	Std.Ab	Mittel	Std.Ab	Mittel	Std.Ab
Spaß gemacht	1,04	0,80	0,98	0,82	-0,59	1,11	-0,01	0,93
Viel gelernt	0,63	0,82	1,02	0,84	0,27	1,26	0,37	0,97
Gute Unter.gestalt.	0,99	0,85	0,81	0,96	-0,60	1,31	-0,22	0,97
Interessante Inhalte	1,12	0,93	1,34	0,84	0,47	1,19	0,81	1,09
Wichtige Inhalte	0,78	0,97	1,31	0,75	0,33	1,28	0,69	1,07
Viel selber machen	1,41	0,79	1,61	0,64	0,47	1,37	0,47	1,20

Tab. 4.2.1: Globale Bewertungen der BINGO-Halbjahre 11.1 bis 12.1 (12.1a: unmittelbar nach der Fallstudie zur Gentechnik; 12.1b: 4 Monate später). Obwohl die Daten nur nominalskaliert sind, werden, wie z.B. auch bei semantischen Differentialen üblich, Mittelwerte gebildet. Skala: +2: stimmt genau, +1: stimmt fast, 0: teils/teils, -1: stimmt kaum, -2 stimmt nicht

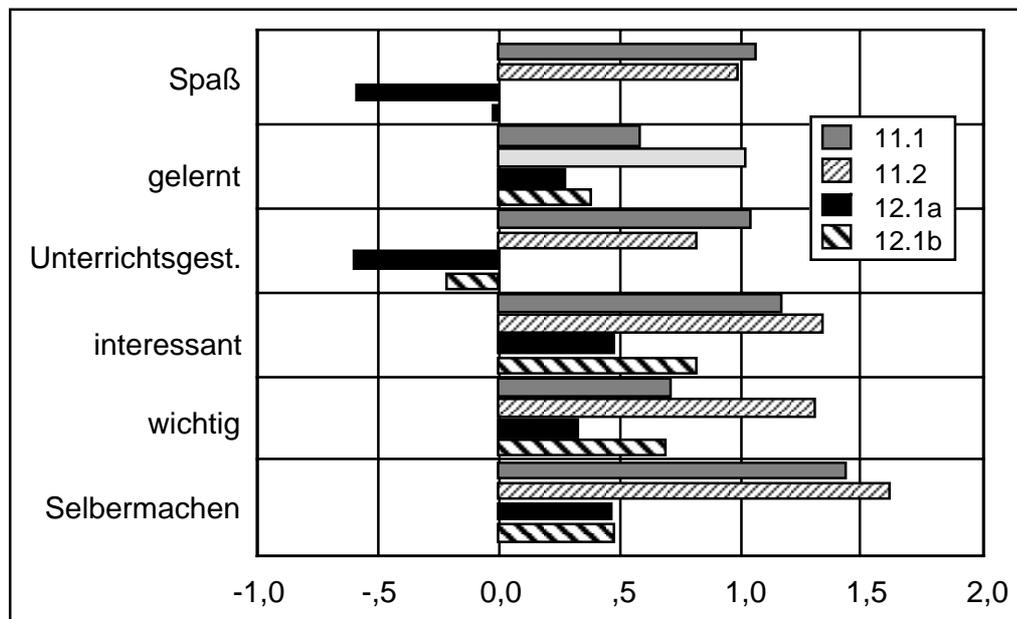


Abb. 4.2.1: Globale Bewertungen der BINGO-Halbjahre 11.1 bis 12.1 (jeweils *Mittelwerte*, wie auch in den folgenden Abbildungen).

Bemerkenswert ist die Diskrepanz zwischen dem Jahrgang 11 und dem folgenden Halbjahr — besonders wenn man den Befragungszeitpunkt auswertet, der unmittelbar an die Fallstudienphase zur Gentechnik in 12.1 anschloß.

Angesichts der aktuellen öffentlichen Debatte um gentechnische Forschung und den Einsatz von Gentechnik in der Lebensmittelproduktion überrascht es, daß das Rahmenthema Gentechnik als weniger wichtig als z.B. die ökologischen Untersuchungen am Sandentnahmeseesee betrachtet werden. Man könnte vermuten, daß die Einschätzung der Wichtigkeit eines Themas eng an die unterrichtsorganisatorischen Parameter gekoppelt ist: Wie wichtig etwas wahrgenommen wird, würde dann dadurch mitbestimmt, in welchem Umfeld man sich damit auseinandersetzt: "Was mir Spaß macht und was ich gut kann, ist wichtig".. Die Interkorrelation der sechs Variablen für die Halbjahre 11.1 bis 12.1 wird in Tabelle 4.2.2 gezeigt. Überraschenderweise ist die "Wichtigkeit" eines Rahmenthemas in der Sicht der Schülerinnen und Schüler jedoch der am wenigsten korrelierende Aspekt, d.h. ziemlich unabhängig von den Unterrichts-Rahmenbedingungen und dem Lerneffekt.

LERN11	<u>,3312</u>				
	Sig ,003				
UNTER111	<u>,4785</u>	,1178			
	Sig ,000	Sig ,298			
INTER11	<u>,5005</u>	,2061	,2974		
	Sig ,000	Sig ,067	Sig ,007		
WICHT11	-,0518	,3087	-,0435	,1665	
	Sig ,648	Sig ,005	Sig ,701	Sig ,140	
SELB11	,2724	-,0400	,2775	<u>,3359</u>	-,0444
	Sig ,014	Sig ,725	Sig ,013	Sig ,002	Sig ,696
	SP11	LERN11	UNTER111	INTER11	WICHT11

Tab. 4.2.2a: Korrelationen zwischen den Globalparametern für das Halbjahr 11.1. Berechnet ist die Spearman-Koeffizient (two-tailed; unterstrichen sind Korrelationen auf dem Signifikanzniveau $\leq 0,005$).

LERN12	<u>,3956</u>				
	Sig ,002				
UNTER12	<u>,5383</u>	<u>,3665</u>			
	Sig ,000	Sig ,004			
INTER12	<u>,4562</u>	<u>,4529</u>	<u>,4490</u>		
	Sig ,000	Sig ,000	Sig ,000		
WICHT12	,2962	,3558	,2655	<u>,4927</u>	
	Sig ,024	Sig ,006	Sig ,044	Sig ,000	
SELB12	<u>,4071</u>	<u>,4983</u>	<u>,4100</u>	<u>,4600</u>	,2567
	Sig ,001	Sig ,000	Sig ,001	Sig ,000	Sig ,052
	SP12	LERN12	UNTER12	INTER12	WICHT12

Tab. 4.2.2b: Korrelationen zwischen den Globalparametern für das Halbjahr 11.2.

LERN211	<u>,6076</u>				
	Sig ,000				
UNTER211	<u>,5869</u>	<u>,3854</u>			
	Sig ,000	Sig ,000			
INTER211	<u>,4440</u>	<u>,6519</u>	<u>,3267</u>		
	Sig ,000	Sig ,000	Sig ,002		
WICHT211	<u>,4806</u>	<u>,5801</u>	<u>,3817</u>	<u>,5525</u>	
	Sig ,000	Sig ,000	Sig ,000	Sig ,000	
SELB211	<u>,3860</u>	<u>,4643</u>	,2820	<u>,3385</u>	<u>,3786</u>
	Sig ,000	Sig ,000	Sig ,007	Sig ,001	Sig ,000
	SP211	LERN211	UNTER211	INTER211	WICHT211

Tab. 4.2.2c: Korrelationen zwischen den Globalparametern für das Halbjahr 12.1 (unmittelbare Nachbefragung).

Tabelle 4.2.2 zeigt, daß die Interkorrelation im Verlaufe der Halbjahre immer mehr zunimmt. Mit nur noch einer Ausnahme sind bei 12.1 die Bewertungen von Lerneffekt, Unterrichtsgestaltung, Interessiertheit, Wichtigkeit und Selbstständigkeit/Handlungsorientierung miteinander verkoppelt. Negative Korrelationen treten nicht auf. Die Bewertung läuft in dieser engen Verzahnung auf ein Gesamturteil "guter Unterricht" versus "schlechter Unterricht" hinaus. Und zum ersten Mal ist die "Wichtigkeit" eng an die anderen Aspekte der

Bewertung gebunden. Daraus ist der Schluß zu ziehen, daß die äußerst kritische Sicht der Organisation der Fallstudie zur Gentechnik in 12.1 auch die Wichtigkeit des Themas "heruntergezogen" hat.

Wendet man auf die Daten der Befragungen 11.1, 11.2 und 12.1b eine Faktorenanalyse an, dann findet man, daß 2 Faktoren genügen, das Antwortverhalten zusammenfassend zu beschreiben. Tabelle 4.2.3 zeigt die Faktorenladungen. Faktor 1 (erklärt 52% der Varianz) ist so etwas wie die obengenannte Pauschalbewertung "guter/schlechter" Unterricht. Der 2. Faktor (15% der Varianz) zeigt die höchste Ladung bei "Wichtigkeit" und negative Ladungen für "Spaß" und "gute Unterrichtsgestaltung".

Die Rotation der Faktorenachsen ergibt ein differenzierteres Bild. Danach hängen eine gute Unterrichtsgestaltung, Spaß und viel eigenständig tun zu können eng zusammen. Die Wichtigkeit des Themas fällt als einzige Variable bei den Faktorenladungen deutlich heraus. In den zweiten Faktor gehen die Wichtigkeit des Themas zusammen mit Interessiertheit und Lernerfolg ein.

Damit wird die Analyse der Korrelationsmatrizen bestätigt: Die Wichtigkeit eines Rahmenthemas wird von den Schülerinnen und Schülern ziemlich unabhängig von der Form seiner unterrichtlichen Behandlung eingeschätzt. Erst bei extrem ungünstigen Unterrichtsparametern wird das Urteil beeinflusst.

	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 1	Faktor 2
SPASS	0,75592	-0,32004	0,78352	0,23332
LERNEN	0,7242	0,20487	0,40263	0,63407
UNTERR	0,73095	-0,39644	0,81463	0,15658
INTERESS	0,77938	0,2342	0,44251	0,68026
WICHTIG	0,60876	0,67189	0,04461	0,89883
SELBST	0,72115	-0,28874	0,73735	0,24239

Tab. 4.2.3: Ladungen der 6 Variablen auf die Faktoren (Hauptkomponentenverfahren; links unrotierte Lösung, rechts Varimax-Rotation zur Vereinfachung der Faktoreninterpretation)

4.3 Der Unterricht der ersten drei Halbjahre aus Sicht der Schülerinnen und Schüler

4.3.1 Ökologische Untersuchungen an einem Sandentnahmesee (11.1)

4.3.1.1 Globaleinschätzung

Zunächst soll die Globaleinschätzung des Halbjahres nach den beteiligten Kursen differenziert werden (Abb. 4.3.1). Die Einschätzung ist tendenziell ähnlich positiv. Nur der Grundkurs bio1 fällt deutlich gegenüber den anderen Kursen ab. Diese Sonderrolle fällt auch in anderen Auswertungen auf. Ein Umstand, der sich hier bemerkbar macht, liegt darin, daß in dem Kurs ein hoher Anteil von Schülerinnen vertreten ist, die damit ihre Pflichtaufgabe bezüglich der Naturwissenschaften im Aufgabenfeld 3 abdecken. Dagegen belegen viele Schülerinnen und Schüler in den beiden Chemiegrundkursen das Fach, weil sie Biologie als Leistungskurs gewählt haben und damit eine stärkeren Affinität zu Naturwissenschaften zeigen. Obwohl am Beginn die kritische Frage, was das Thema "Sandentnahmesee" denn mit dem gewählten Fach zu tun habe, im Physikkurs besonders nachdrücklich gestellt wurde — das sei doch eher etwas für Biologie und Chemie —, findet das Halbjahr nachträglich auch hier Zustimmung.

Die Frage "Was hat Dir am besten gefallen?" wird eindeutig durch Angabe der praktischen Anteile beantwortet: "Probenentnahme am See", "Mikroskopieren", "praktische Vermessungen", "An der frischen Luft zu arbeiten, in Bewegung sein". Sehr ähnliche Antworten kamen auf die Frage "An welche Unterrichtsinhalte oder -aktivitäten kannst Du Dich besonders gut erinnern?". Wichtig war für die Schülerinnen und Schüler, daß sie selbständig experimentieren konnten. In zweiter Linie wird die Gruppenarbeit ("Teamwork") genannt. Am wenigsten gefallen haben die theoretischen Anteile, speziell Rechnungen.

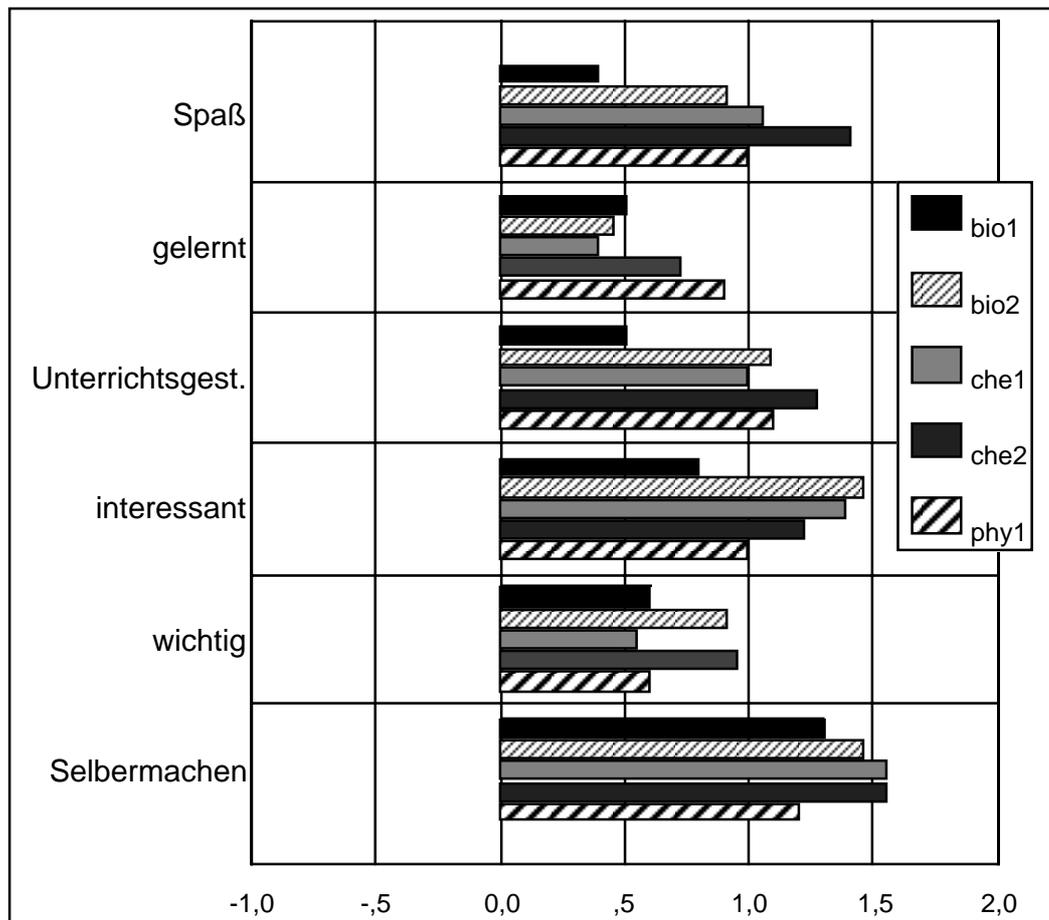


Abb. 4.3.1: Einschätzung des Halbjahres 11.1 differenziert nach Kursen.

4.3.1.2 Lebensweltbezug

Ein wichtiger Teil der Befragung zum Rahmenthema "Sandentnahmese" bezog sich auf die Strukturierung des Unterrichts, die deutlich am Untersuchungsgegenstand und weniger an der Fachsystematik der Biologie, Chemie oder Physik ausgerichtet war. Dazu wurde eine offene Frage gestellt, in der die Schülerinnen und Schüler zu einem fiktiven Dialog von vier Schülerinnen und Schülern Stellung nehmen sollten, die dazu unterschiedliche Standpunkte vertreten. Der Aufgabentext lautete:

"Man kann Unterricht entweder an der Sachstruktur des Faches ausrichten oder ein aktuelles Thema aus der Umwelt als Orientierungspunkt wählen.

Darauf bezieht sich das folgende Gespräch zwischen vier fiktiven BINGO-Schülern:

Marion: *Also, ich wußte manchmal nicht so genau, was das Thema "Sandentnahmeseesee" mit dem eigentlichen Unterrichtsfach zu tun hatte. Wir sollen hier doch ein Fach erlernen und nicht irgendwelche Alltags-themen behandeln.*

Tim: *Andererseits war der Unterricht lebensnaher. Man konnte sehen, wozu man die ganzen Sachen über Messungen usw. eigentlich braucht. Sonst lernt man oft nur so vor sich hin und weiß gar nicht, wo man das in der Realität anwendet.*

Bettina: *Ich finde, dadurch daß man längere Zeit an einem komplexeren Thema arbeitet, kann man das intensiver behandeln und versteht es dann auch besser.*

Gert: *Das kann schon sein, aber ich befürchte, daß darunter die fachliche Qualität des Unterrichts leidet. Man schafft einfach nicht soviel Stoff wie sonst.*

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

Im Dialog vertreten Marion und Gert eine kritische Sicht des BINGO-Ansatzes, lebensweltnahe Themen zum Zentrum des Unterrichts zu machen. Sie nehmen den fachsystematischen Standpunkt ein. Bettina und Tim verweisen auf die vermuteten Vorteile einer exemplarischen Beschäftigung mit einem komplexen Sachverhalt.

Die Stellungnahmen der Schülerinnen und Schüler wurden dahingehend kategorisiert, welcher Position sie zuzurechnen sind. 28 von 80 Schülerinnen und Schülern unterstützten Tim und weitere 24 fanden Tims und Bettinas Standpunkt richtig. Nur 5 Schülerinnen und Schüler votierten ausdrücklich für Marion bzw. Gert. Um die große Zustimmung zum gewählten Ansatz zu dokumentieren, werden einige Aussagen wörtlich zitiert:

Nicht für die Schule sondern für das Leben lernen wir!" Ich finde, daß es sehr wichtig ist, Realitätsnähe zu lernen, denn was nützen einem Formeln und Rechnungen, die man mit der Abgabe der Klausur aus dem Gedächtnis streicht. Ich möchte Dinge lernen und mir Fähigkeiten aneignen aus denen ich in meinem Leben Kapital schlagen kann, die mir in meinem Berufsleben weiterhelfen, wie "Teamwork" und Kommunikationsfähigkeit, aber auch Dinge des alltäglichen Lebens, mit denen eigentlich nur wenige Leute etwas anfangen können. (männlich, Physik-kurs)

Ich finde es wichtig und richtig, daß wir den Umgang mit verschiedenen

Geräten, die im Chemieunterricht benötigt werden, lernten und die Möglichkeit bekamen, selbst einige Versuche durchzuführen. Meiner Erfahrung nach behält man eher Unterrichtsinhalte oder Sachverhalte, wenn der Unterricht durch praktische Elemente aufgelockert wird bzw. wenn Sachverhalte durch eigene Beobachtungen (z.B. bei Versuchen) vermittelt und so einleuchtender, eindrucksvoller erscheinen. Der Bezug zu einem realen Objekt, hier zum Sandentnahmesee ist für mich sehr wichtig. Man ist in der Lage, sich durch immer neue (und selber erarbeitete) Ergebnisse eine eigene Meinung zu einem (rel.) aktuellen Thema zu bilden. Meiner Meinung nach sind solche Unterrichtselemente absolut wünschenswert, auch für die nachfolgenden Jahrgänge sind sie sicherlich eine Bereicherung. Die Motivation für den Unterricht steigt, da man nicht nur theoretische Einheiten durcharbeiten, sondern auch Verbindungen zu realen Problemstellungen erhält. (Und diese Motivation ist wichtig, besonders für die Schüler, für die dieser Chemie-GK nur ein Auflagenkurs ist). (Chemie, weiblich)

Also Marion tut mir ein wenig leid, und ich bin davon überzeugt, daß sie mit ihrer Meinung in der Realität ziemlich allein sein würde. Lebensnah war der Unterricht wirklich. Man hat wichtige Dinge (auch für später) gelernt. Teamfähigkeit und Praxis sind im Beruf später sehr wichtig. In der Schule kommen sie häufig zu kurz. BINGO hält dagegen. (weiblich, Biologiekurs)

Der Lebensweltbezug wird durchgehend hervorgehoben und in enger Verbindung zum Praxisbezug gesehen. Die Exkursionen für Vermessungen und Probenentnahmen zum See waren sehr beliebt. Überraschenderweise gehen viele Schülerinnen und Schüler in ihren Antworten auf die Stichworte "Teamwork" und "Kommunikationsfähigkeit" ein, obwohl das in der Frage gar nicht angesprochen war. Die Zustimmung zum BINGO-Konzept ist in manchen Antworten aber auch mit einer gewissen Skepsis verbunden, ob genügend "Stoff" erarbeitet werden konnte. Dabei wird, wie sich später zeigt, sehr früh an die Vorbereitung auf das Abitur gedacht.

Ich denke ebenfalls, daß der Unterricht an einem konkreten Beispiel die Realitätsbezogenheit der Unterrichtsinhalte verdeutlicht. Andererseits kann bei theoretischem Unterricht mehr Lernstoff vermittelt werden? (männlich, Biologiekurs)

Ich denke, daß dieser lebensnahe Unterricht viel interessanter und einfacher ist. Auch wenn man dabei nicht so viel lernt wie beim rein theoretischen Unterricht. (männlich, Chemiekurs)

Ich finde es ist eine nette Abwechslung ab und zu ein Projekt wie das mit dem Sandentnahmesee zu machen. Das Thema war dadurch, daß wir es so ausgiebig behandelt haben, besser verständlich. Trotzdem bin ich der Meinung, daß der Unterricht nicht nur aus Projekten zu Alltagsthemen bestehen kann. Wir würden nicht mehr genug lernen um mit Schülern von anderen Schulen mithalten zu können. (weiblich, Chemiekurs)

In wenigen Fällen kommt es dadurch zu einer Ablehnung der gewählten Vorgehensweise:

Wir haben oft in Gruppen gearbeitet, aber ich habe nicht das Gefühl, daß ich viel dabei gelernt habe. Ich war eigentlich froh, als wir mal wieder etwas Theoretisches gemacht haben, weil ich dabei das Gefühl habe, daß ich etwas lerne. Bei Gruppenarbeit lernt man zwar im Team zu arbeiten, aber ich finde dabei kommt die Biologie zu kurz. Man arbeitet die ganze Zeit nur an einem Thema und kriegt die anderen nur einmal kurz vorgestellt, eigentlich zu kurz, um die Themen richtig zu verstehen. Man schafft wirklich nicht soviel Stoff wie man im normalen Unterricht schaffen würde. (weiblich, Biologiekurs)

Die Neuartigkeit des BINGO-Ansatzes im Vergleich zum bisher von den Schülerinnen und Schülern erlebten Unterricht wird in folgenden Antworten ausgedrückt:

Diese Art der Unterrichtsgestaltung war für mich sehr ungewöhnlich und verwirrend. Aus meiner bisherigen Schulpraxis war ich nur theoretischen Unterricht im Fach Chemie gewöhnt, z.B. Salzbildungen und die dazugehörigen Formeln. Obwohl dieser Unterricht stressiger war, fand ich ihn besser, da ich dort wirklich das Gefühl hatte, etwas gelernt zu haben. Aber diese Anfangsschwierigkeiten werden sich wohl auch legen und man wird sich daran gewöhnen. (weiblich, Chemiekurs)

Ich meine, daß Marion lieber wissen möchte, wie man in der Berufswelt zu funktionieren hat, als ihr Leben und ihre Umwelt kennenzulernen. Das halte ich für sehr kurzfristig. Tim und Bettina stimme ich zu, und zu Gert kann ich nur sagen, daß ich in diesem halben Jahr mehr Perspektiven und Eindrücke mitgekriegt habe als sonst irgendwo im Physikunterricht. Durch das Praxisbezogene ging mir der Stoff näher als sonst, und ich war motiviert, habe gelernt kritisch zu denken und das ist besser als mehr Stoff zu dem man keinen Bezug hat und gleich wieder vergißt. (männlich, Physikkurs)

Als Zwischenfazit kann man festhalten, daß die Schülerinnen und Schüler den Unterricht aufgrund seines Lebensweltbezugs und seiner praktischen

Anteile schätzen. Gleichzeitig sehen sie gewisse Gefahren darin, daß durch eine Überbetonung der Projektorientierung die Stoffbewältigung und Systematik gefährdet sind. Diese in Teilen ambivalente Diskussion wurde übrigens in sehr ähnlicher Weise auch im BINGO-Team geführt und begleitete den gesamten Planungsprozeß. Für die Lehrkräfte war die Umstellung auf die neue Konzeption mit den fast gleichen positiven Erwartungen und Erfahrungen, aber auch Bedenken verbunden wie für die Lernenden.

4.3.1.3 Detaileinschätzung

Die Schülerinnen und Schüler wurden aufgefordert, anhand von 21 Kriterien einen Vergleich zwischen dem BINGO-Konzept und einem sogenannten Normalunterricht vornehmen. Die Aufgabe lautete:

Wenn Du den BINGO-Unterricht im 1. Halbjahr mit "normalem" naturwissenschaftlichen Unterricht vergleichst, wie Du ihn aus der Mittelstufe kennst: Wo siehst Du die jeweiligen Vorteile?

Der Vergleich sollte anhand einer fünfstufigen Skala zwischen den Polen "BINGO besser" und "Normalunterricht besser" erfolgen. Dieselbe Kriterienliste wurde auch in den nachfolgenden Halbjahren verwendet. Die Kriterien 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

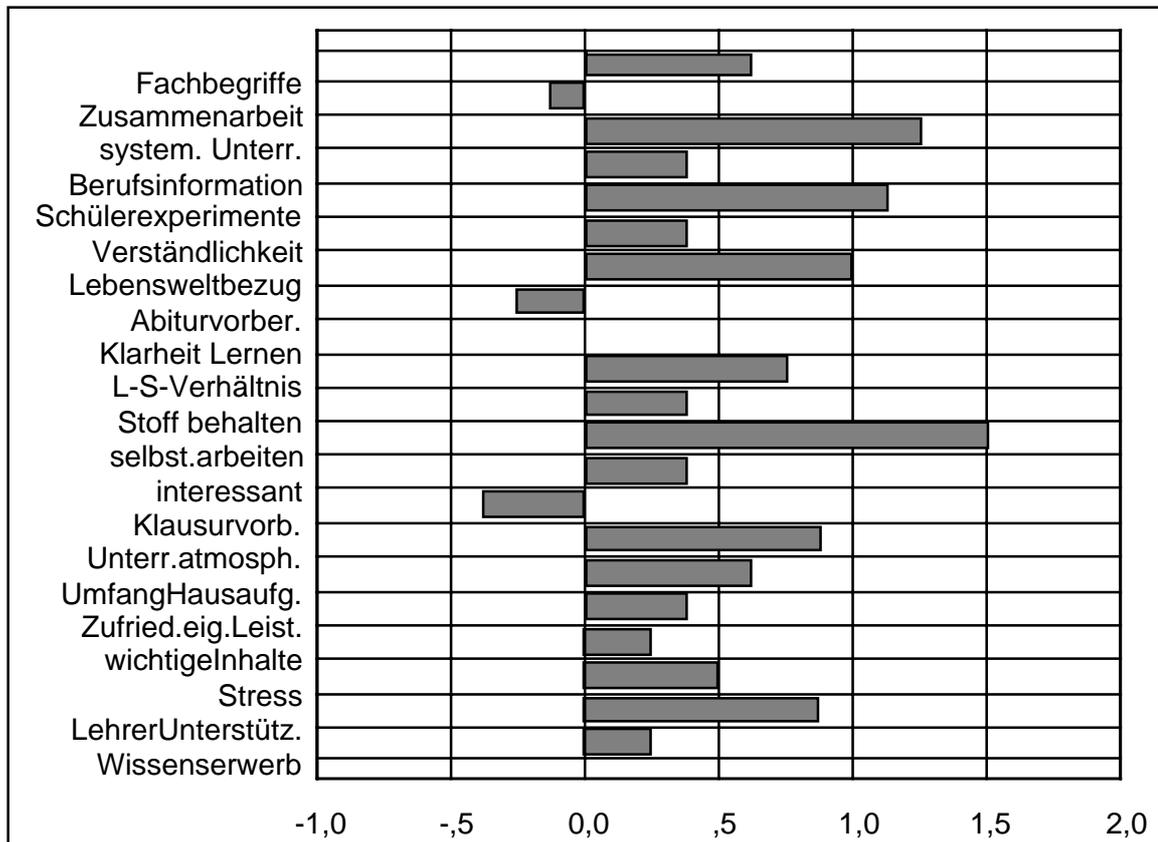


Abb. 4.3.2: Detailschätzung des Halbjahres 11.1 auf einer Skala von -2 (Normalunterricht besser) bis +2 (BINGO besser); N=73.

Abbildung 4.3.2 zeigt, daß das BINGO-Konzept im Vergleich zum Normalunterricht, d.h. dem naturwissenschaftlichen Unterricht der Mittelstufe, besser abschneidet. Es ragen dabei die Möglichkeit zum selbständigen Arbeiten, Schülerexperimente, Lebensweltbezug und der systematische Aufbau des Unterrichtsgangs heraus. Der letzte Punkt ist wohl darauf zurückzuführen, daß der Unterricht nicht als eine Folge wenig verbundener Einzelthemen empfunden wurde sondern als klar anhand der Gewässeruntersuchung gegliederter Gang. Wie man in Abbildung 4.3.3 erkennt, sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Kursen ebenso relevant wie die zwischen den Unterrichtsfächern. Die beiden Biologiekurse bewerten das Halbjahr

erkennbar zurückhaltender als die Chemiekurse und der Physikkurs. Aber auch zwischen den Biologie- und Chemiekursen untereinander variiert das Bild. Dies Ergebnis kann aufgrund der Wechselwirkungen unterschiedlicher kursspezifischer Schülerpopulationen und Lehrerpersönlichkeiten nicht überraschen.

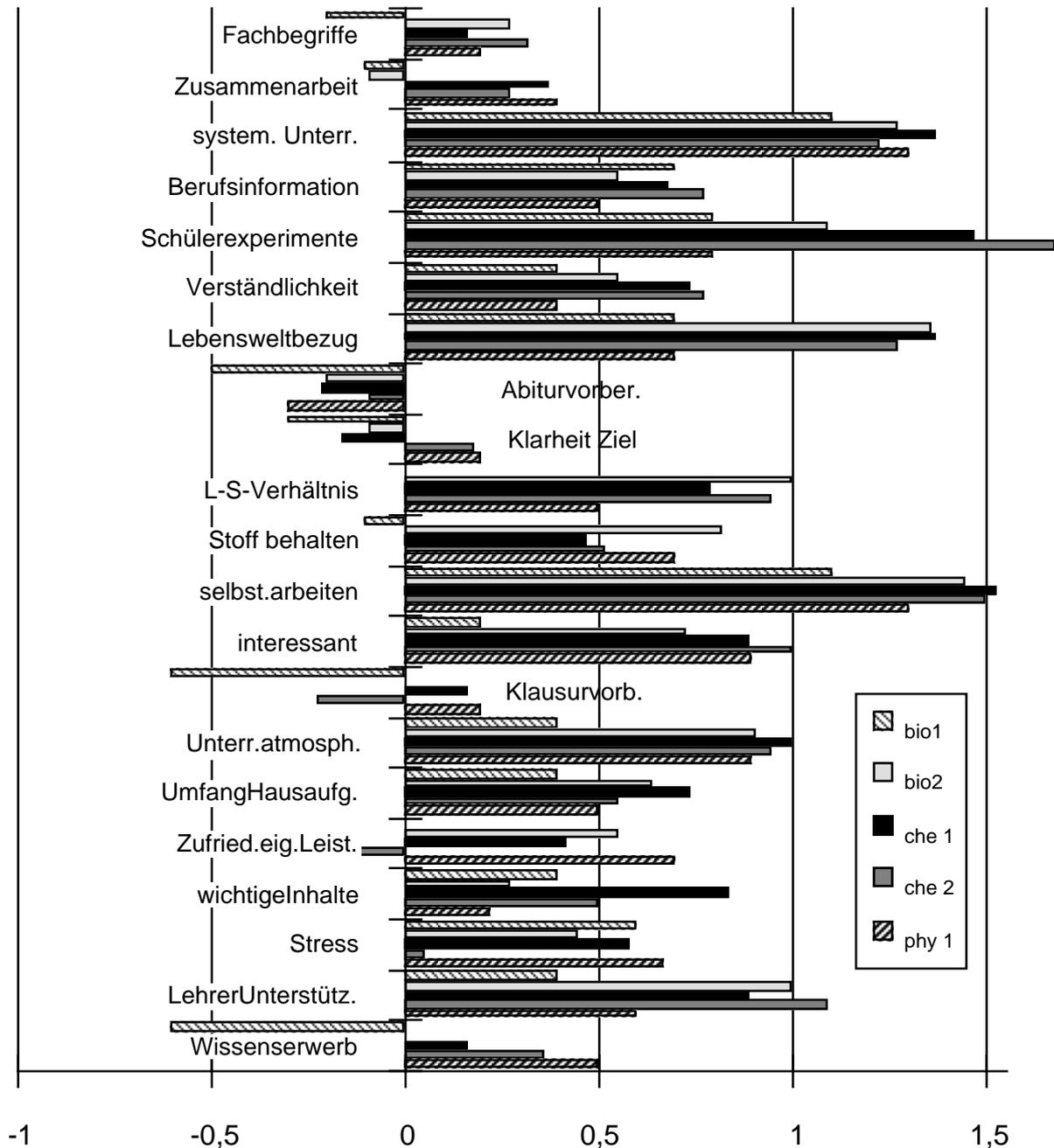


Abb. 4.3.3: Detaileinschätzung des Halbjahres 11.1 getrennt nach Kursen auf einer Skala von -2 (Normalunterricht besser) bis +2 (BINGO besser)

Wie sich schon in den offenen Antworten gezeigt hat, sehen die Schülerinnen und Schüler auch Probleme von BINGO im Vergleich zum "Normalunterricht". Sie meinen, schlechter auf Klausuren und auf die spätere Abiturprüfung vorbereitet zu werden. Damit geht einher, daß "Klarheit darüber, was man lernen soll" vermißt wird. Problematischer aus Sicht des BINGO-Ansatzes ist die mangelnde "Zusammenarbeit mit anderen Schülern", die besonders in den Biologiekursen noch nicht funktioniert hat. Auch die Information über Berufe in Technik und Naturwissenschaften ist ausbaufähig.

Eine Faktorenanalyse (s. Tab. 4.3.1) ergibt ein plausibel interpretierbares Bild, das mit den Ergebnissen der Globalbewertung übereinstimmt. Der erste Faktor (29% der Varianz) kann mit "Arbeitsklima" umschrieben werden. Zu ihm gehören die Variablen:

15. angenehme Unterrichts Atmosphäre
20. Unterstützung durch den Lehrer / die Lehrerin
10. gutes Verhältnis zum Lehrer / zur Lehrerin
12. Möglichkeit zum selbständigen Arbeiten
16. Umfang der Hausaufgaben
3. systematischer Aufbau des Unterrichtsgangs
6. Verständlichkeit des Unterrichtsstoffs
17. Zufriedenheit mit der eigenen Lernleistung

Der zweite Faktor (11% der Varianz) umfaßt das Faktenwissen, bzw. die "Stoffbewältigung". Nur die Variable 2 paßt nicht in dieses Bild:

21. Umfang des erworbenen Wissens
1. Verständnis der Fachbegriffe
9. Klarheit darüber, was man lernen soll
11. langfristiges Behalten des Unterrichtsstoffs
8. Vorbereitung auf das Abitur
2. Zusammenarbeit mit anderen Schülern

Faktor 3 (10% der Varianz) zeigt die bereits ermittelte Sonderstellung der Wichtigkeit eines Themas, die für die Schülerinnen und Schüler an den Lebensweltbezug gekoppelt ist:

18. Wichtigkeit der Unterrichtsinhalte
7. Bezug zur Umwelt / zum eigenen Leben

Item		Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
1	Fachbegriffe	0,249	0,657	-0,026
2	Zusammenarbeit	0,243	0,680	0,081
3	system. Unterr.	0,791	-0,042	0,134
4	Berufsinformation	-0,017	0,048	0,025
5	Schülerexperimente	0,318	0,032	0,232
6	Verständlichkeit	0,566	0,330	0,433
7	Lebensweltbezug	0,382	0,087	0,602
8	Abiturvorb.	-0,277	0,544	0,334
9	Klarheit Lernen	-0,035	0,638	0,146
10	L-S-Verhältnis	0,671	0,306	0,128
11	Stoff behalten	0,399	0,497	0,209
12	selbst.arbeiten	0,496	0,161	0,196
13	interessant	0,408	0,343	0,381
14	Klausurvorb.	0,107	0,198	0,317
15	Unterr.atmosph.	0,810	0,154	-0,007
16	UmfangHausaufg.	0,511	-0,085	0,186
17	Zufried.eig.Leist.	0,625	0,262	-0,236
18	wichtigeInhalte	0,100	0,207	0,853
19	Streß	0,395	-0,408	0,255
20	LehrerUnterstütz.	0,590	0,110	0,338
21	Wissenserwerb	0,244	0,739	0,190

Tab. 4.3.1: Faktorenladungen; Hauptkomponentenanalyse, Varimax-Rotation; Hervorhebung hoher Faktorenladungen.

Tabelle 4.3.2 wertet den Vergleich zwischen BINGO- und Normalunterricht hinsichtlich der mittleren Bewertung der jeweiligen durch die Faktorenanalyse nahegelegten Variablengruppen aus. Eindeutig im Vorteil ist das BINGO-Konzept bei der lebensweltlichen Relevanz der Themen. Beim Arbeitsklima sehen die Schülerinnen und Schüler BINGO im Vorteil, während beim Erwerb von Faktenwissen praktisch keine Vorteile gesehen werden. Zieht man den Effekt durch die positive Grundeinstellung gegenüber BINGO ab, dann muß man von Vorteilen des Normalunterrichts — aus Sicht der Lernenden — ausgehen. Ob diese subjektive Einschätzung tatsächlich zutrifft, kann im Modellversuch nicht überprüft werden, da eine Vergleichsuntersuchung mit "normalen" naturwissenschaftlichen Grundkursen nicht

vorgesehen ist. Eine "Vergleichbarkeit" wäre ohnehin schwer gegeben, da mit BINGO bewußt eine Umsteuerung vom abprüfbareren Faktenwissen hin zum Orientierungswissen (vgl. Muckenfuß 1995) angestrebt wird, das den Schülerinnen und Schülern hilft, ihr Verhältnis zu Natur und Technik zu klären.

Faktor	Mittel	St.ab.
1	0,84	0,58
2	0,13	0,58
3	1,65	1,46

Tab. 4.3.2: Mittlere Bewertung der nach den Faktoren gebildeten Variablen-
gruppen. Skala von +2 (BINGO besser) bis -2 (Normalunterricht
besser).

4.3.1.4 Einbeziehung fachüberschreitender Aspekte

Das Rahmenthema "Ökologische Untersuchungen an einem Sandentnahme-
see" war durch fachüberschreitende und weniger durch fächerverbindende
Unterrichtsanteile gekennzeichnet. In drei Items der Nachbefragung sollten
die Schülerinnen und Schüler dazu Stellung nehmen:

a) In welchem Maße hattest Du den Eindruck, daß in Deinem BINGO-Kurs
auch Aspekte der beiden anderen naturwissenschaftlichen Fächer aufge-
griffen wurden?

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

b) Nach eigener Einschätzung: Wieviel hast Du im Rahmen Deines BINGO-
Kurses über das Thema "Sandentnahmeseesee" auch aus anderen naturwissen-
schaftlichen Sichtweisen gelernt?

+2: sehr viel, +1: viel, 0: ein bißchen, -1: wenig, -2: sehr wenig

c) In welchem Umfang würdest Du Dir fachübergreifendes Arbeiten in Dei-
nem Kurs wünschen?

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

Die Antworten sind in Abbildung 4.3.4 grafisch dargestellt. Die Einschätzung der fachüberschreitenden Anteile ist in den einzelnen Kursen und Fächern durchaus unterschiedlich, wobei die Unterschiede zwischen den Kursen mehr ins Gewicht fallen. Angesichts der Tatsache, daß die tatsächlichen Inhalte und Verfahrensweisen in den Kursen bio1 und bio2 weitgehend übereinstimmen, zeigt das Ergebnis die Abhängigkeit der subjektiven Wahrnehmung des Unterrichtskonzepts vom Zusammenspiel zwischen Lehrkraft und Lernenden im Unterrichtsprozeß.

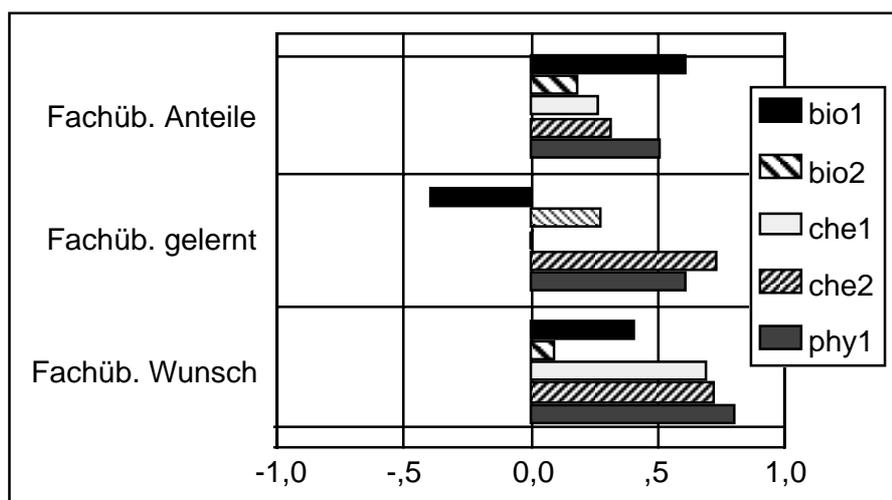


Abb. 4.3.4: Einschätzung der fachüberschreitenden Aspekte des Halbjahres 11.1 in den BINGO-Kursen aus Sicht der Schülerinnen und Schüler; Skala jeweils von +2 (sehr viel) bis -2 (sehr wenig).

Die Schülerinnen und Schüler wurden gebeten, konkrete Beispiele für fachüberschreitende Aspekte anzugeben. Die freien Antworten fallen spärlich aus und stehen im Kontrast zu den Ergebnissen bei den Auswahlantworten. Genannt wird der Austausch von Fragen und Antworten mit Kursen anderer Fächer (z.B. Chemikerin: "Frage an Biologen, wie sich verschiedene Wasserwerte auf Lebewesen auswirken"). Es finden sich Banalitäten wie die Aussage einer Biologin, man habe die Wassertemperatur gemessen, was ja eigentlich physikalisch sei. Die Physiker nennen kaum Beispiele. In der Tat sind sie im Halbjahr 11.1 eher gefragt worden. So lautet eine Antwort aus der Physik zu fachüberschreitenden Aspekten: "Wenn Leute aus anderen Kursen kamen und uns etwas gefragt haben".

4.3.2 Klima der Erde (11.2)

Die Ergebnisse zum Halbjahr 11.2 stimmen in vielen Bereichen mit denen zum ersten Halbjahr überein. Es kann hier eine kürzere Darstellung erfolgen, bevor zum Rahmenthema "Gentechnik" (12.1) wieder eine genauere Analyse erforderlich wird.

4.3.2.1 Global- und Detaileinschätzungen

Die globale Sicht des Halbjahres ist noch etwas positiver als in 11.1 (s. Abb. 4.3.2). Insbesondere wird das Thema "Klima der Erde" wichtiger eingeschätzt. Der globale Trend bestätigt sich bei den Detailkriterien. Beim Vergleich mit dem Halbjahr 11.1 zeigen sich sowohl bei den von den Schülerinnen und Schülern gesehenen Vorteilen wie auch bei den Nachteilen die gleichen Tendenzen. Es ergeben sich in der Interpretation analoge Faktoren zu 11.1: "Unterrichtsklima" und "Stoffbewältigung". Auf die offene Frage: "Was hat Dir am besten gefallen?" kommt als häufigste Antwort sinngemäß: "Daß wir selbständig arbeiten konnten". Die in der Projektphase gegebene Möglichkeit zur Wahl eines eigenen Themas und dessen eigenständige Bearbeitung hatte den größten Wert für die Schülerinnen und Schüler. Dieser Vorteil der BINGO-Konzeption kommt auch in den hohen Bewertungen der entsprechenden gebundenen Antworten zum Ausdruck (s. Abb. 4.3.6 und Abb. 4.3.7). Gleichzeitig wird ein hoher Arbeitsaufwand und Zeitdruck in der Projektphase und die schlechte Organisation bei der abschließenden Präsentation der Ergebnisse beklagt. Angesichts der vielen gleichzeitig präsentierenden Gruppen mußten einzelne Gruppen lange auf die Gutachterkommission warten.

Die Schülerinnen und Schüler sind in 11.2 noch immer zurückhaltend in ihrer Einschätzung der fachübergreifenden Anteile (s. Abb. 4.3.8). Trotz der Offenheit des Rahmenthemas und der ausdrücklichen Aufforderung durch die Lehrkräfte, fachüberschreitende Anteile in die Projektthemen einzubauen, ist dies nur in geringem Umfang erfolgt. Gruppen mit Mitgliedern aus unterschiedlichen Fächern haben sich nur in einem Ausnahmefall aufgrund persönlicher Freundschaften gebildet. Diese Feststellung war ein wesentlicher Grund dafür, im folgenden Halbjahr die Gruppenzusammensetzungen fachübergreifend vorzugeben.

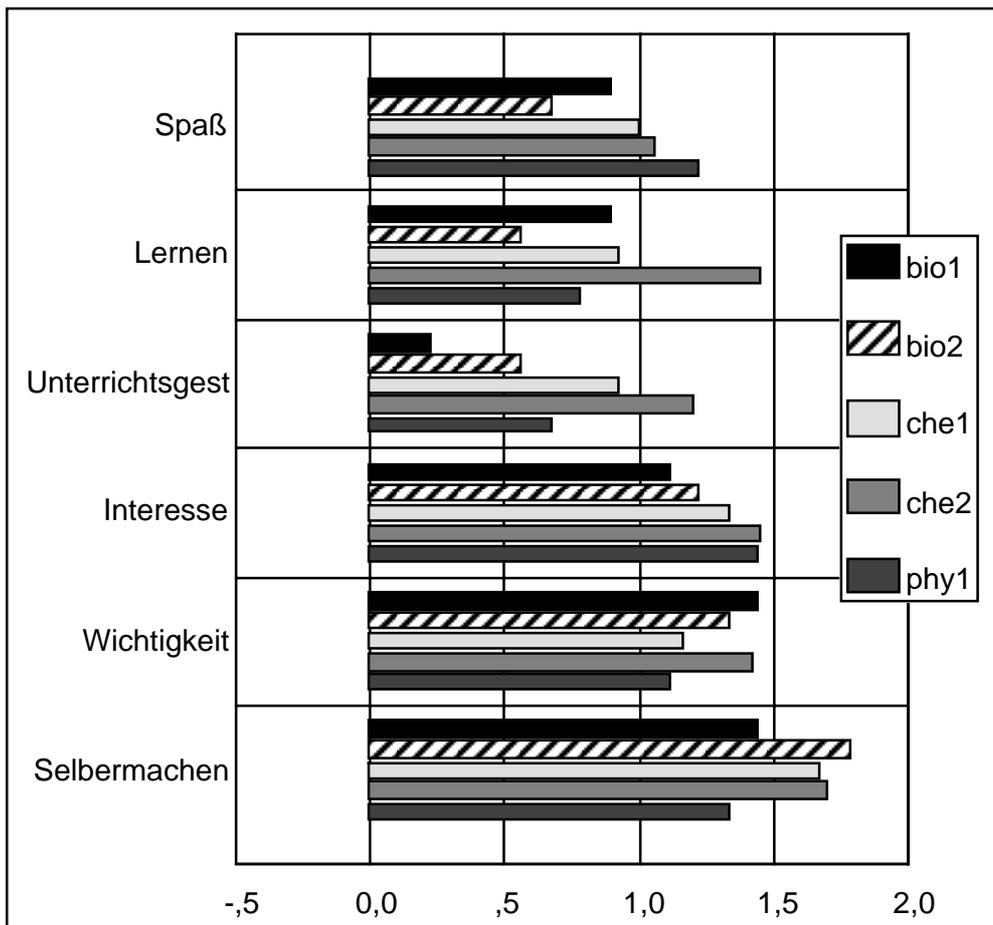


Abb. 4.3.5: Einschätzung des Halbjahres 11.2 differenziert nach Kursen.

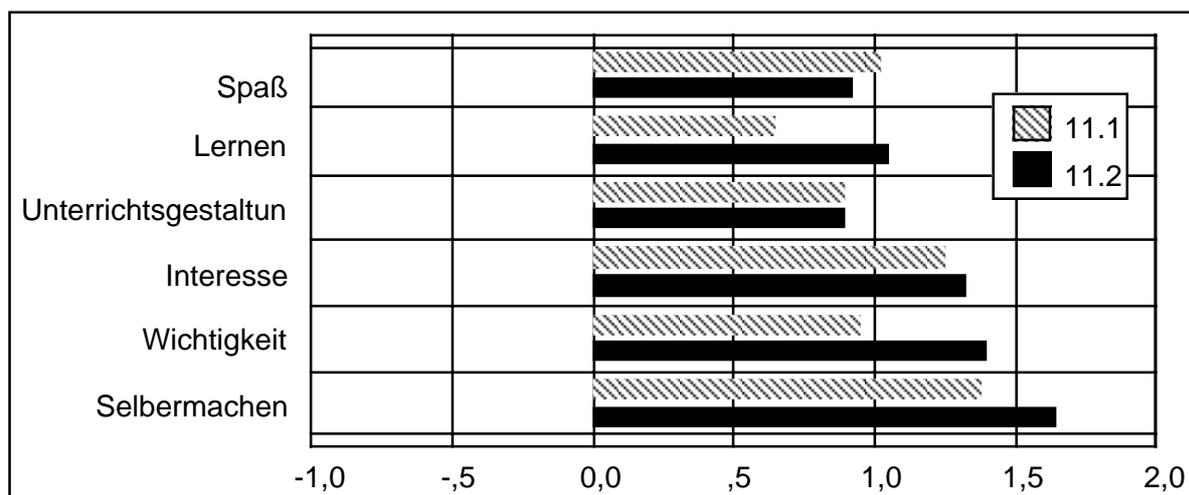


Abb. 4.3.6: Vergleich der Halbjahre 11.1 und 11.2.

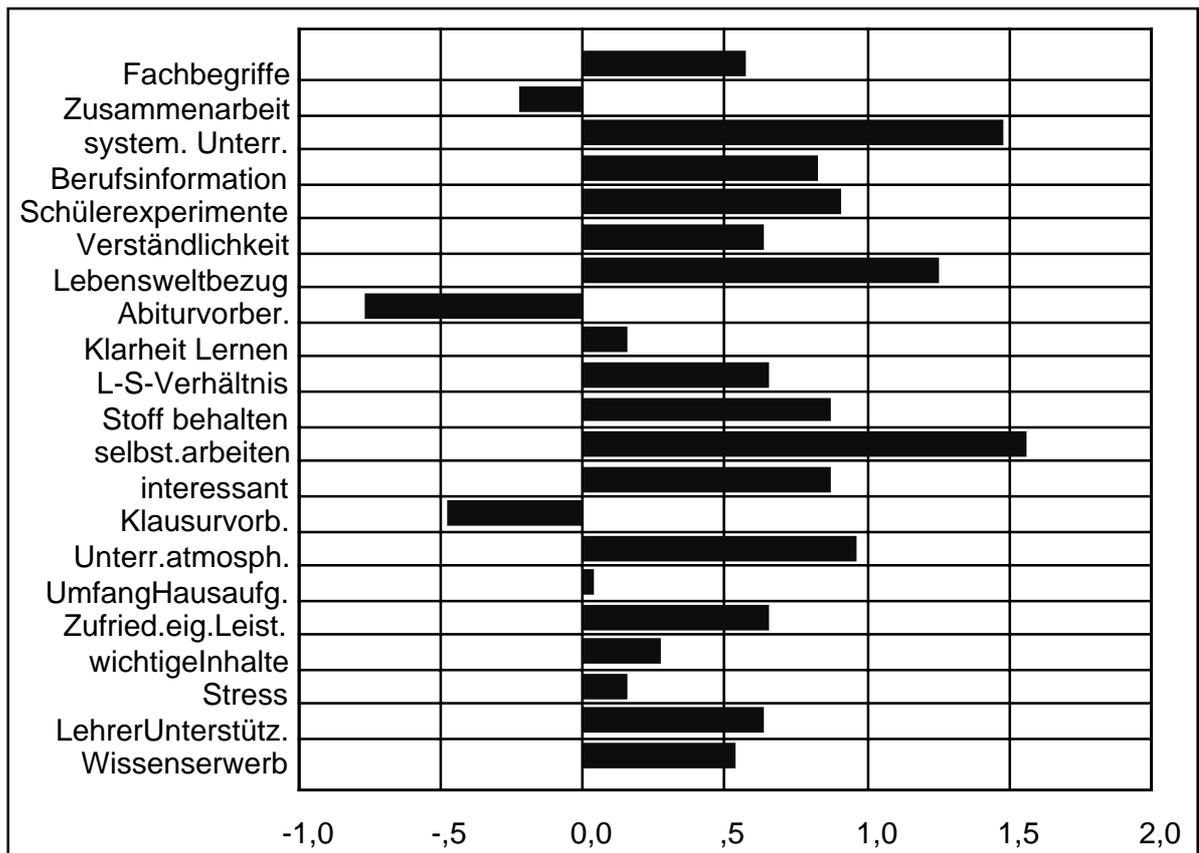


Abb. 4.3.7: Detailschätzung des Halbjahres 11.2 auf einer Skala von -2 (Normalunterricht besser) bis +2 (BINGO besser); N=58.

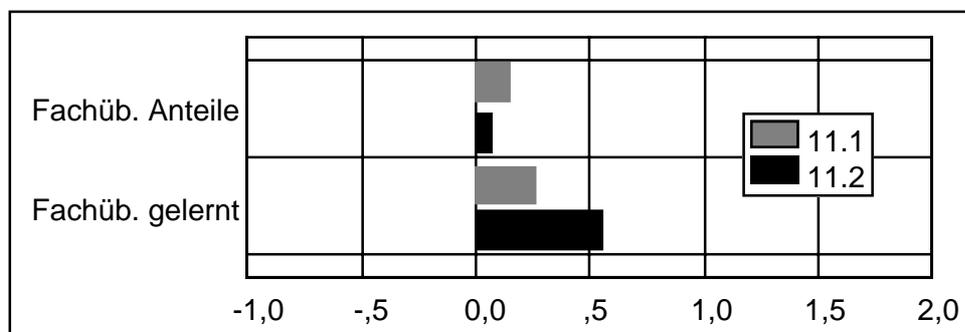


Abb. 4.3.8: Fachübergreifende Anteile in der Projektarbeit und fachübergreifendes Lernen über "Klima der Erde" in 11.2 im Vergleich zu 11.1 (fünfstufige Skala von -2 "in großem Umfang" bis -2 "gar nicht").

4.3.2.2 Zur Gruppenarbeit in Projekten

Da die Schülerinnen und Schüler im Halbjahr 11.2 zum ersten Mal mit der inhaltlichen und zeitlichen Organisation eines größeren Projekts konfrontiert

waren, ging die Nachbefragung speziell auf diesen Aspekt ein. In einer gebundenen Frage waren folgende Punkte auf einer Skala von +2 "stimmt" bis -2 "stimmt nicht" zur Diskussion gestellt:

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 (abgesehen von der schlechten Organisation)

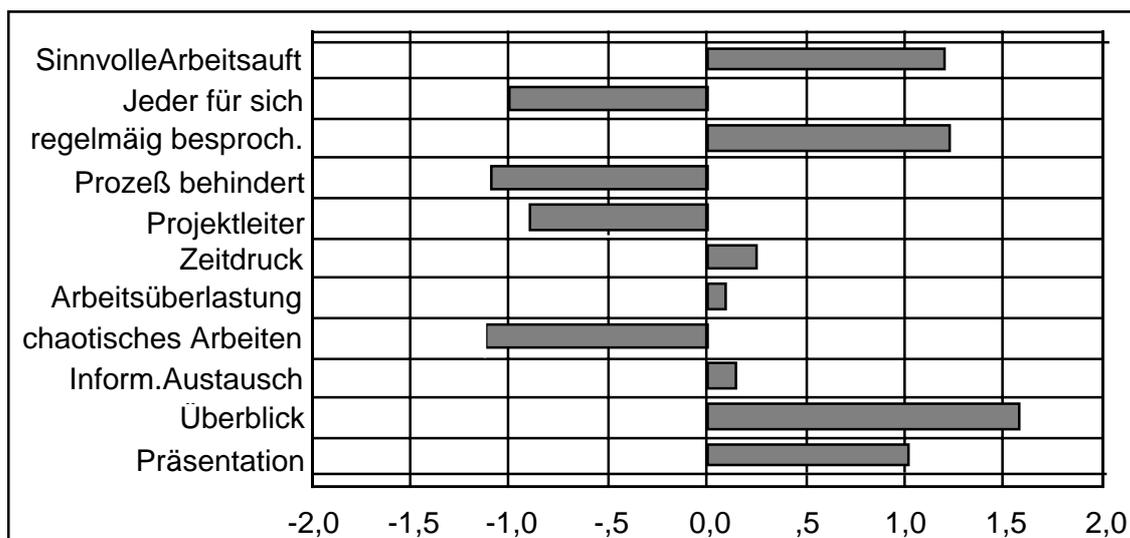


Abb. 4.3.9: Aspekte der Projektarbeit in der Selbsteinschätzung der Schüler; Skala von -2 "stimmt nicht" bis +2 "stimmt".

Die Schülerinnen und Schüler betrachten ihre Projekte als überwiegend gut organisiert. Danach war die Arbeit sinnvoll aufgeteilt, der Arbeitsprozeß lief in geordneten Bahnen ab und die Mitglieder hatten einen Überblick über das Gesamtergebnis. Die Funktion eines Projektleiters wurde eher nicht besetzt. Weniger gut gelungen war die Zeiteinteilung. Daraus resultiert vermutlich

eine gewisse Arbeitsüberlastung vor der Präsentation. Im Einklang mit der zurückhaltenden Bewertung der fachübergreifenden Aspekte (s.o.) steht der geringe Austausch mit anderen Gruppen, der sich für die Einholung von fachüberschreitenden Sachinformationen angeboten hätte.

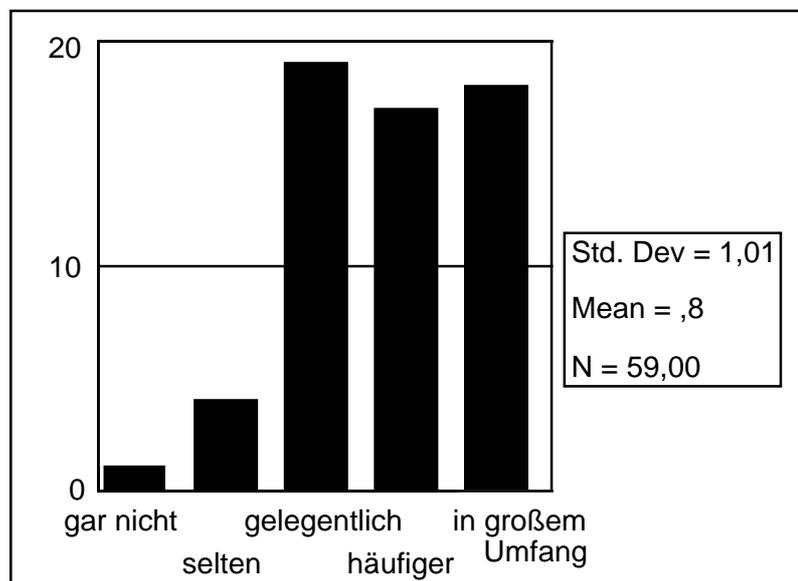


Abb. 4.3.10: Wunsch nach weiteren Projekten mit Gruppenarbeit (Nennungen)..

Vor dem Hintergrund der positiven Erfahrungen überrascht es nicht, daß die Schülerinnen und Schüler sich ziemlich deutlich für weitere Projekte nach dem Muster von 11.2 aussprechen (s. Abb. 4.3.10). Die größte Zustimmung kam dabei aus dem Physikkurs und den beiden Chemiekursen. Manchen Biologeschülerinnen und -schülern war der Arbeitsaufwand zu groß.

4.3.3 Kontinuität und Veränderung des Lebens — Gentechnik (12.1)

Das Halbjahr 12.1 fällt in der Einschätzung durch die Schülerinnen und Schüler deutlich gegenüber dem davorliegenden Unterricht ab. Dazu wurde bereits unter Punkt 4.2 einiges ausgeführt. Die Ursachen dafür liegen in folgenden Merkmalen:

- Die Themen der fallstudienartigen Gruppenarbeitsphase waren vorgegeben und für die Schülerinnen und Schüler nicht frei wählbar.
- Gleiches gilt für die personellen Zusammensetzungen der Gruppen.

- Das Thema "Gentechnik" ging in seinen fachlichen Ansprüchen über die Inhalte davorliegender Halbjahre hinaus.
- Es gab für die Schülerinnen und Schüler weniger Möglichkeiten zur eigenständigen experimentellen Arbeit.

4.3.3.1 Global- und Detaileinschätzung

Die Reaktionen der Schülerinnen und Schüler bei der Befragung unmittelbar nach der Fallstudienphase (12.1a) waren äußerst kritisch. Abbildung 4.3.12 zeigt die Globaleinschätzung im Vergleich zu den Halbjahren 11.1 und 11.2. Dabei ist zu bedenken, daß die Fragestellung etwas anders aussah als in den davorliegenden Befragungen. Die Schülerinnen und Schüler sollten explizit die *Fallstudienphase* bewerten und nicht das gesamte Halbjahr.

Durchgängig bei allen Kategorien fallen die Ergebnisse schlechter aus. Die Unterrichtsgestaltung gefiel den Schülerinnen und Schülern nicht. Hauptpunkt ist hier die Kritik an der von den Lehrkräften gesetzten Gruppenzusammensetzungen. Die Aussage, daß im Vergleich deutlich weniger Möglichkeiten zum "Selbermachen" bestanden, ist dann auch objektiv zutreffend, wenn damit experimentelle Untersuchungen oder die Vorbereitung von Präsentationen gemeint sind. Die Arbeit an der Fallstudie hat den Schülerinnen und Schülern keinen Spaß gemacht. Man kann aufgrund der stark vorstrukturierten Unterrichtssituation und den hohen inhaltlichen Anforderungen das Urteil der Schüler nachvollziehen. Es überrascht jedoch das Ergebnis, daß — im Vergleich zu den Themen "Sandentnahmesee" und "Klima" — das Rahmenthema "Gentechnik" weniger interessant und sogar weniger wichtig gewertet wird (s. Abb. 4.3.12 und auch Punkt 4.2). Es kommt allerdings darauf an, in welchem Kontext nach der Wichtigkeit gefragt wird: Geht es um das Thema "Gentechnik" insgesamt, um die Inhalte der Fallstudie oder um einen Vergleich der relativen Wichtigkeiten der Inhalte von Fallstudie und vorbereitendem Unterricht. Abbildung 4.3.11 zeigt die Unterschiede in den Bewertungen auf einer jeweils fünfstufigen Skala.

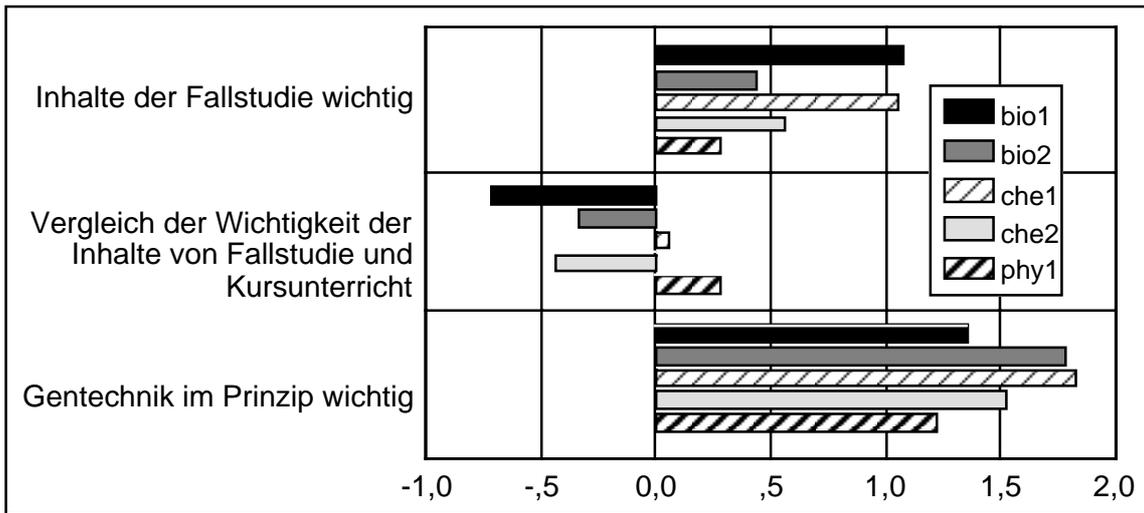


Abb. 4.3.11: Verschiedene Fragen zur Wichtigkeit des Themas Gentechnik.

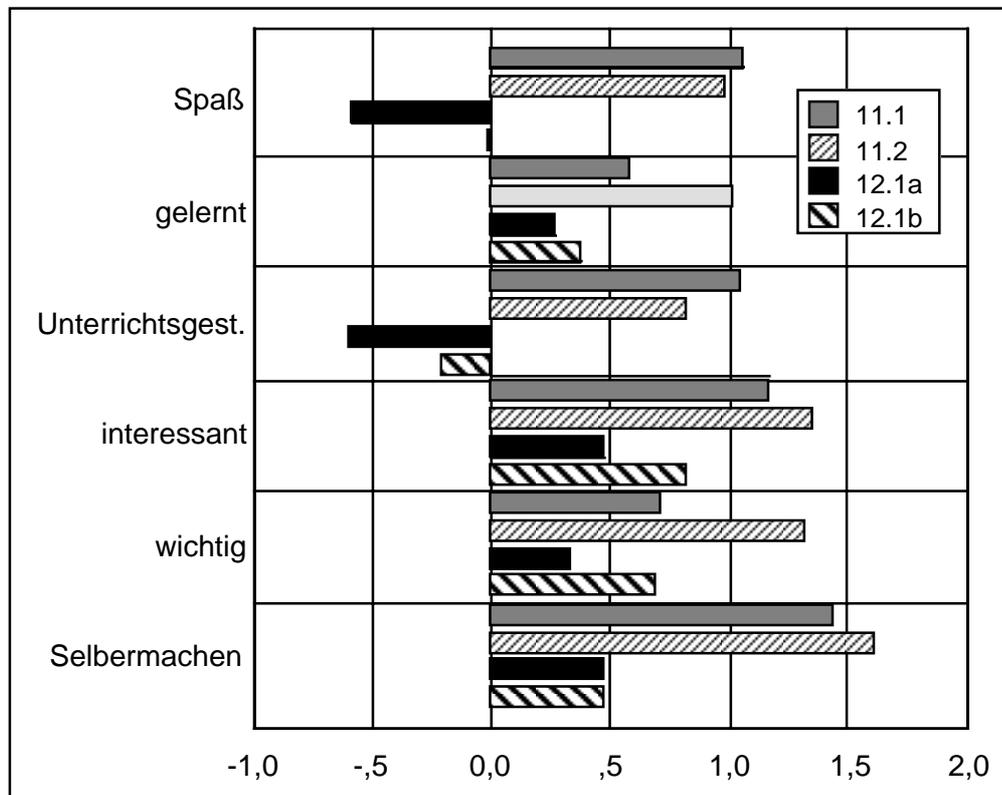


Abb. 4.3.12: Globaleinschätzungen der Halbjahre 11.1 und 11.2 im Vergleich mit der Globaleinschätzung der Fallstudienphase in 12.1 (12.1a: unmittelbare Nachbefragung; 12.1b Wiederholung der Befragung im Abstand von 3 Monaten).

Aus einer zeitlichen Distanz von 3 Monaten wird die Fallstudienphase mit einer mittleren Verschiebung von knapp einem halben Skalenpunkt zwar

etwas positiver gesehen, aber immer noch deutlich schlechter als 11.1 und 11.2 bewertet. Obwohl die Fragestellungen mit der ersten Runde identisch waren — sich also konkret auf die Fallstudien bezogen — kann vermutet werden, daß die Schülerinnen und Schüler in der zweiten Runde bei ihren Globaleinschätzungen mehr das gesamte Halbjahr im Auge hatten. Die Detaileinschätzungen stimmen bei beiden Befragungszeitpunkten dagegen stark überein. Die Schüler waren jeweils aufgefordert, die Fallstudienphase mit dem vorbereitenden Fachunterricht am Beginn des Halbjahres zu vergleichen (s. Abb. 4.3.13).

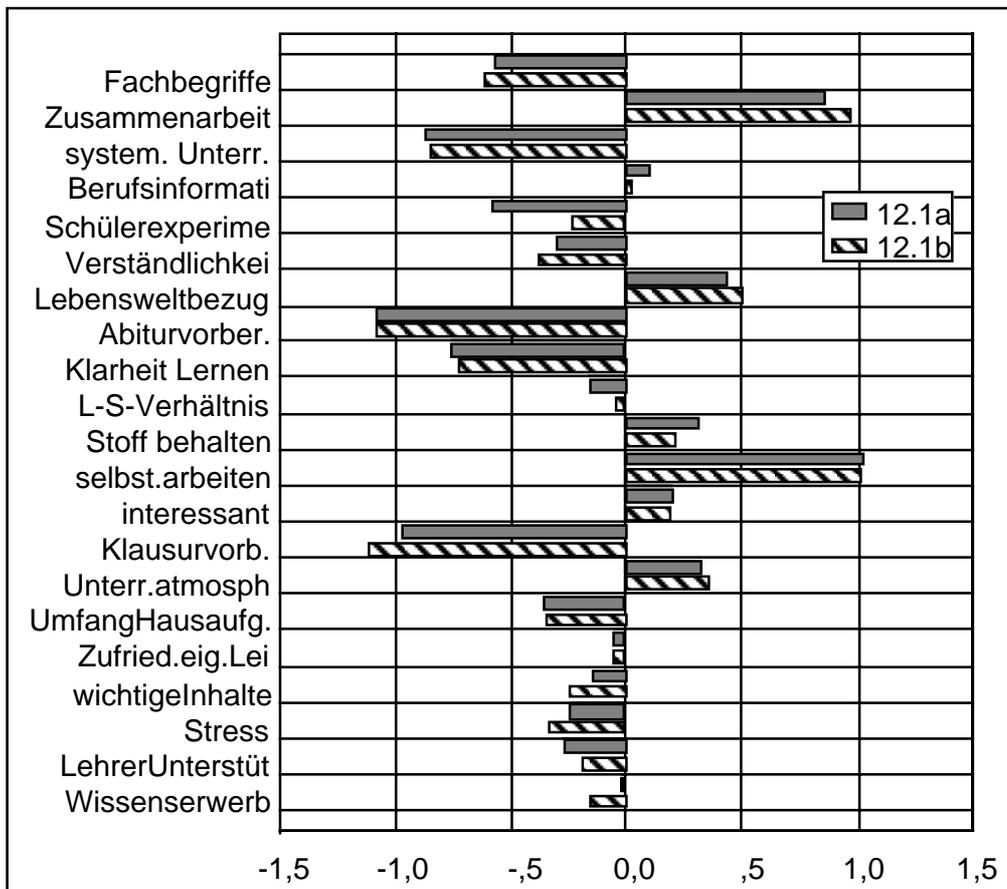


Abb. 4.3.13: Detaileinschätzungen der Fallstudienphase des Halbjahrs 12.1 im Vergleich mit dem davorliegenden vorbereitenden Fachunterricht im Kursverband (12.1a: unmittelbare Nachbefragung; 12.1b Wiederholung der Befragung im Abstand von 3 Monaten; Skala von -2 "Kursunterricht besser" bis +2 "Fallstudienphase besser").

Vergleicht man die Ergebnisse mit den Detaileinschätzungen zum Rahmenthema "Klima der Erde" (11.2; s. Abb. 4.3.14), dann sieht man deutlich die Unterschiede. Bei einer ganzen Reihe von Kriterien sind die Einschätzun-

gen geradezu gegenläufig. Das gilt besonders für den "systematischen Aufbau des Unterrichtsgangs", den die Schülerinnen und Schüler in 12.1 vermisst haben und das Verständnis der Fachbegriffe, aber auch für die Unterstützung durch die Lehrkräfte, das Lehrer-Schüler-Verhältnis, die Information über Berufsfelder usw.

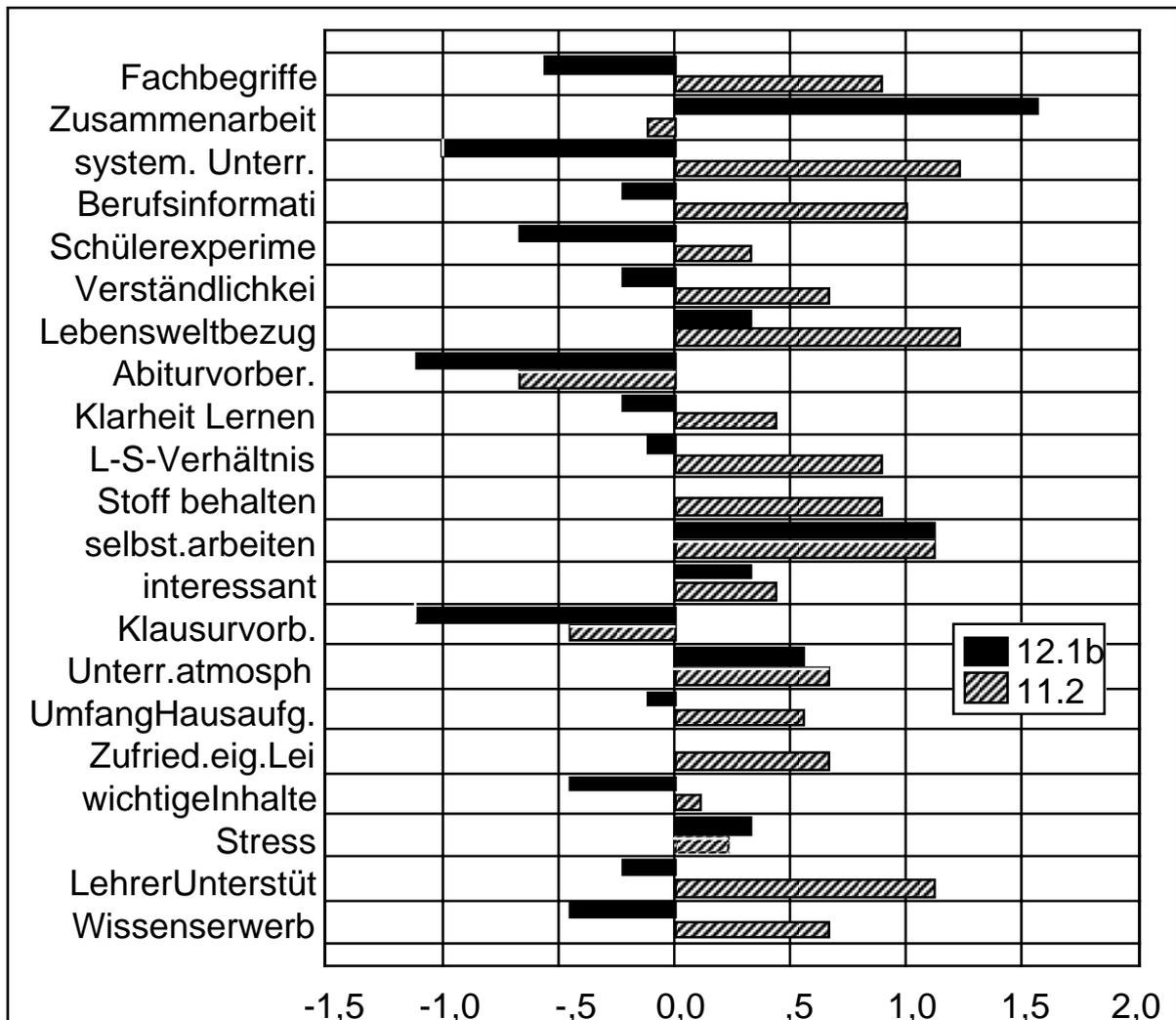


Abb. 4.3.14: Detaileinschätzungen der Fallstudienphase des Halbjahrs 12.1 in Gegenüberstellung zur Bewertung des Halbjahres 11.2; Skala von -2 "Kursunterricht/Normalunterricht besser" bis +2 "Fallstudienphase/BINGO besser").

Die Fallstudienphase sollte dazu dienen, fachübergreifende Teamarbeit zu fördern, d.h. die Kommunikation und Kooperation über Fächergrenzen hinweg (s. a. Punkt 3.3.4). Dieser Effekt scheint zunächst eingetreten zu sein, denn die Zusammenarbeit zwischen den Schülerinnen und Schülern, in den davorliegenden Halbjahren ein Manko, erfährt die deutlichste positive Be-

wertung in der Einschätzung der Fallstudie. Dieses Bild wird jedoch später zurückgenommen werden müssen (s.u.).

4.3.3.2 Besondere Aspekte der Fallstudienphase

Um den Gründen für die kritische Sicht des Halbjahres, die bereits während der Fallstudienphase deutlich wurde, näher nachzugehen, wurden 15 spezifische Fragen dazu gestellt. Dabei wurden einige Punkte aus der Befragung zur Gruppenarbeit im Halbjahr 11.2 wieder aufgegriffen (Fragen 10 bis 15):

1. Gentechnik ist im Prinzip ein wichtiges Thema.
2. Gentechnik hat wenig mit dem von mir gewählten Fach zu tun.
3. Die Aufgabenstellung unserer Fallstudie war zu schwer.
4. Das Thema unserer Fallstudie fand ich interessant.
5. Ich habe mich in der Gruppe nicht wohlfühlt.
6. Die Schüler müssen ihre Gruppen selbst wählen können.
7. Für die Lösung der Fallstudie war es gut, daß Schüler aus unterschiedlichen Fächern beteiligt waren.
8. Wir haben in der Gruppe die Arbeiten sinnvoll aufgeteilt.
9. Jede(r) hat ziemlich alleine vor sich hin gearbeitet.
10. Wir haben uns in der Gruppe regelmäßig besprochen.
11. Es gab Gruppenmitglieder, die zum Arbeitsprozeß wenig beigetragen oder ihn sogar behindert haben.
12. Ein(e) Schüler(in) hat die Funktion des/der Projektleiter(in) übernommen.
13. Am Ende wurde es ziemlich eng mit der Zeit.
14. Die Arbeitsbelastung war deutlich größer als sonst.
15. Die Arbeitsprozeß in der Gruppe lief chaotisch ab.

Die Ergebnisse der Befragungen 12.1a und 12.1b unterscheiden sich nicht wesentlich. In Abbildung 4.3.15 sind die Ergebnisse von 12.1b wiedergegeben. Es fällt sofort auf, daß die Schülerinnen und Schüler das Thema Gentechnik "im Prinzip" für ziemlich wichtig halten (+1,5). Die Unterschiede zur Antwort auf die Globalfrage "Was wir gemacht haben, halte ich für wichtig" (+0,7) lassen sich so interpretieren, daß entweder die Themen der Fallstudien kritisiert werden oder die negative Sicht der Unterrichtsgestaltung durchgeschlagen ist. Die Tatsache, daß die Gruppen nicht frei gewählt werden konnten, wird als wichtigster Gesichtspunkt hervorgehoben. Dazu kommen Zeitdruck und Arbeitsbelastung.

Einige Fragen werden in Abbildung 4.3.16 kursspezifisch dargestellt. Die Wichtigkeit des Themas Gentechnik wird von Schülerinnen und Schülern aller Fächer gesehen. Dabei ist zu bedenken, daß viele Schülerinnen und Schüler in Chemiegrundkursen Leistungskurse Biologie gewählt haben. Aber auch die Physiker stimmen zu. Der Fachbezug wird verständlicherweise von den Biologen stärker anerkannt, während die Physiker den größten Abstand sehen. Die Schwierigkeit der Aufgabe wird eher kurs- als fachspezifisch eingeschätzt; das gilt auch für die Interessiertheit am Thema der Aufgabe. Die interdisziplinären Gruppenzusammensetzungen werden für die Lösung vorteilhaft gesehen.

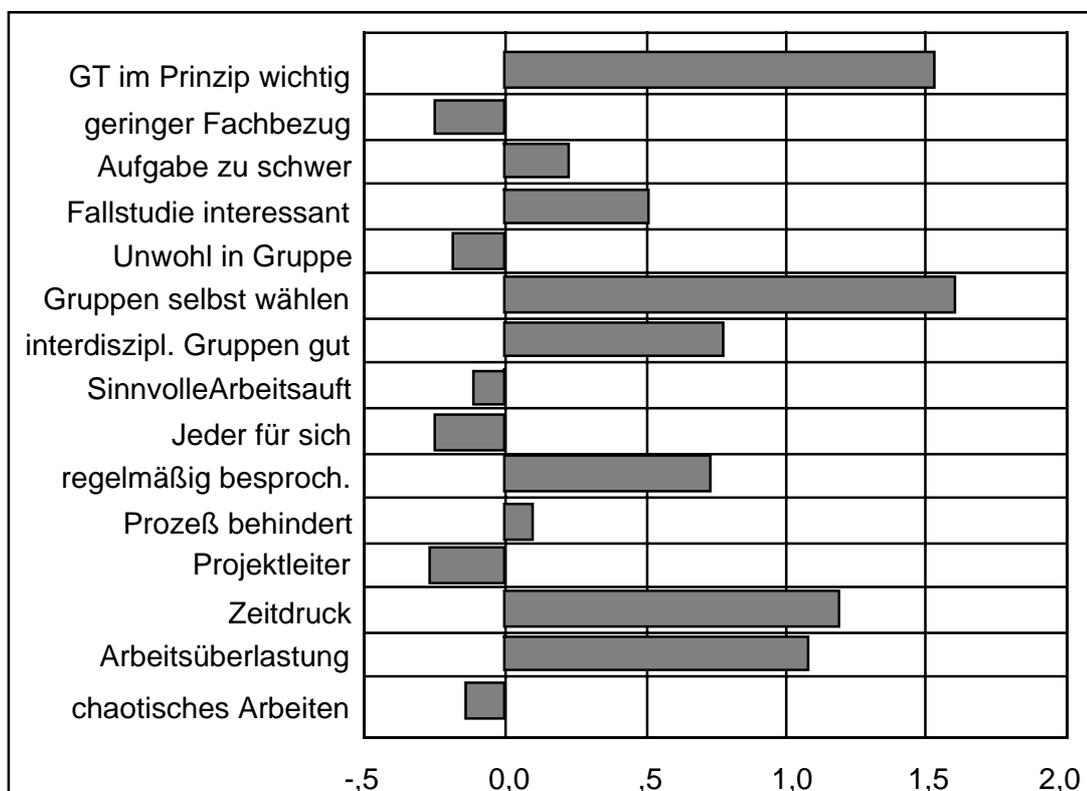


Abb. 4.3.15: Aspekte der Fallstudienphase aus Sicht der Schülerinnen und Schüler; Skala von -2 "stimmt nicht" bis +2 "stimmt genau".

Weiter oben war anhand der in Abbildung 4.3.14 aufgetragenen Ergebnisse festgestellt worden, daß die Zusammenarbeit zwischen den Schülerinnen und Schülern, deren fächerverbindende Anbahnung das wesentliche Ziel der Fallstudienphase war, offenbar gelungen sei. Dieser Eindruck muß relativiert werden, wenn man die Ergebnisse zu den Fragen 8 bis 15 mit den Rückmeldungen der Schülerinnen und Schüler über die Projektarbeitsphase im Halb-

jahr 11.2 vergleicht (s. Abb. 4.3.17). Der Gesamteindruck deutet auf eine schlechtere Kooperation hin. Die Schüler waren zwar durch die Aufgabenstellung gezwungen, enger miteinander zu kooperieren, jedoch unterlag die Gruppenarbeit einigen Hemmnissen. Neben höherem Zeitdruck und höherer Arbeitsbelastung fällt auf, daß es in einigen Gruppen Mitglieder gegeben haben muß, die zum Arbeitsprozeß wenig beitrugen. Die geringere Arbeitsaufteilung könnte positiv gewertet werden, wenn damit gemeint ist, daß die Fallstudienarbeit weniger in unverbundene zerfiel. Dazu steht im Widerspruch, daß weniger Besprechungen stattfanden und eher "jeder für sich" arbeitete.

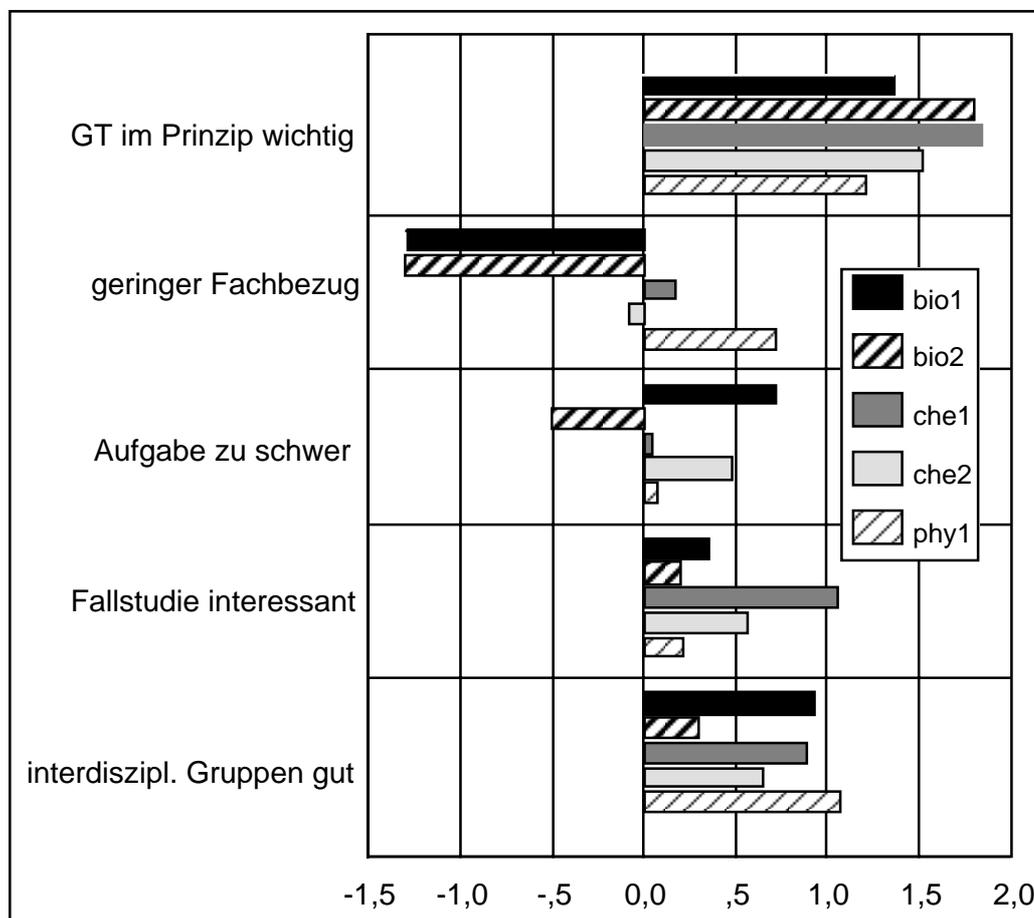


Abb. 4.3.16: Kursspezifische Antworten zu Aspekten der Fallstudienphase (Befragung 12.1b).

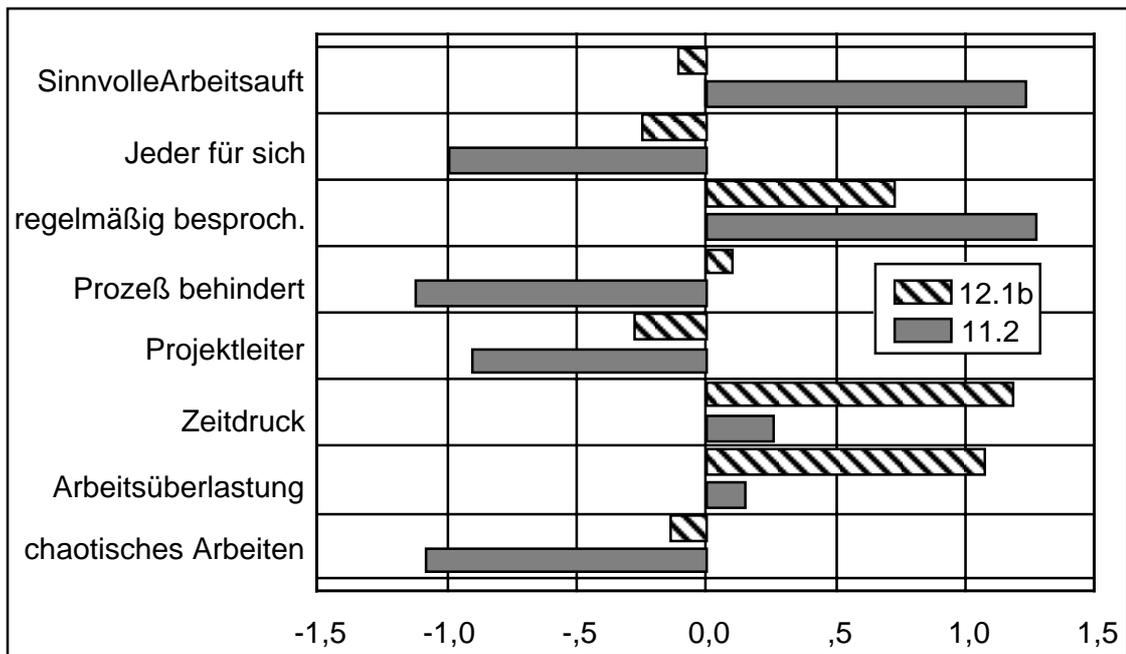


Abb. 4.3.17: Vergleich der Antworten zur Organisation der Gruppenarbeit in der Fallstudienphase in 12.1 mit der Projektphase in 11.2; Skala von -2 "stimmt nicht" bis +2 "stimmt".

Die Befragung 12.1b enthielt offene Fragen, in denen die Schülerinnen und Schüler ihre Kritik erläutern sollten. Zur Themenstellung wurde von den Schülerinnen und Schülern angemerkt, daß sie über Sinn und Zweck der Fallstudienarbeit nicht genügend aufgeklärt gewesen seien:

Man sollte die Schüler wenigstens selber wählen lassen, damit sie ein Thema finden können, wofür sie auch Interesse haben. Vor allen Dingen sollte man die Aufgabenstellungen zuerst mit den Schülern besprechen und nicht nur radikal eins vorsetzen, ohne die Möglichkeit zur Auswahl. (Biologiekurs)

Man sollte auf eventuelle Interessen der Schüler Rücksicht nehmen und vorher die Schüler über Inhalt und Ziele bei der Bearbeitung des Themas informieren. (Physikkurs)

Zum ersten Mal im Verlauf der BINGO-Erprobungen wird in größerem Umfang grundsätzliche Kritik am fachübergreifenden Arbeiten geäußert. Die hohen fachlich-fachüberschreitenden Anforderungen können als Auslöser betrachtet werden. In den davorliegenden Halbjahren wurden diese latenten Bedenken vermutlich durch die angenehm empfundene Unterrichts- und Arbeitsatmosphäre (Stichwort "selbständiges Arbeiten") kompensiert oder überspielt. Beim Thema "Gentechnik" brechen sie nun durch. Die Kritik

kommt massiv von Biologen und Biologinnen ("Zuviel Physik und Chemie"). Physiker und Chemiker können trotz des Hinweises darauf, das Halbjahresthema stünde ihrem Fach ferner, dem Vorgehen auch positive Seiten abgewinnen.

Fachübergreifende Themen sollte man nicht mehr durchführen, weil ich, und das geht auch anderen Schülern so, Biologie gewählt habe, da ich an Physik und Chemie nicht interessiert bin, es gar nicht kann. Dadurch konnte ich sehr schwierig chemische und physikalische Zusammenhänge verstehen und folgen. (Biologiekurs)

Ich finde fachübergreifenden Unterricht nicht gut, denn ich habe Physik und Chemie abgewählt, weil ich beide langweilig finde. Meiner Meinung nach sollte man über fachübergreifenden Unterricht auch keine Klausur schreiben, weil ich z.B. von Physik und Chemie nicht viel Ahnung habe und es mir schwer fällt darüber eine Klausur zu schreiben, wenn ich seit fast 2 Jahren überhaupt nichts mehr gemacht habe, was Physik und Chemie betrifft. (Biologiekurs)

Man sollte beachten, daß auch Leute aus dem Physikkurs mitarbeiten. Bei den Themen war fast kein Physik wichtig zur Lösung. Ich mußte fast nur Bio und Chemie pauken. Alle Bereiche sollten gleichwertig zur Aufgabenlösung beteiligt sein. (Physikkurs)

Der Umstand, daß die Schülerinnen und Schüler nicht an der Themenwahl beteiligt waren, hat Widerstände ausgelöst. Die Lernenden haben den Inhalt der Fallstudie häufig nicht als *ihr* Thema angenommen. Sie bekunden mangelndes Interesse:

Man sollte aktuelle, interessante Themen nehmen, die auch Schüler betreffen (AIDS, ...) (Biologiekurs; Anmerkung AIDS war ein Thema einer Fallstudie)

Es sollten die Schüler sich selbst ein Thema überlegen können, das sie interessiert, oder sich aus einer vorgegebenen Themensammlung ein Thema heraussuchen. (Physikkurs)

Es sollten die Schüler selbst ihr Thema (vielleicht aus einer vorgegebenen Wahl) bestimmen, denn schließlich sollte uns das BINGO-Projekt zum einen Spaß machen und zum anderen uns etwas informieren, das kann es aber nur, wenn den Schüler (d.h. uns) das Thema interessiert. (Physikkurs)

In einer befürwortenden Stellungnahme wird die Bedeutung des Themenbezugs zum eigenen Leben hervorgehoben:

Die Themen waren alle interessant, man sollte auch in Zukunft darauf achten, daß man sich mit Themen aus der Gegenwart beschäftigt. Daraus folgt, daß Schüler ein größeres Interesse haben, wenn uns das Thema selbst betrifft. (Chemiekurs)

Im Gegensatz zu den Erwartungen des Lehrerteams konnte das hochaktuelle Thema Gentechnik viele Schülerinnen und Schüler in der Fallstudie nicht aktivieren. Es bestätigt sich, daß subjektiv empfundene Wichtigkeit und potentielle Interessiertheit nicht stringent aus übergeordneten epochaltypischen Schlüsselproblemen abgeleitet werden kann, sondern sich aus einer Wechselwirkung von Thema und persönlicher Lebenssituation mit Arbeitsklima, Unterrichtsmethodik und der Möglichkeit zur Selbststeuerung des Lernens ergibt (s. dazu Punkt 1.3).

Die Betreuung der Gruppenarbeit durch die Lehrkräfte war den Schülerinnen und Schülern nicht intensiv und fachlich kompetent genug. Der Vorwurf lautete, die Ansprechpartner hätten sich zu wenig in den jeweils anderen Fächern ausgekannt. Die Möglichkeit, unterschiedliche Fachlehrkräfte zu Spezialfragen aus unterschiedlichen Fachperspektiven zu befragen, wurde nicht genügend wahrgenommen. Die Schüler erwarteten, daß jeder Lehrer zu allen Fragen kompetent antworten können solle.

Ein weiterer Kritikpunkt lag darin, daß die Kurzklausur am Ende der Fallstudienphase fachübergreifende Aufgaben enthielt. Der Erwerb fachüberschreitenden Wissens fiel nach Sicht der Schülerinnen und Schüler wenig bedeutsam aus. Da Daten über die Benotung der Fallstudien und der Klausur vorliegen, wird dieser Aspekt unter Punkt 4.3.3.4 näher beleuchtet.

Als *Fazit* läßt sich festhalten, daß die Einbettung der Fallstudienmethode mit fächerverbindenden Gruppen für die Schülerinnen und Schüler zu unvermittelt und unvorbereitet gekommen ist. Die angestrebte Förderung fächerverbindenden Denkens wurde nicht erreicht. Für viele zerfällt das Thema Gentechnik in Biologie, Chemie und Physik. Die einzelnen Fachperspektiven werden nicht als unterschiedliche Zugänge zu einer zusammenhängenden Sicht des Themas verbunden. Entsprechend zurückhaltend fällt der Wunsch nach einer Wiederholung dieser Form der Fallstudienmethode aus (s. Abb. 4.3.18), obwohl die Frage mit einer Anmerkung versehen war, in der die

erwarteten Einwände der Schülerinnen und Schüler bereits vorweggenommen waren:

In welchem Umfang befürworten Sie weitere Fallstudien mit fachübergreifenden Gruppenzusammensetzungen — vorausgesetzt, es gibt mehr Zeit und mehr Einfluß auf die Gruppenzusammensetzung?

Statt dessen wird grundlegende Kritik am BINGO-Konzept laut. Die Schülerinnen und Schüler sind bereit, *fachüberschreitende* Projekte mitzutragen, nicht jedoch ein Konzept, bei dem die Fächer- und die Kursstrukturen in einem Maße aufgebrochen werden wie im Halbjahr 12.1. Diese Feststellung betrifft vorrangig die Biologie-Grundkurse (s. Abb. 4.3.19). Einige Biologeschüler schreiben explizit, sie hätten an Physik und Chemie keinerlei Interesse; bis hin zur Aussage, sie hätten Biologie als "Abdeckerkurs" (Erfüllung der Pflichtaufgabe im Aufgabenfeld 3) gewählt. Es erscheint zweifelhaft, ob eine langfristige Vorbereitung und ausführlichere Erläuterung der hinter dem Konzept stehenden Intentionen durch die Lehrkräfte eine solche Haltung aufbrechen kann. Wie das Histogramm in Abbildung 4.3.20 zeigt, gibt es auch Schülerinnen und Schüler, die der Methode etwas abgewinnen können, wenn auch deutlich weniger als der Projektphase von Halbjahr 11.2 (vgl. Abb. 4.3.20 mit Abb. 4.3.10).

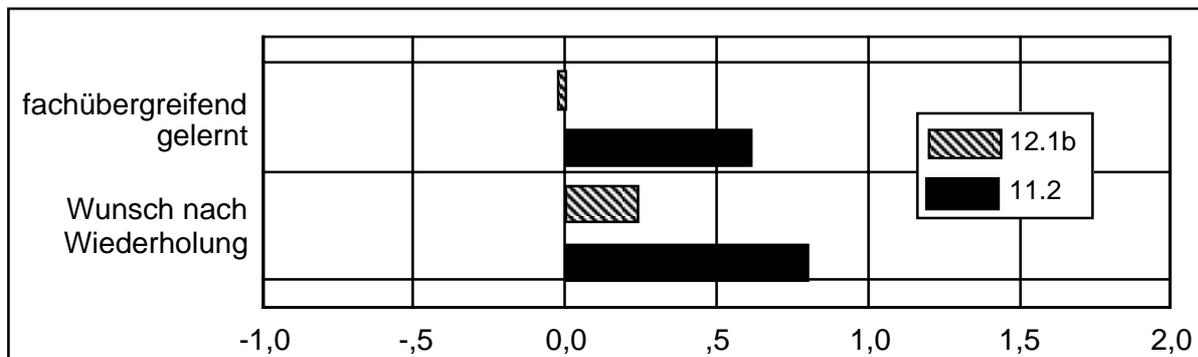


Abb. 4.3.18: Selbsteinschätzung des fachübergreifend erworbenen Wissens und Wunsch nach Wiederholung einer Projektarbeitsphase, bzw. einer Fallstudienphase im Vergleich der Halbjahre 12.1 und 11.2; Skala von -2. "gar nicht" bis +2 "in großem Umfang".

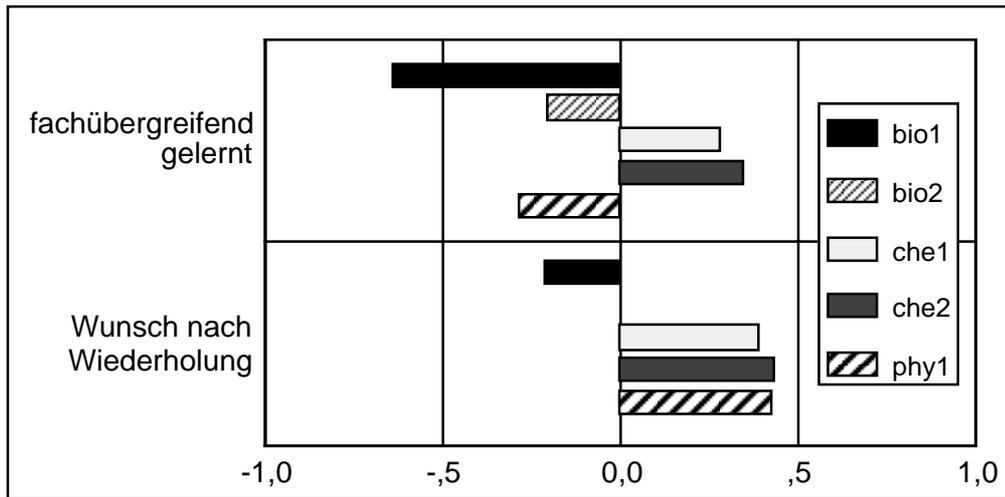


Abb. 4.3.19: Selbsteinschätzung des fachübergreifend erworbenen Wissens und Wunsch nach Wiederholung einer Fallstudienphase differenziert nach Kursen; Skala von -2. "gar nicht" bis +2 "in großem Umfang" (Befragung 12.1b).

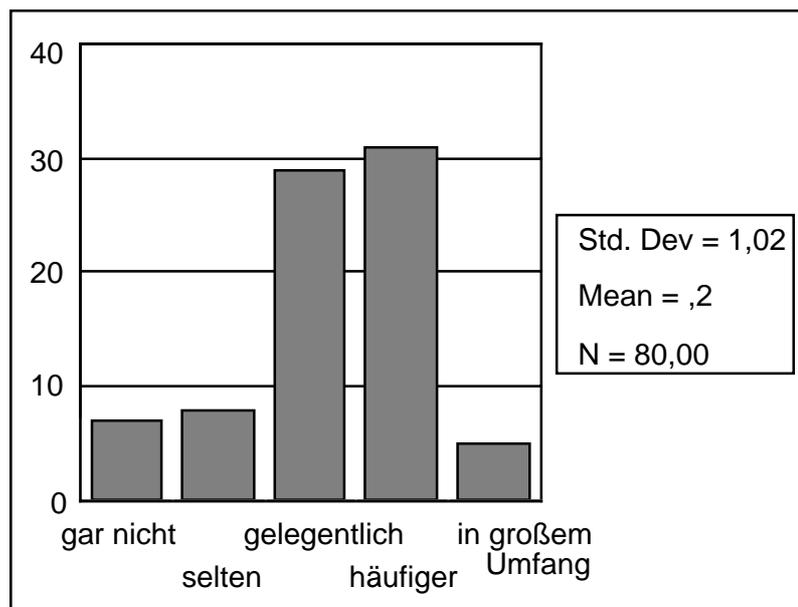


Abb. 4.3.20: Wunsch nach weiteren fachübergreifenden Fallstudien, unter der Voraussetzung, daß die Schülerinnen und Schüler mehr Mitbestimmung bei Themenwahl und Gruppenzusammensetzung erhalten; Angabe der Nennungen (Befragung 12.1b)..

4.3.3.4 Wissenserwerb

Der Wissenserwerb in der Fallstudienphase soll anhand der Benotung der Gutachten und den Ergebnissen der fachübergreifend gestellten Klausur abgeschätzt werden. Diese Vorgehensweise hat zumindest zwei Probleme. Zum einen sind die Gutachten gruppenweise bewertet worden, lassen also keinen Aufschluß über die individuelle Leistung zu. Zum anderen erhielten die Schülerinnen und Schüler nach Abgabe der Gutachten eine auf ihre Fallstudie bezogene Musterlösung. Es ist daher nicht zu unterscheiden, welche Anteile des Wissenserwerbs auf die Fallstudienphase oder auf das Durcharbeiten der Lösung (1 Woche Zeit) entfallen. Darüberhinaus ist es nur bedingt möglich, aus Noten bzw. Punktzahlen auf den Wissenserwerb zu schließen. Es ist nur möglich, relative Unterschiede zwischen Teilgruppen zu erschließen.

Die Klausuren testeten Sachwissen zur Gentechnik aus allen drei Perspektiven (biologisch, chemisch, physikalisch). Die Einzelfragen waren überwiegend jeweils einer Fachperspektive zugeordnet. Die Klausuren zu den Themen AIDS und Mord enthielten auch Fragen, die in sich fachübergreifend angelegt waren.

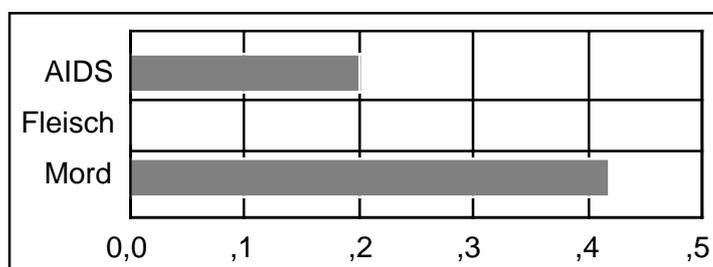


Abb. 4.3.21: Antworten auf das Item "Die Aufgabenstellung unserer Fallstudie war zu schwer"; Skala von -2 "stimmt nicht" bis +2 "stimmt genau".

Der Schwierigkeitsgrad der drei Themenstellungen der Fallstudien wurde von den Schülerinnen und Schülern leicht unterschiedlich eingeschätzt (s. Abb. 4.3.21), was sich aber nicht in den Durchschnittspunktzahlen für die *Gruppengutachten* widerspiegelt:

- AIDS: 9,2 Punkte (30 Schülerinnen und Schüler in 6 Gruppen)
- Fleisch: 8,6 Punkte (30 Schülerinnen und Schüler in 6 Gruppen)
- Mord: 7,4 Punkte (34 Schülerinnen und Schüler in 7 Gruppen)

Die Gutachten wurden angesichts des Schwierigkeitsgrades der Aufgaben wohlwollend bepunktet. Die Klausurergebnisse liegen etwas niedriger. Zu den drei fallstudienspezifischen *Klausuren* ergaben sich als mittlere Abiturnote:

- AIDS: 7,3 Punkte
- Fleisch: 6,0 Punkte
- Mord: 7,2 Punkte

Eine Differenzierung der *Klausurnoten* nach dem Grundkursfach ergibt:

- Biologie: 6,2 Punkte (StdAbw.: 4,4; 27 Schülerinnen und Schüler)
- Chemie: 7,2 Punkte (StdAbw.: 3,4; 51 Schülerinnen und Schüler)
- Physik: 6,6 Punkte (StdAbw.: 2,3; 14 Schülerinnen und Schüler)

Beim guten Abschneiden der Chemiker ist zu bedenken, daß mit wenigen Ausnahmen alle Chemie-Grundkursschüler als Leistungsfach Biologie gewählt haben, somit also auch als Biologen gezählt werden können. Allerdings war in den Biologie-Leistungskursen das Thema Gentechnik nicht in vergleichbarer Weise behandelt worden. Differenziert man nach den Kursen, dann zeigen sich bei den beiden Biologiekursen deutliche Unterschiede. Der Kurs bio1 fällt leistungsmäßig gegenüber den anderen Kursen ab.

- bio1: 5,3 Punkte (StdAbw.: 4,5; 15 Schülerinnen und Schüler)
- bio2: 7,3 Punkte (StdAbw.: 4,3; 12 Schülerinnen und Schüler)
- che1: 7,0 Punkte (StdAbw.: 3,6; 24 Schülerinnen und Schüler)
- che2: 7,4 Punkte (StdAbw.: 3,4; 27 Schülerinnen und Schüler)
- phy1: 6,6 Punkte (StdAbw.: 2,3; 14 Schülerinnen und Schüler)

Die individuelle Leistung kommt in den Klausuren naturgemäß stärker zum Ausdruck als in den Gruppennoten für die Gutachten. Es ist daher interessant, die Verteilung der Differenzen zwischen Gutachtennote und Klausurnote zu analysieren. Insgesamt (vgl. Abb. 4.3.22) sind die Differenzen breit gestreut (von -11 bis +9) und einigermaßen normalverteilt. Bei einer Betrachtung nach den einzelnen Kursen sieht man, wie nach den Klausurergebnissen nicht anders zu erwarten, die Sonderstellung von Kurs bio1 mit starken Verschlechterungen gegenüber der Klausur. Der nivellierende Effekt der Gruppennote ist erkennbar und kommt den schwächeren Schülerinnen und Schülern zugute.

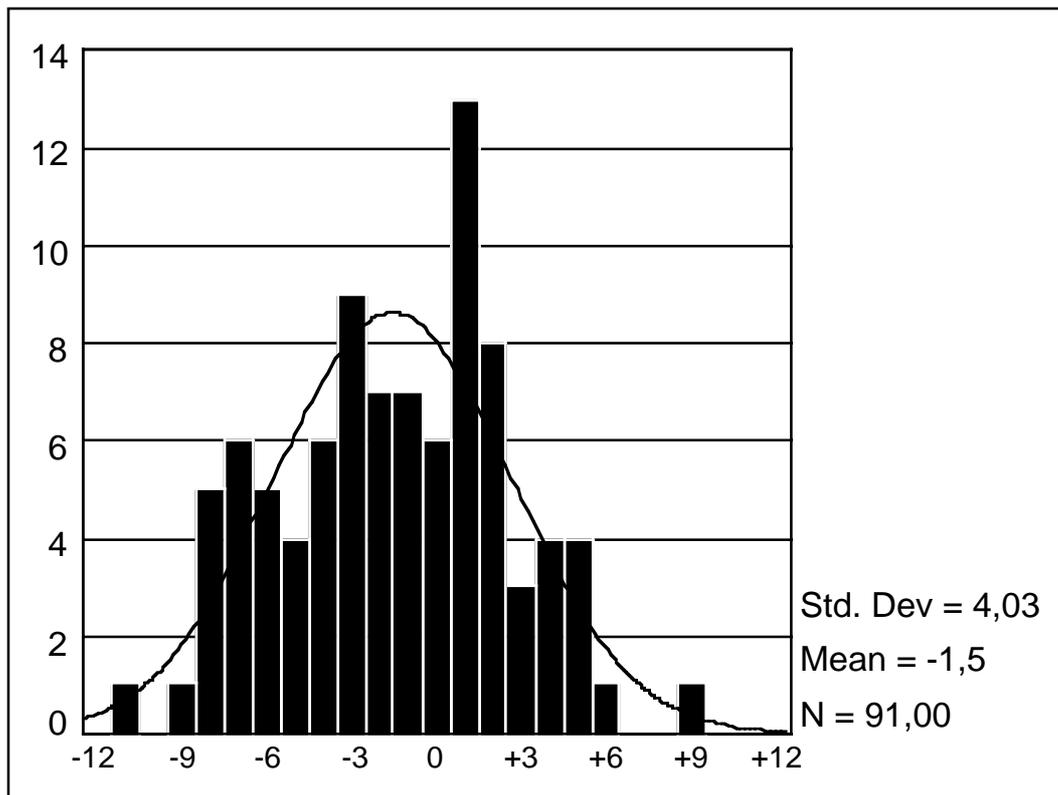


Abb. 4.3.22: Differenzen zwischen den individuellen Klausurnoten und der Gruppennoten der Schülerinnen und Schüler für das Gutachten (Gutachtenpunkte-Klausurpunkte); als Kurve ist die Normalverteilung eingezeichnet.

	bio		che		phy
	bio1	bio2	che1	che2	phy1
Bio-Anteile	41%	54%	49%	53%	43%
Chemie-Anteile	35%	35%	47%	52%	39%
Physik-Anteile	34%	34%	40%	40%	46%
Fachüb. Anteile	55%	63%	71%	66%	69%
Gesamtergebnis	43%	49%	53%	54%	52%

Tab. 4.3.3: Lösungsgrad der Klausuranteile, die einer bestimmten Fachperspektive zugeordnet werden können, fachübergreifende Anteile und Gesamtergebnis; der Prozentwert gibt das Verhältnis der erreichten Rohpunktzahlen zur maximalen Rohpunktzahl an.

Interessant ist die Frage, in welchen fachlichen Perspektiven die Schülerinnen und Schüler in der Klausur ihre Punkte erworben haben. Sammeln z.B. die Biologen überwiegend bei den Biologieanteilen und die Physiker bei den Physikanteilen? Für diese Untersuchung stehen die Ergebnisse zu den einzelnen Teilaufgaben zur Verfügung. Es ist noch einmal darauf hinzuweisen, daß die Klausuren nicht fach- sondern fallstudienspezifisch gestellt wurden, d.h. Schülerinnen und Schüler aus Biologie-, Chemie- und Physikkursen, die an einer bestimmten Fallstudie gearbeitet hatten, erhielten die gleiche Klausur.

In den Tendenzen entspricht das Bild in Tabelle 4.3.3 den Erwartungen. Biologen punkten am besten in den Biologieanteilen und Physiker in den Physikanteilen. Bei den Chemikern ist die Belegung des Biologie-Leistungskurses zu berücksichtigen. Die fachübergreifenden Anteile, die in den Klausuren zu "AIDS" und "Mord" enthalten waren, lassen sich schwer interpretieren. Die Unterschiede in den fachspezifischen Lösungsgraden sind allerdings nur beim Kurs bio2 von größerem Ausmaß. Die Einbeziehung "fachfremder Anteile" (wie sie von den Schülern bezeichnet und heftig kritisiert wurden; s.o.) in die Kurzklausur war demnach im Sinne des fächerverbindenden Ansatzes zulässig und den Schülerinnen und Schülern zumutbar.

4.4 Zusammenfassung

In der Auswertung der Akzeptanz der Unterrichtskonzeptionen im Vergleich der Halbjahre 11.1 bis 12.1 ergibt sich eine bemerkenswerte Diskrepanz zwischen Jahrgangstufe 11 und dem Halbjahr 12.1. Während die Behandlung der Rahmenthemen "Sandentnahmesee" und "Erdklima" große Zustimmung bei den Schülerinnen und Schülern findet, erfährt die für das Thema "Gentechnik" gewählte unterrichtliche Vorgehensweise ganz überwiegende Ablehnung. Dies ist um so bemerkenswerter, als das BINGO-Team die Gestaltung des Halbjahres 12.1 als besonders konsequente Umsetzung der fächerverbindenden Intentionen des Modellversuchs betrachtet. Man findet dafür eine plausible Erklärung, wenn man sich die Gründe für die Zustimmung zu 11.1 und 11.2 näher betrachtet.

Um die Ergebnisse der empirischen Begleituntersuchungen prägnant auszudrücken, werden im Folgenden fünf Thesen formuliert und erläutert.

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

Die naturwissenschaftlichen Grundkurse haben durch die BINGO-Konzeption eine Aufwertung erfahren. Der Unterricht wird in der Schulöffentlichkeit weitaus stärker wahrgenommen als isolierte Einzelkurse. Die Teilnehmer haben ein Selbstverständnis als BINGO-Schülerinnen und -Schüler entwickelt, das sich in positiver Identifikation, aber auch in kritischer Abgrenzung zum Unterrichtsansatz ausdrücken kann. Dieses Selbstverständnis wird in den freien Antworten auf offene Fragen in den Befragungen deutlich. Obwohl die unmittelbar fächerverbindenden Aktivitäten nur einen zeitlich begrenzten Rahmen innerhalb der Halbjahre einnehmen und der fachübergreifende Austausch zwischen den Kursen aus Sicht des BINGO-Lehrerteams noch ausbaufähig ist, fördern die gemeinsamen Rahmenthemen, Ausstellungsprojekte und Exkursionen den Zusammenhang innerhalb des Jahrgangs. Die im weiteren Sinne projektartigen Veranstaltungen prägen die Wahrnehmung der Schülerinnen und Schülern von BINGO. Fachspezifische Abschnitte, z.B. zur Vorbereitung des Ausstellungsprojekts im Halbjahr 11.2, treten dahinter zurück.

Trotz deutlicher Unterschiede in den unterrichtlichen Vorgehensweisen zwischen vorbereitenden fachspezifischen und in projektartigen Phasen bleibt die Wahrnehmung einer zusammenhängenden BINGO-Konzeption erhalten. Die Schülerinnen und Schüler schätzen im Vergleich zum "Normalunterricht" den "systematischen Aufbau des Unterrichtsgangs" (s. z.B. Abb. 4.3.3 u. 4.3.7). Diese Feststellung muß im Kontrast zu der Schülerkritik gesehen werden, der übliche Unterricht in den Naturwissenschaften weise — im Unterschied etwa zu den Fremdsprachen — zu wenig Zusammenhang und kontinuierlichen inhaltlichen Fortschritt auf.

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

Bei der positiven Bewertung der Halbjahre 11.1 "Ökologische Untersuchungen an einem Sandentnahmeseesee" und 11.2 "Das Klima der Erde" erreicht das Item "Ich konnte viel selber machen" in den Globaleinschätzungen die höchsten Werte (s. Abb. 4.2.1). Dieses Ergebnis wird in den Detailfragen bestätigt. Viel selber tun zu können, bildet zusammen mit "Was wir gemacht haben, hat mir Spaß gemacht" und "Mir hat die Unterrichtsgestaltung gefallen" den wesentlichen Faktor der Globalbewertung des BINGO-Unterrichts (vgl. Tab. 4.2.3). Ein entsprechendes Item geht bei der Detaileinschätzung in den Faktor "Arbeitsklima" ein (vgl. Tab. 4.3.1). Im Vergleich zum "normalen" naturwissenschaftlichen Unterricht in der Mittelstufe erreicht BINGO (Befragung zu 11.1) bei diesem Faktor mit durchschnittlich etwa einem Skalenpunkt einen klaren Vorteil.

Keine Vorteile hat BINGO in der Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich leistungsbezogener Items wie "Umfang des erworbenen Wissens" oder "Vorbereitung auf das Abitur". Dennoch betonen viele Schülerinnen und Schüler in freien Antworten, die vertiefte Behandlung einzelner Inhalte habe Vorteile für tieferes Verständnis und langfristiges Behalten. Fachsystematisches Vorgehen sei prüfungsorientierter, das so erworbene Wissen gerate aber schnell wieder in Vergessenheit.

Die Befürwortung komplexer Lehr-Lern-Arrangements kommt im Wunsch nach mehrwöchigen projektartigen Gruppenarbeitsphasen zum Ausdruck (vgl. Abb. 4.3.10), wie er nach der mit einer schulöffentlichen Präsentation abgeschlossenen Phase am Ende der 11. Jahrgangsstufe geäußert wurde. Die Schülerinnen und Schüler schätzen daran besonders die Möglichkeit, eigenständig Themenschwerpunkte zu legen und ihre Arbeitsprozesse zu organisieren. Die eigene Sichtweise des Verlaufs der Gruppenarbeitsphase ist positiver — z.B. hinsichtlich der Kriterien einer sinnvollen Arbeitsaufteilung, regelmäßiger Besprechungen und dem Überblick aller Gruppenmitglieder über das Gesamtergebnis (vgl. Abb. 4.3.9) — als die Einschätzungen, die das BINGO-Team aus eigenen Beobachtungen gewonnen hat.

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

Zur Abwägung zwischen einem eher fachsystematisch strukturierten und einem an lebensnahen Themen ausgerichteten Unterrichtsgang liegen klare Schüleraussagen aus der Befragung zum Halbjahr 11.1 vor (vgl. Punkt 4.3.1.2). Die große Mehrheit fordert einen Unterricht, der Praxisbezug und Bedeutung für das eigene Leben aufweist. Die "Wichtigkeit der Unterrichtsinhalte" bildet in den Detaileinschätzungen zum Halbjahr 11.1 zusammen mit "Bezug zur Umwelt / zum eigenen Leben" einen Faktor (vgl. Tab. 4.3.1), bei dem der BINGO-Ansatz gute Ergebnisse erzielt.

Situationale Interessiertheit ("Was wir gemacht haben, halte ich für interessant") ist in Sicht der Schülerinnen und Schüler nur bedingt an die Wichtigkeit der Unterrichtsinhalte oder an den Lebensweltbezug gekoppelt. Bei der Auswertung der entsprechenden Items der Detaileinschätzungen zeigen sich nicht durchgängig hohe und signifikante Korrelationen. Beim Halbjahr "Gentechnik" zeigte sich, daß es sehr darauf ankommt, in welchem Kontext nach der Wichtigkeit gefragt wird. Prinzipiell wird das Thema "Gentechnik" als wichtig eingeschätzt, während die Inhalte der Fallstudien deutlich abfallen und im Vergleich zu den Inhalten des vorbereitenden Unterrichts sogar als weniger wichtig gesehen werden. Eine von den Schülerinnen und Schülern gesehene "prinzipielle Wichtigkeit" des Themas — d.h. ohne eine die Schülerinnen und Schüler ansprechende Unterrichtsgestaltung (Stichworte "Handlungsorientierung" und "Selbstorganisation") — sichert nicht das situationale Interesse.

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

Obwohl fachübergreifendes Arbeiten ein konstitutiver Bestandteil von BINGO ist und die Unterrichtsplanung wesentlich bestimmt (s. dazu Punkt 1.2.4), hat dieses Gestaltungsmerkmal keinen wesentlichen Durchschlag bei den Schülerinnen und Schülern gefunden. Fachübergreifendes Arbeiten ist für sie kein positiv hervorzuhebendes Merkmal. Die Forderung nach Lebensweltbezug wird nicht so verstanden, daß sie damit die Notwendigkeit der Einnahme unterschiedlicher fachlicher Perspektiven verbunden sehen, um komplexe Themen zu erschließen. Klimaproblematik und Schutz der Atmosphäre wird als ein relevantes, lebensweltbezogenes und interessantes Thema

erkannt, aber seine Bearbeitung kann nach Meinung vieler Schülerinnen und Schüler rein fachspezifisch erfolgen. Anregungen und Aufforderungen des Lehrerteams, im Halbjahr 11.2 fachübergreifende Gruppen zu bilden, wurden nur in Ausnahmefällen aufgegriffen. Einige Schülergruppen bezogen zwar bei der Abschlußpräsentation Aspekte der benachbarten Fächer mit ein (z.B. das elektromagnetische Spektrum beim Thema der Hautschädigung durch UV-Strahlung), blieben dabei aber meist an der Oberfläche und bemühten sich nicht um fachliche Durchdringung. Selbst Schülerinnen und Schüler aus Chemiegrundkursen, die ganz überwiegend parallel Biologieleistungskurse belegen, gingen über die episodische Einbeziehung biologischer Aspekte wenig hinaus.

Antworten auf Fragen nach dem Umfang der Einbeziehung von Aspekten anderer Naturwissenschaften in die Projektphase in 11.2 liegen mit Werte bei ± 0 in der Kategorie "gelegentlich" (vgl. Abb. 4.3.8). Der fachüberschreitende Wissenserwerb wird ähnlich zurückhaltend eingeschätzt. Für das Halbjahr 11.1 sind die Ergebnisse vergleichbar.

Sobald die aus Sicht der Schülerinnen und Schüler wesentlichen Pluspunkte des BINGO-Konzepts — *Handlungsorientierung* und *Selbstorganisation* — nicht mehr gewährleistet sind und der Fächerverbund zum wesentlichen Merkmal eines Halbjahres wird, schlagen latente Widerstände gegen fachübergreifendes Arbeiten durch. Im Rahmenthema "Gentechnik" (12.1) wird der Umschwung durch eine inhaltlich anspruchsvolle Aufgabenstellung verstärkt. Wegen der geringen Möglichkeit selbstorganisierten Arbeitens wird die Gruppenarbeitsphase viel belastender empfunden als im Halbjahr 11.2 (hoher Zeitdruck und Arbeitsüberlastung; vgl. Abb. 4.3.17). Der Protest der Schülerinnen und Schüler orientiert sich an einem zu engen Zeitrahmen und zu hohen fachlichen Anforderungen, besonders jedoch richtet er sich gegen das gesetzte fachübergreifende Arbeiten. In freien Antworten zu den Gentechnik-Fallstudien (s. dazu Punkt 4.3.3.2) sagen Schülerinnen und Schüler, daß man sich schließlich bewußt für ein bestimmtes Fach entschieden habe und mit "fachfremden" Inhalten nicht zu tun haben möchte. Man kann festhalten, daß die Widerstände gegen fachübergreifendes Arbeiten tendenziell mit der Konsequenz steigen, mit der dieses verpflichtend gemacht wird.

Ein Vergleich zwischen den drei Fächern und den 5 beteiligten Kursen zeigt eine stärkere Reserviertheit bei Biologinnen und Biologen gegenüber fachübergreifendem Arbeiten (s. z.B. Abb. 4.3.4). Eine Tendenz besteht dazu, wenn der Biologiegrundkurs zur Erfüllung der naturwissenschaftlichen Pflichtaufgabe im Aufgabenfeld 3 gewählt wurde, was einige Schülerinnen und Schüler bei freien Antworten direkt aufführten.

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

Schlüsselqualifikationen wie Kommunikationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit und Selbständigkeit waren Eckpunkte sowohl bei der Unterrichtsgestaltung wie auch bei der Leistungsbewertung. Die Schülerinnen und Schüler haben dieses Merkmal von BINGO früh erkannt und als sinnvoll akzeptiert. Bereits in der Befragung zum ersten Halbjahr wurde der Gesichtspunkt Schlüsselqualifikationen von den Schülerinnen und Schülern in freien Antworten eigenständig angesprochen (s. dazu Punkt 4.3.1.2). Dagegen wird die Information über Berufsfelder und Tätigkeitsprofile noch nicht im erhofften Maße deutlich bzw. nimmt noch nicht den erwünschten Umfang ein. Das Item "Information über Berufe in Technik und Naturwissenschaften" aus den Detailschätzungen zu den Halbjahren zeigt im Vergleich zu konventionellem Unterricht keine deutlichen Ausschläge zugunsten von BINGO (s. Abb. 4.3.2 und Abb. 4.3.7). Berufswahlvorbereitende Anteile sind zukünftig in BINGO neben der Förderung von Schlüsselqualifikationen stärker zu berücksichtigen.

5. Zwischenbilanz des Modellversuchs BINGO und Ausblick

Für die weitere Tätigkeit im Modellversuch zeichnet sich aus den vorgelegten Texten eine Richtung deutlich ab. Zwei Aspekte der Arbeit treten besonders hervor: die Gruppenarbeit und die Berufsorientierung. Für beide Themenbereiche sind Schritte der Weiterentwicklung zu nennen:

1. Gruppenarbeit

Bisher wurde bei der Gruppenarbeit über die beschriebenen drei Halbjahre hinweg von Stufe zu Stufe eine Steigerung erreicht. Ausgehend von kürzeren, fachspezifischen Gruppenarbeitsphasen wurde zu längeren, kursbezogenen Abschnitten mit fachübergreifenden Anteilen hingeleitet. Im 3. BINGO-Halbjahr war die Arbeit an inhaltlichen Schwerpunkten in nicht selbstgewählten, kurs- und fachübergreifenden Gruppen orientiert.

Für die weitere Arbeit ist

- die Gruppenarbeit in das Wechselfeld zwischen Berufsorientierung und fachübergreifender Arbeit in selbstgewählten Gruppen zu Themen mit fachübergreifenden Aspekten zu stellen.
- die Förderung der Handlungsorientierung, des selbstorganisierten und selbstbestimmten Lernens und der Zusammenarbeit mit anderen Schülerinnen und Schülern anzustreben.
- eine umfangreiche Präsentation von Gruppenergebnissen aus kurs- und fachbezogenen Gruppen zu erarbeiten.

2. Berufsorientierung

Die Förderung der grundlegenden Schlüsselqualifikationen wie z.B. Kommunikationsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit wird auch weiterhin ein Schwerpunkt der Unterrichtsarbeit sein. Außerdem gilt es, die Reihe der Schlüsselqualifikationen durch weitere Aspekte zu ergänzen und gezielte Maßnahmen zu deren Förderung zu ergreifen.

Die grundlegenden Informationen über berufsrelevante Tätigkeitsbereiche und ökonomische Rationalitäten müssen ergänzt werden. Den Schülerinnen und Schülern sind Einblicke in den bevorstehenden Einstieg in das Berufsleben zu vermitteln. Ein Schwerpunkt in diesem Rahmen wird ein Training in Gesprächsführung sein, um den Umgang mit für die Einstellung maßgeblichen Personen in den Firmen zu üben. Ebenso sind die ersten Schritte einer Bewerbung, wie z.B. die Erstellung einer ansprechenden Bewerbungsmappe, zu erarbeiten.

Bei der Planung der weiteren Halbjahre 12.2, 13.1 und 13.2 müssen die genannten Punkte berücksichtigt werden.

VI. Veröffentlichungen zum Modellversuch im Berichtszeitraum

1. Vorträge und Referententätigkeit in der Lehrerfortbildung

- B. Winter & H. Schecker: "Modellversuch BINGO — Fachübergreifender Unterricht in der gymnasialen Oberstufe". Vortrag auf der Tagung des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts in Bremerhaven (November 1996).
- H. Schecker: "Rollenspiel im fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht der Oberstufe". Vortrag auf der Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik in Bremen (September 1996).
- Referate von Frau Winter im SZ Sek. II Alwin-Lonke-Straße über die Grundkonzeption von BINGO und unterrichtliche Erfahrungen
 - vor der Schulleitung der Herder-Schule (Kassel) (November 1996),
 - vor Bremer Referendaren des Wissenschaftlichen Instituts für Schulpraxis (Februar 1997),
 - vor Schulleiterinnen und Schulleitern aus verschiedenen Bundesländern (Mai 1997).
- H. Schecker. "Fächerverbindendes Arbeiten in der gymnasialen Oberstufe". Referententätigkeit auf einem Lehrerfortbildungsseminar des Pädagogischen Landesinstituts Brandenburg (PLIB) in Ludwigfelde (März 1997).

2. Veröffentlichungen

- H. Schecker: "Rollenspiel im fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht der Oberstufe". In: Behrendt, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Chemie und Physik. Alsbach: Leuchtturm, 158-160.
- Barbara Winter, Christoph Wieland u.a.: Modellversuch BINGO: Fächerverbindendes Arbeiten in der gymnasialen Oberstufe. In: *Biologie in der Schule* (zur Veröffentlichung angenommen).
- Barbara Winter, Christoph Wieland u.a.: Mord in Alabama — Überprüfung von Sachwissen und Teamfähigkeit im Rahmen einer Fallstudie. In: *Unterricht Biologie* (zur Veröffentlichung angenommen).

Literatur

Baumert 1995

Baumert, J. et al.: Weiterentwicklung der Prinzipien der gymnasialen Oberstufe und des Abiturs — Abschlußbericht der von der Kultusministerkonferenz eingesetzten Expertenkommission. Kiel: Schmidt und Klaunig.

Benner 1990

Benner, D.: Wissenschaft und Bildung. In: Zeitschrift für Pädagogik 36 (1990), 597-620.

Bethge 1988

Bethge, T.: Aspekte des Schülervorverständnisses zu grundlegenden Begriffen der Atomphysik. Dissertation, Universität Bremen.

Blankertz 1986

Blankertz, H. (Hrsg.): Lernen und Kompetenzentwicklung in der Sekundarstufe II (2 Bände). Soest: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung.

Bojanoswki 1982

Bojanowski, A., Dederling, H. & Heidegger, G.: Innovationen im Spannungsfeld beruflichen und allgemeinen Lernens. Frankfurt a.M.: Diesterweg.

Brassard 1992

à Brassard, W., Helling, K., Jerofsky, W. et al.: Wege zur beruflichen Mündigkeit. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.

Bünder 1994

Bünder, W., Bröcker, M., Kirsch, N., Reinhold, P., Wimber, F. & Zielinski, D.: Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING). Kiel: IPN.

Dengler 1995

Dengler, R.: Einstellungen zur Physik. Untersuchungen und Folgerungen für den Unterricht. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik 6 (1995), 28, 25-29.

DGfE 1994

Expertenkommission "Entwicklung des Bildungswesens" der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft: Berufliche Orientierung und Hochschulzugang. In: Zeitschrift für Pädagogik, 32. Beiheft, 467-472.

Didi 1993

Didi, H.-J., Fay, E., Kloft, C. & Vogt, H.: Einschätzung von Schlüsselqualifikationen aus psychologischer Perspektive. Bonn: Institut für Bildungsforschung, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Berufsbildung.

Duit 1997

Duit, R. & Treagust, D.F.: Learning in Science — From Behaviourism Towards Social Constructivism and Beyond. In: Fraser, B. & Tobin, K. (eds.): International Handbook of Science Education. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Ermert 1990

Ermert, J. & Friedrich, H.: Berufsorientierung am Gymnasium — Analyse, Dokumentation, Handreichung. Bergisch-Gladbach: Hobein.

Frey 1982

Frey, K.: Die Projektmethode. Weinheim: Beltz.

Heymann 1990

Heymann, H.W.: Überlegungen zu einem zeitgemäßen Allgemeinbildungskonzept. Heymann, H.W. & van Lück, W. (Hrsg.): Allgemeinbildung und öffentliche Schule: Klärungsversuche. Bielefeld: Institut für Didaktik der Mathematik, Materialien und Studienbriefe, Bd. 37, 21-26.

Huber 1994

Huber, L.: Nur allgemeine Studierfähigkeit oder doch allgemeine Bildung?. In: Die Deutsche Schule 86 (1994), 1, 12-26.

Huber 1994a

Huber, L.: "Wissenschaftspropädeutik" — Eine unerledigte Hausaufgabe der Allgemeinen Didaktik. In: Meyer, M.A. & Plöger, W. (Hrsg.): Allgemeine Didaktik, Fachdidaktik und Fachunterricht. Weinheim: Beltz, 243-253.

Jung 1983

Jung, W.: Anstöße — Ein Essay über die Didaktik der Physik und ihre Probleme. Frankfurt a.M.: Diesterweg.

Kell 1995

Kell, A.: Zur Gleichwertigkeit von allgemeiner und beruflicher Bildung. In: Die Deutsche Schule 87 (1995), 2, 143-160.

Klafki 1993

Klafki, W.: Allgemeinbildung heute. In: Pädagogische Welt 47 (1993), 3, 98-103.

Klafki 1994

Klafki, W.: Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim: Beltz (4. Auflage).

KMK 1995

Kultusministerkonferenz: Erklärung zu Fragen der Gleichwertigkeit von allgemeiner und beruflicher Bildung. In: Die Deutsche Schule 87 (1995), 140-142.

Labudde 1986

Labudde, P.: Alltagsphysik in Schülerversuchen. Bonn: Dümmler 1986.

Labudde 1993

Labudde, P.: Erlebniswelt Physik. Bonn: Dümmler.

Lauterbach 1994

Lauterbach, R.: Fächerübergreifende Aufgaben naturwissenschaftlicher Bildung. Bayrhuber, H. et al.: Interdisziplinäre Themenbereiche und Projekte im Biologieunterricht. Kiel: IPN, 76-91.

MNU 1997

Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts: Fachübergreifendes Arbeiten im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht 50 (1997), 1, 3.

Muckenfuß 1995

Muckenfuß, H.: Lernen im sinnstiftenden Kontext. Berlin: Cornelsen.

PING 1993

Lauterbach, R.: Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING). Kiel: IPN.

RRL Physik 1997

Rahmenplan für das Fach Physik in der gymnasialen Oberstufe. Bremen: Senator für Bildung, Wissenschaft, Kunst und Sport der Freien Hansestadt Bremen.

Schilmöller

Schilmöller, R.: Wissenschaftsorientierter Unterricht — ein Weg zur Bildung?. In: Pädagogik 71 (1995), 1, 32-54.

Schütz 1979

Schütz, A. & Luckmann, T.: Strukturen der Lebenswelt. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.

Tenorth 1994

Tenorth, H.-E.: "Alles zu lehren" — Möglichkeiten und Perspektiven Allgemeiner Bildung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Universität Basel 1989

Philosophisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Basel: Gymnasialunterricht in Naturwissenschaften. In: Sammlung 29 (1989), 553-569..

Weinert 1995

Weinert, F.E.: Wie erwirbt man Schlüsselqualifikationen? (10 Thesen). In: Tischvorlage auf der KMK-Tagung Loccum III, zitiert nach: Schweizer, J.: Neue Königswege führen über Loccum. In: Die Deutsche Schule 87 (1995), 2, 136.

Winnacker 1993

Winnacker, E.L.: Am Faden des Lebens. München: Piper.

Winter 1996

Winter, F.: Schülerselbstbewertung — Die Kommunikation über Leistung verbessern. In: Prüfen und Beurteilen. In: Jahresheft 1996 des Friedrich-Verlags, 34-37.

Witt 1996

Witt, A. & Ilseman, C.v.: Ziele setzen — Autonomie gewähren. Leistungsbeurteilung im Betrieb. In: Jahresheft 1996 des Friedrich-Verlags, 42-43.

Woest 1997

Woest, V.: Der "ungeliebte" Chemieunterricht? Ergebnisse einer Befragung von Schülern der Sekundarstufe II. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht 50 (1997), 1, 50-57.

