

Modellversuch BINGO: fächerverbindendes Arbeiten in der gymnasialen Oberstufe¹

Christoph Wieland / Barbara Winter

Ziele des Modellversuchs

Der Modellversuch BINGO- "Berufsorientierung und Schlüsselprobleme im fachübergreifenden Unterricht der gymnasialen Oberstufe" - widmet sich drei Entwicklungsaufgaben des gymnasialen Bildungsganges:

1. der Überwindung der verengten Sichtweisen schulischer Einzelfächer,
2. der stärkeren Ausrichtung des Unterrichts an gesellschaftlich relevanten Problemen und
3. der Forderung nach mehr berufsorientierenden Anteilen.

Die Hauptaufgabe des Modellversuchs besteht darin, Formen der Gestaltung des Unterrichts in den Naturwissenschaften zu entwickeln und zu erproben, welche die Fachlichkeit aufrechterhalten und gleichzeitig fachübergreifende Bezüge zwischen den drei beteiligten Fächern Biologie, Chemie und Physik herstellen.

Der zweiten Entwicklungsaufgabe ist der Begriff "Schlüsselprobleme" zugeordnet /1/. Schlüsselprobleme bieten eine Orientierung für die Wahl halbjahres bzw. kursbezogener Rahmenthemen, die möglichst ganzheitlich zu erschließen sind, auch wenn die Bearbeitung in der jeweils fachlichen Hinsicht erfolgt.

Die von der Kultusministerkonferenz (KMK) eingesetzte Expertenkommission zur Weiterentwicklung der gymnasialen Oberstufe stellt in ihrem Gutachten einen Handlungsbedarf bei der Stärkung fachübergreifender Themen und des fächerverbindenden Unterrichts fest /2, S. 166/. Das Fehlen durchgängig handhabbarer Modelle führt in der Praxis dazu, daß die Vermittlung fachsystematischen Wissens im Hinblick auf die Abituranforderungen das Unterrichtsgeschehen weitgehend bestimmt. Lebensweltbezüge dienen meist nur als episodische Illustrationen der Anwendung fachsystematischer Kenntnisse. Die Einengung auf fachspezifisches Wissen ist dabei auch für solche Schülerinnen und Schüler unangemessen, die später z. B. Biologie studieren möchten. Wissenschaftspropädeutik und Studierfähigkeit basieren eben nur zu einem Teil auf Fachwissen. Ebenso wichtig sind Denken in größeren Zusammenhängen, die Bereitschaft zur kritischen Reflexion der eigenen fachlichen Wahrnehmung von Phänomenen und die Fähigkeit zur Kommunikation mit Vertretern anderer Fächer und Fachkulturen /3, S. 17/.

Durch eine Ausrichtung des gymnasialen Unterrichts an interdisziplinären Themenstellungen, die aus der Sicht der verschiedenen Fächer im Unterricht bearbeitet werden, ergibt sich eine bemerkenswerte Annäherung der Vorbereitung auf ein wissenschaftliches Studium mit beruflichen Anforderungsprofilen:

"Berufliche Orientierung in der gymnasialen Oberstufe zu fördern heißt dann, fächerübergreifende und fächerverbindende Organisationsformen zu vernetzen, mehrperspektivisches Lehren und Lernen 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)." /2, S. 140/

¹ Erschienen in: Wieland, C. & Winter, B. (1997): Modellversuch BINGO: Fächerverbindendes Arbeiten in der gymnasialen Oberstufe. In: Biologie in der Schule 46 (1997), Sonderheft, 48-55.

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 die SchülerInnen, 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 einzunehmen.

Unterrichtsorganisation

Der Modellversuch BINGO (1996 bis 1999) ist ein Vorhaben am Schulzentrum des Sekundarbereichs II an der Alwin-Lonke-Straße, 28719 Bremen, das vom Land Bremen und der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung getragen wird (BLK-FKZ A 6603.00). Das Schulzentrum ist in drei Abteilungen gegliedert: die berufliche Teilzeitschule mit ca. 1 400, die berufliche Vollzeitschule mit ca. 330 sowie die Abteilung Gymnasium mit ca. 300 Schülerinnen und Schülern. Das Projekt wird in der gymnasialen Abteilung durchgeführt. Am Modellversuch BINGO sind fast 100 der im Jahre 1995 in das Schulzentrum aufgenommenen Schülerinnen und Schüler der damals 11.Jahrgangsstufe GO beteiligt. Sie verteilen sich auf fünf naturwissenschaftliche Grundkurse, davon zwei Grundkurse Biologie, zwei Grundkurse Chemie und ein Grundkurs Physik. Der Unterricht für vier der fünf Grundkurse findet zeitgleich statt, ein Chemiekurs wird auf einer anderen zeitlichen Schiene geführt.

Das Lehrerteam des Modellversuchs BINGO besteht aus sieben Kollegen des Schulzentrums Alwin-Lonke-Straße in Bremen mit den Fachkombinationen:

- Chemie/Bautechnik (CLAUS CLAUSEN)
- Chemie/Politik (HOLGER HÜBNER)
- Chemie/Deutsch (MONIKA KOSCHORRECK)
- Biologie/Politik (ASTRID ROSCHKE)
- Biologie/Chemie (CHRISTOPH WIELAND)
- Mathematik/Physik/Informatik (CARL- OTTO SPICHAL)
- Mathematik/Physik (BARBARA WINTER)
- Dr. HORST SCHECKER von der Universität Bremen führt die wissenschaftliche Begleitung durch.

Die Planungen für einen fächerübergreifenden Unterricht in den drei naturwissenschaftlichen Grundfächern Biologie, Chemie und Physik ist für alle Halbjahre der gymnasialen Oberstufe erfolgt, die Erprobung des Konzeptes ist zur Zeit bis zum 1. Halbjahr der 13. Jahrgangsstufe vorangeschritten (Dez. 1997), aber auch in den nachfolgenden Jahrgängen wird der Unterricht nach der Grundidee von BINGO gestaltet, weitere Kollegen unserer Schule konnten für diese Arbeit gewonnen werden.

Fachübergreifender Unterricht

Viele lebensweltlich relevante Sachverhalte können nur in einer mehrperspektivischen Sicht angemessen verstanden und in einen Zusammenhang gestellt werden. Andererseits gibt es zumindest in den Naturwissenschaften nicht die Mehrperspektivität als Sichtweise sui generis, 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 Erkenntnisgegenstände der Einzeldisziplinen und ihrer Unterbereiche. Es ist gerade deshalb notwendig, bei komplexen Problemen Fachleute unterschiedlicher Disziplinen zusammenzuführen, um in Projekten ihre Sichtweisen zu vernetzen, aber nicht etwa aufzugeben. Der Unterricht ist so anzulegen, daß Schülerinnen und Schüler einen solchen Austausch modellhaft erfahren können. Die Fachlichkeit des Unterrichts gewährleistet anspruchsvolles Lernen naturwissenschaftlicher Sachverhalte. Sie ist Voraussetzung fachüberschreitenden Lernens. Ebenso wichtig ist die Schaffung einer fachlichen Basis für fächerverbindende Aktivitäten. Diese haben pro Kurshalbjahr einen Umfang von etwa einem Drittel der Unterrichtszeit.

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

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

Gemeinsame Unterrichtsplanung und –vorbereitung durch die beteiligten Fachlehrkräfte

Die Zusammenarbeit der Unterrichtenden erweist sich bei BINGO als entscheidender Faktor für die erfolgreiche Umsetzung des Konzepts. Die beteiligten Lehrkräfte sprechen auf regelmäßigen wöchentlichen Treffen und Wochenendseminaren die Umsetzung der Halbjahresthemen auf Aspektierungen in den einzelnen Fächern ab. Dabei findet im Sinne schulinterner Fortbildung eine gegenseitige fachliche Beratung 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 Lehrerinnen und Lehrern.

Austausch zwischen den Lerngruppen

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 Sandentnahmesee 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 geben Schülerinnen und Schüler auf Anfrage in anderen Fachkursen als "Experten" Auskunft. Außerdem ist ein Austausch der Lehrkräfte möglich, so daß eine Chemielehrerin / ein Chemielehrer z. B. stundenweise den Biologiekurs übernimmt. Dies wird dadurch erleichtert, daß die BINGO-Kurse möglichst zeitlich parallel unterrichtet werden.

Entwicklung der fächerverbindenden Arbeitsformen

Das Spektrum fächerverbindender Aktivitäten reicht von relativ kurzen Abschnitten zur Vorbereitung und Durchführung eines Rollenspiels bis zu mehrwöchigen Projekten, in denen gemeinsam an einem " naturwissenschaftlichen Museum" gearbeitet wird. Projekte haben bei BINGO eine zentrale Stellung mit einer schrittweisen Steigerung der fachlichen, kooperativen und kommunikativen Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler. Dazu werden zunächst in fachspezifischen, 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 gleichzeitig sehen, daß man mit isolierten fachlichen Perspektiven nicht auskommt.
- Die Schülerinnen und 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 wichtig sind und gefordert werden (besonders Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit).

Diese 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 Ergebnisformen ihres Faches kennenlernen. In kursgebundenen Gruppen werden ökologische Untersuchungen an einem in der Nähe der Schule liegenden Sandentnahmesees gemacht und die Ergebnisse im Kreis der Fachleute vorgetragen. Am Ende des Halbjahres werden die Ergebnisse in einer fächerverbindenden Podiumsdiskussion zwischen den BINGO-Kursen ausgetauscht. Dabei sollen die besonderen Merkmale der Herangehensweise anderer Fächer im Vergleich zum eigenen kennengelernt werden. (→ fachspezifische Perspektive, fachspezifische Gruppen, fächerverbindender Ergebnisaustausch)

In 11.2 wird ein gewichtiger Teil der Unterrichtszeit projektartig gestaltet. Die Gruppenthemen sind im Rahmen des Themas "Das Klima der Erde" wählbar. Zusatzinformationen aus anderen Fächern sind zu beschaffen und in die eigene Arbeit einzubeziehen. Fachüberschreitende Themen und die Bildung fächerverbindender Gruppen werden angeregt, aber nicht zur Pflicht gemacht. Die Schülerinnen und Schüler stellen ihre Arbeitsergebnisse in einer fächerverbindenden Präsentationsphase so dar, daß Laien aus anderen naturwissenschaftlichen Fächern sie verstehen können. Lehrerteams mit Vertretern aller drei Fächer bewerten die Gruppenpräsentationen. Fachüberschreitende Anteile und eine ansprechende Aufarbeitung der Ergebnisse gehen in die Note ein. (→ fachüberschreitendes Thema, [meist] fachspezifische Gruppen, fächerverbindende Präsentation)

Im Halbjahr 12.1 wird zum Thema "Kontinuität und Veränderung des Lebens - Gentechnik" in Form einer Fallstudie ein Problem bearbeitet, für dessen Lösung fächerübergreifend zusammengesetzte Arbeitsgruppen zwingend notwendig sind. Die Gruppen sind im Unterschied zu den vorhergehenden Halbjahren für die Schülerinnen und Schüler nicht frei

wählbar. Die Schülerinnen und Schüler müssen ihre im vorbereitenden Fachunterricht erworbene Expertise einbringen und im Gruppenprozeß für die Problemlösung mit anderen zusammenfügen. Gleichzeitig sollen sie themenbezogenes Grundwissen aus anderen Fächern erwerben. (→ fächerverbindende Themenstellung und Gruppenarbeit)

In der Projektphase des Halbjahres 12.2 schlagen die Schülerinnen und Schüler zum Komplex "Licht und Farbe" Themen vor, die sie für eine schulöffentliche Veranstaltung ("naturwissenschaftliches Museum") bearbeiten möchten. Die Vorschläge werden in eine Auswahlliste umgesetzt und den verschiedenen Abteilungen des "Museums" zugeordnet, die jeweils von einem BINGO-Lehrer oder einer BINGO-Lehrerin betreut werden. Die Schülerinnen und Schüler bilden Gruppen und melden sich gruppenweise für eine Abteilung an, die sich so aus Schülerinnen und Schülern unterschiedlicher Fächer und Kurse zusammensetzen kann (und sollte).

Alle fächerverbindenden Unterrichtsabschnitte werden durch vorhergehenden Fachunterricht intensiv vorbereitet.

Inhaltliche Schwerpunkte der Halbjahre

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. 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 Themen ausgewählt:

Halbjahr 1 1.1:

Messen, Beschreiben, Strukturieren am Beispiel einer Gewässeruntersuchung

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

Halbjahr 11.2:

Das Klima der Erde, der Treibhauseffekt

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

Halbjahr 12.1:

Kontinuität und Veränderung des Lebens - Gentechnik

Sachzusammenhänge: natürliche und künstliche Veränderung der Erbanlagen, Gentechnologie

Halbjahr 12.2:

Licht und Farbe

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

Halbjahr 13.1:

Natur und Medizin

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

Halbjahr 13.2:

Analyse eines Produktbereichs: Schokolade

Sachzusammenhänge: Verknüpfungen von naturwissenschaftlichen Kenntnissen, technischen Anwendungen, ökonomischen und ökologischen Interessen (nachhaltiges Wirtschaften)

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

Modelle des fachübergreifenden Unterrichts

Die Möglichkeiten zur Kooperation zwischen den Fächern sind vielfältig. Für den Modellversuch BINGO 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 Lehrer haben aber natürlich immer diese Kooperationsphase im Blick, richten ihren Unterricht darauf aus und führen so die Schüler gezielt auf diesen besonderen Zeitraum der Zusammenarbeit hin. Die Strukturen dieser Verzahnungen sind von Halbjahr zu Halbjahr verschieden gewesen. In den Verlaufsgraphiken sind die von uns bisher erprobten Möglichkeiten dargestellt. Zunächst muß den Schülerinnen und Schülern der Gedanke des fachübergreifenden Unterrichts nahegebracht werden. Erfahrungsgemäß sind nicht alle sofort zubegeistert, denn die Wahl der Fächer 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, daß diese neue, ungewohnte Form des Unterrichts mit Mehrarbeit für sie verbunden ist, die nicht gern akzeptiert wird. Der Erfolg des Unterrichtsvorhabens wird wesentlich beeinflusst von der positivenEinstimmung der Schülerinnen und Schüler auf diese vermutlich neue Erfahrung in Schule und Unterricht. Deshalb haben wir die Schülerinnen und Schüler in einer Motivationsphase auf die Notwendigkeit der fachübergreifenden Behandlung eines komplexen Themenbereichs eingestimmt, das gemeinsame Problem verdeutlicht. Alle beteiligten Gruppen werden in gleicher Weise beispielsweise durch einen Film, durch Zeitschriftenartikel, einen Erlebnispfad, eine Besichtigung oder den Vortrag eines Betroffenen etc. auf das Thema vorbereitet. In den Köpfen der Schülerinnen und Schüler wird so das Bewußtsein geweckt, daß das Thema eine Zusammenarbeit mit anderen Kursen erfordert, daß also das fachtrennende Denken überwunden werden muß. Drei verschiedene Modelle des fachübergreifenden Arbeitens sind im Modellversuch BINGO 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 arbeiten also inhaltlich, aber fachspezifisch an demselben 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 Beantwortung der übergreifenden Fragestellung z. B. in Form einer Podiumsdiskussion als Rollenspiel.

Beispiel: „Ökologische Untersuchung an einem Sandentnahmesee“

Zur Erstellung der Autobahneckverbindung A 281 wurde in den Jahren 1993/94 ein Sandentnahmesee mit Schönungsteichen zur Entwässerung von Autobahn- und Siedlungsgebieten und ein Erlenbruchwald ganz in der Nähe unseres Schulzentrums angelegt. Die Untersuchung dieses sich in der Entstehungsphase befindlichen Ökosystems stellte sich dem BINGO-Team als reizvolle Aufgabe dar.

Im Rahmen des Unterrichts bearbeiteten die Grundkursschülerinnen und -schüler der Jahrgangsstufe 11.1 parallel in den Fächern Biologie, Chemie und Physik Projekte, die den Wasserzustand des Sees und der Schönungsteiche sowie deren Abhängigkeit von dem Zustand der Fauna und Flora im Seebereich aus biologischer, chemischer und physikalischer Sicht in Ausschnitten beschreiben. Die mit fachspezifischen Methoden arbeitenden Gruppen haben beispielsweise Pflanzen kartiert, Tierarten festgestellt, Wasseranalysen durchgeführt und die strukturelle Beschaffenheit des Sees mit den Schönungsteichen und den Uferbereichen untersucht. Die Ergebnisse der einzelnen Gruppenarbeiten wurden an einer BINGO-Pinwand auf Plakaten veröffentlicht und somit den anderen Gruppen zugänglich gemacht. Umgekehrt wurden über die Pinwand auch fachübergreifende "Auftragsarbeiten" vergeben, entgegengenommen und ausgeführt. So benötigten z. B. Schülerinnen und Schüler des Biologiekurses genauere Angaben über das Landschaftsprofil im ufernahen Bereich. Zwei Teilgruppen aus dem Physikkurs stellten diese angeforderten Daten, wie z. B. Höhenprofile, für die interessierenden Uferbereiche zusammen.

Zur weiteren Verzahnung der aus den fachspezifischen Untersuchungen resultierenden Ergebnisse zu einer Gesamtbeurteilung des Seezustandes und seiner zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten wurde im unmittelbaren Anschluß an die Gruppenarbeitsphase mit den Schülerinnen und Schülern ein Rollenspiel vorbereitet. Ihnen wurde ein fiktives Schreiben einer Firma "Freizeitpark Deutschland" vorgelegt, in dem die Absicht erklärt wurde, den Sandentnahmesee in einen Freizeitpark umzuwidmen. Wichtigster Bestandteil des Rollenspiels war eine Podiumsdiskussion, in der zwischen Experten auf dem Podium und Betroffenen im Auditorium Vor- und Nachteile dieses Vorhabens kontrovers erörtert wurden. Die Schülerinnen und Schüler haben dabei die Rollen der Experten (Vertreter der Firma, des Ortsbeirates und der Mitarbeiter der genehmigenden Behörde sowie der Anwohner) pro und contra wahrgenommen und sowohl ökologische als auch oft gegenläufige wirtschaftliche Interessen mit den im

Unterricht ermittelten Untersuchungsergebnissen argumentativ untermauert. Die Meinungen pro und contra Freizeitpark und Badensee prallten heftig aufeinander.

Im Anschluß an diese sehr lebhafteste Veranstaltung, die mit ca. 100 Schülerinnen und Schülern im Lehrerzimmer stattfand, erhielten sie die Aufgabe, eine individuelle Bewertung der Ergebnisse der Podiumsdiskussion in Form eines fachübergreifenden Gutachtens vorzunehmen. Diese Stellungnahmen wurden als individuelle Leistung bewertet.

In einer hieran anschließenden Klausur, die in jedem Kurs überwiegend fachspezifisch angelegt war, mußten die Schülerinnen und Schüler aber auch die aus der Podiumsdiskussion entnehmbaren jeweils fachfremden, sachlichen Informationen über den See und seine Umgebung aufzeigen und einordnen können.

Im zeitlichen Überblick gliedert sich dieses BINGO-Halbjahr inhaltlich-organisatorisch wie folgt:

1. Unterrichtswoche

Der gemeinsame Einstieg für alle Gruppen in die Thematik fand innerhalb einer Unterrichtswoche statt. Dazu gehörte eine Orientierung vom Dach der Schule anhand einer topographischen Karte ebenso wie eine Begehung des Geländes.

2. bis 10. Unterrichtswoche

In den Gruppen wird fachspezifisch am fachübergreifenden Thema gearbeitet.

11. und 12. Unterrichtswoche

Die Schülerinnen und Schüler haben die Podiumsdiskussion als Rollenspiel vorbereitet und durchgeführt sowie Stellungnahmen zum Seengebiet als Freizeitpark und Badensee verfaßt. In dieser Zeit wird auch die überwiegend fachspezifische Klausur mit einem fachübergreifenden Anteil geschrieben.

13. bis 19. Unterrichtswoche

Der Unterricht in den Kursen wird fachspezifisch durchgeführt, um auch inhaltlich den Rahmenbedingungen gerecht werden zu können.

Modell 2

In den drei Fächern werden inhaltlich Aspekte zu einem umfassenden Leitthema, wie beispielsweise "Atmosphäre", erarbeitet. Dabei werden neben fachspezifischen auch fachüberschreitende Inhalte nach Bedarf im Unterricht vermittelt. Diese fachspezifische Arbeitsphase wird 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 waren fachübergreifende Behandlung der Themen ebenso wie eine fachübergreifende Zusammensetzung der Arbeitsgruppe.

Zur Präsentation der Gruppenarbeiten wurden die Schulöffentlichkeit und die Eltern eingeladen. Im zeitlichen Überblick gliedert sich dieses BINGO-Halbjahr inhaltlich-organisatorisch wie folgt:

1. Unterrichtswoche

Einstieg in das Thema, Erarbeitung der Probleme und Auflistung der Schlüsselthemen

2. bis 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. bis 16. Unterrichtswoche

Gruppenarbeit zum gewählten Thema, Erarbeitung der Präsentation, Zwischenbericht

16. Unterrichtswoche

Präsentation der Arbeitsergebnisse

17. Unterrichtswoche

Berufsorientierungstage

18. Unterrichtswoche

fachbezogener Unterricht

Wichtiger Aspekt in diesem Halbjahr war die Förderung der Team- und Kommunikationsfähigkeit. Teamarbeit ist in Wirtschaft und Forschung eine sehr wichtige Arbeitsform, und die Teamfähigkeit wird als Schlüsselqualifikation mehr geschätzt als das Spezialwissen des einzelnen. Die Arbeit in Arbeitsgruppen wird im herkömmlichen Unterricht zwar oft angewendet, aber häufig nicht gründlich vorbereitet und nicht systematisch durch Übungen verbessert. 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.

Kriterien zur Bewertung der Gruppenarbeit

Es wird positiv bewertet, wenn

- die anfallenden Arbeiten in der Gruppe so organisiert sind, daß alle Mitglieder eine sinnvolle Teilaufgabe haben;
- darüber ein schriftlicher Arbeits- und Zeitplan erstellt wird;
- die anstehenden Arbeitsschritte und Zwischenergebnisse regelmäßig gemeinsam besprochen werden;
- alle Gruppenmitglieder Verantwortung für das Gesamtthema übernehmen, auch wenn arbeitsteilig vorgegangen wird;
- die Ergebnisse (Meßdaten, Literaturlauswertung, Berechnungen, Beschreibungen) zwischen allen Gruppenmitgliedern ausgetauscht werden;
- mit Schülerinnen und Schülern anderer Kurse über das Thema gesprochen wird und Informationen aus einem anderen Fach herangezogen werden.

Negativ geht bei der Gruppenarbeit in die Bewertung ein, wenn

- einzelne Gruppenmitglieder inhaltlich gar nicht oder nur am Rande beteiligt sind, z. B. nur Schreibarbeiten erledigen;
- die Arbeiten aufgeteilt werden, aber dann jeder seinen eigenen Kram macht, die Verantwortung für das Fehlen von Unterlagen oder unvollständige Ergebnisse auf ein bestimmtes Mitglied abgewälzt wird;
- am Ende der Projektphase zeitliche Schwierigkeiten auftreten, weil zu Beginn Zeit verschwendet wurde.

Unterrichtlich kann einerseits das Verständnis von komplexen Sachverhalten gefördert und andererseits das Problemlösungsverhalten trainiert werden.

Zur Verdeutlichung des Sinns der Teamarbeit in der Projektphase haben fünf Schülerinnen und Schüler in einem vorbereitenden Spiel die Frage diskutiert: Wie funktioniert eine Lichtmühle?

Jeder bekam eine Karte mit einer Fachinformation zum Problem. Diese Information durfte nicht vorgelesen werden, sondern mußte durch geschicktes, gegenseitiges Fragen in den Diskussionsablauf einfließen. Alle Informationen waren insgesamt als Grundinformation zur Lösung des Problems ausreichend.

Die Schülerinnen und Schüler konnten dabei erfahren, daß es für eine effektive Teamarbeit wichtig ist, daß alle ihre Information und Überlegungen beisteuern. Gleichzeitig wurde deutlich, wie wichtig es ist, daß Erreichtes für den Fortschritt der Problemlösung wiederholt auf neuem Niveau zusammengefaßt wurde. Nach ca. 10 bis 15 Minuten wurde mit dem Kurs das Gesehene anhand der folgenden Fragen ausgewertet:

- Wie ist die Kommunikation in der Gruppe gewesen?
- Wer hat welche Rolle eingenommen?
- Wie stark haben sich die einzelnen am Gespräch beteiligt?
- Wie weit konnte das Problem gelöst werden?

So konnten die nicht direkt beteiligten Schülerinnen und Schüler einerseits sich mit den Rollen der Gruppenmitglieder identifizieren und andererseits ungestört beobachten. Alle Mitglieder des Kurses waren so in den Prozeß eingebunden. Nachdem mit dieser Übung den Schülerinnen und Schülern ihre Rollen in der Gruppenarbeit verdeutlicht worden waren, wurde über die Bewertungskriterien für Gruppenarbeit diskutiert. Aus diesen Gesprächen heraus wurde u. a. eine Liste mit Bewertungsmaßstäben für Gruppenarbeit erstellt und ihnen in die Hand gegeben. Neben dem Prozeß selbst stand die Präsentation des Ergebnisses im Vordergrund. So wurde den Schülerinnen und Schülern als Ziel der Gruppenarbeit die Erstellung einer Präsentation der Arbeitsergebnisse im Stil von "Jugend forscht" zur Aufgabe gemacht. Diese Ausstellung war der Schulöffentlichkeit und den Eltern zugänglich. Die Präsentation wurde durch eine Jury aus drei Kollegen, von denen eine Person fachfremd war, auf der Basis eines weiteren Bewertungskatalogs beurteilt. Auch dieser Katalog war den Schülerinnen und Schülern vorab bekannt.

Kriterien zur Bewertung der Präsentation

Die Präsentation der Ergebnisse (Schwerpunkt Kommunikationsfähigkeit) wird positiv bewertet, wenn

- die Untersuchung im mündlichen Gespräch mit der Jury sicher dargestellt wird und sich alle Mitglieder daran beteiligen;
- beim eigentlichen Thema geblieben wird und die sachlichen Ergebnisse der Untersuchungen im Vordergrund stehen;
- die Schautafeln mit Texten, Zeichnungen und Diagrammen gut lesbar und übersichtlich angeordnet sind;
- die Anordnung der Schautafeln, Experimente und Exponate den Gang der Überlegungen wiedergeben;
- eine 1 - bis 2seitige knappe Zusammenfassung der Untersuchung für Besucher zum Mitnehmen bereitgehalten wird;
- die Präsentation auch für Nichtfachleute (Eltern, Schülerinnen und Schüler anderer Kurse verständlich ist, also z.B. wichtige Fachtermini erklärt werden.

Negativ geht in die Bewertung ein, wenn

- von dem eigentlichen Thema zu Nebenaspekten abgeschweift wird;
- auf Fragen der Jury und anderer Besucher nicht verständlich Auskunft gegeben werden kann;
- nicht alle Mitglieder zumindest die Grundzüge der Untersuchung mündlich erläutern können;
- die Schautafeln zwar schön bunt sind, dafür aber unübersichtlich und mit Informationen überladen;
- die Ergebnisse am Stand nicht nachvollziehbar anhand von Schautafeln, Experimenten

Modell 3

Das fachübergreifende Thema des Halbjahres wird festgelegt und ein gemeinsamer Einstieg 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 folglich gezwungen, sich 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. Der Lehrer hat in dieser Phase lediglich beratende Funktion.

Im zeitlichen Überblick gliedert sich dieses BINGO-Halbjahr inhaltlich-organisatorisch wie folgt:

1. Unterrichtswoche

Wie in den oben beschriebenen Modellen wurde auch hier ebenfalls die erste Unterrichtswoche zur Einstimmung der Schülerinnen und Schüler auf die Thematik genutzt (Motivationsphase).

2. bis 9. Unterrichtswoche

In den Kursen wurde fachbezogener Unterricht durchgeführt, um wie oben beschrieben den Schülerinnen und Schülern die notwendigen Fachkenntnisse für die anschließende Projektphase zu vermitteln. Diese Sequenz wurde durch eine mehrstündige, fachbezogene Klausur abgeschlossen.

10. bis 15. Unterrichtswoche

Die Projektphase 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 selbstgewählten Gruppen mit Schülerinnen und Schülern anderer Kurse zu thematisieren und Veränderungsvorschläge zu machen.

17. bis 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 des Wissenschaftlers in diesem Arbeitsfeld deutlich gemacht hat.

Beispiel: „Kontinuität und Veränderung des Lebens – Gentechnik“

Die folgende Abbildung vermittelt einen Überblick über die inhaltliche und organisatorische Struktur nach Modell 3 zum Thema "Gentechnik". Die Gentechnik hat sich zu einer der Schlüsseltechnologien der Zukunft mit großer lebensweltlicher und gesellschaftlicher Bedeutung entwickelt. Mit den praktischen Anwendungen der Gentechnik werden wir als Bürger in den Massenmedien täglich konfrontiert und müssen uns dazu eine Meinung bilden. Gentechnische Verfahrensweisen spielen in zunehmendem Maße eine Rolle im Zusammenhang mit

- der medizinischen Diagnostik und medizinischen Therapie,
- der Erzeugung pharmazeutischer Produkte,
- der Pflanzen- und Tierzucht,
- der Lebensmittelproduktion und -überwachung,
- der Gerichtsmedizin,
- im Umweltschutz.

Die dabei auftretenden Problemstellungen scheinen in erster Hinsicht biologischer Natur zu sein, jedoch beim genaueren Hinsehen umfaßt die Gentechnologie "alle biologischen, chemischen und physikalischen Verfahren, um genetisches Material - DNA oder RNA –

- aus Zellen zu isolieren,
- hinsichtlich Struktur und Funktion zu identifizieren,
- gezielt zu verändern,
- künstlich herzustellen bzw. zu vervielfachen
- und gezielt in Organismen einzuschleusen".

Grundlagen der heutigen Gentechnologie lieferten die drei Bereiche

- Genetik, speziell Molekulargenetik;
- Biochemie (Protein- und Enzymchemie) und
- Mikrobiologie (Bakteriologie und Virologie).

Die Anwendung physikalischer Kenntnisse und Fertigkeiten wird vor allem bei der praktischen Durchführung der Verfahren mit den hochentwickelten Analysegeräten verlangt.

Dieser Themenbereich erschien uns für die fächerübergreifende Arbeit in diesem Halbjahr als eine ideale Schnittstelle zwischen den drei Fachdisziplinen.

Struktur des Halbjahres 12. 1

Im Mittelpunkt dieses Halbjahres stand die fächerverbindende Gruppenarbeitsphase, der eine in allen Fächern durchgeführte Motivationsphase und ein längerer Zeitraum fachspezifischen Unterrichts vorausgingen. Die restliche Zeit des Halbjahres wurde mit weiterem Fachunterricht gefüllt sowie einer auch darin vorbereiteten Podiumsdiskussion mit Experten der Universität Bremen zum Thema "Möglichkeiten und Probleme der Gentechnik und die Verantwortung des Wissenschaftlers".

Vorbereitung der fachübergreifenden Arbeitsphase

Der Unterricht begann mit einer Motivations- und Problemfindungsphase, die ca. drei Unterrichtsstunden dauerte. In den einzelnen Kursen wurde an Beispielen aus der Tagespresse, an mitgebrachten Obst- und Gemüseproben (Gentomate - ja oder nein?) die Bedeutung gentechnischer Verfahren für die Lebensmittelproduktion erörtert und über Vorbehalte bzw. gerade stattfindende Protestaktionen diskutiert.

In den Chemie- und den Physikkursen stellten die Schülerinnen und Schüler auch erste Überlegungen an zu der Frage, welche Verknüpfung ihre jeweilige Fachwissenschaft mit dem scheinbar rein biologischen Thema "Gentechnik" haben könnte. Aufgrund ihrer Vorkenntnisse aus dem Alltag und der Beispiele aus dem Unterricht war es nicht schwer, den Bezug zur Proteinchemie herzustellen und die Notwendigkeit eines exakten Analyseverfahrens aufzuzeigen.

Dieser ersten Orientierung in dem Problemfeld "Gentechnik" folgte nun eine achtwöchige Phase fachspezifischen Arbeitens, in der die Schülerinnen und Schüler der verschiedenen Naturwissenschaften zu "Experten" ihres Fachgebietes ausgebildet werden sollten. Tabelle 1 zeigt die in Form eines Intensivkurses bearbeiteten Themen.

Biologie	Chemie	Physik
familiäre Beziehungen	organische Moleküle: funktionelle Gruppen / Molekulpolarität	elektrisches Feld
Unterscheidung von Körper- und Keimzellen	Carbonsäure: Protolysereaktion	Ionenleitung in Flüssigkeiten
Mitose und Meiose	Säure-Base-Begriff	Elektrophorese
zelluläre Organisation der genetischen Information	pH-Wert	
Replikation/ Proteinbiosynthese		

Tabelle 1

Die Projektphase als Beispiel für fachübergreifendes Arbeiten im Modellversuch BINGO

Zusammensetzung der Arbeitsgruppen

Eine Zielsetzung dieser Arbeitsphase war die Weiterentwicklung der Teamfähigkeit der Schülerinnen und Schüler. Aus diesem Grund sollten anders als in den vorausgegangenen Halbjahren die Gruppen von dem Lehrerteam zusammengestellt und jeder ein Thema zugeordnet werden. Diese Vorgehensweise wurde gegenüber den Schülerinnen und Schülern damit begründet, daß auch im beruflichen Alltag Teams aufgabenbezogen gebildet werden und von den Mitarbeitern nicht frei wählbar sind. Die Gruppen wurden zusammengesetzt entsprechend der fachlichen Spezialisierung und unter Berücksichtigung der individuellen Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler. Das Thema wurde möglichst unter Berücksichtigung der

Interessenslage zugewiesen. Jede Arbeitsgruppe bestand aus zwei Schülerinnen/Schülern der Biologiekurse, zwei Schülerinnen/Schülern der Chemiekurse und einer Schülerin/einem Schüler aus dem Physikkurs.

Die Aufgabenstellung

Das BINGO-Lehrerteam hat für diese Unterrichtsphase drei realitätsnahe Fallstudien konzipiert:

- AIDS - Fall Martina N.,
- Fleischskandal im Hafen,
- Mord in Alabama.

Jede Fallstudie ist so konzipiert, daß die gestellten Aufgaben nur in fachübergreifender Zusammenarbeit gelöst werden können. Die dazu notwendigen Fachinformationen sind in einem Materialteil der Aufgabenstellung beigelegt, so daß eine eigenständige Informationsbeschaffung nicht notwendig ist. Jede Arbeitsmappe enthält darüber hinaus einen allgemeinen Teil, der die Schülerinnen und Schüler über Termine und die von ihnen erwartete Leistung noch einmal informiert.

Hinweise

In der folgenden Fallstudie behandeln Sie in Zusammenarbeit mit den Mitgliedern Ihrer Gruppe ein wissenschaftliches Problem. Dem Fall liegen reale Verhältnisse zugrunde. Das Problem können Sie nicht einfach durch die Anwendung einzelner Formeln, Rechenverfahren, Modelle oder eines "Ja-Nein-Rasters" lösen. Die Fallstudie erfordert, daß Sie sich in ein Stück wissenschaftlicher Arbeitsmethoden einarbeiten, insbesondere, daß Sie sich aus einem unstrukturierten Informationsangebot die notwendigen Sachverhalte selbst erarbeiten. Alle Informationen, die Sie benötigen, sind in den beigelegten Materialien enthalten. Außerdem sollen Sie lernen, Ihre jeweiligen fachspezifischen Spezialkenntnisse in eine gemeinsame Gruppenarbeit einzubringen und gleichzeitig von den Kenntnissen anderer Experten zu lernen. Es wird von jedem Gruppenmitglied erwartet, daß es sich die grundlegenden Verfahren der Protein- und Genanalyse mit ihren physikalischen, biologischen und chemischen Aspekten erarbeitet.

Die Aufgabe hat insgesamt zwei Teile, die Ihnen nacheinander ausgehändigt werden. Sie erhalten den nächsten Aufgabenteil dann, wenn Sie den vorhergehenden bearbeitet und einen

Fallstudie "Aids - Fall Martina N."

In dieser Fallanalyse geht es um ein Gerichtsgutachten über eine Fehldiagnose im Zusammenhang mit einer HIV-Infektion. Betroffen ist ein von einer Familie adoptiertes Kind, dessen Mutter an Aids gestorben ist. Die richtige Diagnose ist für das Kind und seine Adoptivfamilie von großer Bedeutung. Dem die Untersuchung durchführenden Labor wird die Verantwortung für diese Fehldiagnose mit weitreichenden Folgen für die Betroffenen zugewiesen. Aufgabe der Schülerinnen und Schüler ist die Erstellung dieses Gutachtens für den Prozeß.

Die Aufgabenstellung selbst ist in zwei Teile gegliedert, von denen die Schülerinnen und Schüler zunächst nur den ersten erhalten. Nach dessen Bearbeitung müssen sie einen (Zwischen-)Bericht abgeben, der Aufschluß über die Arbeitsfähigkeit der Gruppe und den Lösungsweg geben soll, so daß das in jeder Unterrichtsstunde zur Unterstützung anwesende Lehrerteam aus den drei Fächern Hilfen geben und korrigierend eingreifen kann. In diesem Zwischenbericht wird von jedem Gruppenmitglied erwartet, daß es den Lösungsweg mit seinen fächerübergreifenden Aspekten begründen und die Organisation der Arbeit innerhalb der Gruppe aufzeigen kann.

Aufgabenteil 1: Der Bluttest

Die Eltern lassen bei Martina eine Blutuntersuchung durchführen. Zur Anwendung kommt der Western-Blot-HIV-Test.

Aufgaben:

- 1. Erläutern Sie die Wahrscheinlichkeit einer Infektion im Mutterleib.
Beschreiben Sie den Übertragungsweg.*
- 2. Erklären Sie die Vorgehensweise bei Western-Blot-Test.*
- 3. Erläutern Sie die physikalischen Verfahren, die im Western-Blot-Test zu Trennung der Proteine verwendet werden.
Erklären Sie am Beispiel der Protein p 24 und gp 120, worauf die Auftrennung der Bestandteile des HIV-Virus beruht.*
- 4. Erläutern Sie, warum sich die Virus-Proteine überhaupt im elektrische Feld bewegen.*
- 5. Erläutern Sie die Zuverlässigkeit des Tests.*

Für diesen Teil der Aufgabenstellung müssen alle Schülerinnen und Schüler die Methode des Nachweises einer HIV-Infektion, hier der Western-Blot-Test neu erarbeiten und erkennen, daß mit ihm Antikörper nachgewiesen werden, die der Organismus nach Kontakt mit dem Virus bildet. Dazu sind aus Sicht der Biologie die Grundlagen der HIV-Vermehrung bis zur Erkrankung an Aids sowie die Infektionsmöglichkeiten von Kindern im Mutterleib in Betracht zu ziehen. Das Nachweisverfahren selbst ist nur unter Einbeziehung chemische Kenntnisse zur Struktur und den möglichen Ladungsverhältnissen von Proteinen erklärbar, da für diesen Test Virus-Hüllproteine aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften identifizierbar sind, sowie unter Hinzuziehung der physikalischen Grundlagen für das Verhalten von Teilchen im elektrischen Feld, die die elektrophoretische Auftrennung der Virus-Proteine erklären.

Für diese Phase stehen den Schülerinnen und Schülern Info-Materialien Infektionsmöglichkeiten, zur Antikörperbildung, zum aufbau des HI-Virus und zum Western-Blot-Test zur Verfügung, die sich auf neu zu erarbeitende und aufgabenspezifische Inhalte beziehen. Darüber hinaus verfügt jede Arbeitsgruppe über Infotexte und Grafiken, die sich auf im Fachunterricht behandelte Inhalte beziehen und der leichteren Vermittlung an "NichtExperten" dienen sollen. Dazu gehören die Info-Blätter zur Elektrophorese, zum Aufbau und den Eigenschaften der Proteine und zum elektrischen Feld.

Nach Bearbeitung des ersten Aufgabenteils muß den Mitarbeitern der Arbeitsgruppe klar geworden sein, daß der Western-Blot-Test nicht ausreichend sicher ist, so daß sie die Notwendigkeit des Einsatzes eines gentechnischen Verfahrens für eine genauere Aussage und Diagnose erkennen können. Die Schülerinnen und Schüler erhalten jetzt den zweiten Teil der Aufgabenstellung, in dem sie mit Hilfe der Materialsammlung die Grundlagen des PCR-

Verfahrens der DNA-Vermehrung gemeinsam erarbeiten müssen und die Analyse der DNA-Fragmente mit Hilfe des bereits bekannten Elektrophoreseverfahrens erklären sollen. Unter der Fragestellung "Das Labor macht Fehler?" werden die Schülerinnen und Schüler schließlich zu einer zusammenfassenden und vergleichenden Reflexion der Nachweisverfahren angeleitet und für mögliche Verfahrensfehler sensibilisiert.

Aufgabenteil II: Das Gutachten

1. *Nennen Sie die Vorteile einer DNA-Analyse gegenüber einem Bluttest auf HIV-Antikörper. Vergleichen Sie beide Verfahren (Gemeinsamkeiten, Unterschiede).*
2. *Erläutern Sie die Auswirkungen folgender methodischer Fehler der Laborfirma bei der elektrophoretischen Auftrennung der DNA-Fragmente auf das Aussehen der hergestellten Gelproben:*
 - a) *Am Elektrophoresegerät wird statt der vorgesehenen Spannung von 50 Volt eine Spannung von 250 Volt angelegt.*
 - b) *Es wird eine falsche Pufferlösung verwendet, der pH-Wert liegt statt bei 4 bei 8.*

Neben der Methodenkritik müssen die Schülerinnen und Schüler in diesem Teil des Gutachtens wiederum fachübergreifende Begründungszusammenhänge herstellen, wenn der Einfluß der Spannungsänderung auf die Wanderungsgeschwindigkeit von DNA-Fragmenten sowie die Änderung ihrer Ladung im sauren pH-Bereich begründet werden sollen.

Zitate aus einem Schülergutachten zu den Aufgaben 1 und 2 des Aufgabenteils II:

"Die von dem Labor durchgeführte DNA-Analyse hat im Gegensatz zu dem zuerst durchgeführten Western-Blot-Test einen entscheidenden Vorteil: Bei der DNA-Analyse werden die HIV-Erreger direkt nachgewiesen und nicht nur das Vorhandensein von Antikörpern gegen das Virus. Dies kann bei Kindern bis zu zwei Jahren zu einer Verfälschung des Ergebnisses führen.

Durch das Benutzen einer falschen Spannung bzw. eines falschen pH-Wertes bei der elektrophoretischen Trennung der DNA-Fragmente können fehlerhafte Gelproben entstanden sein. Die Folge wäre, daß die Gelprobe weder eine Übereinstimmung mit der positiven noch mit der negativen Kontrolle aufweisen würde. Wurde einer dieser Fehler gemacht, hätte es den bearbeitenden Angestellten auffallen müssen."

Dieses Beispiel zeigt deutlich, daß die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeiten und Grenzen der beiden Methoden erkannt haben. Die Argumentation zur zweiten Aufgabe ist nicht vollständig, aber grundsätzlich richtig. Da wir das Anfertigen eines Gutachtens nicht mit den Schülerinnen und Schülern geübt hatten, war diese Arbeitsgruppe davon ausgegangen, daß es ausreichend wäre, die Fragen isoliert zu bearbeiten. Erst auf Nachfrage fertigten sie eine Ergänzung zu ihrem Arbeitsprotokoll an, der folgende Erweiterungen zu entnehmen sind:

„Die Proben wandern durch die höhere Feldstärke mit einer erhöhten Geschwindigkeit. Die Länge der Trennkammer reicht u. U. nicht mehr aus und alle, große wie kleine Moleküle sind an der Anode angelangt.

Wird ein Gel benutzt, das einen pH-Wert von 4 statt einen von 8 hat, wird das negativ geladene Nukleotid durch den Überschuß an H_0^+ - Ionen in einer sauren Lösung möglicherweise

entladen. Ist das Nukleotid nun neutral, kann im elektrischen Feld auch keine Bewegung mehr stattfinden.“

Fachübergreifende Klausur zur Fallstudie

Nach Abgabe der Gutachten und Arbeitsprotokolle erhielten alle Schülerinnen und Schüler die komplette Lösung für ihre Fallstudie in schriftlicher Form. Eine Woche später wurde dann eine davon ausgehende, auf die Inhalte der Fallstudie abgestimmte Klausur mit fachübergreifenden Fragestellungen geschrieben. Damit sollte überprüft werden, ob der fachübergreifende Austausch von Kenntnissen, die durch die jeweiligen Spezialisten innerhalb der Arbeitsgruppe vermittelt werden sollten, gelungen war. Die Aufgaben dieser Klausur stammten zu je 20 % aus dem chemischen, dem biologischen bzw. dem physikalischen Fachbereich. Etwa 40 % der Aufgaben waren fachübergreifenden Inhalts.

Ein Beispiel für die Art der Fragestellungen zum AIDS-Fall Martina N. liefert der folgende Ausschnitt aus der Klausur:

1. *Zur Feststellung einer HIV-Infektion stehen zwei Methoden zur Verfügung: der Western-Blot-Test und das PCR-Verfahren.*
 - 1.1. *Erläutern Sie die Unterschiede der beiden Verfahren bezüglich des verwendeten Probenmaterials.*
 - 1.2. *Bewerten Sie die Aussagekraft der beiden Verfahren und begründen Sie Ihre Angaben.*
 - 1.3. *Begründen Sie die Möglichkeit, daß bei der Polymerase-Kettenreaktion genau identische Kopien des gesuchten DNA-Abschnittes hergestellt werden können!*
2. *Ein Hersteller von Elektrophorese-Geräten ändert die Größe des Elektrophoresetroges. Bisher hatten die Pole einen Abstand von 10 cm und es wurde eine Spannung von 150 V angelegt. Im neuen Gerät soll der Polabstand nur noch 8 cm betragen.*
 - 2.1. *Welche Spannung muß jetzt verwendet werden, wenn die Wanderungsgeschwindigkeit der DNA-Fragmente sich nicht ändern soll?*

$$E = \frac{U}{d}$$

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Klausurnote diejenigen Schülerinnen und Schüler bestätigt hat, die sich auch in der Projektphase engagiert hatten; für diejenigen, die sich sehr zurückhielten, bewirkte sie eine Verschlechterung der Note.

Zwischenbilanz des Modellversuchs

Eine Zwischenbilanz des Modellversuchs BINGO soll sowohl aus Lehrer- wie aus Schülersicht gezogen werden. Auf die Zufriedenheit mit der eigenen Arbeit hat sich der BINGO-Ansatz bei den beteiligten Lehrern sehr positiv ausgewirkt. Die Zusammenarbeit mit Kollegen des eigenen und anderer Fächer von der gemeinsamen Unterrichtsplanung über die gegenseitige fachüberschreitende Beratung bis hin zu methodischen Fragen überwindet die sonst vorherrschende Vereinzelung. In der eigenen Schule haben die Naturwissenschaften einen

größeren Stellenwert erhalten und werden als Fächergruppe von Schülern und Kollegen deutlicher wahrgenommen. Probleme bereitet die höhere zeitliche Inanspruchnahme durch die notwendigen Planungs- und organisatorischen Abstimmungsprozesse. Für den zweiten BINGO-Schülerjahrgang hat sich der Aufwand bereits reduziert.

Das Verhältnis von fachspezifischen, fachüberschreitenden und fächerverbindenden Unterrichtsanteilen war besonders am Beginn des Projekts Gegenstand von Diskussionen zwischen den Lehrkräften. Der Umstieg von den gewohnten, an der Fachsystematik ausgerichteten Kursen zu themenorientierten Halbjahren fiel auch denjenigen nicht leicht, die sich grundsätzlich zu einer Umorientierung entschlossen hatten.

Schülerbefragungen zu den BINGO-Halbjahren "Ökologische Untersuchungen am Sandentnahmesee" (11.1) und "Das Klima der Erde" (11.2) ergaben einen großen Zuspruch. Der Unterricht macht Spaß und wird für interessant gehalten. Es sind aus Sicht der Schülerinnen und Schüler jedoch weniger die drei Zieldimensionen des Modellversuchs

- * fachübergreifender Unterricht,
- * Schlüsselprobleme und
- * Berufsorientierung,

die den Ausschlag dafür geben, sondern vor allem die starke Handlungsorientierung des Unterrichts mit Schülerexperimenten, Exkursionen und Arbeiten außerhalb des Klassenraums - das Stichwort lautet "viel selbst machen können".

Der Bezug zum eigenen Leben und zur Umwelt wird von den Schülerinnen und Schülern für die Halbjahre 11.1 und 11.2 deutlich höher bewertet als im sogenannten "Normalunterricht", also den Erfahrungen in der Sekundarstufe 1. Die Werte liegen im Vergleich zwischen BINGO-Unterricht und "Normalunterricht" bei +1,2 auf einer Skala von -2 bis +2. Dies betrifft den Bereich "Schlüsselprobleme".

Die Antworten auf Fragen, ob im jeweiligen Kurs Aspekte der anderen Fächer mit einbezogen wurden, liegen dagegen nur bei plus/minus Null. Dem Projektteam ist es noch nicht in genügendem Maße gelungen, die fachüberschreitenden Anteile zu begründen. Gleichzeitig findet man bei den Schülerinnen und Schülern eine gewisse Reserviertheit gegenüber "fachfremden Inhalten". Die Frage lautete dann besonders im beteiligten Physikkurs: "Was hat das denn mit Physik zu tun?" In Befragungen nach den Halbjahren 11.11 und 11.2 äußerten die Schülerinnen und Schüler zwar Interesse an weiteren fachübergreifenden Unterrichtsabschnitten, jedoch nicht besonders pointiert. Am zurückhaltensten waren die Biologiekurse.

Fachübergreifender Unterricht ist im Hinblick auf die Schülerinnen und Schüler kein Selbstläufer. Die Akzeptanz wird beim Projekt BINGO dadurch gesichert, daß er in ein methodisches Geflecht mit selbstbestimmten, kooperativen und stark handlungsorientiertem Lernen eingebunden ist. Dies zeigte sich besonders, als in der Befragung nach dem Halbjahr 12.1 "Gentechnik" die Zustimmung zum Unterricht drastisch zurückging. In den Fallstudien zur Gentechnik konnten die Schülerinnen und Schüler die Gruppenzusammensetzungen nicht frei wählen, und es waren auch keine eigenständigen experimentellen Untersuchungen möglich. Trotz einer von den Schülerinnen und Schülern anerkannten großen gesellschaftlichen Relevanz des Themas (+1,5 auf einer Zustimmungsskala von -2 bis +2) wurde die Fallstudienphase fast durchgängig 0,5 bis 1 Skalenpunkt schlechter bewertet als die fächerverbindenden Anteile der anderen Halbjahre. Das Bild hellte sich allerdings in einer im Abstand von drei Monaten wiederholten Nachbefragung zur Gentechnik etwas auf. Das BINGO-Team wird an der Grundkonzeption des Halbjahres 12.1 weiterarbeiten. Es ist notwendig, den Schülerinnen und

Schülern die Motive der ganzheitlichen fächerverbindenden Unterrichtskonzeption noch einsichtiger zu machen.

Literatur

- /1/Klafki, W.: Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. - 4. Auflage. - Beltz Verlag. Weinheim, 1994
- /2/Baumert, J.; u. a.: Weiterentwicklung der Prinzipien der gymnasialen Oberstufe und des Abiturs, - Abschlußbericht der von der Kultusministerkonferenz eingesetzten Expertenkommission. - Schmidt und Klaunig. Kiel, 1995
- /3/Huber, L.: Nur allgemeine Studierfähigkeit oder doch allgemeine Bildung? - In: Die Deutsche Schule. - 86 (1994) 1. - S. 12-26
- Aebli, H.: Einführung in die praktische Biochemie. - Karger Verlag. - Basel
- AIDS. - Unterrichtsmaterialien für die 9. und 10. Klasse. - Hrsg.: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung. - Köln, 1987
- AIDS-Diagnose mit dem Western-Blot-Verfahren. - In: Biologie heute S 11. - Lehrerhandbuch für den Sekundarbereich 11, Band 1. Schroedel Verlag. - Hannover, 1 990
- AIDS - Unterrichtsmaterialien für die gymnasiale Oberstufe. - Hrsg.: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung. - Köln, - Ernst Klett Verlag. - Stuttgart, 1 992
- Behrens, B.: Handbuch Gelelektrophorese. Phywe Schriftenreihe. - 1. Auflage. - Göttingen, 1993
- Buss, B.; Menge, J. J.: Seminar zur Behandlung theoretischer Grundlagen der Chemie. - Göttingen, 1974, Seminarskript
- Daumer, K.: Biologie für die gymnasiale Oberstufe - Genetik. – Bayrischer Schulbuchverlag. - München, 1995
- Graf, H.-U.: Grundlagen und Methoden der Gentechnologie. - Veröffentlichungen des WIS. - Bremen (1987) 4
- Greber, E.; Greber, W.: Die Anwendung der PC R in Archäologie und Kriminalistik. - In: Unterricht Biologie. - Seelze 19 (1995) 209. S. 38-43
- Hafner, L.; Hoff, P.: Die PCR - eine revolutionäre Methode der Molekularbiologie. - In: Genetik. - Materialien für den Sekundarbereich 11, Biologie. - Schroedel Verlag. - Hannover, 1995
- Hassenstein, T: AIDS - Krankheit der anderen? In: Gesundheit - Zeitschrift der Preussag Betriebskrankenkasse. - (Oktober 1996) 3
- Jäckel, M.; Risch, K. T.: Chemie heute - Sek 11. Schroedel Verlag. - Hannover, 1992
- Lecke,K.; Braner, J.: Die Polymerase-Kettenreaktion und die HIV-Diagnose. - In: Unterricht Biologie. - Seelze 19 (1995) 209. - S. 35-37
- Schellekens; Huub; u. a.: Ingenieure des Lebens, DNA-Moleküle und Gentechniker. – Reihe Spektrum. -Akademischer Verlag. - Heidelberg, 1994