Fächerübergreifender und fächerverbindender Unterricht in der gymnasialen Lehrerausbildung in Baden-Württemberg

Günther Reinelt, Dauchingen

Abstract: *Cross-curricular teaching and pre-service education of future teachers at grammar schools in Baden-Wuerttemberg.* One example each is discussed of a project and a smaller teaching unit, in order to show the difference between these two forms of cross-curricular teaching. Several concrete lessons and project concepts are then presented and explained, which have been elaborated at teacher training seminars together with or by student teachers. The paper examines and points out the advantages of cross-curricular teaching as well as Problems involved. Advantages observed for instance are new approaches for motivation, or a wider range of opportunities to further development of social competences, whereas the Problems encountered had to do with materials acquisition and didactics, questions remaining open, uncertainty, organisational aspects, and design and preparation of tests.

Kurzreferat: Im genannten Beitrag wird zunächst an je einem Beispiel auf den Unterschied zwischen Kleinform und Projekt beim fächerübergreifenden bzw. fächerverbindenden Unterricht eingegangen. Anschliessend werden konkrete Kleinformen und Projekte genannt, die an Ausbildungsseminaren gemeinsam mit oder von Referendaren durchgeführt wurden. Die Vorzüge eines fächerverbindenden bzw. übergreifenden Unterrichts wie zum Beispiel neue Möglichkeiten der Motivation, die Förderung sozialer Qualifikationen, etc. werden näher beleuchtet, aber auch die auftretenden Probleme wie beispielsweise die Materialbeschaffung und didaktische Aufbereitung, offene Fragestellungen und Unsicherheit, Organisatorisches und Prüfungen, etc. werden aufgezeigt.

ZDM-Classification: D40, M10

Der Mathematikunterricht ist (wie anderer Fachunterricht auch) bestimmten Strömungen unterworfen, denen er sich nicht entziehen kann und darf. War es vor zwanzig Jahren die *new math*, die sich jeglicher Anwendung der Mathematik gegenüber sperrte, so ist es heute der handlungsorientierte, fächerübergreifende, fächerverbindende Unterricht, der bildungspolitisch gefordert wird. Er tritt in vielen Varianten mit vielen unterschiedlichen Namengebungen auf. Im folgenden werde ich versuchen, einen (unvollständigen) Überblick zu geben, was in Baden-Württemberg insbesondere an den gymnasialen Seminaren in der Lehrerausbildung in dieser Richtung getan wird. Dabei werde ich auch über eigene Erfahrungen berichten.

1. Kleinform und Projekt

Nach meinen Erfahrungen muß man zwei Varianten fächerverbindenden und/oder fächerübergreifenden Unterrichts unterscheiden: Kleinformen über maximal eine Unterrichtsstunde und Großformen oder Projekte über mehrere Stunden. Um dabei nicht Mißverständnissen ausgesetzt zu sein, möchte ich dazu jeweils ein Beispiel skizzieren. Zunächst stelle ich ein Beispiel zu einer Kleinform, anschließend eines zu einer Großform vor.

1.1 Vom Tannenzapfenpflücker zur Mittelwertbildung und/oder zum Runden

(Kleinform Klasse 5)

Es gibt in Deutschland einen seltenen Beruf, den Tannenzapfenpflücker. Die Aufgabe eines Tannenzapfenpflückers besteht darin, besonders kräftige Tannen und Fichten zu erklettern, um Zapfen zu sammeln. Diese werden dann getrocknet, so daß ihr Samen ausfällt. In Baumschulen werden dann aus dem Samen Setzlinge gezüchtet. Obwohl Fichten- und Tannenholz sehr begehrte Holzarten sind (Bau- und Möbelholz, Christbaum, Papierherstellung) und infolgedessen viele Setzlinge gezogen werden müssen, ist der Beruf außerordentlich selten. Es liegt die Frage nahe, wie viele Samen ein Zapfen enthält. Enthält er z.B. sehr viele Samen, so ist einzusehen, daß der Beruf kein Massenberuf sein kann.

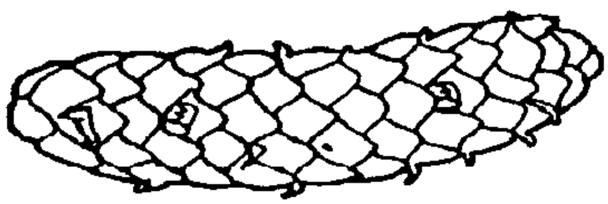

Abb. 1

Nach einer derartigen Hinführung liegt es nahe, nach der Anzahl der Samen eines Zapfens zu fragen. Dazu bedarf es der Klärung, daß sich die Samen unter den Schuppen befinden. Wenn wir also die Schuppenanzahl eines Zapfens ermitteln, kennen wir die Samenanzahl. Jeder Schüler erhält nun einen Zapfen mit der Aufforderung, die Zahl seiner Schuppen zu ermitteln.

Die Erfahrung zeigt, daß viele Schüler einfach abzählen. Einige markieren die Schuppen, damit sie keine doppelt zählen, andere haben nicht genügend Konzentration und verzählen sich. Ein geringer Teil aber beginnt, mathematisch zu denken: Sie erkennen, daß die Schuppen in Ringen angeordnet sind und je Ring ca. 6 bis 8 Schuppen liegen. Bei etwa 25 bis 30 Schuppenreihen erhalten wir eine Schuppenzahl von rund 200 Stück. Das Wort *rund* sagen die 10- bis 11-jährigen Schüler nicht. Lassen wir ihre Zahlen nennen, so entsteht eine Ergebnisreihe:

167	203	146	187	190	211	185	179	234	155	256	212	197	222
156	186	196	213	134	165	234	176	245	218	187	199	206	211

In der folgenden Diskussion setzen wir uns auseinander mit Problemen wie

1. Hat jeder richtig gezählt?
2. Es sind nicht alle Zapfen gleich groß, haben also nicht gleich viele Schuppen.
3. Man kann insbesondere an den Enden des Zapfens nicht genau feststellen, was noch als Schuppe gezählt wird und was nicht.
4. Ist hinter jeder Schuppe auch ein brauchbarer Samen?
5. Wer hat jetzt die richtige Anzahl ermittelt und gibt es überhaupt eine solche?

Es liegt jetzt auf der Hand, das Ergebnis jedes Schülers einzurechnen: Die Summe der Schuppen aller 28 Zapfen beträgt im obigen Fall 5470. Damit erhalten wir je Schüler 195,3 Schuppen bzw. Samen.

Durch diese Mittelwertbildung ist kein Schüler übergangen worden; jeder wurde gerecht behandelt. Darin sind große und kleine Zapfen berücksichtigt. Der Mittelwert als sinnvolle Bildung bei einer größeren Datenmenge ist motiviert, verstanden, akzeptiert. Schließlich liegt es nahe, das Ergebnis noch zu runden: Ein Tannenzapfen trägt *rund* 200 Samen.

Kehren wir zur Ausgangsfrage zurück, so ist einsichtig, daß es nur sehr wenige Zapfenpflücker geben kann.

Einfache Rechnungen wie etwa die Frage nach der Zahl der benötigten Tannenzapfen für 1 000 000 Setzlinge liegen auf der Hand und festigen nicht nur das mathematische Verständnis.

1.2 Rauchen und Mathematik

(Langform Klasse 9)

Die Mathematik eignet sich sehr gut dazu, auch das Rauchen aus quantitativer Sicht zu beleuchten. Die folgenden Ideen stammen aus einer pädagogischen Arbeit von Studienreferendar Peter Hug, Seminar Rottweil, aus dem Jahr 1997. Folgende Themenkreise wurden in einer ca. 10 bis 12-stündigen Einheit (vornehmlich in Gruppenarbeit) bearbeitet unter Einsatz des Computers:

1) Kosten des Rauchens mit entsprechenden Hochrechnungen
2) Schadstoffe im Rauch
3) Arbeit mit Graphen zu Lungenkrebs-Sterbeziffern.

Zu 1: Die Schüler führen in Gruppenarbeit Rechnungen durch, wann bei welchem Zigarettenverbrauch das Geld für ein Mountainbike oder eine Stereoanlage verbraucht ist und berichten darüber *(Geradenscharen).* Sie beantworten die Frage, nach welchem Zeitraum ein Nichtraucher, der DM 2,00 pro Tag spart und ein Raucher, der 2500,00 DM geerbt hat und 12 Zigaretten am Tag raucht, gleich viel Geld haben *(Geradenschnitt).* Auch bezüglich der Zigarettenproduktion sind Hochrechnungen und entsprechende Veranschaulichungen möglich.

Zu 2: Aus dem Schadstoffgehalt, der zusammen mit dem Chemielehrer gemessen werden kann, lassen sich wiederum Rechnungen über den Teergehalt und daraus Hochrechnungen zum Bau von Straßen erstellen, die unglaubliche Maße annehmen. Auch ist es möglich auszurechnen, wie sich der Zigarettenrauch auf die Zimmerluft auswirkt.

Aus den folgenden Angaben lassen sich sinnvolle Fragen stellen, die zum Nachdenken anregen:

– Die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) an Kohlenmonoxid (CO) beträgt $30\,\mathrm{ml/m^3}$.
– Die MAK beim Aufenthalt $t > 8\,\mathrm{h}$ beträgt $10\,\mathrm{ml/m^3}$.
– CO-Konzentration im Zigarettenrauch $60\,000\,\mathrm{ml/m^3}$.
– Eine Zigarette erzeugt 2 Liter Rauch.

Für die gesundheitlichen Auswirkungen gelten die Angaben aus Tabelle 1 als gesichert:

– Wie viele Zigaretten dürften im Klassenzimmer geraucht werden, damit die MAK-Werte gerade erreicht werden?
– Stelle die CO-Konzentrationen aus der Tabelle 1 durch die Zigarettenanzahl bzgl. des Klassenzimmervolumens dar.

CO-Konzentration in Volumenprozent	Auswirkungen auf den Menschen
0,01	keine kurzfristigen Wirkungen bemerkbar
0,03	Kopfschmerzen, leichte Ermüdbarkeit
0,05	Kopfschmerzen, bei Anstrengung Kollaps und Ohnmacht
0,10	Bewußtlosigkeit, bei längerer Einwirkung Atemstillstand
0,20	sofort tödlich

Tabelle 1

– Überlege dir eine Möglichkeit der graphischen Darstellung.

Zu 3: Das Ablesen von Daten aus Graphiken steht im Mittelpunkt des dritten Teils. Es werden auch Approximationen mit Geraden und Parabeln begründet, durchgeführt und Abweichungen berechnet.

Hier hat die Mathematik eindeutig mehr Anwendungscharakter als im Beispiel der Kleinform in 1.1.

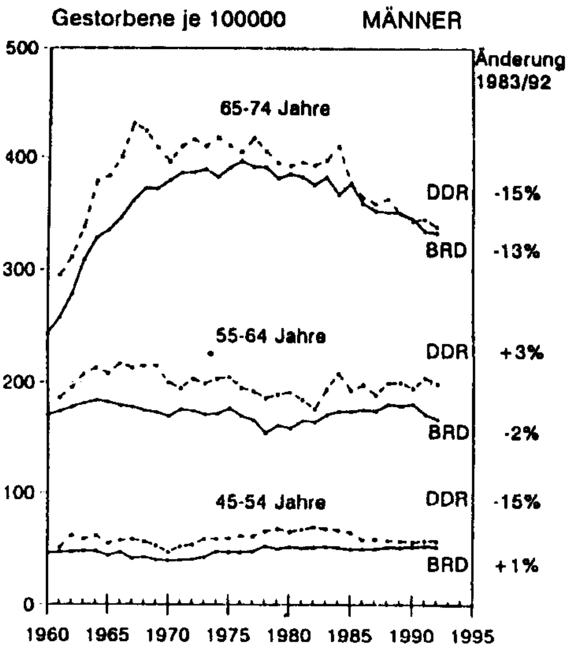

Abb. 2

Nach diesen beiden Beispielen möchte ich kurz eingehen auf das, was an den Seminaren in der Lehrerausbildung in dieser Hinsicht unternommen wird.

2. Fächerübergreifender Unterricht in der Ausbildung der Gymnasiallehrer

An allen Ausbildungsseminaren in Baden-Württemberg wird über fächerübergreifenden Unterricht nachgedacht, und es werden Veranstaltungen angeboten. Verständlicherweise ist die Intensität, mit der die Pflege dieser Unterrichtsart betrieben wird, von den Ausbildern abhängig. Erfreulicherweise werden und wurden auch sehr viele pädagogische Arbeiten in dieser Richtung vergeben.

Zunächst möchte ich auf die Kleinformen zu sprechen kommen. Sie werden an den meisten Seminaren sehr gepflegt, zumal ihre Behandlung in der Regel ohne die Kollegen der tangierten Fächer auskommt. So schreibt ein

Kollege auf meine Frage nach den Seminartätigkeiten: “Im übrigen sind ‘Anwendungs- und Handlungsorientierung’ *alte methodische Hilfsmittel* und werden im Rahmen eines qualifizierten Unterrichts immer zu berücksichtigen sein. In diesem Sinn unterweisen wir unsere Referendare ... ”. Dem ist nicht mehr viel bzgl. Kleinformen hinzuzufügen.

Eine kurze Auflistung (absolut ohne Anspruch auf Vollständigkeit) für die Sekundarstufe 1:

Klasse 5	Runden: Anzahl der Schuppen eines Tannenzapfens (Biologie) Römische Zahlen: Besuch einer Kirche (Geschichte) Symmetrie bei Spielfeldern (Gerechtigkeit im Sport) Symmetrie: Zusammenhänge mit Dingen aus Natur und Kunst (Biologie, Kunst) Ebene Geometrie: Elemente einer Landkarte (Erdkunde)
Klasse 6	Abbildungen: Ornamente in der Kunst Winkel: Zusammenhänge zur Architektur, Sport Dreisatz: Hochrechnungen zum Wasserverbrauch (Ökologie) Mittelwerte: Beilegung von Streitigkeiten bei unterschiedlichen Ergebnissen (Politik)
Klasse 7	Prozentrechnen: Müllsortierung, etc. (Biologie, Ökologie, Erdkunde) Addition rationaler Zahlen: Kontobewegungen (Ökonomie) Winkel an Parallelen: Probleme beim Hausbau (Dachstuhl) (Architektur) Mittelsenkrechte und Winkelhalbierende: Standortfestlegungen bei Wegeoptimierung (Ökologie)
Klasse 8	Kongruenzsätze: Arbeitsersparnis, Informationsreduzierung (Ökonomie) Beweistechnische Grundbegriffe: Querverweise zu Begründungen in anderen Fächern oder zu Definitionen (Lexikon) Interpretieren von Graphen: alle Fächer können angesprochen werden
Klasse 9	Lineare Optimierung: Querverbindung zu vielen Fächern (Ökonomie) Strahlensätze: Försterdreieck, etc. (Biologie) Problem der Irrationalität: Pythagoreer (Geschichte) Quadratfunktionen: Kugelstoßen, etc. (Sport)
Klasse 10	Rauminhalte von Zylinder, Kugel, Kegel: physikalische Kontrolle über Experimente (Physik) Exponentialfunktion: Wachstum (Biologie) Wahrscheinlichkeitsrechnung: Lotto, Toto (Ökonomie) Trigonometrie: Vermessung (Erdkunde).

Es gibt offenbar hinsichtlich der Kleinformen eine Fülle von Möglichkeiten. Ähnlich sieht es auch bei größeren Projekten aus. Ich möchte zuerst anführen, was bzgl. Großformen an den einzelnen Ausbildungsstätten an Themen behandelt wird bzw. wurde. In der Regel werden diese Themen an einem oder gar mehreren sogenannten Projekttagen mit den Referendaren be- bzw. erarbeitet, bis ein Grobraster einer Unterrichtseinheit vorliegt. Bei diesen Themen ist die Mathematik nicht mehr als beteiligtes Fach genannt.

– Das Freiburger Münster (Religion und Geschichte)
– Mathematik und Verkehr (Politik, Ökologie)
– Wandel der Weltbilder von der Antike bis zur Renaissance (Physik, Geschichte)
– Französische Revolution (Französisch, Geschichte)
– Schutz der Erdatmosphäre (Physik, Chemie, Erdkunde)
– Energie (Physik, Chemie, Erziehungswissenschaft)
– Mit dem Geodreieck auf der Alb – Vermessungen in der freien Natur mit einfachsten selbst gebauten Hilfsmitteln unter Benutzung von Landkarten (Erdkunde, Erziehungswissenschaft)
– Wasser und Mathematik (Erziehungswissenschaft, Biologie)
– Wie viele Blätter trägt ein Baum? (Erziehungswissenschaft, Biologie)
– Argumentation (Deutsch)
– Mathematik auf dem Eßtisch – eine quantitative Untersuchung unserer Ernährung (Biologie, Erziehungswissenschaft)
– Quantitative Betrachtungen rund ums Papier (Biologie, Erdkunde).

Es sind viele Ideen vorhanden, die dann zumeist in pädagogischen Arbeiten verwirklicht werden. Ich möchte auch hier eine unvollständige Auflistung derartiger Arbeiten anführen, deren Anzahl in den letzten Jahren stark anwächst.

Klasse 5	Mathematik höchstpersönlich – Erfassen und Berechnen von eigenen Daten Wie viele Blätter trägt ein Baum?
Klasse 6	Mathematik auf dem Eßtisch – eine quantitative Untersuchung unserer Ernährung Symmetrie - Bildordnung und Ornament Thema Müll - projektorientiert unterrichtet Umwelterziehung im Mathematikunterricht – Eine Unterrichtseinheit zum Thema Müll in Klasse 6 Handlungsorientierte Einführung des Konstruktionstextes durch Transfer erarbeiteter Merkmale von Gebrauchsanweisungen. Ein Versuch zum fächerverbindenden Unterricht in Klasse 6 Was hat die Milch mit Mathematik zu tun? Eine Unterrichtseinheit in Klasse 6
Klasse 7	Werteerziehung in Mathematik? – Prozentrechnen, Volumenberechnungen u.a. in Klasse 7 am Beispiel einer fächerübergreifenden ökologischen Betrachtung Symmetrien am Freiburger Münster
Klasse 8	Mathematik und Energie – Ein mathematischer Beitrag zur Umwelterziehung in Klasse 8
Klasse 9	Rauchen und Mathematik – Eine Lehreinheit in Klasse 9 Berechnungen rund um eine Photovoltaikanlage Wie weit, wie breit, wie hoch? Sehen und bildliche Darstellung – unter den Gesichtspunkten des fächerverbindenden Un-

	terrichts
	Der Treibhauseffekt – Verknüpfung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge
	Der goldene Schnitt in der Kunst und Natur
Klasse 10	Simulation dynamischer Prozesse, ein fächerverbindendes Projekt in Mathematik, Biologie, Gemeinschaftskunde und Physik
	Der Einsatz des Computers in Biologie am Beispiel der Simulation von Populationsdynamik bei Räuber-Beute-Beziehungen
	Immunsystem und Abwehr
	Trigonometrie im Gelände. Eine Einführung der Trigonometrie in Klasse 10 mit Meßübungen im Freien.
	Vermessung – Eine praxisorientierte Einführung in die Trigonometrie
Oberstufe	Platonische Körper in Mathematik und Chemie
	Das Unendliche in Mathematik und Theologie.

Die Liste ließe sich weiter fortsetzen. Der Trend, handlungsorientierte und fächerverbindende Themen in pädagogischen Arbeiten zu stellen und diese möglichst über Veröffentlichungen anderen Mathematiklehrern zugänglich zu machen, ist sehr zu begrüßen und weiter zu fördern. Die Referendare nehmen Anregungen gerne an. In der Regel können diese Arbeiten durchwegs als gelungen angesehen werden.

3. Über die Vorteile eines derartigen Unterrichts

Heymann schreibt:

"Der allgemeinbildende Mathematikunterricht sollte Schüler dazu befähigen, Mathematik auch dort zu 'sehen', wo sie bei flüchtiger Betrachtung unsichtbar bleibt. Das Anwenden von Mathematik oder das 'mathematische Modellieren' bekommt damit eine besondere Bedeutung. Zwar läßt sich der Mathematikunterricht nicht durchweg von Anwendungsproblemen her und auf Anwendungsprobleme hin gestalten. Aber im herkömmlichen Mathematikunterricht kommen solche Probleme meist zu kurz: Sie dienen oft nur als 'motivierende' Einstiegsbeispiele oder werden in Gestalt realitätsfremder 'eingekleideter Aufgaben' an systematische Kurse angehängt." (Heymann, S. 48)

Die in Abschnitt 1 vorgestellten Beispiele tragen dieser Ansicht voll Rechnung. An ihnen wird Mathematik gemacht bzw. Mathematik erfahren in ihrer ganzen Breite. Es sollen im folgenden vier Punkte näher betrachtet werden, die die Vorteile eines Mathematikunterrichts, der derartige Projekte wiederholt in den üblichen Unterricht einflicht, aufzeigen und die durch die bisherigen Erfahrungen bestätigt werden. Dabei ist nicht an Vollständigkeit gedacht.

3.1 Starke Förderung der Motivation – Akzeptanz der Mathematik

Es ist allgemein bekannt, daß eines der wichtigsten Elemente im Lernprozeß die *Motivation* ist. Hier liegen bei einem nicht geringen Teil der Schülerinnen und Schüler die Defizite des Mathematikunterrichts. Es muß im Mathematikunterricht viel auf Vorrat gelernt werden, man denke an die Termumformungen, die linearen Gleichungssysteme oder die Bruchgleichungen und -ungleichungen in der Sekundarstufe 1. Hier bringen fächerverbindende Ansätze sicher einen großen Motivationsschub. Die Erfahrungen bestätigen das eindeutig.

Es läßt sich vor allem leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern in der Sekundarstufe 1 schwer vermitteln, daß die Mathematik per se eine eigenständige Wissenschaft ist. Dies gilt auch für viele Abiturienten. Gerade bei diesen Schülern stellen sich mit dem handlungsorientierten, fächerverbindenden Lernen auch Erfolge im "normalen" Mathematikunterricht ein. Würden in jeder Klassenstufe ein bis zwei längerfristige Projekte (drei bis vier Wochen) zu einem für Schüler interessanten Thema zur quantitativen Erschließung angeboten, so würde wahrscheinlich vom Schüler der Sinn der Mathematikunterrichts nicht mehr in Frage gestellt. Dies belegen diverse Unterrichtsbeispiele, die in den vergangenen Jahren durchgeführt wurden. Nachfragen bei Schülerinnen und Schülern bestätigen immer wieder, es habe Spaß gemacht, einmal selbst etwas "finden" oder "machen" zu können.

3.2 Von der künstlichen Anwendung der Mathematik zur Realität

Der Schüler sieht bei einem häufiger stattfindenden fächerverbindenden Ansatz die Mathematik in einen größeren Rahmen eingebunden. Insbesondere bei der Aufbereitung von langfristig zu unterrichtenden fächerübergreifenden Themen wird nicht kleinschrittig eine "Anwendung" vorgestellt, bei der von vorneherein feststeht, welches mathematische Teilgebiet hierzu herangezogen werden muß. *Aus der künstlichen Anwendungsaufgabe wird ein Anwendungskomplex.* Man muß aber auch erkennen, daß der Mathematiklehrer den Mut haben muß, Bereiche propädeutisch anzusprechen, die erst später im Lehrplan mathematisch eingehend behandelt werden (Berechnung des Inhalts krummlinig begrenzter Figuren, Quadrat- oder Kubikwurzeln, etc.). Dies bringt aber keinesfalls Nachteile für den Mathematikunterricht; im Gegenteil: Hier können und müssen die Schüler *Kreativität* entwickeln. Neue Fragehaltungen wecken die Neugier auf die Behandlung des Themas im Mathematikunterricht. Der Unterricht kann zum forschenden Unterricht werden. Ich zitiere dazu Heymann:

"Durch die Beschäftigung mit Problemen, bei denen – im Unterschied zu den traditionell eingekleideten Aufgaben – keineswegs von vornherein klar ist, ob Mathematik, (und wenn, welche) zu ihrer Lösung dienlich sein kann, können Schüler etwas über Mathematik und das betreffende Stück Welt lernen." (Heymann, S. 48)

In einem derartigen Unterricht ist es möglich, vielschichtige Zusammenhänge zu durchschauen, zu ordnen oder gar darzustellen. Es kommt zu Denkanstößen und Lösungsansätzen für die Behandlung von Teilgebieten der Mathematik.

Auch können dabei die Möglichkeiten und Grenzen der Mathematik ausgelotet werden. In einem derart gestalteten Unterricht ist es möglich, die Mathematik als lebendige Wissenschaft den Schülern vorzustellen.

3.3 Soziale Qualifikationen werden gefördert

Diese Art von Unterricht gibt den Schülern die Möglichkeit der Arbeit im *Teamwork*. Dieser Sachverhalt wurde insbesondere in der TIMS-Studie am deutschen Unterricht sehr bemängelt. Es ist möglich und notwendig, mit derartigen Projekten den im Mathematikunterricht vorherrschenden fragend-entwickelnden Unterrichtsstil zu unterbrechen. Vorherrschend ist bei derartigen Projekten die Gruppenarbeit. In der Gruppe werden Ideen gesammelt, diskutiert, verworfen oder akzeptiert. Das Team schafft gemeinsam an einem Thema, der Schüler ist kein Einzelkämpfer mehr. Übereinstimmend wird gerade die Gruppenarbeit in pädagogischen Arbeiten von Schülern und Referendaren immer wieder als besonders gelungen geschildert.

Freilich wird man ohne fragend-entwickelnden Unterrichtsstil insgesamt keine Mathematik auf unserem derzeitigen Niveau unterrichten können. Trotzdem ist das Arbeiten im Team von so eminenter Wichtigkeit, daß man es stärker fördern muß, worüber heute auch allgemeiner Konsens besteht.

3.4 Vom Nutzen für den Mathematikunterricht

Es besteht m.E. kein Widerspruch zur Auffassung von dem, was die Mathematik will, wenn der Unterricht stärker realitätsbezogen, und damit fächerverbindend, gestaltet und das *Modellieren* mehr in den Mittelpunkt des Mathematikunterrichts gestellt wird. Sind nicht alle Probleme, die die Mathematik aufgegriffen und gelöst hat, letztendlich aus Problemen der realen Welt entstanden? Man mußte in frühester Zeit Zahlen erfinden, um Abgaben in Form von Nahrungsmitteln für den Herrscher schriftlich festzuhalten. Man hat Wahrscheinlichkeitsrechnung eingeführt, als das Glücksspiel ein wichtiges Lebenselement wurde. Man hat die Mengenlehre forciert, als Massenerscheinungen immer mehr das Leben beherrschten. Man hat die Statistik ausgebaut, als immer mehr Probleme des Absatzes und der Erzeugung von Waren an Bedeutung gewannen. Die Aufzählung ließe sich fortsetzen.

Im Unterricht können wir nicht neue Teilgebiete erforschen; wir können aber dem Schüler zeigen, wie man abstrahiert, wie man ein reales Modell mathematisch beschreiben kann und wie man die gewonnenen Erkenntnisse wieder in die Realität umsetzen kann. Dieses Wissen wird heute stärker in unserer Gesellschaft verlangt. Heute sind aufwendige Rechnungen mit Hilfe des Computers in Sekundenschnelle durchgeführt, wo früher viel mathematischer Aufwand nötig war. Es kann also nicht Aufgabe des Mathematikunterrichts sein, die Schüler so stark wie bisher mit langwierigen Algorithmen zu beschäftigen. Angesagt ist die Mathematisierung realer Sachverhalte und ihre Rückinterpretation. Man wird so auch leichter Grenzen der Mathematik aufzeigen können.

"Aktives mathematisches Modellieren schult darin, alltägliche Phänomene 'mit anderen Augen' zu sehen, nämlich im Hinblick auf grundlegende Strukturen. Und gleichzeitig bietet ein Mathematikunterricht, in dem aktives Modellieren gepflegt wird, Gelegenheiten zur Reflexion darüber, daß (und warum) nicht alles, was wichtig ist im Leben, mathematisch modellierbar ist." (Heymann, S. 48)

4. Zur Problematik eines fächerübergreifenden handlungsorientierten Unterrichts

Die Meinung, es sei einfach, einen derartigen Unterricht zu realisieren, ist nach unseren Erfahrungen falsch. Es stellen sich eine Reihe von Barrieren in den Weg, die gesehen werden müssen. Man sollte aber willens sein, sie gemeinsam aus dem Weg zu räumen. Dies ist in der derzeitigen Situation nicht ganz einfach, zumal zahlreiche Kolleginnen und Kollegen inhaltlich den Weg des Mathematikunterrichts bestimmen, die schon seit Jahrzehnten einen fragend-entwickelnden Unterricht praktiziert haben. Sieht man einmal davon ab, so bleiben noch eine Reihe von Problemen, die nicht außer Acht gelassen werden dürfen. Vier von diesen möchte ich im folgenden kurz beleuchten.

4.1 Materialbeschaffung und didaktische Aufbereitung

Soll ein handlungsorientiertes Thema unterrichtet werden, so muß sich die Kollegin bzw. der Kollege in dem Bereich kundig machen. Nimmt man etwa das Thema "Rauchen und Mathematik", so benötigt man zunächst eine Reihe von Ideen, was man überhaupt näher untersuchen will. Hat man eventuell einige Vorstellungen, so ist es nötig, sich *Materialien* zu besorgen, die für die Einheit einsetzbar sind. Da es (noch) keine geeignete Stelle gibt, muß man sich die Materialien selbst besorgen, bei Ämtern oder Behörden, Geschäften und dergleichen. Die Materialien erweisen sich dann zum Teil als ungeeignet; sie können nicht immer direkt im Unterricht eingesetzt werden. Damit ist es unerläßlich, sie didaktisch aufzubereiten, um sie sinnvoll einsetzen zu können. Dazu ist ein großer Zeitaufwand nötig.

Da die üblichen Lehrbücher derartige Themen kaum anbieten, geschweige denn aufbereiten, ist die Vorbereitung für den einzelnen Kollegen in der Regel unverhältnismäßig groß. Es gibt allerdings zunehmend kleinere Verlage und Zeitschriften, die dieses Problem erkennen und versuchen, diese Lücke auszufüllen. Hierbei Fortschritte zu erzielen, versprechen auch Angebote verschiedener Institute im Internet. Es sei hier stellvertretend für andere die Datenbank *Fächerverbindender Unterricht* des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (Ref. II/4, Postfach 10 34 42, 70029 Stuttgart) genannt mit der Adresse http://lbs.bw.schule.de/unterricht/works.html. Damit besteht die Möglichkeit der relativ raschen Einsichtnahme in die Materialien der Kollegin bzw. des Kollegen, der das entsprechende Thema bereits unterrichtet hat.

Ich glaube, daß es eine große Chance für die Lehrerausbildungsseminare ist, junge Lehrer in diese Richtung "forschen" zu lassen, wie dies insbesondere am Seminar in Rottweil seit mehreren Jahren geschieht. Dort werden gemeinsam Themen gesucht, die Schüler je nach Klassenstufe interessieren könnten *(Wie viele Blätter trägt ein Baum?)* oder die einen besonders erzieherischen Wert *(Rauchen und Mathematik)* haben. Diese werden dann in mehreren Sitzungen hinsichtlich ihres mathematischen Gehaltes gemeinsam durchforstet, wobei der Referendar federführend ist, der dieses Thema später zu einer pädagogischen Arbeit ausgestalten will. Auf diese Weise wird im Team relativ rasch erkannt, ob ein derartiges Thema für ein längeres Projekt geeignet ist oder nicht. In den Sitzungen, in denen dieses Thema behandelt wird, nehmen in der Regel auch erfahrene Mathematiklehrer verschiedener Gymnasien auf freiwilliger Basis teil. Auf diese Weise wurden bisher eine ganze Menge der oben genannten Themen gefunden und in ein didaktisches Konzept gebracht.

4.2 Stoffreduktion

Es ist schwierig, in unserer Zeit Veränderungen durchzuführen. Es wäre aber notwendig, einige Bereiche aus dem Lehrstoff zu streichen und sie zu ersetzen durch fächerübergreifende praktisch orientierte Themen. Aber wie sich schon in den letzten beiden Lehrplanreformen zeigte, ist man in der Regel nicht bereit, das *Stoffwissen zu reduzieren, um stärker soziale Qualifikationen fördern* zu können. Natürlich sind Kreativität oder Teamworkfähigkeit nicht reproduzierbar wie die binomischen Formeln. Ist dies aber bei allen Lernprozessen nötig? Ist nicht die Erziehung zu mathematischem Denken ein Prozeß, der nicht unbedingt mit der Wiedergabe von Stoff seinen Abschluß finden muß? Hat der Schüler mehr Erfahrung im Modellieren, so kann er sich sicher erheblich leichter andere mathematische Methoden und Inhalte aneignen, sofern er sie benötigt. Gerade bei den heute zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln wäre dies problemlos. In diesem Bereich gehen allerdings die Meinungen sehr weit auseinander.

4.3 Offene Fragestellungen und Unsicherheit

Der fächerverbindende Unterricht ist in einzelnen Teilen sicher nicht mehr linear. Die Fragestellungen werden offener. Dadurch wird der Fachlehrer mehr gefordert, wie auch aus den pädagogischen Arbeiten deutlich wird: Er muß lernen, nicht mehr alles deterministisch vorzugeben, er muß das Steuer gelegentlich aus der Hand geben und nicht zuletzt einen “Unsicherheitsfaktor” in Kauf nehmen. Er muß flexibler denken, muß auch Wege akzeptieren, die er nicht “angedacht” hat. Der Mathematiklehrer ist in einzelnen Bereichen nicht mehr allwissend, er kann irren, eines Besseren belehrt werden, auch von Schülern. Dies ist für einen Mathematiker, der in der Regel auch an der Hochschule immer nur Mathematik starr vorgesetzt bekommen hat, nicht einfach. Ich glaube aber, daß es Sache der Lehrerausbildung ist, hier eine Vorreiterrolle zu übernehmen. Die Bereitschaft dazu ist weitgehend vorhanden.

4.4 Organisatorisches – Prüfungen

Beinahe unlösbare Probleme ergeben sich allerdings in organisatorischer Hinsicht. Eine scharf abgegrenzte 45-Minuten-Stunde und ein handlungsorientierter, fächerübergreifender Unterricht widersprechen sich in höchstem Maße. Ein Kollege drückt dies wie folgt aus: “Die Rahmenbedingungen an den Schulen passen in keiner Weise zu den hehren Zielen, die im Lehrplan im Zusammenhang mit den fächerübergreifenden Themen genannt werden. Das starre Stundenthema kann praktisch nicht durchbrochen werden...”. Man muß auch festellen, daß sich die Bereitschaft der Kollegen im Rahmen hält, sich zusätzlich zu engagieren. Und dies ist bei einem fächerübergreifenden Unterricht notwendig.

Eng verwandt mit dem eben erläuterten Punkt ist, daß sich die starre Form des (Zentral-)Abiturs ändern muß. Es ist in der derzeitigen Form bei stärker fächerverbindendem Unterricht nicht durchführbar. Man muß das Abfragen von Wissen auf einen Grundstoff reduzieren und statt dessen nach anderen Wegen suchen, die geförderten Kompetenzen zu testen. Dies werden Vorträge, Präsentationen, Kurzarbeiten, Aufsätze zu bestimmten Themen oder ähnliches sein, wie die Erfahrungen aus entsprechenden Unterrichtsversuchen zeigen. Es handelt sich dabei sicher um anspruchsvollere “Prüfungen” als es Klassenarbeiten oder andere Kurzprüfungen sind und sie haben im Hinblick auf die Berufsvorbereitung sicher einen höheren Stellenwert.

5. Schlußbemerkungen

Es zeigt sich, daß der fachübergreifende und fächerverbindende Unterricht eine Chance ist für die Akzeptanz der Mathematik in der Gesellschaft. Er hilft Schülern in vielerlei Hinsicht, insbesondere im Hinblick auf die Motivation, Mathematik zu treiben. Er erlaubt ihm aber nicht mehr in dem Ausmaß wie bisher, sich an Algorithmen festzuhalten. Damit wird er möglicherweise auch anspruchsvoller als früher. Auf der anderen Seite möchte ich zum Schluß folgendes klarstellen: Es geht nicht darum, den Mathematikunterricht in seiner bisherigen Form abzulehnen und ihn durch einen fächerverbindenden, fächerübergreifenden Unterricht zu ersetzen. Das wäre ein fatales Mißverständnis! Vielmehr geht es auch in der Ausbildung um folgendes:

1) Der Mathematikunterricht sollte stärker durch Kleinformen handlungsorientierten Unterrichts angereichert werden als es bisher der Fall ist.
2) Es müßten pro Schuljahr ein bis zwei fächerverbindende bzw. fachübergreifende Unterrichtseinheiten oder Projekte durchgeführt werden. Diese müßten so gestaltet sein, daß sie auf die Interessenslage der Schüler und das bisherige Stoffwissen Rücksicht nehmen.

6. Literatur

Heymann, Werner: Mathematikunterricht und sein (möglicher) Beitrag zur Allgemeinbildung. – In: Pädagogik (1997) H. 1, S. 46–49

Hug, Peter: Rauchen und Mathematik – Eine Lehreinheit in Klasse 9. – Pädagogische Prüfungsarbeit am Seminar Rottweil, 1997

Reinelt, Günther: Wasser und Mathematik. Arbeitsmaterialien zur Sekundarstufe 1. – Augsburg: A. J. Radicke, 1997

Wagner, Ulrich; Reinelt, Günther: Wie viele Blätter trägt ein Baum? Arbeitsmaterialien zur Sekundarstufe 1. – Augsburg: A. J. Radicke, 1997

Autor

Reinelt, Günther, Prof. Dr., Kniebisstr. 4, D-78083 Dauchingen. E-mail: GReinelt@t-online.de