

Naturwissenschaften und Politische Bildung

Anmerkungen zum mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht aus der Perspektive der Politischen Didaktik

Wolfgang Sander

Vorbemerkung

Wer sich aus der Sicht der Politischen Didaktik zum mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht äußern will, begibt sich auf unsicheren Grund. Die Kommunikationsschwierigkeiten zwischen Naturwissenschaftlern auf der einen und Geistes- und Sozialwissenschaftlern auf der anderen Seite sind nach wie vor beträchtlich, und nicht selten verhindern Rivalitäten und Vorurteile zwischen Lehrern beider Fächergruppen eine konstruktive Zusammenarbeit in der Schule. Dennoch darf eine Gesamtkonzeption der politischen Bildung in der Schule vor dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht nicht haltmachen. Im vorliegenden Beitrag soll in Form eines knappen Problemaufrisses deutlich werden, daß die Einbeziehung der Naturwissenschaften in den Reflexionshorizont der Politischen Didaktik sachlich geboten und pädagogisch fruchtbar ist.

1. Politische Bildung als Unterrichtsprinzip – eine Basisthese

Wenngleich ein eigenes Fach für die Politische Bildung in der Schule unverzichtbar ist, kann doch politisches Lernen nicht auf dieses Fach reduziert werden – über diesen Satz besteht in der pädagogischen Diskussion weitgehend Konsens. Vermutlich dürfte sich ferner Konsens darüber erzielen lassen, daß zwei historische Lösungen des damit aufgeworfenen Problems der politischen Bildung als Unterrichtsprinzip anderer Fächer schwerlich als sachadäquat betrachtet werden können: zum einen eine allumfassende, die Lerngegenstände aller Fächer ebenso wie die Schüler vergewaltigende Ideologisierung der Schule, wie sie der Nationalsozialismus vorgeführt hat,¹ und zum anderen die Reduktion der politischen Bildung auf Appelle an ein partnerschaftliches zwischenmenschliches Verhalten, die faktisch auf den Versuch einer Entpolitisierung der schulischen Erziehung insgesamt hinauslief.² Der Weg dazwischen ist freilich von der Politischen Didaktik erst in Ansätzen diskutiert worden. Ein tragfähiges Gesamtkonzept für die politische Bildung als Unterrichtsprinzip liegt bisher nicht vor und kann nur im interdisziplinären Dialog erarbeitet werden. Ausgangspunkt für die Formulierung eines solchen Konzepts könnte die folgende These sein:

Jedes Unterrichtsfach der Schule hat eine politische Dimension. Es gibt keinen ganz und gar unpolitischen Unterricht, der Rückzug auf eine apolitisch verstandene Sachlichkeit ist eine Selbsttäuschung. Entsprechend geht es bei der politischen Bildung als Unterrichtsprinzip nicht um eine illegitime Politisierung anderer Fächer, nicht um ein Herantragen von Themen und Zielen, die dem sachlichen Gegenstand des jeweiligen Faches fremd sind, sondern um die Thematisierung der dem jeweiligen Gegenstandsbereich von vornherein inhärenten politischen Dimension.

Einige wenige Hinweise müssen hier zur Erläuterung und Begründung dieser These genügen.³ Die Rede von der „politischen Dimension“ jedes Gegenstandsbereichs der Schule geht zum einen davon aus, daß der komplexe, interdependente Zusammenhang von Staat und Gesellschaft in den industrialisierten Ländern eine klare analytische Trennung von politischen und unpolitischen Lebensbereichen nicht zuläßt. Die Regelung der gemeinschaftlichen Angelegenheiten, die hier als die politische Dimension des menschlichen Lebens angesehen wird, läßt sich nicht auf die Ebene der Entscheidungsbildung der staatlichen Organe reduzieren; sie wird auch beeinflußt etwa von den Investitionsentscheidungen großer Unternehmen oder von der Vermittlung grundlegender Wertvorstellungen und Verhaltensmuster in der Primärsozialisation. Zum anderen soll die Formulierung „politische Dimension“ vor einer unzulässigen Verallgemeinerung des Politikbegriffs warnen; das Politische ist nicht die einzige Dimension des menschlichen Lebens und (beispielsweise) das Zusammenleben in der Familie läßt sich nicht auf die politische Sozialisationsfunktion reduzieren.

Die genannte These besagt ferner, daß der Versuch des Ausweichens vor der politischen Bildung als Unterrichtsprinzip notwendig zu einer Selbsttäuschung führt. Die politische Dimension eines Lerngegenstandes wird ja nicht aufgehoben, nur weil der Lehrer oder Fachdidaktiker sie nicht wahrhaben will, eher ist zu befürchten, daß sie unbegriffen, als stillschweigende Erziehung zur Anpassung, umso gründlicher im Unterricht wirksam wird.

Ein zweiter Aspekt der politischen Bildung als Unterrichtsprinzip soll hier nur am Rande angesprochen werden: In jedem Unterricht wird nicht nur an Inhalten gearbeitet, sondern findet immer auch soziales Lernen statt, d. h. die Schule trägt – ob vom Lehrer beabsichtigt oder nicht – zur Prägung des Sozialverhaltens und der Charakterstruktur der Schüler bei und hat auch auf dieser Ebene Einfluß auf deren späteres politisches Verhalten. Politische Bildung als Unterrichtsprinzip muß daher intentionales soziales Lernen in allen Fächern einbeziehen.

2. Vermutungen über politische Wirkungen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts

Wenn die These zutreffend ist, daß jedes Unterrichtsfach immer schon eine politische Dimension hat, dann müßten sich politische Wirkungen auch

für die hier zur Diskussion stehende Fächergruppe, in der ein dezidiert apolitisches, auf objektive Kenntnisgewinnung und -vermittlung abhebendes wissenschaftliches Selbstverständnis wohl noch am weitesten verbreitet ist, nachweisen lassen. Da eine umfassende politische Bilanz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts noch aussteht,⁴ läßt sich dieser Nachweis derzeit nicht lückenlos führen; wohl aber scheint es möglich und sinnvoll, einige begründete Vermutungen und Hypothesen zu dieser Frage zu formulieren. So darf auf der Ebene des sozialen Lernens angenommen werden, daß problematische Sozialisationswirkungen der Schule als Institution in besonderem Maße in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern wirksam werden. Stichwortartig sei auf die sich vorrangig aus der Selektions- und Allokationsfunktion der Schule ergebende abstrakte, d. h. von konkreten Lerninteressen abgelöste Leistungs- und Konkurrenzorientierung des Sozialverhaltens, die Gewöhnung an fremdbestimmtes Arbeiten sowie die Tendenz zur Verdrängung affektiver Impulse aus der „offiziellen“ Kommunikation hingewiesen. Die besondere Rolle des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts hierbei erklärt sich zum einen schon aus dem – mit Ausnahme einer kurzen Unterbrechung nach dem Zweiten Weltkrieg dank intensiver Lobbytätigkeit von Fachverbänden, Industrie und Militär in den letzten 100 Jahren ständig gestiegenen⁵ – hohen Anteil an Unterrichtsstunden für diese Fächer, zum anderen aber aus der Aura scheinbarer Objektivität, die die Kenntnisvermittlung und die Notengebung in diesen Fächern umgibt. Hier geht es scheinbar nur um harte Fakten, die man kennt oder nicht kennt, um nachprüfbares, abfragbares Wissen. Im Zweifel kann die Verantwortung für Schulversagen in diesem Bereich relativ leicht dem Desinteresse oder der mangelnden Intelligenz der Schüler zugeschoben werden.⁶ Entsprechend ist die Dominanz des Lehrers, der das vorgeblich über alle Relativierungen erhabene Wissen repräsentiert, im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht noch weitgehend ungebrochen. Er legt die Inhalte und Lernformen des Unterrichts fest, in der Regel mit Hilfe von Lehrbüchern und Materialien, die sich an der inneren Systematik der jeweiligen Universitätsdisziplin orientieren und die Relevanz von Unterrichtsthemen nicht an Lebenssituationen, sondern an ihrer Bedeutung für das Verständnis nachfolgender Themen im jeweiligen Fach festmachen. Die Systematik der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer erscheint so den Schülern (und den Eltern) als ein objektives Gegenüber, auf das sie als Laien keinen Einfluß nehmen können.

Damit ist zugleich eine Leistung dieser Fächer für die politische Bewußtseinsbildung berührt. Es ist anzunehmen, daß die angedeutete Orientierung an einem sich als wertfrei verstehenden, auf vorgeblich politikfreie Tatsachen abhebenden Wissenschaftsverständnis eine Tendenz zur Übertragung technologischer Steuerungsmodelle auf die menschliche Lebenswelt unterstützt. Jürgen Habermas hat diese Tendenz unter dem Titel „Technik und Wissenschaft als Ideologie“ analysiert;⁷ seine Untersuchung läuft auf die These hinaus, daß in zunehmendem Maße in der heutigen Gesellschaft an

die Stelle traditioneller Ideologien eine „Ersatzgrammatik“ tritt, die Politik nach dem Muster zweckrationalen Handelns im wesentlichen als Vollzug von Sachzwängen begreift, mit der Konsequenz einer Austrocknung politischer Öffentlichkeit und damit einer Entpolitisierung der Masse der Bevölkerung. Entscheidungen, die für die Lebensbedingungen der Menschen von hoher Relevanz sind, werden dann nicht mehr als *politische* Alternativen zur Diskussion gestellt und nach demokratischen Prinzipien entschieden, sondern „Experten“ überlassen, die in der Lage sind, die erforderlichen Konsequenzen aus einem quasi-autonomen Fortschritt von Wissenschaft und Technik zu ziehen.

Die subjektive Seite dieser Entwicklung, der Glaube an die politikfreie Kompetenz von Experten im Kontext eines technokratischen Verständnisses der menschlichen Lebenswelt, wird, so ist die hier vertretene These, wesentlich vom traditionellen mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert. Hierin liegt sein, weithin unbegriffener, Beitrag zu einer affirmativen politischen Bildung begründet.

Freilich gibt es inzwischen Hinweise darauf, daß die von Habermas analysierte gesellschaftliche Entwicklungstendenz keineswegs unaufhaltsam ist. Die Auseinandersetzungen um die Kernenergie und den Flughafenausbau in Frankfurt können als aktuelle Beispiele dafür gelten, daß relevante Teile der Bevölkerung gegen diesen Trend opponieren und das Recht einfordern, über ihre Lebensbedingungen selbst unmittelbar mitzuentcheiden. Es scheint, als werde der Kompetenzanspruch wissenschaftlicher Experten ebenso wie die Nützlichkeit des naturwissenschaftlichen Fortschritts selbst für die Gestaltung menschenwürdiger Lebensverhältnisse zunehmend problematisiert. Wenn es dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht gelingt, auf diese Situation produktiv im Sinne einer kritischen Selbstreflexion seiner politischen Voraussetzungen und Implikationen zu reagieren, dann ergeben sich erhebliche Chancen für einen Beitrag dieser Fächer zur politischen Bildung, der nicht auf Affirmation, sondern auf die Emanzipation der Schüler im Sinne ihrer Subjektivwerdung⁸ zielt.

3. Politische Bildung als Aufgabe des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts

Ein solcherart emanzipatorischer mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht hätte die politische Dimension seines Gegenstandsbereichs auf drei Ebenen zu thematisieren:

- Die tatsächlichen und möglichen Folgewirkungen der Anwendung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen müssen durchgängig zur Sprache kommen.
- Die gesellschaftlich-politischen Voraussetzungen des Forschungsprozesses und die auf ihn einwirkenden Interessen müssen herausgearbeitet werden.
- Der Wahrheitsanspruch der Naturwissenschaften und der Mathematik

darf nicht einfach vorausgesetzt, sondern muß problematisiert werden. Hierbei müssen kontroverse wissenschaftstheoretische Auffassungen in geeigneter Reduktion zur Sprache kommen.

Wenig Streit dürfte es darüber geben, daß die Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und ihre Folgen ein Politikum ersten Ranges sein kann: Rüstung, Mikroelektronik und Rationalisierung, Ökologie- und Energiepolitik, elektronische Medien, Datenschutz – dies sind einige Stichworte, die auf die Aktualität des Problems hinweisen. Angesichts dieser Situation wird von Vertretern der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer nicht selten mit der grundsätzlichen Unterscheidung von wissenschaftlicher Erkenntnis und gesellschaftlich-politischer Verwendung argumentiert, wobei die letztere nicht in die Verantwortung der Wissenschaft falle und daher in der Schule ihren Ort im Politikunterricht, nicht aber in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern habe. Diese Argumentation übersieht jedoch, daß sich der wissenschaftliche Erkenntnisfortschritt auch in den hier zur Diskussion stehenden Fächern keineswegs allein aus einer autonomen Logik der Forschung ergibt. In welche Richtung geforscht wird, welche Fragen ausgeblendet oder zurückgestellt, welche forciert untersucht werden, dies ist nicht zuletzt eine Macht- und Geldfrage. So könnte die naturwissenschaftliche Forschung an unseren Universitäten ohne Drittmittelprojekte, für die jeweils interessierte Geldgeber gefunden werden müssen, nicht existieren. Ein besonders deutliches Beispiel für den direkten Einfluß politischer Interessen auf die Forschung ist die Nutzung der Kernenergie; sie hat sich keineswegs zwingend aus dem Forschungsprozeß ergeben, sondern hat ihre Wurzel in der politischen Entscheidung der US-Regierung zum Bau der Atombombe, an deren Entwicklung im Rahmen des sogenannten Manhattan-Projekts 539 000 Mitarbeiter beteiligt waren.⁹ Auch die historische Durchsetzung und Verbreitung neuer naturwissenschaftlicher Theorien war keineswegs immer eine Folge besserer Argumente. So weist Paul Feyerabend darauf hin, daß die Durchsetzung des europäischen Wissenschaftsverständnisses gegenüber außereuropäischen Mythen und Kosmologien auch ein Ergebnis nackter Gewalt war: „Diese Ideengruppen und die mit ihnen verbundenen Praktiken (Medizin, zum Beispiel) verschwanden nicht, weil die europäische *Wissenschaft* besser war, sondern weil die europäischen *Soldaten* die besseren Eroberer waren. Man hat nicht geforscht, man hat nicht verglichen. Man hat kolonisiert und die Ideen der kolonisierten Nationen unterdrückt.“¹⁰

Wenn nun zugestanden wird, daß auch die Entwicklung der Forschung selbst über die Setzung von Forschungsprioritäten von gesellschaftlich-politischen Konstellationen mindestens beeinflusst wird, dann bliebe als gewissermaßen letzte Rückzugslinie einer sich wertfrei und objektiv verstehenden Naturwissenschaft der Einwand, daß aber die Erkenntnis selbst, die immanente Logik und die Methoden der Forschung sowie die von ihr entdeckten Gesetzmäßigkeiten vom gesellschaftlich-politischen Kontext unberührt blei-

ben. Ob eine naturwissenschaftliche Aussage richtig oder falsch ist, so könnte argumentiert werden, ist trotz aller Abhängigkeit der Wissenschaftsorganisation von der gesellschaftlich-politischen Situation kein politisches Problem, sondern eine Frage, die wissenschaftsimmanent und wertfrei entschieden werden kann und muß. Aber auch auf dieser, im engeren Sinn erkenntnistheoretischen Ebene liegen die Dinge komplizierter, als es auf den ersten Blick scheinen mag. Die Natur erschließt sich ja dem Forscher nicht durch bloße Anschauung (oft widersprechen die von den Naturwissenschaften formulierten Naturgesetze der alltäglichen Erfahrung, so z. B. das Fallgesetz, das schon nach Galilei nur im luftleeren Raum mit der Beobachtung übereinstimmt); sie beantwortet nur die Fragen, die ihr gestellt werden, und sie beantwortet sie nicht unabhängig von den Implikationen der Fragen.

Solche Implikationen ergeben sich bereits aus der Bedeutung der sprachlichen Vorverständigung über die Relevanz möglicher Ergebnisse innerhalb der Forschergemeinschaft. Günter Petersen hat mit Recht darauf hingewiesen, daß jede „Forschergemeinschaft . . . schon immer, um sich überhaupt konstituieren zu können, einen unausdrücklichen Konsens über das, was als wissenschaftswert zu gelten hat, (benötigt). . . . Nur eine vorangegangene kommunikative Vorverständigung über die Wertproblematik kann zu einer intersubjektiven Einstimmigkeit über Einfachheit, Exaktheit, Standardmethoden und bezüglich der Möglichkeit von Konsistenzprüfungen führen. Die Frage nach exakten wissenschaftlichen Lösungen ist immer schon an die umgangssprachliche Vorverständigung über das Wissenswerte, d. h. das für die Gesellschafts- und Wissenschaftsentwicklung Nützliche rückgebunden. Diese Vorverständigung ist gerade nicht durch eine Logik der Forschung herbeiführbar; ihr eignet vielmehr eine wesentliche umgangssprachliche Dimension.“¹¹

Ferner ist naturwissenschaftliche Erkenntnis nicht möglich, ohne daß der Forscher selbst in die Natur eingreift und sie dabei partiell verändert – durch Instrumente und Geräte, durch experimentelle Anordnungen, durch Segmentierung und Isolierung von Einzelheiten aus einem komplexen Zusammenhang. So sind sich die Physiker heute „durchaus nicht mehr darüber im klaren, ob die zahlreichen Elementarteilchen, die in großen Beschleunigern beobachtet werden, nicht doch nur Experimentalergebnisse sind, die ohne ihre künstlichen Bedingungen in der Natur nicht vorzufinden sind.“¹² Die Ergebnisse von Experimenten schließlich sind zunächst nichtssagend (etwa der Zeigerausschlag eines Meßinstruments); sie werden erst durch *Interpretation* zu Aussagen über die Natur. Diese Interpretation aber ist nicht möglich ohne einen vorgängigen Sinnbezug und ohne Theorie. Reine Tatsachen ohne Theorie gibt es auch in den Naturwissenschaften nicht, die Tatsachen konstituieren sich vielmehr erst im Kontext von Theorien. Mit anderen Worten: Was als „Tatsache“ zu gelten hat und was nicht, ist nicht zeitlos feststellbar, sondern wird jeweils von der Forschergemeinschaft entschieden.

Max Horkheimer hat darauf aufmerksam gemacht, daß dieser Ermessens-

spielraum zugleich ein Einfallstor gesellschaftlich-politischer Interessen ist: „Ob das Auffinden neuer Varietäten auf einzelnen Gebieten der anorganischen oder organischen Natur, sei es im chemischen Laboratorium oder bei paläontologischen Forschungen, zur Änderung alter Klassifikationen oder zum Entstehen neuer den Anlaß bildet, läßt sich keineswegs nur aus der logischen Situation ableiten. Die Erkenntnistheoretiker pflegen sich hier mit einem nur scheinbar ihrer Wissenschaft immanenten Begriff der Zweckmäßigkeit zu helfen. Ob und wie neue Definitionen zweckmäßig aufgestellt werden, hängt in Wahrheit nicht bloß von der Einfachheit und Folgerichtigkeit des Systems, sondern unter anderem auch von Richtung und Zielen der Forschung ab, die aus ihr selbst weder zu erklären noch gar letztlich einsichtig zu machen sind.“¹³ Entsprechend entwickeln sich naturwissenschaftliche Theorien nicht, wie eine native Wissenschaftsgläubigkeit oft auch heute noch meint, in einem stetigen Prozeß fortschreitender Erkenntnis. Thomas S. Kuhn hat gezeigt, daß die Theoriegeschichte der Naturwissenschaften ganz wesentlich von dramatischen Umbrüchen – er spricht von „wissenschaftlichen Revolutionen“¹⁴ – gekennzeichnet ist, die das wissenschaftliche Denkgebäude jeweils von Grund auf verändert haben. Dabei fällt auch auf, daß manche Denkmodelle, wie z. B. die Atomtheorie oder die Annahme, die Erde drehe sich um die Sonne, in der Wissenschaftsgeschichte mehrmals aufgetaucht und wieder verschwunden sind – ein Phänomen, das mit der Vorstellung eines stetigen Fortschreitens der Erkenntnis schwerlich vereinbar ist.

Eine Wissenschaftsgeschichte, die frei von naturwissenschaftlicher Apologetik auch der Frage nachgeht, inwieweit und in welcher Weise das Auftauchen und die Durchsetzung neuer Theorien in wissenschaftlichen Revolutionen in einem Zusammenhang mit grundlegenden *gesellschaftlich-politischen* Umwälzungen steht, muß erst noch geschrieben werden.¹⁵ Es ist nicht die Aufgabe der Politischen Didaktik, diese Frage – die ja nichts anderes ist als die Frage nach der Möglichkeit einer vom jeweiligen gesellschaftlich-politischen Kontext unabhängigen Naturerkenntnis – zu entscheiden. Dies ist nicht einmal die Aufgabe der naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken; für den schulischen Unterricht ist nicht die fertige Antwort, sondern die Offenlegung der Probleme von entscheidender Bedeutung.

4. Einige Anmerkungen zur didaktischen Struktur eines emanzipatorischen mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts

Sollen die mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer die hier skizzierte politische Dimension ihres Gegenstandsbereichs im Sinne einer Orientierung an der Leitidee einer emanzipatorischen Erziehung reflektieren, dann bedarf es einer grundlegenden Revision ihrer didaktischen Konzeption. Ein geschlossenes Konzept für eine solche Revision kann und soll hier nicht zur Diskussion gestellt werden; die folgenden Überlegungen sollen lediglich

ohne Anspruch auf Vollständigkeit und Originalität durch Hinweise auf zentrale Elemente eines solchen Konzepts die Richtung der intendierten Revision andeuten.

4.1 Es wäre ein Mißverständnis der unter 3. ausgeführten wissenschaftstheoretischen Überlegungen, wenn man aus ihnen die Forderung ableiten wollte, nun müsse an die Stelle des traditionellen mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts eine Art permanentes wissenschaftsgeschichtliches und wissenschaftstheoretisches Colloquium treten. Eine solche Konsequenz würde die Problematik eines lediglich am fachwissenschaftlichen Diskussionsstandes orientierten Unterrichts in neuer Form reproduzieren; dagegen erfordert die hier vertretene Perspektive der Subjektwerdung der Schüler eine primär *pädagogisch* orientierte Auswahl und Strukturierung der Lerngegenstände. Intendiert ist damit ein mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht, der sich – zumindest bis zum Ende der Sekundarstufe I – nicht als Ausbildung künftiger Experten, nicht als Wissenschafts- und Studienpropädeutik versteht, sondern seine allgemeinbildende Aufgabe ernst nimmt. Das spezifische Vorverständnis der Schüler von und ihr Interesse an Mathematik und Naturwissenschaften wären dann nicht nur am Rande (etwa für den „Einstieg“), sondern als inhaltsstrukturierende Momente in die Unterrichtsplanung einzubeziehen. Eine solche „Pädagogisierung“ des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts würde die Abkehr von der bloßen Abbildung der Fachsystematik im Unterricht und die Orientierung an den Prinzipien des exemplarischen und problemorientierten Lernens implizieren, eine Orientierung, die Martin Wagenschein seit längerer Zeit mit leider geringer Resonanz in die einschlägige fachdidaktische Diskussion einzubringen bemüht ist.¹⁶

Wenngleich sich die systematische Konzeptionierung eines solchen Unterrichts noch im Anfangsstadium befindet, zeigen eine Reihe von Praxisberichten, daß die genannten Prinzipien auch für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht fruchtbar sind. So berichten Klaus Hahne u. a. von Unterrichtsprojekten zu den Themen „Rauchen“, „Fliegen in Natur und Technik“ und „Moped“, in denen versucht wurde, die Interessenlage der *Schüler* und die Schaffung von realen Handlungsmöglichkeiten (z. B. Bau eines kleinen „Raketenautos“) zu Strukturierungsprinzipien des Unterrichts zu machen.¹⁷ Der Bau eines Go-carts steht im Zentrum eines Unterrichtsprojekts, bei dem gewissermaßen „nebenbei“ u. a. das Prinzip der schriftlichen Multiplikation erarbeitet wurde.¹⁸ Eine Vielzahl weiterer Beispiele für einen projektorientierten Mathematikunterricht sind ferner von Wolfgang Münzinger¹⁹ sowie im Rahmen der „Mathematischen Unterrichtseinheiten Datei (MUED)“²⁰ publiziert worden.

4.2 Das Prinzip der Wissenschaftsorientierung des Unterrichts wäre durch eine solche Neuorientierung keineswegs suspendiert. Auch im problem- und projektorientierten Unterricht können und müssen Schüler mit Problemlösungen konfrontiert werden, die von den jeweiligen Wissenschaftsdis-

ziplinen erarbeitet wurden. Ferner bietet die fachimmanente Struktur der Wissenschaften Relevanzkriterien für die Auswahl der Beispiele für exemplarisches Lernen, freilich ergänzt durch Kriterien wie Schülerinteresse und gesellschaftliche Relevanz. Schließlich wird vor dem Hintergrund der oben diskutierten wissenschaftstheoretischen Problematik das Prinzip der Wissenschaftsorientierung in einer neuen Weise bedeutsam: Der Unterricht darf den Wahrheitsanspruch der Naturwissenschaften nicht unbefragt weitergeben, sondern muß in geeigneten Reduktionen und an geeigneten Beispielen die wissenschaftlichen Kontroversen um die Kontext- und Standortgebundenheit naturwissenschaftlicher Erkenntnis widerspiegeln. Es darf also die Schüler nicht auf *ein* Weltbild verpflichten, sondern er muß ihnen die Möglichkeit zu eigener Urteilsbildung auch über die Relevanz und den Nutzen der Naturwissenschaften ermöglichen.

4.3 Ein solcherart emanzipatorischer mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht würde eine Vielzahl von Chancen für eine fruchtbare Kooperation mit den human- und sozialwissenschaftlichen Fächern eröffnen. Einige wenige Beispiele mögen dies verdeutlichen:

- In einem Projekt „Stadtverkehr“²¹ können Schüler beispielsweise Verkehrsbeobachtungen rechnerisch auswerten und in Rechenexperimenten herausfinden, wann an einer ampelgesteuerten Kreuzung der Verkehr zusammenbricht und welche Auswirkungen Straßenverbreiterungen auf die Verkehrsdichte haben. Dies führt unmittelbar zur Erörterung von politischen Prinzipien der Stadtplanung (Ist die autogerechte Stadt auch menschengerecht?).
- Bei der Erarbeitung statistischer Verfahren im Mathematikunterricht bietet sich die Frage nach dem Aussagewert und der politischen Funktion von Meinungsumfragen als Thema des Politikunterrichts an. Ähnliches gilt etwa für die Zinsrechnung (Woher kommen Zinsen? Welche ökonomische Funktion erfüllen sie?) oder, in höheren Klassen, für die Erörterung mathematischer Entscheidungsmodelle in der Wirtschaft (Wo liegen Möglichkeiten, wo Grenzen einer Abbildung der Realität in mathematischen Modellen? Wo können quantifizierbare „Sachzwänge“ Macht- und Herrschaftsinteressen verdecken?).
- Sehr viel stärker als bisher wäre der historische Kontext bei der Herausbildung naturwissenschaftlicher Theorien in den Unterricht einzubeziehen. So könnten etwa bei der Diskussion des kopernikanischen Weltbildes in Kooperation mit dem Geschichts- und dem Religionsunterricht auch Fragen gestellt werden wie: Welche älteren Denktraditionen wurden verdrängt? Welche Gründe führten zum Konflikt mit der Kirche? Worin lag die Brisanz für die mittelalterliche Gesellschaft, welche Bedingungen ermöglichten dennoch die Verbreitung und Durchsetzung des neuen Weltbildes?²²
- Eine Reihe von Themen bietet die Möglichkeit, die Schüler mit unterschiedlichen menschlichen Wahrnehmungs- und Verarbeitungsmustern

der Realität zu konfrontieren. Martin Wagenschein hat dies am Beispiel des Mondes erläutert (der Mond der Physik auf der einen und der Mond der Phantasie und der Literatur auf der anderen Seite)²³; ähnliches wäre etwa bei Weltentstehungstheorien denkbar (die Evolutionstheorie und verschiedene Schöpfungsgeschichten und Mythen). Entscheidend hierbei ist die prinzipielle Gleichberechtigung der divergierenden Wahrnehmungsmuster, die es erst ermöglichten, daß nach ihrer je spezifischen Bedeutung und ihrem Nutzen für das Individuum wie für die Gesellschaft gefragt werden kann.

- In höheren Klassen kann das Verhältnis von Naturwissenschaft und Politik unmittelbar zum Thema (etwa eines Kurses in der Sekundarstufe II) werden. Aspekt- und materialreiche Unterrichtseinheiten hierzu haben Jürgen Tatz und Wilhelm Quitzow vorgelegt.²⁴
- In besonderer Weise ist der Themenkomplex „Ökologie“ für einen interdisziplinären Unterricht in allen Klassenstufen geeignet. Hierzu liegt inzwischen eine Fülle von unterrichtsrelevanter Literatur vor.²⁵

Die genannten Beispiele sollen deutlich machen, daß die intendierte Zusammenarbeit der mathematisch-naturwissenschaftlichen mit den human- und sozialwissenschaftlichen Fächern sehr unterschiedlicher Art sein kann. Sie reicht von Unterrichtsvorhaben, bei denen sich Methoden und Erkenntnisse beider Fächergruppen ergänzen (etwa bei einem Projekt „Stadtverkehr“) bis zu Themen, die von der spannungsreichen Gegenüberstellung unterschiedlicher Denktraditionen leben (etwa bei einem Projekt über Weltentstehungstheorien). Gerade hierin liegen freilich erhebliche Chancen für einen Unterricht, der der eigenständigen Urteilsbildung der Schüler dienen will.

Anmerkungen

- 1 Einen ersten Überblick gibt: Kurt-Ingo Flessau: Schule der Diktatur. Lehrpläne und Schulbücher des Nationalsozialismus. Als Taschenbuch Frankfurt/M. 1979
- 2 siehe insbesondere Theodor Wilhelm: Partnerschaft. Die Aufgabe der politischen Erziehung. 3. Aufl. Stuttgart 1953
- 3 siehe hierzu ausführlicher: Wolfgang Sander: Politische Bildung im Religionsunterricht. Eine Untersuchung zur politischen Dimension der Religionspädagogik. Stuttgart 1980, S. 7-21; vgl. ferner Kurt Gerhard Fischer: Einführung in die Politische Bildung. 3. Aufl. Stuttgart 1973, S. 125-133
- 4 Allerdings liegen eine Reihe von Untersuchungen vor, die sich mit Aspekten der politischen Dimension des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts beschäftigen und die die These von der immer schon existenten politischen Wirkung auch dieser Fächer untermauern. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sei auf folgende Arbeiten hingewiesen: H. Böltz: Kritik einer Fachdidaktik. Eine ideologiekritische Analyse der gegenwärtigen Mathematikdidaktik in der BRD. Weinheim 1978; R. Brämer: Der heimliche Hang zur Prostitution. Thesen zur Geschichte der gymnasialen Physikdidaktik im Dritten Reich. In: Wechselwirkung 5/1980; R. Brämer/G.

- Noite/P. Tillmanns: Zwischen Wissenschaft und Gesellschaft. Zur Typologie naturwissenschaftlicher Studenten. Marburg 1980; M. Ewers (Hg.): Naturwissenschaftliche Didaktik zwischen Kritik und Konstruktion. Weinheim 1975; W. Quitzow: Wissenschaftstheoretische und weltanschauliche Aspekte des naturwissenschaftlichen Unterrichts. In: Die Deutsche Schule 6/1979. Zur politischen Relevanz des Biologieunterrichts sei auf u. a. folgende Titel hingewiesen: E. Busche/B. Marquardt/M. Maurer (Hg.): Natur in der Schule. Kritik und Alternativen zum Biologieunterricht. Reinbek 1978; H.-G. Marten: Sozialdarwinismus oder die Rechtfertigung der Aggression durch die Verhaltensforschung. Der fragwürdige Beitrag der Biologie zur politischen Bildung. In: Politische Didaktik 1/1978
- 5 vgl. AG Soznat: Siegeszug mit Hindernissen. In: Wechselwirkung 5/1980, S. 13
 - 6 vgl. zur Verinnerlichung dieser Schuldzuweisung durch die Schüler Peter Dudek: Unendlich viele Zahlen irritieren den Schüler Marc. Die vergessenen Seiten des Mathematikunterrichts. In: päd. extra 9/1981
 - 7 Jürgen Habermas: Technik und Wissenschaft als ‚Ideologie‘. Frankfurt/M. 1968
 - 8 vgl. zum hier zugrundegelegten Verständnis von Emanzipation als Leitidee der Erziehung Sander, a.a.O., S. 98-107
 - 9 vgl. Ewald Gaul: Atomenergie oder Ein Weg aus der Krise? Reinbek 1974, S. 16
 - 10 Paul Feyerabend: Das Märchen Wissenschaft. Plädoyer für einen Supermarkt der Ideen. In: Kursbuch 53, S. 54
 - 11 Günter Petersen: Wissenschaftsgeschichte und Didaktik. In: Ewers, a.a.O., S. 67 f.
 - 12 Michael Heidelberger/Sigrun Thiessen: Natur und Erfahrung. Von der mittelalterlichen zur neuzeitlichen Naturwissenschaft. Reinbek 1981, S. 20
 - 13 Max Horkheimer: Traditionelle und kritische Theorie (1937). In: Ders.: Kritische Theorie. Bd. 2, Frankfurt/M. 1968, S. 144. In jüngster Zeit hat sich vor allem Paul Feyerabend kritisch mit diesem Problem auseinandergesetzt (vgl. u. a. a.a.O., insbesondere S. 50 f.)
 - 14 vgl. Thomas S. Kuhn: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. 4. Aufl. Frankfurt/M. 1979
 - 15 In passant findet sich die These von einem solchen Zusammenhang schon bei Horkheimer, a.a.O., S. 144 f. Ansätze für eine solche Wissenschaftsgeschichtsschreibung finden sich u. a. bei Heidelberger/Thiessen, a.a.O.
 - 16 vgl. u. a. Martin Wagenschein: Naturphänomene sehen und verstehen. Genetische Lehrgänge. Hg. von Hans Christoph Berg, Stuttgart 1980
 - 17 vgl. Klaus Hahne/Fritz Heidorn/Annette Scheiterle: Wie Schüler mit naturwissenschaftlichen Unterrichtsinhalten umgehen. Beispiele aus einem alltagsorientierten Unterricht. In: Wechselwirkung 5/1980
 - 18 vgl. Heinz-Dieter Hermann: Mathematik im Projektunterricht. In: Schulversuch Glocksee. Heft 22/23 von Ästhetik und Kommunikation
 - 19 vgl. Wolfgang Münzinger: Projektorientierter Mathematikunterricht. München 1977; ders.: Was die Schüler und die Lehrer beim Bau eines Sonnenspiegels lernten. In: päd. extra 5/1981
 - 20 Die Anschrift von MUED lautet: Mathematik Unterrichtseinheiten Datei, Bahnhofstr. 72, 4405 Appelhülsen
 - 21 Diese Projektidee ist entnommen aus Joachim Neander: Curriculare Perspektiven für den Mathematikunterricht. In: Hans-G. Rolff u. a.: Strategisches Lernen in der Gesamtschule. Reinbek 1974, S. 180
 - 22 Interessantes Material hierzu findet sich bei Heidelberger/Thiessen, a.a.O. (Anm. 16)
 - 23 vgl. Martin Wagenschein: Die beiden Monde. In: Soznat 3/1980
 - 24 vgl. Jürgen Tatz: Entdeckung und ihre Folgen? Unterrichtseinheit zur Wechselwirkung von Physik und Politik. Offenbach 1980 und Wilhelm Quitzow: Naturwissenschaft und Weltbild. Ein Modell für die Sekundarstufe II. Göttingen und Zürich 1981
 - 25 vgl. die Literaturzusammenstellungen von Dietrich Zitzlaff und Wolfgang Kapust in Politische Didaktik 2/1980