

Der heimliche Widerstand gegen die Wissenschaft

Über das doppelte Naturbild in den Köpfen der Schüler¹

Rainer Brämer

Natur subjektiv

Daten und Fakten
zur Natur-Beziehung
in der Hightech-Welt

natursoziologie.de 4/1986
Doppelnaturbild

Das alltägliche Naturbild.....	2
Was Schülern Spaß bringt	4
Erfahrung auf den Kopf gestellt	4
Das Dilemma der Lehrer.....	6
Schüler in der Defensive (1): Verweigerung.....	7
Schüler in der Defensive (2): Unterlaufen	8
Schüler in der Defensive (3): Verdrängen	9

Selbst wenn man den euphorischen Berichten der Medien über eine neue Generation von Computer-Kids Glauben schenkt, wäre es vermutlich verfehlt, hieraus auf ein grundsätzlich verändertes Verhältnis der Jugend zu den Technik- und Naturwissenschaften zu schließen. Abgesehen von der „weichen“ Biologie haben die „harten“ Disziplinen Physik, Chemie und Technik in den letzten Jahren zumindest im Bereich von Schule und Ausbildung wenig von ihrer angestammten Unbeliebtheit verloren.

Allerdings haben sich die zuständigen Naturwissenschaftspädagogen, solange es mit ihren Fächern ausstattungs- wie stundenzahlmäßig immer nur bergauf ging, auch wenig um Wirkung und Wirklichkeit ihres Unterrichts gekümmert. Empirische Studien wie etwa die von Konrad Daumenlang über den (kaum nachweisbaren) Einfluß der Schule auf das elementare Natur- und Technikwissen junger Erwachsener wurden ebenso verdrängt wie die beständigen Mahnungen der naturwissenschaftspädagogischen Altmeister Martin Wagenschein und Carl Schietzel. Im Eifer der Konstruktion immer ambitionierterer „wissenschaftsorientierter“ Curricula und Unterrichtsmittel gerieten die konkreten Schüler, denen ja eigentlich diese Anstrengungen gelten sollten, immer mehr aus dem Blickfeld.

¹ Erstmals erschienen in Soznat H1-2/1983, verkürzt in Die Deutsche Schule H2/1986, S. 223ff. Für www.natursoziologie.de zeitgemäß modifiziert.

Die naturwissenschaftlichen Unterrichtszeitschriften widmeten dementsprechend in den 70er Jahren kaum mehr als einige wenige Spalten den Problemen der Unterrichtswirklichkeit. Erst als angesichts der immer schwierigeren Durchsetzbarkeit großtechnologischer Projekte das Gespenst von der angeblichen „Technikfeindlichkeit“ der Jugend umging, wurde auch der naturwissenschaftliche Unterricht in seinen realen Auswirkungen auf die Schüler zum Problem.

Zwar war die Misere nun schnell dokumentiert, doch tut man sich bis heute schwer mit der Ursachenanalyse. Das mag zum einen an der nicht selten reichlich oberflächlich-empiristischen Betrachtungsweise der zuständigen Unterrichtswissenschaften, zum anderen aber auch daran liegen, daß eine wirklich tiefgehende Untersuchung des Problems womöglich allzu radikale Konsequenzen in Hinblick auf die Umgestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts beinhalten könnte.

Letzteres wird durch eine Untersuchung der Marburger Arbeitsgruppe „Soznat“ nahegelegt, die sich dem Problem einmal nicht, wie das für die moderne empirische Unterrichtsforschung unumgänglich erscheint, mit aufwendigen Fragebögen- und Computereinsätzen genähert hat, sondern allein auf jene sporadischen Praktikeräußerungen zurückgriff, wie sie sich bereits in den 70er Jahren, wenn auch sehr bruchstückhaft und verstreut, in der naturwissenschaftspädagogischen Literatur finden. Stellt man diese Äußerungen nämlich einmal systematisch zusammen, so zeichnen sie nicht nur ein insgesamt recht desillusionierendes Wirklichkeitsbild, sondern geben auch unerwartet eindeutige Hinweise auf mögliche Ursachen der relativen Unbeliebtheit und Unwirksamkeit des herkömmlichen naturwissenschaftlichen Unterrichts. Auf einen kurzen Nenner gebracht, ist es in erster Linie der diametrale Gegensatz von alltäglichem und (schul)wissenschaftlichem Naturbild, mit dem die Mehrheit der Schüler nicht fertig zu werden scheint.

Nun ist diese Einsicht zwar nicht unbedingt neu, doch erfährt sie auf der Grundlage einer systematischen Zusammenstellung aller im folgenden als „Empirismen“ bezeichneten Wirklichkeitshinweise, auf die wir bei der detaillierten Durchsicht von knapp 3000 Textseiten aus den 70er Jahrgängen der beiden führenden bundesrepublikanischen Fachzeitschriften „Naturwissenschaften im Unterricht“ (NiU) und „Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht“ (MNU) stießen, einige unerwartete Akzentuierungen.² Vor ihrem Hintergrund werden die Schwierigkeiten, die selbst erfahrene Praktiker haben, wenn sie auf der Grundlage der derzeitigen Lehrpläne und -bücher an ihre Schüler herankommen wollen, vielleicht ein wenig verständlicher.

Das alltägliche Naturbild

Das „alltägliche“ Naturbild, über das die Schüler offenbar bereits vor jedem naturwissenschaftlichen Unterricht verfügen, ist von einer Reihe qualitativer Grunderfahrungen geprägt, die offenbar auf einem ganz anderen Naturzugang als dem der Wissenschaft beruhen. So haben Kinder beispielsweise schon sehr früh einen qualitativen Geschwindigkeitsbegriff im Sinne von „Schnelligkeit“, der jedoch eher so etwas wie die „Bewegungsintensität“ eines Körpers (in naher Verwandtschaft zum physikalischen Impulsbegriff) erfaßt. Auch eine Art Energiebegriff einschließlich der Vorstellung von Energieerhaltung ist bei den Schülern vor-

² Eine ausführliche Darstellung dieser und ähnlicher Befunde samt methodischen Erläuterungen und biographischen Referenzen findet sich im Themenheft „Zur Empirie des naturwissenschaftlichen Unterrichts“ der Zeitschrift Soznat H1-2/1983.

handen. Doch ist er im Kindesalter mit psychischen Eigenschaftsvorstellungen wie Tatkraft, Entschlossenheit und Strenge behaftet, während er später als komplexer Kraftbegriff einen weiten Interpretationsbogen von mechanischen Phänomenen über Verhaltensweisen von Flüssigkeiten und Gasen bis hin zu elektrischen Erscheinungen spannt. Dabei macht gerade die ausgedehnte Verwendung der Kraftvorstellung deutlich, daß sich die Grundbegriffe des alltäglichen Naturbildes nicht auf die reine Naturbeschreibung beschränken. Vielmehr ist der konkrete Erlebniskontext in seinen individuellen Empfindungen und sozialen Erfahrungen stets in sie einbezogen. Subjekt und Objekt werden nicht komplett auseinandergelassen.

Dagegen behandeln Schülern natürliche Erscheinungen, die von der physikalischen Wissenschaft gerne als Einheit behandelt werden, auch schon einmal als getrennte Phänomene. Das gilt etwa für die Begriffe Wärme und Kälte, die überdies nicht als reine Körpereigenschaften verstanden, sondern häufig mit Fluidum- bzw. Stoffvorstellungen verbunden werden. Ähnliches gilt auch für chemische Phänomene, bei deren Wahrnehmung Eigenschaften und Eigenschaftsträger nicht selten als unlösliche Einheit begriffen werden.

Hinzu kommt, daß die Schüler offenbar auch mit einem ganz anderen Ursachenverständnis an natürliche Phänomene herangehen. Auf die Frage nach den Ursachen des Schwimmens richten fast alle Befragten zunächst den Blick auf das hohle Innere des Schwimmkörpers und lassen die Tragkraft des Wassers (Auftrieb) weitgehend außer acht. Während ältere Schüler die eingeschlossene Luft für die unmittelbare Ursache des Schwimmens halten, schwimmt nach den Bekundungen von Vorschulkindern eine Flaschenpost, weil sie "zu" ist. Zur Erklärung des in Frage stehenden Phänomens wird also nicht irgendein aus der distanzierten Beobachtung entwickeltes kognitives Modellkonstrukt (Auftrieb), sondern der die Objektdistanz überwindende Handlungsaspekt (aufblasen, zustöpseln) herangezogen.

Das bereits in seinen Grundstrukturen also anders angelegte alltägliche Naturbild ist in seiner Gültigkeit allerdings weitgehend auf den unmittelbaren Erfahrungsraum beschränkt. Greift der naturwissenschaftliche Unterricht darüber hinaus, so versuchen die Schüler mit den neuen Phänomenen zunächst durch die Extrapolation ihrer Alltagserfahrungen fertig zu werden. Das wird spätestens dann zum Problem, wenn die Größenordnung der in Frage stehenden Naturerscheinung wie etwa in der Astronomie oder der Atomphysik eine einfache Übertragbarkeit der Anschauung nicht mehr gestattet.

So stoßen etwa die diversen atomaren Teilchenmodelle bei den Schülern auf massive Verständnisbarrieren. Soweit das möglich ist, versuchen sie dabei mit makroskopischen Ersatzkonstruktionen weiterzukommen. In der Physik etwa ist es die „Kraft“ des Stroms und nicht seine Natur als Elektronenfluß, die für bestimmte Licht- und Wärmeeffekte verantwortlich gemacht wird. In der Chemie wird die Verbrennung gern als Vernichtung von Stoffen und die chemische Umwandlung bevorzugt als mechanisches Mischen und Entmischen verstanden.

Geht an der Verwendung eines Teilchenmodells kein Weg mehr vorbei, dann wird es häufig allzu wörtlich genommen. So haben Schüler z. B. „die Vorstellung, daß man die Farbe der Atome wegen der Kleinheit nicht erkennen kann, sie haben aber zunächst nicht den geringsten Zweifel, daß Schwefelatome gelb sind“ (MNU 1974, S. 427). Dem entspricht die Favorisierung der Vorstellung unteilbarer Atome, auch wenn bestimmte Phänomene damit nicht mehr erklärbar sind. Hier bleiben die Schüler mit ihrem alltagsverwurzelten Hang zur Anschauung also immer einen Schritt hinter dem unterrichtlichen Soll zurück.

Was Schülern Spaß bringt

Im unmittelbaren Umgang mit der Natur scheinen ihre „unwissenschaftlichen“ Alltagsbegriffe aber durchaus zu greifen, obwohl (oder gerade weil) sie nicht zwischen Subjekt und Objekt, Dingen und Eigenschaften, Beobachten und Handeln unterscheiden. Wie nachhaltig die Realität des naturwissenschaftlichen Unterrichts davon geprägt ist, kommt besonders in den Kriterien der Schülermotivation zum Ausdruck. Bei der Sichtung der diesbezüglichen Erfolgserfahrungen der Lehrer lassen sich im wesentlichen zwei Hauptkriterien für eine aktive Beteiligung der Schüler am Unterricht erkennen: Die Erfahrungsnähe und die Handlungsorientierung des Curriculums.

Dabei reicht der Motivationsfaktor Erfahrungsnähe von der bloßen Anschaulichkeit der Unterrichtsgegenstände über das Anknüpfen an den alltäglichen Umgang mit den Dingen bis hin zur Einbeziehung der gesellschaftlichen Dimension von Naturwissenschaft und Technik in den Unterricht. Offenbar ist der „normale“ naturwissenschaftliche Unterricht so lebensfremd, daß schon ein beiläufiger Hinweis auf praktische „Anwendungen“ oder eine kurz eingeflochtene Biographie eines „großen“ Wissenschaftlers belebend wirkt.

Was die Handlungsorientierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts betrifft, so lassen sich eine Fülle von Hinweisen finden, die die motivierende Funktion von Schülerexperimenten belegen. „In Kreisen der Fachdidaktiker herrscht heute Übereinstimmung, daß im Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts ein optimaler Lernerfolg nur dann erzielt werden kann, wenn der Lernende zu eigenen Experimenten kommt“ (NiU 1976, S. 526). Experimentelle Lehrervorführungen hinterlassen dagegen in der Regel nur einen nachhaltigen Eindruck, wenn sie besonders effektiv, kurz oder mißlungen sind.

Diese wie zahlreiche weitere Empirismen zum Motivationsthema eröffnen zwar kaum irgendwelche pädagogisch neuen Einsichten. Wenn die Autoren naturwissenschaftlicher Unterrichtszeitschriften dennoch immer wieder darauf zurückkommen, so kann das nur bedeuten, daß der normale Unterricht von deren Realisierung weit entfernt ist. Anschaulichkeit und Erfahrungsnähe sind offenbar ebenso wie die Auflockerung des Unterrichts durch Schülerexperimente und technische Knobeleyen nach wie vor die Ausnahmen.

Wesentlicher als diese dem Praktiker ebenfalls geläufige Erkenntnis ist indes ein anderes Ergebnis der Empirismenanalyse. Im Gesamtüberblick fällt nämlich auf, daß sich die naturwissenschaftliche Motivationsstruktur der Schüler in hohem Maße mit der Struktur ihres alltäglichen Naturbildes deckt. Offenbar motiviert der Unterricht die Schüler genau dann zur aktiven Teilnahme, wenn er sich inhaltlich an ihrem vorunterrichtlichen Naturverständnis, an ihrer speziellen erfahrungs- und handlungsorientierten Sichtweise der natürlich-technischen Umwelt orientiert.

Erfahrung auf den Kopf gestellt

Dieser elementare Sachverhalt wird von einer auf das Postulat der „Wissenschaftsorientierung“ fixierten Naturwissenschaftsdidaktik weitgehend ignoriert. Ihr entgeht, daß der wissenschaftliche Umgang mit der Natur von seinem Charakter her in vielem das genaue Gegenstück zum alltäglichen Naturverhältnis ist. Von daher muß das von ihr verbreitete Wissenschaftsbild den Schülern über weite Strecken mehr oder weniger befremdlich erscheinen.

Das betrifft das vielfach noch vertretene Dogma von der Zweck- und Wertfreiheit wissenschaftlicher Erkenntnis ebenso wie das weitgehende Unterschlagen pragmatischer Elemente in der schulischen Darstellung des Forschungsprozesses. Es mangelt in den gängigen naturwissenschaftlichen Unterrichtsmaterialien sowohl an konkreten Alltagsbezügen als auch an Versuchen, den Verlauf des naturwissenschaftlichen Erkenntnisfortschritts aus gesellschaftlichen oder historischen Zusammenhängen heraus verständlich zu machen. Für einen in ganzheitlichen Kategorien denkenden Schüler, der seine natürliche wie soziale Umwelt vorwiegend in Zweck- und Handlungszusammenhängen erfährt, ist die scheinbar affektlos-distanzierte, allein der „reinen“ Erkenntnis verpflichtete Herangehensweise der Wissenschaft an die Natur kaum nachvollziehbar.

Das gilt um so mehr, als die Naturwissenschaftspädagogik das alltagsferne Prinzip der "reinen Erkenntnis" in einem nur noch als ideologisch zu bezeichnenden Maße zur nahezu ausschließlichen Grundlage ihres Wissenschaftsverständnisses macht, aus dem heraus dann auch das von ihr entworfene Naturbild tendenziell esoterische Züge gewinnt. So geht es gängigen Lehrbuchtexten zufolge in der Wissenschaft primär oder allein um die Suche nach der Wahrheit, obwohl die wissenschaftliche Forschung in Wirklichkeit doch zunehmend unter dem instrumentellen Zwang industrieller und militärischer Großtechnologien steht. Da ist nach wie vor von „exakter Wissenschaftlichkeit“ die Rede, auch wenn sich die moderne „big science“ in der Regel nurmehr einen kurzgriffig-technischen Pragmatismus leisten kann. Und wo im wissenschaftlichen Alltag nach der trial-and-error-Methode mehr oder weniger kurzlebige Theorien gezimmert und unter der Devise „publish or perish“ auf einen immer unübersehbaren wissenschaftlichen Markt geworfen werden, verbreitet die Naturwissenschaftsdidaktik den Mythos einer zunehmenden Perfektionierung wissenschaftlicher Methodik mit Vorbildcharakter für alle anderen Lebensbereiche.

Besonders unnachvollziehbar wird das von der Schule offerierte Natur- und Wissenschaftsbild nicht zuletzt dadurch, daß die aus tausenderlei Erfahrungen und Irrtümern gewonnenen Einsichten der Wissenschaft für die Schüler zu widerspruchsfreien, eindimensionalen Konstrukten verdünnt werden, in denen im Gegensatz zu aller Erfahrung das Allgemeine aus einem singulären Spezialfall (Vorführ-Experiment) und sodann alle weiteren Spezialfälle wiederum aus diesem Allgemeinen abgeleitet wird. Indem die Fachdidaktik solchermaßen das vorhandene Naturwissen ebenso wie die zu seinem Erwerb eingesetzten Verfahren gewissermaßen auf den Kopf stellt, gibt sie dem schulischen Naturbild einen fast schon scholastischen Charakter. Nur noch den kognitiv anpassungsbereitesten Schülern verbleibt unter diesen Umständen die Chance (besser: der Schein) des „Verstehens“.

Gegen die Möglichkeit einer „unqualifizierten“, d. h. aus dem Fundus alltäglicher Erfahrung heraus argumentierenden Kritik hieran sichert sich die Fachdidaktik unter anderem durch die experimentelle Untermauerung ihres Objektivitätsanspruch ab. Mit dem immer aufwendigeren apparativen Angebot der Lehrmittelindustrie gelingt es ihr mittlerweile sogar, die anschauliche Existenz einer Natur auch dann zu suggerieren, wenn es sie in Wirklichkeit nur als heuristisches Modell oder unanschauliches Formelkonstrukt gibt. Auf der Basis dieser mit versteckter Raffinesse aus elektromechanischen Maschinen konstruierten Kunstdatur vermag die Fachdidaktik noch heute jenem Wahrheitsanspruch zu huldigen, der von der Wissenschaft spätestens Anfang dieses Jahrhunderts auf dem Altar der instrumentell-technischen Naturbeherrschung geopfert worden ist.

Das Ergebnis eines derartigen „professionell gepflegten Idealismus“ (Luhmann) ist ein Totalitätsanspruch, der nur das wissenschaftliche Naturbild für wahr und wichtig und alle anderen Naturzugänge für falsch und naiv hält. Hieraus erklärt sich nicht nur das verbreitete Desinte-

resse der Naturwissenschaftspädagogik am alltäglichen Naturverständnis der Schüler, sondern auch ihre unsensible Konfrontationsstrategie, mit der sie Schule und Alltag immer wieder in einen scheinbar unauflösbaren Gegensatz zueinander bringt.

Das Dilemma der Lehrer

Im Gegensatz zu den Fachdidaktikern können sich die Schulpraktiker der Konfrontation mit den jugendlichen Lebens- und Denkformen nicht gänzlich entziehen. Sie, die den Widerspruch von wissenschaftsdidaktischen Anforderungen und alltagsorientierten Schülerinteressen täglich ausbaden müssen, sind nach Ausweis unserer Empiristen aber gerade hierauf denkbar unzureichend vorbereitet.

An der Hochschule erleben sie sich primär als angehende Fachwissenschaftler, denen dann aber schließlich doch eine eigenständige wissenschaftliche Tätigkeit versagt bleibt. Dabei erfahren sie die Naturwissenschaft genauso, wie sie den Schülern im wissenschaftsorientierten Unterricht entgegentritt: Als auf den Kopf gestelltes Konglomerat aus geistiger Scholastik und apparativer Künstlichkeit. Daß in der konkreten naturwissenschaftlichen Forschung auch nur mit Wasser gekocht wird, daß Geist und Macht, Einfallsreichtum und Dummheit, Erfolg und Opportunismus dort genauso zu Hause sind wie anderswo, bleibt ihrer Einsicht ebenso vorenthalten wie die Tatsache, daß es neben dem wissenschaftlichen auch noch gleichwertige andere Zugänge zur Natur gibt.

Von daher ist die in Vorlesungen und Seminaren angehäuften Stofffülle für die Lehrerstudenten über weite Strecken ähnlich unnachvollziehbar wie für die Schüler. Zugleich ist ihre Fähigkeit zum eigenständigen geistigen und manuellen Umgang mit Natur und Technik erheblich eingeschränkt. Sie haben dem Urteil älterer Kollegen zufolge den Blick für das Einfache verloren, verfügen nur über mangelhafte experimentelle Fähigkeiten, neigen zur eindimensional-funktionalen Ausdeutung der Experimente und haben Aversionen gegenüber industriell-technischen Anwendungen. Besonders offenkundig dokumentiert sich ihr unbewältigtes Verhältnis zur Wissenschaft in einem verbreiteten Hang zum „Frisieren“ von Demonstrationsexperimenten und ihren Ergebnissen.

Diese negativen Auswirkungen einer wissenschaftsfixierten Lehrerausbildung werden im konkreten Unterrichtsprozeß verstärkt durch die überzogenen Ziel- und Inhaltvorgaben der Lehrpläne. Deren kanonisierte Stoffkataloge erinnern eher an das Abfeiern einer wissenschaftlichen Messe als an den naturwissenschaftlichen Schulalltag mit seinen oft mühsamen Verständigungsprozessen. Unter ihrem Druck geraten die Lehrer vor dem Hintergrund ihrer eigenen Wissenschaftsansprüche unentwegt in Hetze, was sich in den fachdidaktischen Zeitschriften in mannigfachen Klagen über Stofffülle und Zeitmangel niederschlägt. Als Folge hiervon artet der Unterricht nicht selten in „Kreidephysik“ bzw. „Kreidechemie“ aus, Demonstrations- und vor allem Schülerexperimente erscheinen zu zeitaufwendig und werden der Lehrplanökonomie geopfert. Als belebende Momente des Unterrichts fungieren stattdessen nurmehr fragwürdige Leistungsmessungen.

Alles in allem gewinnt das reale Unterrichtsgeschehen aus dieser Perspektive fast den Charakter eines permanenten Indoktrinationsprozesses. Auf der Grundlage eines überideologisierten Wissenschaftsbildes konstruiert die Fachdidaktik eine dogmenhafte Kunstnatur, die den Schülern ohne Rücksicht auf die bereits vorhandenen Naturerfahrungen in eindimensionalen Portionen unter stetigem Zeitdruck verabreicht wird. Dabei verkümmert die Figur des Lehrers mehr und mehr zu der eines bloßen Agenten im Dienst der übermächtigen Wissenschaft.

Es entspricht vollkommen diesem Rollenverständnis, wenn die persönliche Situation der Lehrer, ihre Beziehungen zu Kollegen und Schülern, ihr ständiges Lavieren zwischen wissenschaftlichem Anspruch und schulischer Wirklichkeit bzw. zwischen professionellem und alltäglichem Naturverhältnis in keinem der durchgesehenen Zeitschriftenjahrgänge Gegenstand nennenswerter empirischer Äußerungen waren.

Schüler in der Defensive (1): Verweigerung

Wie reagieren nun die Schüler auf die Unterrichtsvorgaben von Lehrern und Fachdidaktikern? Die natürliche Reaktion auf jede Indoktrination ist Abwehr und Verweigerung, und in der Tat lassen jene Empirismen, die sich mit den realen Wirkungen des naturwissenschaftlichen Unterrichts beschäftigen, ein breites Spektrum von Defensivreaktionen erkennen.

Diese Defensivreaktionen setzen dort ein, wo der Unterricht das nähere Umfeld des alltäglichen Naturbildes überschreitet. So sind etwa chemische Experimente zwar allemal dazu angehtan, die Aufmerksamkeit der Schüler zu gewinnen. Deren Begeisterungsfähigkeit nimmt jedoch deutlich ab, „wenn es um die Auswertung, um die Formulierung der hierbei abgelaufenen Reaktionen geht“ (MNU 1976, S. 384). Genausowenig reichen die beeindruckende Schönheit seltener Naturphänomene oder der Prestigewert technischer Geräte dazu aus, die Schüler zu einer ernsthaften Beschäftigung mit deren wissenschaftlichen Grundlagen anzuregen.

Solche Feststellungen lassen die methodische Faustregel von der motivierenden Ausstrahlung gelegentlicher Lebensbezüge durchaus zweifelhaft erscheinen. Motivationale „Aufreißer“ sind in ihrer Wirkung anscheinend weitgehend auf sich selbst beschränkt. Der erhoffte Motivationstransfer auf nachgeordnete Unterrichtspassagen scheitert letztlich an einer natürlichen Sensibilität der Schüler gegenüber jeder Art von didaktischer Überrumpelung.

Inhaltliches Neuland betreten die Schüler offenbar nur dann mit der notwendigen Neugier, wenn sie es auf ihre eigene Art können. So genügt es etwa keineswegs, das Thema „elektromagnetische Wellen“ allein mit dem Hinweis auf dessen Nutzenanwendung beim Radio einzuleiten, auch wenn das Gerät unter Jugendlichen derzeit zweifellos ein zentraler Kulturträger ist. Die Schüler beginnen sich für das Thema erst zu interessieren, wenn sie im Unterricht selber einen Radioempfänger bauen dürfen und damit also einen Handlungszugang zu den anstehenden Fragen gewinnen.

Der Motivationsschwund des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist demnach weniger die Folge eines generellen Desinteresses an Natur und Technik, sondern eher als unbewußte Abwehr der spezifisch wissenschaftlichen Naturperspektive, als implizite Verweigerung gegenüber den geistigen Zumutungen einer isolierten und dogmatisierten Naturbetrachtung zu interpretieren. Gelegentlich wird das in den fachdidaktischen Empirismen auch direkt deutlich, etwa wenn von Themen des Lernplans berichtet wird, die überhaupt erst mühsam „in den Fragehorizont der Schüler gebracht werden“ müssen (NiU 1975, S.147).

Setzt die heimliche Verweigerung also oft schon auf der Ebene der wissenschaftsorientierten Problemdefinition ein, so wird sie von den Autoren unserer fachdidaktischen Zeitschriften doch zumeist erst auf der Ebene der Problemlösung bewußt erlebt. Sie tritt hier als massive Verständnisschwierigkeit in Erscheinung, von der vor allem jene Stoffgebiete betroffen sind, die sich allzu sehr an den wissenschaftlichen Vorgaben orientieren. Das beginnt bei der von

Didaktikergeneration zu Didaktikergeneration begrifflich immer strenger gefaßten wissenschaftlichen Bewegungslehre und endet bei den theoretischen Entwürfen der physikalischen Chemie und Atomphysik.

Mehr noch indes als die eigentlichen Inhalte des wissenschaftlichen Naturbildes machen Schülern wie Lehrern deren sprachlich-mathematische Formen zu schaffen. Vor allen Dingen die physikalische und chemische Fachterminologie will den Schülern nicht in den Kopf. Aber auch das naturwissenschaftliche Rechnen, in der Chemie noch erschwert durch eine eigene Zeichen- und Formelsprache, erweist sich immer wieder als grundlegende Verständnisbarriere.

Der wissenschaftliche Formalismus stößt bei den Schülern jedoch nicht nur in alltagsfernen Bereichen auf Abwehr, sondern auch unmittelbar neben den eigenen Naturerfahrungen. Wie bereits erwähnt, ist im vorunterrichtlichen Naturbild die Grunderfahrung der Energieerhaltung einschließlich der Vorstellung von der Irreversibilität der Umwandlung mechanischer in Wärmeenergie durchaus angelegt. Aber: „Obwohl diese Überzeugung die erfahrungsmäßige Realisierung des zweiten Hauptsatzes zu sein scheint, bereitet es erhebliche Schwierigkeiten, dieses mit einfachen Mitteln der Wärmelehre für die Schüler einsichtig zu machen“ (NiU 1976, S. 57f.). Offenbar hat also eine besondere Nähe von alltäglichem und wissenschaftlichem Naturbild eher blockierende als fördernde Auswirkungen auf den intendierten Abstrahierungsprozeß, was darauf schließen läßt, daß die sogenannten „Verständnisschwierigkeiten“ zumindest partiell unbewußten Verteidigungscharakter besitzen.

Schüler in der Defensive (2): Unterlaufen

Nun ist allerdings angesichts des schulischen Leistungsdrucks die Verweigerung für die meisten Schüler keine dauerhafte Alternative. Schließlich muß man trotz Unlust und Verständnisschwierigkeiten ab und zu auch etwas „bringen“, um sich nicht alle schulischen und beruflichen Chancen zu „verbauen“. Daß man sich zu diesem Zweck dennoch nicht total auf das dogmatische Naturbild der Fachdidaktik einzulassen braucht, machen jene Empirismen deutlich, in denen in diversen Varianten über die „Oberflächlichkeit“ der Schüler geklagt wird. Die dahinterstehende, sicherlich wieder eher unbewußte Abwehrstrategie ist die des „Unterlaufens“: Zwar eignen sich die Schüler die erforderlichen Wissensportionen bis zur Reproduzierfähigkeit an, sperren sich aber gegen ihre Verinnerlichung, was Lehrer dann als Widerspruch von oberflächlichem „Wissen“ und tieferem „Verstehen“ erleben.

Die hier zusammengetragenen Empirismen lassen drei Varianten des Unterlaufens erkennen. Die gängigste Variante, die zugleich auch das Abwehrprinzip am deutlichsten erkennen läßt, ist die des Auswendiglernens. „Ich erinnere mich an einige Schüler, die bereit gewesen wären, seitenweise Reaktionsgleichungen auswendig zu lernen, um die (ihrer Ansicht nach offenbar unüberwindlichen) Schwierigkeiten, das Verfahren zur Aufstellung von Redoxgleichungen zu verstehen und zu handhaben, durch diese immense Paukleistung zu umgehen“ (NiU 1976, S. 27).

Eng verbunden mit dieser Abwehrstrategie ist eine zweite Variante des Unterlaufens, das „Parzellieren“. Es besteht darin, das (auswendig gelernte) Fachwissen in einer isolierten, eigens dem Schulstoff vorbehaltenen Parzelle des Gehirns abzuspeichern. Dadurch bleibt das alltägliche Naturbild dem Zugriff des naturwissenschaftlichen Unterrichts weitgehend entzogen. In der Tat klagen die Naturwissenschaftslehrer immer wieder darüber, daß der „Abbau“ der vorwissenschaftlichen zugunsten des „Aufbaus“ wissenschaftlicher Naturvorstellungen

„besonders viele und große Schwierigkeiten" bereitet (NiU 1976, S. 187): „Aus der Tatsache, daß Schüler gelernt haben, mit Formeln, Gleichungen und Modellen umzugehen, darf nicht geschlossen werden, daß falsche Vorstellungen abgebaut worden sind" (MNU 1975, S. 158).

Offenbar existiert in den Köpfen vieler Schüler das ursprüngliche Naturbild relativ unverändert neben dem schulisch angelesenen Wissensbestand weiter. Daran ändert auch der Umstand nichts, daß sich beide Bilder gelegentlich sichtbar widersprechen: „Die Vorstellung von der Unveränderlichkeit der Atome existiert neben dem Verbalwissen zum Beispiel über radioaktive Vorgänge, ohne daß es in den Köpfen der Schüler zu Kollisionen kommt" (MNU 1974, S. 428).

Von einer dritten Variante des Unterlaufens sind vor allem die „modernen" Themen des naturwissenschaftlichen Unterricht betroffen. Um nämlich die abstrakten Einsichten etwa der Atomphysik oder der organischen Chemie in der Schule überhaupt noch vermitteln zu können, kommt die Fachdidaktik nicht ohne vereinfachend-anschauliche Modelle aus. Diese Modelle werden von den Schülern jedoch nicht als symbolische Darstellungen theoretischer Zusammenhänge, sondern als unmittelbare Wirklichkeit genommen. Die Lehrer geraten damit in die Zwickmühle, „den Schülern anschauliche Vorstellungen zu vermitteln und gleichzeitig sicherzustellen, daß ihr modellhafter Charakter nicht verkannt wird" (NiU 1975, S. 102).

Hier überlistet sich die Fachdidaktik mit ihrer methodischen Kunstfertigkeit also sozusagen selbst. Denn einerseits setzt sie mit der Fülle ihrer Modellkonstrukte bewußt auf das Prinzip der Anschaulichkeit, weil sie anders an die Schüler gar nicht herankommt. Wenn aber die Betroffenen das Angebot tatsächlich annehmen, indem sie die im wahrsten Sinne des Wortes „begreifbar" gewordenen Theoriefragmente in ihre alltägliche Anschauung integrieren, haben die Lehrer alle Hände voll zu tun, um die neu erwachte Phantasie der Schüler zu bremsen. Denn auf einmal sind naheliegende Schlußfolgerungen aus dem Modell falsch, jede eigenständige Idee wird zum Salto mortale. Zum Schluß regiert dann doch wieder die professionelle Unverständlichkeit, und Schüler und Lehrer sind ratloser als zuvor: Die einen begegnen den Vereinfachungen der Fachdidaktik mehr und mehr mit Mißtrauen, während die anderen sich fragen müssen, ob es nicht prinzipielle Grenzen ihrer didaktischen Kunstfertigkeit gibt.

Schüler in der Defensive (3): Verdrängen

Wenn das „Verweigern" und das „Unterlaufen" wirklich durchgängige Abwehrstrategien der Schüler gegen die Zumutungen des wissenschaftsorientierten Naturunterrichts sind, dann muß das gravierende Konsequenzen für dessen Lernwirksamkeit haben. Denn wesentliche Teile des Lehrplanstoffes dürften auf diese Weise gar nicht erst das Kurzzeitgedächtnis der Schüler erreichen, oder aber, sofern sie unter dem Druck der Verhältnisse zumindest kurzfristig abgespeichert wurden, angesichts ihrer geistig parzellierten Abgeschlossenheit relativ bald dem Vergessen anheimfallen. Beides läuft auf eine kurz- oder mittelfristige Verdrängung des Dargebotenen hinaus, die im übrigen je nach dem Grad ihrer Ausprägung nicht unbedingt eine reine Folge der beiden erstgenannten Abwehrstrategien zu sein braucht, sondern unter Umständen auch als eigenständige dritte Strategie begriffen werden muß.

Aufschluß über die Verdrängungskapazität der Schüler geben vor allem die sich auch in der naturwissenschaftlichen Fachdidaktik zunehmender Beliebtheit erfreuenden Tests", mit denen Lehrer und Curriculumkonstrukteure die „Effektivität" des von ihnen gestalteten Unterrichts zu „messen" vorgeben. Was speziell die kurzfristige Eindringtiefe in das naturwissenschaftliche Stoffpensum betrifft, so zeigt sich mancher Unterrichtstechnologe schon befriedigt, wenn

seine nach jeder Unterrichtsstunde (!) eingesetzten Fünfminutentests mittlere Lösungsquoten von 60-70% ausweisen. Nur wenige Minuten nach der Stoffvermittlung ist also eine elementare Wissenslücke von durchschnittlich einem Drittel durchaus normal. Selbst wenn man nach einer Wiederholungsstunde noch einmal genau dieselben Testfragen stellt, erhöht sich das „Output-Input-Verhältnis“ bestenfalls auf 80%. Rund 20% des Lehrplans rauschen also sogar noch nach Einsatz von ausgesprochenen Holzhammermethoden am Kurzzeitgedächtnis der Schüler vorbei.

Noch desillusionierender fällt die kurzfristige Bilanz des wissenschaftsorientierten Unterrichts aus, wenn man den Füllstand der Schülerköpfe nicht stündlich, sondern nur am Ende einer Unterrichtseinheit abtestet. So erbringen selbst ausgeklügelte mehrstündige Unterrichtssequenzen selten Testerfolgsquoten von mehr als 50%. Dabei ist noch nicht einmal berücksichtigt, daß die Schüler ja keineswegs jungfräulich in den Naturunterricht hineingehen, sondern aus ihrer alltäglichen Naturerfahrung heraus durchaus einen mehr oder weniger großen Teil der Testfragen auch ohne unterrichtliche Bearbeitung richtig beantworten können. Setzt man daher bei der Ausmessung des Unterrichts nicht nur Nach-, sondern auch Vortests ein, so schrumpfen die üblichen Erfolgsquoten in der Regel nochmals um rund 20% auf ein Drittel zusammen.

Noch schlechter als die so relativierte kurzfristige Effektivitätsquote fällt die mittelfristige Bilanz des naturwissenschaftlichen Unterrichts aus. Das wird besonders deutlich, wenn man sich nicht der Täuschung kurzgriffiger Input-Output-Messungen hingibt, sondern ganz systematisch die grundlegenden Stoffelemente des Lehrplans danach abklopft, was von ihnen nach Abschluß der Schulzeit in den Köpfen übrigbleibt.

So kommt in den durchgesehenen Zeitschriftenjahrgängen eine an Berliner Hauptschullehrplänen orientierte Untersuchung zu dem Ergebnis, „daß die Schulabgänger im Durchschnitt lediglich etwa die Hälfte der gestellten Aufgaben richtig lösen konnten und damit den Ansprüchen des Berliner Rahmenplanes für Chemie vermutlich nur unvollkommen genügten“ (MU 1976, S. 521 ff.). Die zunächst hoch erscheinende Erfolgsquote von rund 50% ist jedoch keineswegs mit jenen kurzfristigen Testergebnissen zu vergleichen, die den Stoff einzelner Unterrichtseinheiten im Detail abprüften. Vielmehr wurde nur ganz elementares chemisches Grundwissen abgefragt worden, das im Laufe der Schulzeit überdies mehr oder weniger oft wiederholt worden sein dürfte.

Aus der Fülle der Ergebnisse sei hier nur ein charakteristischer Befund erwähnt. Während „die Zuordnung häufig im Chemieunterricht verwendeter Substanzen (Salzsäure, Natronlauge) zu ihren chemischen Formeln den Schülern keine Schwierigkeiten bereitete“, konnte das Erstellen einfacher chemischer Gleichungen, Grundlage jeder weiteren „wissenschaftlichen“ Beschäftigung mit der Chemie, „nur von wenigen Schülern geleistet werden“. So kamen nur 9% der Schüler bei dem Versuch, die Neutralisation von Natronlauge und Salzsäure als Wort- und Formelgleichung darzustellen, zu einem einwandfreien Ergebnis. „Es ist zu befürchten, daß die Aufstellung von Gleichungen im Chemieunterricht zu derartigen Frustrationen führt, daß eine weitere Auseinandersetzung mit diesem Problem blockiert ist“ (MU 1976, S. 523 f.).

Natürlich bedarf auch die mittelfristige Effizienzmessung des naturwissenschaftlichen Unterrichts der Relativierung durch entsprechende Daten über das vorunterrichtliche Naturwissen der Schüler. In einer Frankfurter Untersuchung wurden Tests zur elementaren Elektrizitätslehre nicht nur Schülern vorgelegt, die die entsprechenden Fragen bereits im Unterricht behandelt hatten, sondern zugleich auch solchen Jugendlichen, die mit elektrischen Phänomenen noch nicht in schulischen Kontakt gekommen waren (NiU 1976, S. 185 ff., S. 140 ff. u. S.

323 ff.). Während die „belehrten“ Schüler durchschnittlich 58% der (multiple-choice)-Textaufgaben richtig lösten, konnten die „unbelehrten“ aus ihrer alltäglichen Erfahrung heraus immerhin 44% richtig beantworten. Abgesehen davon, daß diese Lösungsquoten durch die in der Auswertung nicht berücksichtigte Ratewahrscheinlichkeit insgesamt nicht unerheblich aufgeschönt sein dürften, als minimal: Nur um durchschnittlich 14% hat das Wissen der Schüler über elektrische Phänomene und deren physikalische Interpretation im Laufe des Physikunterrichts zugenommen - ein Befund, der angesichts der kurzfristig gemessenen Lernzuwachsdaten von rund einem Drittel des Gebotenen (s.o.) durchaus stichhaltig erscheint.

Was aber bleibt vom naturwissenschaftlichen Unterricht eigentlich auf Dauer übrig, wenn sich der ohnehin mäßige kurzfristige Lernzuwachs bereits während der Schulzeit auf die Hälfte reduziert? Zu dieser Frage findet sich in den durchgesehenen Zeitschriftenjahrgängen nur eine auffällig geringe Zahl von Empirismen. Lediglich Lanz und Wagenschein, beide ebenso scharfsichtige wie engagierte Außenseiter des fachdidaktischen Betriebs, scheuen sich nicht, die Bilanz ihrer schulpraktischen Erfahrung bündig auf den Begriff zu bringen: Übereinstimmend kommen sie zu der Einschätzung, „daß am Ende der Schulzeit nur wenig naturwissenschaftliches Wissen und auch Fertigkeiten geblieben sind“ (NiU 1976, S.415).

Wagenschein führt die hohe Vergessensrate für naturwissenschaftliches Schulwissen maßgeblich darauf zurück, daß der moderne Naturunterricht die Verbindung zum Naturverständnis der Schüler unterbricht (MNU 1977, S. 136). Auch er macht also jenen unvermittelten Gegensatz von wissenschaftlichem und alltäglichem Naturbild für die Misere des wissenschaftsorientierten Unterrichts verantwortlich, der sich wie ein roter Faden auch durch die im vorliegenden Beitrag zusammengetragenen Empirismen zieht. Dem wissenschaftlichen Naturbild scheint es bestenfalls partiell und temporär zu gelingen, isolierte Bereiche der Schülerköpfe mit Beschlag zu belegen. Sobald die Betroffenen das angelernte Wissen mehrheitlich nicht mehr zur Wahrung ihrer schulischen und beruflichen Chancen brauchen, wird es sukzessive abgestoßen.

Konrad Daumenlang zufolge ist es wenige Jahre nach dem Verlassen der Schule mit Hilfe von einfachen Wissenstests nicht mehr zu entscheiden, ob und wie lange ein Jugendlicher in den Naturwissenschaften unterrichtet worden ist - die "physikalischen Konzepte" junger Erwachsener sind dann wieder primär vom alltäglichen Naturbild bestimmt (NiU 1980, S. 10ff.) Das liegt sicher nicht zuletzt daran, daß dieses Naturbild nicht nur das Ergebnis, sondern auch die jeden Tag erneut bewährte Voraussetzung für den alltäglichen Umgang mit Natur und Technik ist. Daß der naturwissenschaftliche Unterricht mit all seinem didaktisch-methodischen Aufwand hiergegen letztlich nicht ankommt, kennzeichnet einmal mehr die lebensferne Künstlichkeit seiner Inhalte.