

Themen oder Kontexte als Strukturelemente des naturwissenschaftlichen Unterrichts

Heinz Muckenfuß

Themenorientierung - eine gut begründete Forderung an den naturwissenschaftlichen Unterricht?

Gegenwärtig entstehen in Deutschland viele Lehrpläne, die in einer Abkehr vom differenzierten Fachunterricht in Physik, Chemie und Biologie zugunsten eines integrierten Faches "Naturwissenschaften" den Schlüssel für die Lösung akuter Bildungsprobleme im Bereich der Naturwissenschaften sehen. Dabei geht es nicht nur um eine organisatorische Zusammenführung der bisherigen Einzelfächer sondern um eine inhaltliche Neugestaltung. Sie wird in einem aktuellen Lehrplanentwurf des Landes Nordrhein-Westfalen für das Fach Naturwissenschaften global so beschrieben:

"Hierzu werden die naturwissenschaftlichen Phänomene und Fragestellungen nach Rahmenthemen strukturiert, die ganzheitliche Erfahrungszusammenhänge aus Schülersicht repräsentieren" [1]. Dieser Lehrplan nennt für die Klassenstufe 5/6 folgende Rahmenthemen:

- Mein Körper - Meine Gesundheit
- Wahrnehmung mit allen Sinnen
- Pflanzen - Tiere - Lebensräume
- Wege in die Welt des Kleinen
- Geräte und Stoffe im Alltag
- Sonne - Wetter - Jahreszeiten

Andere Lehrpläne formulieren andere Themen: prinzipiell ist der Themenschatz, den uns das Leben anbietet, unerschöpflich. Weniger klar ist, in welchem Maß und welchem Umfang die Themenkompositionen wirklich "die naturwissenschaftlichen Phänomene und Fragestellungen strukturieren". Die Darstellung der Kriterien, die jeweils zu der spezifischen Auswahl und Formulierung eines Themensatzes geführt haben, ist bisher noch sehr lückenhaft. Neben der lebenspraktischen Relevanz eines Themas ist zumeist auch das Bemühen zu erkennen, Inhalte und Verfahren der traditionellen naturwissenschaftlichen Fächer abzudecken, wobei in dieser Hinsicht nicht immer "mit offenen Karten gespielt" wird. Denn eine Darlegung derjenigen naturwissenschaftlichen Begriffe, Gesetze, Verfahren und Fähigkeiten, die über einzelne Themen hinausweisend schließlich ein von den Themen unabhängiges naturwissenschaftliches Kompetenzgefüge konstituieren sollen, erfolgt in den mir bekannten Bildungsplänen und Entwürfen dieser Art bisher nicht. Man kann das auch anders formulieren: Sieht man von den deklamatorischen Erklärungen in den Präambeln der Bildungspläne ab, bleibt offen, ob und in-

wieweit die Themen als Mittel fungieren, übergeordnete fachliche Kompetenzen aufzubauen oder ob ihre Bearbeitung selbst schon das Unterrichtsziel ist.

Der unbestreitbare Misserfolg des traditionellen Fachunterrichts einerseits und Legitimations- und Theoriedefizite neuerer Ansätze andererseits polarisieren gegenwärtig die didaktische Diskussion in folgender Weise:

Die Protagonisten der geschilderten Art von Themenorientierung sehen in ihr einen programmatischen Gegensatz zum fachsystematischen Unterricht, d. h., sie betrachten Themenorientierung als Grundlage und Spezifikum eines nicht mehr nach den traditionellen Fächern geordneten Unterrichts. Dabei wird explizit oder implizit unterstellt, Fachunterricht sei unänderlich "nur" systematisch ausgerichtet und somit unausweichlich lebensfern. Besonders in den Fächern Physik und Chemie werde durch die fachsystematische Curriculumstruktur verhindert, dass Lernen als sinnvolle Aktivität erlebt wird. (Für Biologie wäre eine differenziertere Betrachtung notwendig.) Themenorientierter Unterricht - so wird argumentiert - greife dagegen nahezu zwangsläufig die Interessen der Schülerschaft auf, knüpfe an deren Vorerfahrung und ihren Präkonzepten an und sei per Definition lebensnah und sinnstiftend.

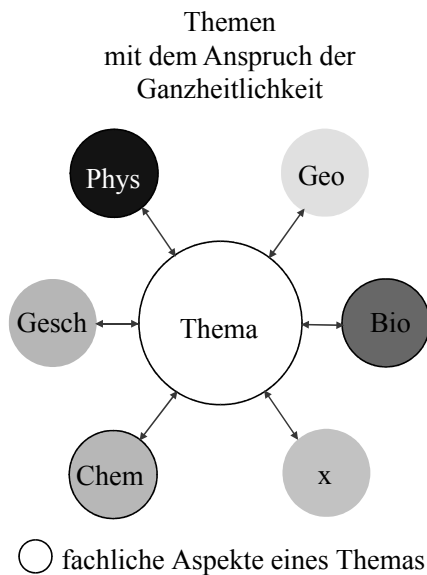
Auf der anderen Seite befürchten viele Fachlehrkräfte, dass mit dem Verschwinden der naturwissenschaftlichen Einzelfächer auch wichtige Ordnungsstrukturen für eine angemessene Sichtweise und Durchdringung unserer wissenschaftsgeprägten Welt verloren gehen, und dass die inhaltliche Gestaltung des Unterrichts der Beliebigkeit anheim fällt, weil sich allein aus der Fülle möglicher Themen keine Kriterien für das Ziel und den Aufbau eines naturwissenschaftlichen Gesamtfaches ergeben.

Im Folgenden wird versucht Argumente zu entwickeln, die aus diesem unfruchtbaren Schwarz-Weiß-Schematismus herausführen könnten. Dazu möchte ich zunächst das Konstruktionsprinzip und die Begründungen für die geschilderten themenorientierten Curricula kritisch betrachten und anschließend aufzeigen, wie mit einer besonderen Form der Themenorientierung - nämlich mit Hilfe sogenannter sinnstiftender Kontexte - systematisches Lernen realisiert werden kann.

Kritische Betrachtung der Konstruktionsweise aktueller themenorientierter Curricula

Die Bildungsplaner legen dem naturwissenschaftlichen Einheitsfach Themen mit dem Anspruch der "Ganzheitlichkeit" zugrunde. Ihre Komplexität ist gewünscht, denn sie ermöglicht prinzipiell Zugänge aus vielen verschiedenen fachlichen Perspektiven. Dem curricularen Konstruktionsprinzip liegt die Auffassung zugrunde, dass die Gliederung des Unterrichts in Fächer eine Zergliederung der Erfahrungswelt bewirkt, die der Komplexität der Welt nicht gerecht wird und auch nicht den

Dr. Heinz Muckenfuß, Pädagogische Hochschule Weingarten, Kirchplatz 2, D-88250 Weingarten, e-mail: muckenfuss@ph-weingarten.de; homepage <http://www.heinz-muckenfuss.de/>
Vortrag auf der IMST & NWW Tagung am 2. Oktober 2003; Programmtitel: "Themenorientierung und Fachsystematik - wie geht das unter einen Hut?".
Bei dem Vortrag handelt es sich um die überarbeitete Version eines Referates auf der MNU-Jahreshauptversammlung am 16. April 2003 in Frankfurt



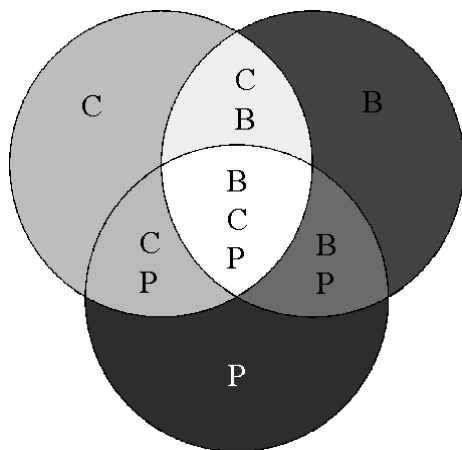
Lernbedürfnissen und Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler entspricht. Viele Aspekte an dieser Argumentation leuchten spontan ein. Zumindest wirken sie auf Nicht-Naturwissenschaftler so überzeugend, dass sie auch den Rückhalt vieler Bildungspolitiker finden. Prüft man aber die Argumente genauer, dann zeigen sich m. E. doch gravierende Probleme:

- Das Zergliedern ganzheitlicher Erfahrungszusammenhänge soll vermieden werden. Jedoch gehört das Zerlegen komplexer Sachverhalte in überschaubare Teilprobleme seit Descartes zu den Fundamenten der naturwissenschaftlichen Methode [2]. Die Entwicklung der Wissenschaften verdankt ihren erfolgreichen Verlauf nicht zuletzt dieser Strategie. Wenn in der Didaktik diesbezüglich Fehler gemacht werden, dann bestehen sie darin, dass der *Vorgang des Ausgliederns* bzw. des "Aspektierens" - also das, was Wagensein den Aspektcharakter eines Unterrichtsfaches nannte - dass dieser Vorgang nicht ausreichend bewusst gemacht wird. Ebenso wie man die Einsicht in den Aspektcharakter häufig vernachlässigt, wird vielfach auch die Reintegration aspekthafter Erkenntnisse in einen Gesamtzusammenhang versäumt, der eine angemessene Bewertung und Bedeutungszuweisung erst ermöglicht. Ohne die *bewusst gemachte* Ausgliederung und Reintegration entsteht der falsche Eindruck, ein Fach wie z. B. die Physik beschreibe die Welt so wie sie wirklich sei, was einem überzogenen Wahrheitsanspruch wissenschaftlicher Erkenntnis gleichkommt. Nicht der Verzicht auf eine wichtige Strategie naturwissenschaftlichen Erkennens löst also das didaktische Problem, sondern das Bewusstmachen der damit verknüpften Grenzen der Erkenntnis.
- Das Argument, das Lernen der Kinder sei ganzheitlich orientiert und folge natürlicherweise nicht der Logik der Fächer, ist insofern ernst zu nehmen, als wir ihnen dabei helfen müssen, diese ganzheitliche Sicht der Welt zu einem möglichst differenzierten Weltbild weiter zu entwickeln. Ganzheitlichkeit und die Fähigkeit Probleme in einzelne fachliche Aspekte zu differenzieren dürfen sich nicht ausschließen. Als ideologisches Postulat wird Ganzheitlichkeit nur zum geistigen Gefängnis, wie alle Ideologien. Ein an den Systematiken der Fächer orientierter Unterricht eröffnet die Chance, eine undifferenziert-ganzheitliche Sicht der Welt durch die Integration differenzierender Aspekte der fachlichen Disziplinen zu erweitern. Ich behaupte nicht,

dass das im traditionellen Fachunterricht bisher gelungen ist, bin aber davon überzeugt, dass es gelingen kann. Dass der ganzheitliche Zugriff einem spontanen Bedürfnis entspricht, ist keine ausreichende Begründung für die Ausklammerung anderer Erkenntniswege. Schließlich verzichten wir ja auch nicht darauf, jungen Kindern das Lesen beizubringen, bloß weil sie lieber Bilderbücher anschauen würden.

- Als weiteres wichtiges Argument für den ganzheitlichen Ansatz wird angeführt, dass in einer zunehmend komplexeren Welt die Probleme immer weniger durch einzelfachliche Zugriffsweisen gelöst werden können. Man müsse deshalb die Probleme ganzheitlich angehen. Dass alles mit allem zusammenhängt, fällt in einer globalisierten Welt natürlich deutlicher ins Auge und ist uns heute deshalb bewusster als früher. Die Forderung, die Auswirkungen bestimmter Maßnahmen zur Veränderung der Welt umfassender in den Blick zu nehmen als in der Vergangenheit, halte ich uneingeschränkt für gerechtfertigt. Das spricht für eine möglichst differenzierte Betrachtung aller erkennbaren Aspekte, aber nicht gegen eine Spezialisierung unserer Wissensbestände über diese Welt. Je umfassender diese werden, desto stärker sind wir auf Spezialisierung angewiesen. Deshalb differenzieren sich Berufsbilder oder Studiengänge an den Hochschulen immer stärker aus. Nicht die Abschaffung des Spezialwissens oder der Spezialisten löst das Problem zunehmender Komplexität, sondern die Fähigkeit, viele spezielle Kenntnisse zu integrieren - was u. A. die Fähigkeit von Spezialisten voraussetzt, fruchtbar miteinander zu kooperieren. Dass diese Fähigkeit durch die Schule angebahnt werden muss, steht für mich außer Zweifel. Das hat aber nichts mit der Fächerstruktur zu tun, sondern mit Unterrichtsmethoden.
- Mit dem ganzheitlichen Ansatz für themenorientierten Unterricht wird die Forderung verknüpft, die Fächer abzuschaffen und sie durch "Lernfelder" oder "Lernbereiche" zu ersetzen. Diese stellen in den konkret vorgeschlagenen Ausprägungen, z.B. in Form des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts, einen pragmatischen Kompromiss dar, mit recht willkürlich anmutenden Grenzziehungen. Die Grenzen der Lernbereiche schaffen ja nur ein neues Innen und Außen, wobei keineswegs feststeht, dass die Probleme, die von den neuen Grenzen hervorgerufen werden, geringer sind als die bisherigen. In meiner 20-jährigen Erfahrung mit der Konstruktion kontextorientierter Curricula für den Physikunterricht haben sich z.B. viele Kooperationsbedürfnisse mit Fächern außerhalb der Naturwissenschaften ergeben. Die Kultur- und Wissenschaftsgeschichte ist fast immer tangiert, in der Optik gab es die Zusammenarbeit mit den Fächern Kunst und Biologie, in der Thermodynamik (Wetterkunde) neben den Verbindungen zur Biologie und Chemie auch solche zur Geografie und zu sozialkundlichen Fächern (Lebensformen, Migrationsbewegungen). Ständig stimmen wir uns mit dem Fach Technik ab, immer wieder auch mit dem Fach Deutsch. Am größten ist der Kooperationsbedarf mit dem Fach Mathematik. Warum fordert eigentlich niemand die Integration der Fächer Mathematik und Physik? - Natürlich fallen uns dazu viele Gegenargumente ein. Man sollte sie einmal daraufhin prüfen, ob sie für die Fächer Biologie oder Chemie wirklich weniger überzeugend sind!

- Die von Thema zu Thema wünschenswerte Kooperationen mit wechselnden Fächern außerhalb der Naturwissenschaften wird durch integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht nicht erleichtert - im Gegenteil: Die Abstimmung der Inhalte verschiedener Naturwissenschaften kostet soviel Kraft, dass "Seitenblicke" über die Naturwissenschaften hinaus immer randständiger werden. "Die Kluft zwischen den zwei Kulturen", zwischen den Geistes- und Naturwissenschaften, die seit C. P. Snow sie benannt hat, nur gewachsen ist, wird jedenfalls durch die Gettoisierung der Naturwissenschaften in einem Lernbereich nicht leichter zu überbrücken sein als bisher.
- Den curricularen Vorgaben für Lernbereiche, in denen die drei Naturwissenschaften integriert sind, liegt meistens das Schema der nebenstehenden Abbildung zugrunde. Tendenziell hat die thematische Besetzung der gemeinsamen Schnittmenge Priorität. Das gelingt aber nur bei wenigen Themen, z. B. bei der Struktur Boden, Wasser, Luft, Energie, die nicht nur zufällig an die antiken "Elemente" erinnert (s. u.). Deshalb wird nach Themen gesucht, die wenigstens in zweien der drei Fächer von Bedeutung sind - und nur im "Notfall" greift man auf fachspezifische Themen zurück. Es ist klar, dass auf diese Weise die Gefahr entsteht, dass der systematische Kern der Fächer überhaupt nicht erreicht wird, weil wesentliche Teile der Systematiken außerhalb der Schnittmengen liegen.



Schematische Struktur der curricularen Vorgaben für den Lernbereich Naturwissenschaften

Dieses Problem verschärft sich dadurch, dass das Verhältnis der drei naturwissenschaftlichen Fächer untereinander überhaupt nicht so symmetrisch ist, wie es dieses Bild suggeriert. Die elementare Physik der Sekundarstufe I lässt sich nämlich prinzipiell ohne Rücksicht auf die Biologie oder Chemie lehren und lernen, womit ich natürlich nicht sagen will, dass das wünschenswert wäre. Die Chemie ist auf Begriffe und Gesetze angewiesen, die im System der Physik definiert sind (Masse, Energie, Kraft, Ladung usw.), kommt aber ohne die Biologie aus. Diese wiederum muss auf Grundlagen der beiden anderen Naturwissenschaften zurückgreifen. Diese Asymmetrie beschert besonders der Physik eine Zulieferungsfunktion, auf die sie dann auch in vielen Teilen reduziert wird. Ein aus fachdidaktischer Sicht konsistenter bzw. systematischer Aufbau physikalischer Kompetenzen wird dadurch sehr erschwert, wenn nicht gar unmöglich. Für den physikalischen Fachunterricht vorge-

schlagenen Curricula verlieren während des Prozesses der Integration das fachdidaktisch begründete "Tuning", was sich z. B. an entsprechenden Schulbuchentwicklungen nachweisen lässt. Ein systematischer Aufbau gelingt am ehesten noch im biologischen Bereich, weil dort das Bemühen nicht durch Zulieferungsforderungen der Fächer Physik und Chemie gestört wird. In den konkreten Diskussionen mit Lehrkräften, die Naturwissenschaften integriert unterrichten oder sich darauf vorbereiten, wird dies oft als verschmerzbarer Nachteil gesehen. Das liegt aber vielleicht nur daran, dass die allermeisten dieser Lehrkräfte eine Ausbildung im Fach Biologie haben und zumindest gegenüber dem Fach Physik ohnehin eine möglichst große Distanz einnehmen.

Ich verkenne trotz dieser Kritik an diesem ganzheitlichen Ansatz des themenorientierten Unterrichts nicht die pädagogischen Vorteile, die mit der Schaffung von Lernbereichen verbunden sein können. Dabei denke ich vor allem an die Gestaltungsspielräume, die ein größeres Budget an Wochenstunden mit sich bringt, wenn tatsächlich der ganze Lernbereich von einer Lehrkraft unterrichtet wird. Dass dabei allerdings das zusätzliche Problem der Qualifizierung von "Naturwissenschaftslehrkräften" auftaucht, steht auf einem anderen Blatt, ebenso die Gefahr, dass sich an einem scheinbar vergrößerten Zeitbudget leichter weitere Kürzungen vornehmen lassen, als an sogenannten "kleinen" Fächern.

Die offensichtlichen pädagogischen Vorteile der Einbeziehung alltagsrelevanter Themen in die Unterrichtsgestaltung lässt es ratsam erscheinen, nach Wegen zu suchen, systematisches Lernen und das Lernen an Themen zu verknüpfen. Die Schwierigkeiten, die sich dabei auftun, haben mit den unterschiedlichen Ordnungskriterien zu tun, die dem Erfahrungswissen - dem common sense - und der Wissenschaft zugrunde liegen. Dies will ich in gebotener Kürze erläutern. Ausführlicher habe ich mich damit an anderer Stelle befasst [3].

Ordnungsstrukturen in thematischer und systematischer Hinsicht

Erkennen heißt Ordnen. Für das Zurechtkommen in der Welt sind wir darauf angewiesen, Zusammenhänge herzustellen und Unterscheidungen vorzunehmen. Wir tun dies unablässig auf der Grundlage unserer Wahrnehmung und der Erfahrung, die im praktischen Lebensvollzug akkumuliert. Auf diese Weise entsteht der sogenannte common sense, der "gesunde Menschenverstand", auf den wir im Alltag angewiesen sind. Ganzheitliche Themen im bisher genannten Sinn spiegeln daher eine erfahrungsorientierte Ordnungsstruktur wider, die auch für Laien - z. B. für Bildungspolitiker - unmittelbar einsichtig, also plausibel ist. Bis zur Renaissance waren die so gewonnenen Ordnungsstrukturen auch Grundlage des wissenschaftlichen Weltbildes. Die "Elemente" der antiken Wissenschaft, Erde, Wasser, Luft und Feuer sind in diesem Sinne plausible Ordnungsstrukturen. Deshalb sind sie als Themen auch in aktuellen Curriculumentwürfen vertreten.

Beginnend mit der neuzeitlichen Physik in der Renaissance hat die Wissenschaft die Welt nach dem Kriterium der Vernünftigkeit geordnet. Es ist ein Charakteristikum der Epoche der Aufklärung, dass dem Vernunftgemäßen der Vorrang gegenüber der Wahrnehmung und unmittelbaren Welterfahrung

eingräumt wurde. Leider hat sich dabei als Komplikation ergeben, dass das Vernunftgemäße nicht immer plausibel und das Plausible nicht immer vernunftgemäß ist. So sagte Galilei in Bezug auf die kopernikanische Deutung der Himmelsbewegungen:

"Ich kann nicht genug die Geisteshöhe derer bewundern, die sich ihr angeschlossen [der Ansicht, dass die Erde sich dreht; H.M.] und sie für wahr gehalten, die durch die Lebendigkeit ihres Geistes den eigenen Sinnen Gewalt angethan derart, dass sie, was die Vernunft gebot, über den offenbarsten gegenteiligen Sinnenschein zu stellen vermochten." (Galileo Galilei: *Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das Ptolemäische und das Kopernikanische*. Leipzig 1891, S. 342) Galilei kämpfte mit ganzer Kraft für die Ablösung des erfahrungsgebundenen aristotelischen Weltbildes. C. F. v. Weizsäcker charakterisiert dies so: "Galilei tat seinen großen Schritt, indem er wagte, die Welt so zu beschreiben, wie wir sie nicht erfahren". Galilei steht hier natürlich nur als typischer Repräsentant einer neuen Weise der Weltbemächtigung, die keineswegs nur eine geistige war.

Descartes stellt den Zweifel am Plausiblen aller wahren Erkenntnis voran, so wie schließlich die gesamte neuzeitliche Wissenschaft die Prinzipien der Vernunft "über den offenbarsten Sinnenschein" stellte. Viele - wohl die meisten - grundlegenden Konzepte und Begriffe der Physik (und auch der Chemie) stehen zunächst scheinbar im Widerspruch zu unserer Erfahrung. Ich erwähne einige Beispiele:

- Dass man die Augen als Lichtempfänger betrachten kann, lehrt uns nicht die Alltagserfahrung, sondern die Physik. Die Alltagssprache drückt aus, wie wir den Sehvorgang erfahren: "Man muss genau hinschauen"; man kann "einen Blick auf seinen Nachbarn werfen", der dann vielleicht auf dessen Nacken ruht; jemand hat "einen stechenden Blick", oder man "schaut zum Fenster hinaus". Unsere Alltagssprache orientiert sich an der Erfahrung und enthält deshalb keinen Hinweis auf das Auge als Lichtempfänger, auf Lichtstrahlen, die Punkt für Punkt ein Bild erzeugen usw.. Die physikalische Weise, die Sichtbarkeit der Welt über "Strahlengänge" zu erklären, bei denen die Strahlen nicht vom Auge sondern von den Gegenständen ausgehen, wurde im Abendland erst durch die Arbeiten Keplers zum Allgemeingut der Wissenschaften.



Eine der antiken Vorstellungen vom Sehvorgang: Nur wenn Sehstrahlen und Lichtstrahlen zusammentreffen kommt es zum Sehen.

- Weil wir das Licht *nicht* als Ausbreitungsvorgang erleben, nehmen wir auch Schatten nicht einfach als "Fehlen von Licht" wahr. Vielmehr sind Schatten in unserer Wahrnehmung etwas positiv Vorhandenes, eine Art Gegenstand, der

geworfen wird; man kann sich hineinsetzen in den Schatten, er kann länger oder kürzer werden, oder man kann mit ihm Schattenfangen spielen. Auch hier widerspricht das Wahrnehmungsschema der physikalischen Erklärung der Schatten als Ort, an dem etwas fehlt. Künstler und Literaten nutzen den Widerspruch, um unser Denken zu affizieren, z. B. in Comics, in denen Schatten mitternächtlich ihr Unwesen treiben, oder - um ein Beispiel aus der Weltliteratur anzuführen - in Adalbert v. Chamisso's Märchen "Peter Schlemihls wundersame Geschichte", in der die Hauptfigur ihren Schatten an den "grauen Herrn" verkauft.



Zum Widerspruch zwischen Schattenwahrnehmung und physikalischer Erklärung

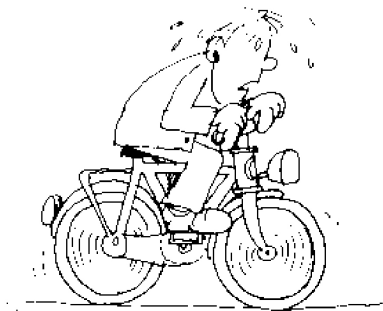
Was für den Schatten gilt, gilt auch für die Dunkelheit. Sie bricht herein oder breitet sich aus, der Scheinwerfer durchdringt die Dunkelheit - manchmal bleibt das Dunkel auch undurchdringlich. Goethe hat sich ein Leben lang geweigert, in der Dunkelheit nur das Fehlen von Licht - ein Negativum - zu sehen.

- Ähnlich polar nehmen wir Wärme und Kälte wahr. Physikalisch führt die Erfahrung nur in die Irre, dass *ein Pullover die Kälte abhält*. Wem aber die Kälte gerade durch alle Knochen kriecht, der wird den Physiker nicht ernst nehmen, der ihm weismachen will, es gäbe keine Kälte, nur die Wärme würde entweichen. Es ist nicht einmal einfach, Kindern begreiflich zu machen, dass ein Pullover keine Wärmequelle ist. Noch schwerer fällt es - so lehrt uns die Wissenschaftsgeschichte - zu akzeptieren, dass die Wärme und unsere Temperaturempfindungen etwas mit dem Gewusel von Teilchen zu tun haben, die unserer Wahrnehmung nicht zugänglich sind, aber vernunftgemäß als vorhanden gedacht werden müssen.
- "Warme Luft steigt auf" sagen wir so dahin, weil es unserer Erfahrung entspricht. (Manchmal steckt auch die Vorstellung dahinter, "die Wärme" sei es, die bevorzugt nach oben steigt und anderes mit sich reißt.) Das "Leichte geht nach oben", hat auch schon Aristoteles gesagt, weil diese Beschreibung eines scheinbar "natürlichen Verhaltens" unsere Erfahrung wiedergibt. Dass warme Luft nicht aus eigenem Vermögen aufsteigt, sondern von schwererer Kaltluft angehoben wird, diese physikalische Erkenntnis ist nicht evident, geschweige denn die zusätzliche Einschränkung, dass der Vorgang nur zustande kommt, wenn sich an der Grenze zwischen Kalt- und Warmluft ein Druckgefälle

zur Warmluft hin ausgebildet hat (was in der freien Natur nicht immer zutrifft).



- Wer Physik unterrichtet, erlebt regelmäßig, wie skeptisch Schülerinnen und Schüler gegenüber dem Trägheitsgesetz sind, das behauptet, man brauche keine Kraft, um die Bewegung eines Körpers aufrecht zu erhalten. Die physikalische Erklärung steht auch hier der Erfahrung, dem Sinnen-schein entgegen. Nach dieser braucht man eine um so größere Kraft um einen Körper zu bewegen, je höher dessen Geschwindigkeit ist. Physiker behaupten dagegen, Kräfte dienen nur der Geschwindigkeitsänderung - man kann ohne Kraft oder Energieumwandlung Jahrtausende lang durchs Weltall rasen, solange man darauf verzichtet, die Geschwindigkeit ändern zu wollen.



Was hier an physikalischen Beispielen angeführt ist, ließe sich problemlos auch mit solchen aus der Chemie durchführen. Wer z. B. glaubt von der Geschmackswahrnehmung her begreifen zu können, was Chemiker unter einer Säure verstehen, befindet sich in der Sackgasse.

Die Reihe der Beispiele ließe sich beliebig verlängern. Das zeigt, dass es sich nicht um Ausnahmen sondern um ein Prinzip handelt: Die Wissenschaft ordnet die Welt nach Ideen, die sich nicht ohne weiteres aus der Erfahrung ergeben. Dadurch entstehen Zusammenhänge und Unterscheidungen, die dem common sense verborgen bleiben; ein Beispiel: Auf der Erdoberfläche verdunstet Wasser. Dazu muss ihm Energie zugeführt werden. In den Wolken kondensiert dieses Wasser und die Energie wird wieder an die Umgebung abgegeben. Der atmosphärische Wasserkreislauf transportiert also Energie von der Erdoberfläche in die höhere Troposphäre. Derselbe Vorgang läuft in jedem Kühlschrank ab, in dem durch den Kreislauf eines Kühlmittels Energie aus dem Kühlschrank in die Küche hinaus transportiert wird. Der Zusammenhang zwi-

schen Systemen und Prozessen aus ganz unterschiedlichen Erfahrungsbereichen ist phänomenologisch nicht gegeben. Er erschließt sich nur über das Ordnungssystem der Wissenschaften. Vielfach muss man sich vom Sinnen-schein und von der Erfahrung lösen, um wissenschaftliche Ideen begreifen zu können. Bei den daraus erwachsenden Ordnungssystemen handelt es sich um die Systematiken der Fächer. Sie sind aber nicht ohne weiteres alltagsrelevant im Sinne der Brauchbarkeit oder Nützlichkeit im Rahmen alltäglicher Handlungsbedürfnisse. Diese entspringen ja dem common sense. Die wissenschaftliche Art der Erkenntnis dient mehr der geistigen Orientierung in einer komplexen Welt und konstituiert das Welt-Natur- und Menschenbild. Die mit den ganzheitlichen Themen verknüpfte Handlungs- und Praxisorientierung ist in diesem Licht keineswegs über Zweifel daran erhaben, dass sie hilfreich bei dem Bemühen ist, aus der Erfahrungswelt die Ordnungsstrukturen der Wissenschaft zu rekonstruieren.

Mit den Themen der eingangs geschilderten Art bewegen wir uns auf der Ebene der Erfahrungswelt. Von ihr aus in die Höhen der wissenschaftlichen Ideenwelt zu gelangen, bedarf der gleichen Anstrengung, die notwendig war, um die aristotelische Wissenschaft durch die neuzeitliche Naturwissenschaft zu ersetzen. Das heißt aber nichts anderes, als dass wir der Aufgabe, Schülerinnen und Schüler in die Gedankenwelt der Naturwissenschaft hineinzuführen, durch diese Art der Themenorientierung keinen Schritt näher kommen. Die höhere Motivation, die man von den Themen erwartet, gilt gegebenenfalls den alltagsrelevanten Aspekten des Themas und erstreckt sich nicht notwendig auf deren naturwissenschaftliche Erklärung. Der common sense oder die Präkonzepte liefern in den meisten Fällen handliche und plausible Deutungen mit denen man im Alltag sehr wohl zurecht kommt. Warum also sollte man sich um die umständlichen, spontan nicht plausiblen und vielfach schwierigen Konzepte bemühen, die von den Naturwissenschaften angeboten werden? Die Klimaanlage produziert eben Kälte, Wärme steigt nach oben und der elektrische Strom wird im Bügeleisen verheizt - wozu bitte, braucht man Physik?

Wenn sich themenorientierter Unterricht als Gegensatz oder Alternative zu einem Unterricht versteht, der sich an den Systematiken der Wissenschaften orientiert, dann läuft er Gefahr, im Erfahrungs- und Handlungswissen stecken zu bleiben und das Potential der abstrakten Ideenwelt nicht erschließen zu können. Diese Gefahr wurzelt in der Tendenz, nur jeweils solche Bruchstücke aus dem Ideengebäude herauszubereiten, die gerade zum jeweiligen Thema oder Problem aus der Erfahrungswelt passen. Dann aber bleibt von der Ideenwelt statt eines wohlgeordneten Gebäudes nur ein Trümmerhaufen in den Köpfen unserer Schülerinnen und Schüler. Es würde in diesem Fall eine mehr oder weniger große Menge an Kenntnissen über singuläre Themen gelernt, die unverbunden bleiben. Die Zukunftsbedeutung solcher Singularitäten bleibt aber fragwürdig, selbst wenn man sich bei der Konstruktion von Curricula an den berühmt gewordenen Schlüsselproblemen orientiert, von denen angenommen wird, dass sie der Menschheit noch lange erhalten bleiben. Niemand vermag heute zu sagen, was die Menschen in 20 Jahren umtreiben wird.

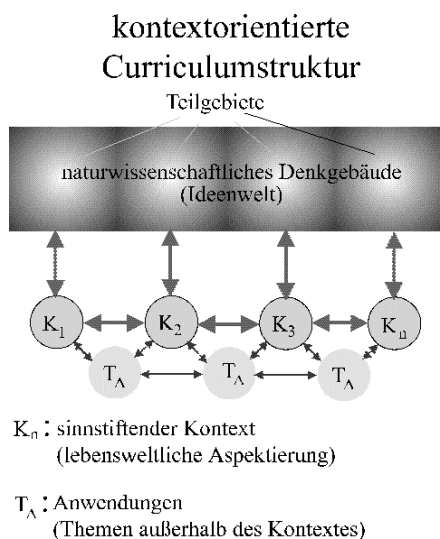
Das Beste, was wir tun können, ist Kompetenzen aufzubauen, die nicht an ein konkretes Thema gebunden bleiben, die also abstrakt und universell genug sind, um mit ihnen beliebig viele

Probleme, Sachverhalte oder Themen zu erschließen. Das bedeutet aber, dass wir nicht darauf verzichten können, unsere Schülerinnen und Schüler mit der abstrakten Ideenwelt der Naturwissenschaften soweit vertraut zu machen, dass sie für die Deutung ihrer Lebenswelt flexibel nutzbar wird. Handlungs- und Praxisorientierung werden aus dieser Sicht dann problematisch, wenn sie nicht mehr als sinnvolles pädagogische Mittel verstanden werden, sondern unter der Hand zum Unterrichtsziel mutieren. Mir scheint diese Umkehr der Ziel-Mittel-Relation z. B. nicht sehr fern zu liegen, wenn das neue Integrationsfach an Baden-Württembergs Realschulen die Bezeichnung "Naturwissenschaftliches Arbeiten (NWA)" trägt.

Wenn aber alles darauf ankommt, für unsere Schülerinnen und Schüler Wege aus der Erfahrungswelt in die Ideenwelt und aus dieser zurück in die Erfahrungswelt zu erschließen, dann muss auch die Erfahrungswelt unserer Schülerinnen und Schüler eine gewichtige Rolle im Naturwissenschaftlichen Unterricht spielen. Für die Lösung dieser Aufgabe halte ich eine bestimmte Form der Themenorientierung für ein geeignetes Mittel. Themenorientierter Unterricht ist aber dann keine Alternative zum systematisch orientierten Unterricht, sondern ein Mittel, um systematisches Lernen fruchtbar zu machen.

Kontextorientierung als Mittel für systematisches Lernen

Für das didaktische Modell, mit dem wir die Verknüpfung von Lebenswelt und Wissenschaft zu erreichen versuchen, habe ich vor längerer Zeit "sinnstiftende Kontexte" als charakteristische Strukturelemente vorgeschlagen. Mit Kontexten sind Themen - oder thematische Aspektierungen eines fachlichen Teilgebietes - gemeint, mit deren Hilfe relevante Teile des Netzwerkes aus der wissenschaftlichen Ideenwelt erschließbar sind. Diese Kontexte greifen - wie andere Themen auch - Inhalte oder Probleme aus der Lebenswelt auf, die für die Adressaten unseres Unterrichts subjektiv möglichst bedeutungsvoll sind. Im Gegensatz zur oben geschilderten Themenorientierung kommt es bei den Kontexten aber nicht in erster Linie auf die Möglichkeit des mehrperspektivischen Zugriffs an. Sie werden vielmehr so gewählt, dass mit ihrer Hilfe ein repräsentativer Teil der naturwissenschaftlichen Ideenwelt erschlossen werden kann.



Mit den Kontexten soll sich insgesamt der als bildungsbedeutend erkannte Bereich der Naturwissenschaften im Sinne eines Kompetenzgefüges konstituieren lassen. Dieser von der Ideenwelt der Wissenschaft her definierte Bausteincharakter der sinnstiftenden Kontexte unterscheidet sie von den Themen im o.g. Sinn.

Für die Auswahl der Kontexte hat es sich - neben den bekannten pädagogischen Kriterien - als zweckmäßig erwiesen, sie so zu wählen, dass sie möglichst umfassend ein Teilgebiet der Fachsystematik abdecken. Dies fördert und fordert die Konzentration auf eine Sache, erleichtert es, auch auf der systematischen Ebene Zusammenhänge herzustellen und wirkt einer "Zerhäckselung" der Ideenwelt entgegen. Theoretisch ist es zwar von untergeordneter Bedeutung, ob man in dem Balken für die Ideenwelt ein einzelnes Fach oder die Summe aller Naturwissenschaften sieht. Die einzelnen Fachsystematiken müssen aber trotz der mehr oder weniger breiten Überlappungsbereiche als solche erkennbar bleiben, damit ihre je spezifische Ausprägung, ihre unterschiedlichen Methoden usw. erkennbar bleiben. Die Systematiken mehrerer Fächer lassen sich schwerlich durch die gleichen sinnstiftenden Kontexte abdecken. So kann man z. B. mit dem Kontext "Wetter und Klima" den größten Teil der im Physikunterricht behandelten Thermodynamik abdecken. In der Biologie oder Chemie sind jedoch allenfalls Einzelaspekte dieses Kontextes als interessante Anwendungen von Bedeutung. Die Systematiken dieser beiden Fächer lassen sich leichter über andere Kontexte erschließen. Wir haben dieses Modell deshalb bisher nur auf den Aufbau des Physikunterrichts in der Sekundarstufe I angewendet. Andere Gruppen arbeiten für die Chemie nach dem gleichen Prinzip, natürlich mit anderen "Kontextkombinationen". Wir haben es uns insofern einfach gemacht, als wir uns zunächst an den traditionellen Teilgebieten der Physik orientierten, also Optik, Mechanik, Elektrik, Thermodynamik usw. Die Teilgebiete verändern sich allerdings unter dem strukturierenden Einfluss der Kontexte nicht unerheblich.

Die Kontextkomposition muss nicht nur den bildungsrelevanten Teil der Systematik des jeweiligen Faches abdecken, sondern darüber hinaus auch kumulatives Lernen in dem Sinne ermöglichen, dass erworbene Kompetenzen in einem Bereich als Werkzeug für die Erschließung neuer Sachverhalte genutzt und dadurch sukzessive erweitert werden können. Dies geschieht durch die Anwendung des erworbenen systematischen Wissens auf Themen außerhalb des Kontextes, wie dies oben am Beispiel der Analogie des Energietransports im atmosphärischen Wasserkreislauf und im Kühlschrank gezeigt wurde. Auf diesem Weg wird dann die Flexibilität erworbener Kompetenzen zunehmend erhöht. Die Überschreitung der Fachgrenzen ist in den Kontexten angelegt, erfolgt aber mit anderer Zielsetzung als im üblichen themenorientierten Unterricht. Dies wird an Beispielen der nachfolgenden Übersicht näher erläutert.

Einen Überblick zu relativ weit entwickelten und erprobten, teilweise auch bereits in Schulbücher transformierten Teilcurricula für den Physikunterricht gibt die folgende Tabelle. Die Reihenfolge entspricht einem von mir favorisierten zeitlichen Aufbau des Physikunterrichts in den Jahrgangsstufen 7-10, zu dem es aber auch erprobte Alternativen gibt. Phänomenologisch orientierter Unterricht in der Klassenstufe 5/6 wird vorausgesetzt, ist aber nicht Gegenstand dieser Darstellung.

physikalische Teilgebiete	sinnstiftende Kontexte
Optik (ohne Farbenlehre)	<ul style="list-style-type: none"> • Licht und Bild (Abbildungen) • visuelle Wahrnehmung (Wechselwirkungen zwischen Objektwelt und Gehirn) (Kooperation mit Biologie)
Energie und Mechanik I	<ul style="list-style-type: none"> • Die physischen Grenzen des Menschen und wie er sie überwindet (Kooperation mit Mathematik)
Elektrik	<ul style="list-style-type: none"> • Energieübertragung durch elektrische Anlagen (Kooperation mit Geschichte und Gemeinschaftskunde, Technik, Chemie)
Optik: Farbenlehre	<ul style="list-style-type: none"> • Warum und wie wir Farben sehen (Kooperation mit Kunst und Biologie)
Thermodynamik (Wärmelehre)	<ul style="list-style-type: none"> • Wetterkunde (Kooperation mit Chemie, Geografie, Gemeinschaftskunde und Biologie)
Mechanik II (Dynamik)	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilität und Energie
...	... [4]

Wenn z. B. im Optikunterricht der Kontext "visuelle Wahrnehmung" eine wichtige Rolle spielt, so nicht um eine Brücke zum Biologieunterricht zu schlagen - das ist eher ein wünschenswerter Nebeneffekt -, sondern um die Physik besser zu verstehen. Eine Reihe physikalischer Inhalte (z. B. virtuelle Bilder) und die Physik als Ganzes können nicht- oder nur missverstanden werden, wenn man die "Schnittstelle Mensch" nicht mit ins Kalkül einbezieht [5].

Die Orientierung der Kontextauswahl an der Systematik eines Einzelfaches schließt Kooperationen mit anderen Fächern, nicht nur mit den Naturwissenschaften, nicht aus. Bei manchen Kontexten sind sie völlig unentbehrlich. Sie beeinflussen aber den physikdidaktisch begründeten Aufbau der Curricula nicht wesentlich. Es soll nochmals betont werden: *Die Einbeziehung von Aspekten anderer Fächer geschieht um die Physik besser zu verstehen, ist also physikdidaktisch begründet.* Fächerübergreifendes Unterrichten dient in diesem curricularen Modell deshalb dem besseren Verständnis des Einzelfaches.

Die Auswahl der Kontexte ist das didaktisch schwierigste Problem. Wir haben bei den o. g. Kontexten und ihrer Anordnung im Curriculum auch die spezielle Motivationslage der Schülerinnen (und vieler Schüler) berücksichtigt, auf die der Physikunterricht bisher eher abschreckend wirkte. An vielen Befunden lässt sich z. B. zeigen, dass die abschreckende Wirkung des Physikunterrichts u. A. mit dem Potenzial zur Weltbeherrschung also mit dem Machtaspekt zusammenhängt, der den Naturwissenschaften immanent ist. Das Wetter kann der Mensch nicht ändern, die Farben oder die visuelle Wahrnehmung haben viel mit Erkenntnis und wenig mit Macht zu tun.

Diese Themen stoßen auch die bisher "Demotivierten", insbesondere die Mädchen, nicht ab.

Die obige Übersicht erstreckt sich nicht über alle Teilgebiete des traditionellen Physikunterrichts. Sie erhebt auch nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, wenngleich die Erfahrung mit der Umsetzung der aufgeführten Themen zeigt, dass bereits mit diesen Kontexten der größte Teil der gegenwärtig in der Sekundarstufe I zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit beansprucht wird. Die curriculare Arbeit an den Kontexten ist ständig im Fluss und wohl prinzipiell nicht abschließbar. Ich möchte aber noch anmerken, dass eine gewisse "Unvollständigkeit" auch ganz praktische Gründe hat: An den Teilcurricula arbeiten wir in verschiedenen Zusammenhängen meistens fünf bis zehn Jahre, denn jede Erprobung erstreckt sich zu meist über mehr als ein Schuljahr, führt zu Revisionen und neuen Erprobungen bis schließlich ein praktikabler Unterrichtsvorschlag daraus entsteht. Vor diesem Erfahrungshintergrund erscheinen manche Erwartungen bezüglich der raschen Reformierbarkeit des naturwissenschaftlichen Unterrichts illusorisch. Wer den Schulen die Freiheit einräumt, eigene Curricula zu entwickeln, die dem traditionellen Unterricht überlegen sind, der sollte auch eine gehörige Portion Geduld mitbringen. Die angestrebten regelmäßigen Evaluationen müssen so gestaltet sein, dass sie langfristige Entwicklungen befruchten und nicht behindern - eine Aufgabe, der die aktuell offenkundige Ungeduld unserer Bildungspolitik entgegen steht.

Anmerkungen

- [1] Zitiert aus: "Naturwissenschaften - Lehrplan für die Jahrgangsstufen 5 und 6. Fassung für die Erprobung 2003/04 vom 4. Juli 2003", S. 3 (Nordrhein-Westfalen). Die Beschränkung auf Klassenstufe 5/6 nimmt wohl vor allem Rücksicht auf die politische Durchsetzbarkeit und die Grenzen der Innovationsfähigkeit des Schulsystems. Es ist unschwer zu erkennen, dass die fachlichen Begründungen für diese Veränderungen nicht auf diese Jahrgangsstufe spezifiziert sind. In Lehrplänen und Lehrplanentwürfen anderer Bundesländer ist der Schritt zur Auflösung der Einzelfächer in der gesamten Sekundarstufe I bereits vollzogen.
- [2] Die zweite "cartesische Regel" lautet: "Jede der Schwierigkeiten, die ich untersuchen würde, in so viele Teile zu zerlegen als möglich und zur besseren Lösung wünschenswert wäre." (Descartes, René: *Abhandlung über die Methode des richtigen Vernunftgebrauchs*. Stuttgart (Reclam 3767) 1961.
- [3] S. dazu den Vortrag "Retten uns die Phänomene? - Der Vortrag wurde in verschiedenen Zeitschriften und Tagungsbänden wiedergegeben, u.a. in: *Unterricht Physik* 12 (2001) Nr. 63/64, S. 74 (166) - 77 (169) und in: *PLUS LUCIS*, 3/2000, S. 10 - 14. Das Manuskript kann auch von der homepage des Autors herunter geladen werden.
- [4] Weitere Erläuterungen zur Aufschlüsselung der Kontexte in Unterrichtseinheiten finden sich auf der Homepage des Autors unter www.ph-weingarten.de
- [5] s. dazu: Muckenfuß, Heinz: Zur Didaktik virtueller Bilder. Phänomen und physikalisches Konstrukt. In: *Praxis der Naturwissenschaften. Physik*. 45/1996 Heft 8, S. 9-14