

Das Energiekonzept im integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht

Klaus Mie

Wer etwas neues versucht – das nehmen wir für uns in Anspruch –, hat Kritik am Bestehenden. Um welche Kritik handelt es sich?

Ich möchte dazu Adolf Klein zitieren, den langjährigen, ehemaligen Vorsitzenden von MNU, des Vereins zur Förderung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts in Deutschland. Er hielt 1982 den Festvortrag auf der MNU-Hauptversammlung in Berlin, der mich damals sehr beeindruckt hat. Diese Rede war das Vermächtnis eines sehr guten und im Grunde konservativen Physiklehrers am Gymnasium. Dort hieß es:

"Seien wir uns klar darüber und sagen wir es ganz offen: Unser Unterricht ist längst nicht mehr in Ordnung, er ist veraltet, nicht auf dem Stand, der der heutigen Lage im Bildungswesen in der Bundesrepublik entspräche... Haben wir uns wirklich schon darauf eingestellt, daß wir uns nicht mehr an zukünftige Gelehrte wenden, von denen man sich vorstellt, daß die Suche nach Wahrheit ihr Lebensinhalt ist? ... Führen wir unsere Schüler wirklich zum Erleben naturwissenschaftlichen Wissens... oder unterrichten wir unsere Fächer wie eine tote Fremdsprache?"

Adolf Klein, den bei uns alle älteren gymnasialen Physik- und Chemielehrer kennen, mahnte 1982, also schon vor 14 Jahren, zu Recht an, daß wir nicht in erster Linie ein Fach, sondern, Schülerinnen und Schüler unterrichten. Einem viel zu großen Teil von ihnen bleiben die Naturwissenschaften fremd und äußerlich. Kurz gesagt: Viel zu viele interessiert das nicht, so sehr wir uns auch bemüht haben. Das war schon vor mehr als einem Jahrzehnt Konsens! Warum hole ich das jetzt hervor? Haben die Mahnungen aus dem Beginn der 80-er Jahre nicht gefruchtet?

So ist es wirklich nicht! Ich meine, besonders in zwei Bereichen sind wir einen erheblichen Schritt vorangekommen.

Im vergangenen Jahrzehnt hat eine Forschungsrichtung ganz bemerkenswerte Ergebnisse erbracht, die unter dem Namen "Interessenforschung" firmiert. Sie geht der Frage nach, was am naturwissenschaftlichen Unterricht interessant und was weniger interessant ist, wofür wir vor allem auch unsere Schülerinnen innerhalb der Naturwissenschaften am ehesten interessieren können. So reizvoll es wäre, darüber zu berichten, ich möchte es hier nicht tun, weil es mich zu weit vom Thema wegführt. Das wäre bestimmt ein lohnendes Thema für eine Ihrer nächsten Tagungen. Prof. Häußler aus unserem Institut arbeitet seit vielen Jahren darüber. Ein zweiter Bereich sind die Schulbücher: Halten Sie einmal ein Physikbuch aus Ihrer eigenen Schulzeit neben ein heutiges und Sie werden – bei richtiger Wahl – einen Riesensprung sehen: Weg von den vielen Formeln und Rechnereien, hin zu mehr Lebensnähe und

qualitativer Betrachtung. In einem modernen Physikbuch werden den physikalischen Grundprinzipien immer ihre praktischen Anwendungen zur Seite gestellt. Ich halte das für einen großen Fortschritt, aber ich denke, das ist erst der halbe Schritt. Sie können es mit den Anwendungen drehen und wenden wie Sie wollen: Strukturierend und bedeutsam für den Unterricht ist das Fach und seine Ordnung. Die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler wird funktionalisiert, um diese fachliche Struktur und Ordnung zu vermitteln. Damit wird – jetzt überspitze ich ein wenig – diese "Anwendungsphysik" den Ruch der alten eingekleideten Mathematikaufgaben nie los. Sie kennen diese Aufgaben: "Eine Bäuerin hat 20 Eier im Korb. Auf dem Weg zum Markt gehen ihr 3 kaputt usw. usw." Ein Schüler, der sich hier die 3 zerflossenen Eier und die traurige Bäuerin vorstellt, der hat im Grunde im Unterricht verloren! Darum geht es überhaupt nicht. Er muß sich die Zahlen zwanzig und drei merken und über den Rest hinwegsehen.

Ein Lehrer, der die Drehimpulserhaltung unterrichtet und dann über Pirouette im Eiskunstlauf spricht, der will doch nicht, daß die Schüler endlich die Pirouette verstehen, weil die wichtig wäre. Es kommt ihm auf den Drehimpuls an, der dann viel später in der Atomphysik als gequantelte Größe die diskreten Energieniveaus erklärt. Das Wirkungsquantum h hat die Dimension eines Drehimpulses und ist die bestimmende Konstante in der physikalischen Mikrowelt.

Wir in der PING-Arbeitsgruppe drehen den Spieß um. Wir gehen von der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler aus und überlegen, wie sie sich diese mit Hilfe der Naturwissenschaften erschließen können. Die Naturwissenschaften sind dann funktional für die Erschließung der Schüler-Lebenswelt. Und weil wir gemerkt haben, daß uns die Lebensnähe viel glaubwürdiger gelingt, wenn wir die Grenzen zwischen den Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik nicht beachten, haben wir die 3 Fächer organisatorisch zusammengelegt. Das ist uns nur Mittel zum Zweck, nicht Selbstzweck. Wenn sich einmal herausstellen sollte, daß sich die gleiche Lebensnähe auch im fachgegliederten Unterricht erreichen ließe, dann konvertieren wir sofort wieder zum Fachunterricht. Die Chancen dafür erscheinen uns im Moment jedoch eher gering. Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht nach unserem Verständnis integriert die naturwissenschaftliche Bildung in die Lebenswelt der Schüler. Die Zusammenlegung der drei Fächer ist nur Mittel zu diesem Zweck. Da gibt es leider immer wieder ein unangenehmes Mißverständnis. Der klassischen Chemie- und Physikunterricht setzt in der Regel viel zu sehr voraus, daß sich die Schülerinnen und Schüler für Chemie und Physik interessieren. Für einige Schüler trifft diese Voraussetzung zu. Dann ist der Unterricht, wie wir nicht zuletzt von den Chemie- und Physikolympiaden her wissen, sehr erfolgreich. Die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler muß aber erst für die Naturwissenschaften gewonnen werden. Es gibt eine ganze Reihe von Anzeichen, daß uns dies im integrierten Unterricht viel besser gelingt. Wir wollen eine aufklärende Bildung, die

Dr. Klaus Mie, Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften, Olshausenstraße 62, D-24098 Kiel, leitet das *Projekt Integrierte Naturwissenschaftliche Grundbildung* (PING). Vortrag bei der Fortbildungswoche 1996

die Schüler handlungsfähig macht in für sie heute und später wichtigen Lebensfragen. Dieses Handeln soll – das ist ein Grundgedanke unseres Konzeptes – menschengerecht und naturverträglich sein.

Ich möchte Ihnen jetzt einen inhaltlichen Überblick über die von uns ausgearbeiteten Themen für den naturwissenschaftlichen Unterricht von Klasse 5 bis 10 geben. Danach werde ich dann zeigen, wie wir das Ihnen vertraute Energiekonzept in diese Themen hineingewebt haben.

Die Themen bei PING sind nach den Klassenstufen 5/6, 7/8 und 9/10 geordnet. Die Art und Weise der Bearbeitung eines Themas ändert sich im Schwerpunkt mit dem Alter der Schüler. In 5/6 lautet das Stufenthema: Ich erlebe und erfahre Natur und beschreibe sie.

Die einzelnen Themen sind:

- 01 Ich und das Wasser
- 02 Ich und die Luft
- 03 Ich und der Boden
- 04 Ich und die Sonne
- 05 Ich und die Pflanzen
- 06 Ich und die Tiere
- 07 Ich und andere Menschen
- 08 Ich und Maschinen

Im 5. und 6. Schuljahr sollen die Schüler die Natur so erleben und erfahren, wie sie ihnen als gegeben gegenübertritt. Wir beginnen mit den Prototypen der unbelebten Natur Wasser, Luft und Boden. Dann kommt mit der Sonne Energie hinzu und die Dinge bewegen und entwickeln sich. Es folgen Pflanzen, Tiere und Menschen und schließlich die Maschinen, von Menschen erdachte und gemachte Dinge, die die Kinder wie gegenübergestellte Natur wahrnehmen. Der Unterricht im 5./6. Jahrgang geht in seinen Verallgemeinerungen deutlich über den naturkundlichen Sachunterricht der Grundschule hinaus. Er ist diesem aber viel ähnlicher als etwa der gewohnte, wissenschaftsorientierte Chemie- und Physikunterricht. Das wiederholte "Ich" in den Themen wird oft als Egozentrik kritisiert. Es soll signalisieren, daß die Schülerinnen und Schüler in diesem Alter die Welt sehr ich-bezogen wahrnehmen und daß es uns auf ihren speziellen Umgang mit den Dingen ankommt. Man kommt so zu einem anderen Unterricht, als wenn die Themen "Das Wasser", "Die Luft", "Der Boden" usw. hießen. Wenn wir in der Entwicklungsgruppe z.B. bei einem uns Chemikern und Physikern vertrauten Sachverhalt keinen direkten Lebens- und Handlungsbezug für die Schüler ausmachen können, dann lassen wir das in der Regel weg. Dies ist ein wirkungsvoller Filter gegen eine stoffliche Überlastung des Unterrichts. Zu jedem Thema gibt es eine Mappe mit etwa 100 bis 150 für Schüler geeigneten Anregungsbögen. Aus diesen Bögen wählt der Lehrer oder die Lehrerin geeignete aus, fügt eigene hinzu und gestaltet so einen Unterricht, der zu den Interessen ihrer bzw. seiner Schüler und den besonderen Bedingungen der Schule paßt.

Im 7./8. Jahrgang, also für 13 – 14-Jährige, gewinnen zwischenmenschliche Beziehungen zu Gleichaltrigen an Bedeutung. Diese orientieren zunehmend ihre Aufmerksamkeit und ihr Handeln. Es entstehen Gruppen mit eigenen Handlungsregeln. Tätigkeiten werden häufig auf soziale Zwecke gerichtet. Der Umgang mit Natur (und Technik) wird diesen sozialen

Zwecken untergeordnet. In PING versuchen wir, diese Tendenz konstruktiv für den Unterricht aufzunehmen, indem wir den Schülerinnen und Schülern anregende, gemeinsame Tätigkeiten anbieten und ihre individuellen Erfahrungen mit gemeinsamem, planvollem Handeln verbinden. Das Stufenthema für die Jahrgangsstufe 7/8 lautet: Wir begegnen und bearbeiten Natur und interpretieren sie.

Die einzelnen Themen sind:

- 01 Wir orientieren uns
- 02 Wir bauen und wohnen
- 03 Wir ernähren uns
- 04 Wir kommunizieren
- 05 Wir erhalten uns gesund
- 06 Wir bewegen uns fort
- 07 Wir stellen Werkzeuge her -
- 08 Wir kleiden und schmücken uns

Im 9. und 10. Schuljahr steht das Verständnis und der Umgang mit Fragen, Problemen und Aufgaben im Mittelpunkt, die einerseits über das "wir" der Gleichaltrigengruppen hinausgehen und von allgemeiner gesellschaftlicher Bedeutung sind und die andererseits einen naturwissenschaftlich-technischen Hintergrund haben. Das Stufenthema für den 9. und 10. Jahrgang lautet: Natur entwickelt sich und wird von uns Menschen erklärt und mitgestaltet.

Die einzelnen Themen sind:

- 01 Menschen nutzen Energie neu
- 02 Menschen erzeugen neue Stoffe
- 03 Menschen schaffen neue Lebewesen
- 04 Menschen erfinden Verkehrsmittel
- 05 Menschen entwickeln sich selber fort
- 06 Menschen gestalten Lebensräume

Dies ist ein grober Überblick über die zu bearbeitenden Inhaltsbereiche bei unserem integrierten Unterricht. In einem ersten Entwicklungsdurchgang ging es uns vor allem um eine Materialsammlung mit Handlungsanregungen für die Schülerinnen und Schüler. Jetzt sehen wir viel klarer als zu Beginn der Entwicklung, welche der naturwissenschaftlichen Grundprinzipien für den Unterricht tragend und wichtig sind und wir beginnen, sie in der Revision stärker und fundierter in die Materialien einzuarbeiten. Als wichtiges Beispiel gilt mir das Energieprinzip oder Energiekonzept. An konkreten Beispielen möchte ich zeigen, wie sich dieses Ihnen vertraute Konzept in den PING-Materialien wiederfindet. Ich betone noch einmal: Wir haben ein bildungstheoretisch und pädagogisch begründetes Unterrichtskonzept, in dem sich der Energiebegriff als erklärungsmächtig und nützlich erweist. Es ist nicht so, daß wir Energie unterrichten wollten und uns dazu einen geeigneten Unterricht ausgedacht haben.

Energie ist ein interdisziplinärer Begriff mit großem Bedeutungsumfang. Man lernt ihn nicht wie eine Vokabel, sondern durch Kennenlernen seiner verschiedenen Aspekte.

Aspekte des Energiekonzeptes

- Energieformen
- Energieumwandlungen 5/6
- Energie und Arbeit 7/8 9/10
- Energietransport
- Energieerhaltung
- Energieentwertung

Im Jahrgang 5/6 lernen die Schülerinnen und Schüler verschiedene Energieformen kennen und sie lernen, daß diese Energieformen ineinander umwandelbar sind. In der Einheit "Ich und die Sonne" erfahren sie unter anderem, was man mit der Sonnenstrahlung nützlich machen kann. In der Einheit "Ich und Maschinen" wird der Energiebegriff wieder aufgenommen: Ohne Energie könnten die Maschinen dem Menschen keine Arbeit abnehmen. Im 7. und 8. Jahrgang kommen die verschiedenen Arten des Energietransports und das Prinzip von der Energieerhaltung hinzu (z.B. in "Wir bauen und wohnen") und im 9./10. Jahrgang besonders in der Einheit "Menschen nutzen Energie neu" – wird der Energieerhaltung die Energieentwertung, also Folgerungen aus dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik, zur Seite gestellt. Sonst wäre nicht verständlich, daß es trotz der Energieerhaltung ein Problem mit der Energieversorgung gibt.

Wie wir konkret vorgehen, möchte ich anhand einzelner Anregungsbögen aus der Einheit "Ich und die Sonne" verdeutlichen. Die anderen für das Energiekonzept wichtigen Einheiten will ich nur kurz streifen. Zunächst einmal sei erwähnt, daß es in der Einheit "Ich und die Sonne" primär überhaupt nicht um die Sonnenenergie geht. Die größte Faszination für die Schülerinnen und Schüler geht hier von dem Themenkomplex "Sonne, Mond und Sterne" aus. Der Höhepunkt war für fast alle der Gang ins Planetarium, wo immer dies gut vorbereitet und möglich war. Der Kosmos regte ihre Phantasie in einem Maße an, wie wir das kaum erwartet hatten. Weitere Schwerpunkte im Unterricht sind Lichterscheinungen, besonders interessant die farbigen, der Sehvorgang und der Lichteinfluß auf das Wachstum der Pflanzen. Alle unsere Themenmappen sind in 6 Kapitel gegliedert. Hier heißen sie: Sonne für mich, Natur der Sonne, Sonne im Kreislauf der Natur, Qualität der Sonne, Sonne in anderen Kulturen und Was können wir tun? Die folgenden Anregungsbögen sind dem Kapitel "Qualität der Sonne" entnommen, in dem es um positive und negative Wirkungen der Sonne geht. Die Sonne ist zugleich Grundlage allen Lebens auf der Erde und Ursache für Dürrekatastrophen. Man spürt sie angenehm wärmend auf der Haut, und sie verursacht schmerzende Sonnenbrände. Bogen 4.09 zeigt, wie die Schüler mit einem selbst hergestellten Hohlspiegel hohe Temperaturen erzeugen. Sie bespannen eine Plastikschele oder eine große Keksdose mit einer spiegelnden Plastikfolie und saugen mit dem Mund oder einer Wasserstrahlpumpe Luft heraus. So entsteht ein imposanter Hohlspiegel, mit dem man Wasser erwärmen oder Papier anzünden kann. Hohe Temperaturen lassen sich auch ganz anders erzeugen (Bogen 4.10). Wir lassen die Schüler hinter der Linse die Licht- und Schattenverhältnisse untersuchen: Das Licht, das im Schattenbereich fehlt, wird im Brennpunkt konzentriert. Unwesentlich aufwendiger ist das Herstellen einer kleinen Sonnenturbine (Anregungsbogen 4.11A): Eine Plastikflasche wird aufgeschnitten, damit man sie innen schwarz streichen kann. Dann erhält sie auf dem Flaschenhals ein kleines Flügelrad aus stabiler Aluminium-Folie. Das Sonnenlicht erwärmt die Luft in der Flasche. Die warme Luft steigt auf und dreht das Flügelrad. Das ist das Modell eines sogenannten Aufwindkraftwerkes. Statt einer Plastikflasche kann man auch ein Stück schwarze Pappe nehmen, die zu einem Kegel aufgerollt wird und bei dem man die Spitze abschneidet. Ein solches Modell habe ich Ihnen mitgebracht. Ich will es einmal in Gang setzen. Die Sonne ersetze ich dabei

durch eine kleine Kerze. Das ist natürlich nicht ganz in Ordnung. Ich möchte nur zeigen, daß sich das Flügelrad leicht dreht. Mit Sonnenlicht und Solarzellen können elektrische Geräte betrieben werden. Man kann z.B. ein kleines Solarboot bauen (Anregungsbogen 4.13). Sonnenlicht kann also sehr verschiedene Dinge bewirken. Diese universelle Fähigkeit, etwas zu erwärmen, Licht zu erzeugen, elektrische Geräte zu betreiben und etwas in Bewegung zu versetzen, nennen wir "Energie". Dieses ist kein Gesetz, sondern eine Sprachregelung, eine exemplarische Begriffseinführung. Bis auf weiteres gilt:

Die Fähigkeit, Dinge zu bewegen und zu erwärmen, nennt man ENERGIE.

Mit diesem Energiebegriff kann man nun Vorgänge unter neuer Perspektive diskutieren, die in den vorangegangenen Unterrichtseinheiten schon angesprochen waren. Beispiele wären "Das Wasserkraftwerk" aus "Ich und das Wasser" (Wie kommt das Wasser auf die Berge?) oder "Die Photosynthese" aus "Ich und die Pflanzen" (Wie kann man zeigen, daß Holz und Stärke Energie enthalten? Woher kommt diese Energie?).

In der Einheit "Ich und Maschinen" hat der Energiebegriff erneut eine zentrale Bedeutung. Sie werden vermuten, daß dies auch bei PING ein sehr technisch-physikalisches Thema ist und damit liegen Sie ganz richtig. Die sogenannten "einfachen Maschinen" wie schiefe Ebene, Hebel, lose Rolle und Flaschenzug, gehören zu den Standardthemen des Physikunterrichts. Sie werden vermuten, daß wir damit beginnen, um dann zu komplizierteren Maschinen wie z.B. dem Elektromotor überzugehen. Mit dieser Vermutung liegen Sie nun total daneben. Für den Physiker ist z.B. die Treppe als schiefe Ebene eine einfache Maschine und der Fahrstuhl daneben ein kompliziertere Maschine. Für die Schülerinnen und Schüler – übrigens auch für einen Techniklehrer – ist die Maschine ein Gerät, das dem Menschen Arbeit abnimmt. Genau das tun die sogenannten einfachen Maschinen aber nicht. Sie sind Kraftwandler und die Arbeit bleibt bei ihrer Nutzung gerade gleich. Der Begriff stammt aus der Zeit vor der Erfindung der Dampfmaschine und klärt für die Kinder von heute nichts auf. Wir lassen ihn hier weg und untersuchen die entsprechenden Geräte erst später in der Einheit "Wir stellen Werkzeuge her". Maschinen benötigen von außen Energie, damit sie arbeiten. Ohne Energie haben sie keinen Wert, vom Materialwert einmal abgesehen. Was nutzt eine Waschmaschine auf der grünen Wiese?

Die nächste Einheit mit energetischem Schwerpunkt ist "Wir bauen und wohnen" im 7./8. Jahrgang. Da geht es zunächst einmal um Baustoffe und wie sie hergestellt werden. Backsteine, Beton, Zement, Gips usw... Das ist viel klassische Chemie mit verschiedenen chemischen Reaktionen, ohne daß diese Begriffe exotherm und endotherm schon vorkommen. Wichtiger sind uns die phänomenologischen Grundlagen dafür. Ein Aspekt beim Bauen und Wohnen ist die Versorgung mit Wärme und elektrischer Energie. Womit man heizen kann, ist allen klar. Aber ist die Wärme schon drin in den Kohlen und im Heizöl? Wie kommt die Wärme vom Keller ins Wohnzimmer? Was passiert mit der Wärme im Zimmer, wenn man die Heizkörper abstellt? Löst sie sich in nichts auf? Bei der Beantwortung dieser Fragen ist der Energiebegriff außerordentlich hilfreich. Es ist wieder von den Energiearten, von Energiespeichern und den Energieumwandlungen die Rede, hinzu kom-

men die verschiedenen Varianten des Energietransports und eher implizit und am Rande das Prinzip von der Energieerhaltung. Bei der Elektrizitätsverteilung im Haus interessieren in erster Linie die elektrischen Leitungen, Schalter, Sicherungen, sowie Reihen- und Parallelschaltung von Geräten. Sie werden das Ohm'sche Gesetz vermissen, das üblicherweise am Beginn der Elektrizitätslehre steht. Erklärt das wirklich Dinge im Haushalt?

Ich möchte nun die Besprechung einzelner PING-Einheiten abkürzen. In "Wir bewegen uns fort" wird der physikalische Arbeitsbegriff ausgeschärft, weil wir beim Fortbewegen permanent gegen die Reibungskräfte anarbeiten. Bei "Wir ernähren uns" wird der Nährwert vom Brennwert unterschieden. In der Einheit "Wir kleiden und schmücken uns" geht es natürlich auch um eine gute Wärmeisolierung. "Menschen nutzen Energie neu" im 9. Jahrgang hat die Funktionsweise verschiedener Kraftwerksarten zum Thema. Dort wird das Energiekonzept um den letzten Aspekt, die Energieentwertung, komplettiert.

Zum Schluß möchte ich die Schülerinnen und Schüler selbst zum Energiebegriff zu Wort kommen lassen. In Schleswig-Holstein unterrichten alle 20 Gesamtschulen Naturwissenschaften nach dem PING-Konzept. Sechs von ihnen haben wir über die Schuljahre 5 und 6 mit relativ großem Aufwand wissenschaftlich begleitet: Mit Unterrichtsdokumentationen, vielen Fragebögen, Schülergesprächen und Lehrerinterviews jeweils zu Beginn und am Ende einer Einheit. Wir wollten vor allem wissen, wie die Lehrerinnen und Lehrer unser Konzept interpretieren und wie sie mit dem Material arbeiten. Im Rahmen dieser "Fallstudien" habe ich die Schüler der von mir betreuten Klasse am Ende von Klasse 6 gefragt: *Was würdet ihr einem "Kleinen" aus Klasse 5 antworten, wenn er euch fragt, was Energie ist?* Diese Frage war ihnen nie vorher gestellt worden. Ich habe Ihnen vier Schülerantworten mitgebracht: Eine schwache, eine mittlere, eine gute und eine originelle. Ihnen eine schwache Antwort vorzuführen, habe ich mir lange überlegt. Ich will es trotz aller Bedenken tun, um Sie daran zu erinnern, daß wir es mit unselektierten Schülerinnen und Schülern in Gesamtschulen zu tun haben, nicht mit irgendeiner Elite. Es geht uns um eine naturwissenschaftliche Bildung für alle, nicht für einige oder wenige. Ich hatte die Frage "Was ist Energie?" an die Tafel geschrieben. Die Antwort des schwachen Schülers war:

Was ist Innergie?

Innergi ist sher wichtig für uns.

Schmunzeln ist bei dieser Antwort sicher erlaubt. Ich warne aber vor Hochmut, ehe Sie die Frage nicht selbst Ihren Schülern in Klasse 6 gestellt haben. Ich kenne diesen Schüler gut und ich bin sicher, daß er meint, was er schreibt: Energie ist für ihn wichtig. Das ist kein x-beliebiges Fremdwort. Wenn es fällt, heißt das: Achtung, jetzt wird es wichtig.

Normalerweise arbeitet der Schüler rege mit. Das Schreiben ist für ihn aber eine Quälerei.

Zweites Beispiel:

Energie ist Essen für Maschinen. Ohne Energie könnten Maschinen nicht leben. Es ist ungefähr so wie beim Menschen. Wenn wir keine Nährstoffe oder Vitamine bekämen würden wir nicht leben.

Hier finden Sie die starke Ich-Bezogenheit in der Wahrnehmung der Jugendlichen in diesem Alter wieder, von der ich zu Anfang sprach.

Drittes Beispiel:

Energie ist ein Antrieb. Das muß man nicht sehen können wie eine Wasserwelle, die etwas zum laufen (bewegen) bringt. Das kann auch Strom der durch etwas fließt sein. Energie ist meist etwas, was etwas Bewegt. Energie verkörpert Kraft.

Die Vorstellung dieser Schülerin (auch sie ist erst 12 Jahre alt) vom Energiebegriff hat sich schon ganz vom Materiellen gelöst. Energie ist immateriell. Sie ahnt die Nähe zum Kraftbegriff, von dem im Unterricht noch nicht explizit die Rede war.

Viertes Beispiel, das ich für das originellste halte:

Energie ist gestohlene Kraft.

Ich finde, das könnte auch ein Dichter nicht schöner sagen.

Aktuelle Mitteilung

Hinweis auf Seminare des PIB Wien

Subnukleare Physik und Kosmologie (PIB Nr. 926603)

Termin und Ort: 1. bis 3. Okt. 1996 (geänderter Termin gegenüber dem PIB-Programmheft); Wien

Zielgruppe: LehrerInnen von naturwissenschaftlichen Fächern an HTL (KollegInnen anderer Schultypen AHS/BHS sind willkommen)

Seminarziel: Studium der Frage: "Welche Relevanz kann subnukleare Physik und Kosmologie für den lernenden Menschen haben?"

Inhalt: Urknalltheorie (Expansion (Hubble), Hintergrundstrahlung., Supernovae, schwarze Löcher), das Standardmodell der Teilchenphysik (Teilchen und Kräfte), exp. Methoden der Teilchenphysik und Astronomie, die offenen Fragen und der Mensch

Team: Leitung : OStR Dipl.Ing. Dr. Christian Gottfried

Referenten: Univ. Prof. H. Oberhummer, Univ. Prof. H. Pietschmann und Mitarbeiter am CERN, & N.N.

Anmeldung: wegen beschr. Teilnehmerzahl noch im Mai 96 (PIB Wien 0222/60118/DW4242)

Das Weltbild der modernen Physik und der Begriff der Realität (PIB Nr. 957669)

Termin und Ort: 11. bis 13. März 1997; Wien

Zielgruppe: LehrerInnen, die den Wunsch haben, über menschliche Erkenntnis zu arbeiten.

Seminarziel: Studium der Frage: "Was kann heutige Physik und Philosophie zur Bildung und Orientierung des Menschen beitragen?"

Inhalt: Grundlagen der Quantenmechanik und deren Paradoxien, Grundlagen der Erkenntnistheorie und der Konstruktivismus, Stand der Teilchenphysik und Kosmologie und deren Relevanz für den Menschen

Team: Leitung: OStR Dipl.Ing. Dr. Christian Gottfried

Referenten: Univ. Prof. H. Pietschmann, Univ. Prof. Anton Zeilinger und Mitarbeiter am CERN & N.N.

Anmeldung: wegen beschr. Teilnehmerzahl noch im Mai 96 (PIB Wien 0222/60118/DW4242)