

Einführung der Energie in Jahrgangsstufe 7/8

Rainer Müller

Einleitung

Mit der Einführung des achtjährigen Gymnasiums verschieben sich in den meisten Bundesländern die traditionellen Inhalte des Physikunterrichts „nach unten“. Fast alle Inhalte müssen in niedrigeren Jahrgangsstufen unterrichtet werden als bisher. Für viele Themen hat dies zur Folge, dass die gewohnten Unterrichtskonzepte nicht mehr greifen. Meist müssen z. B. Abstriche bei der Mathematisierung gemacht werden und quantitative Formulierungen von physikalischen Gesetzen durch qualitative oder halbquantitative ersetzt werden. Auch muss sich der Unterricht stärker als bisher an Alltagskontexten orientieren.

Das Thema „Energie“ ist von dieser Entwicklung in besonderem Maße betroffen. Die Energie ist eines der Basiskonzepte in den Bildungsstandards und begegnet daher den Schülerinnen und Schülern in vielen der neuen Lehrpläne schon relativ früh in der Sekundarstufe I. Wirft man einen Blick in die eingeführten Schulbücher, wird sehr schnell klar, dass das „Nach-unten-Durchreichen“ der traditionellen Unterrichtsinhalte keine Option ist. Die Inhalte des Unterrichts müssen grundsätzlich neu durchdacht werden.

Das hier vorgestellte Unterrichtskonzept für die Jahrgangsstufen 7/8 orientiert sich an Lernzielen, die in der Fachdidaktik schon seit vielen Jahren diskutiert werden [1,2]. Du it benennt z. B. vier „Grundideen des Energiebegriffs“, die die wesentlichen in der Schule zu vermittelnden Aspekte des Begriffs Energie charakterisieren [2]:

- Energieumwandlung
- Energietransport
- Energieerhaltung
- Energieentwertung.

Ganz ähnliche Ziele werden auch im Artikel von Kienle und Kirchgeßner in diesem Heft formuliert, wenn sich auch die Ausformulierung des Unterrichtsganges in begrifflicher Hinsicht unterscheidet.

Das hier vorgestellte Unterrichtskonzept greift auf Bestehendes zurück. Konkrete Unterrichtsvorschläge zum Thema Energie mit vielen ausgearbeiteten Materialien liegen z. B. in [3,4] vor. Aus Platzgründen kann der Unterrichtsgang in diesem Artikel nur kurz skizziert dargestellt werden. In [5] finden sich die Ideen des Unterrichtsgangs (angepasst an das niedersächsische Kerncurriculum) in detaillierterer Form. Dort findet man auch Beispiele und Aufgaben, in denen die in den Bildungsstandards geforderten prozessbezogenen Kompetenzen auf das Thema Energie bezogen werden.

Energie als Antrieb

Mit dem Begriff Energie verbinden die Schülerinnen und Schüler aus ihrer Alltagserfahrung am ehesten eine Vorstellung von „Antrieb“. Es ist sinnvoll, an diese Vorerfah-

rungen anzuknüpfen. Im Unterricht kann das z. B. mit einer Spielzeugdampfmaschine geschehen. Sie läuft nur, wenn man ihr Treibstoff (eine Brennstofftablette) zuführt. Mit der Brennstofftablette wird ihr Energie zugeführt. Je mehr Energie man der Dampfmaschine zuführt, um so länger läuft sie. Die Schülerinnen und Schüler sammeln weitere Beispiele. Dabei wird deutlich, wie wichtig insbesondere der elektrische Strom ist, weil man durch ihn Energie effektiv transportieren kann.

Merksatz: Viele Geräte, Maschinen und natürliche Vorgänge funktionieren nur, wenn man Energie zuführt. Die Energiezufuhr kann in unterschiedlicher Weise erfolgen, z. B. durch Treibstoff, Strom oder Sonnenlicht.

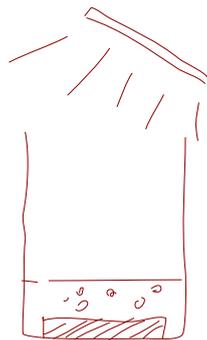


Abbildung 1: Umwandlung von chemischer Energie in Bewegungsenergie

Energieformen und Energieumwandlungen

Energie kann in verschiedenen Energieformen auftreten. Nicht alle Energieformen sind so unmittelbar erkennbar und einleuchtend wie die Bewegungsenergie. Die Brennstofftablette der Dampfmaschine enthält z. B. chemische Energie, die von der Dampfmaschine in Bewegungsenergie umgewandelt wird. Ein schöner Versuch, der die „direkte“ Umwandlung von chemischer Energie in Bewegungsenergie zeigt, ist in Abb. 1 dargestellt: Gibt man eine Brausetablette mit etwas Wasser in eine Filmdose, kann man nach kurzer Zeit sehen, wie der Deckel mit großer Geschwindigkeit weggeschneilt wird. Weitere einfach zu zeigende Beispiele für Energieumwandlungen (diesmal mit Spannenergie) sind Federpistole, Tennisschläger mit Ball oder Wagen mit Blattfeder auf der Fahrbahn.

Merksatz: Energie kann in verschiedenen Formen vorkommen, die ineinander umgewandelt werden können. Es gibt z. B. Bewegungsenergie, Spannenergie, chemische oder elektrische Energie.

Abbildung 2: Einrammen von Spundwänden

Spezielle Energieformen: Lageenergie, innere Energie

Bei der Lageenergie und der inneren Energie handelt es sich um Energieformen, die sich den Schülerinnen und Schülern nicht unmittelbar erschließen. Ein möglicherweise aus dem Alltag bekannter Kontext für die Lageenergie ist das Einrammen von Spundwänden, das man manchmal an Baustellen beobachten (auch hören und fühlen) kann (Abb. 2). Die Energie für das Einrammen der Spundwand bekommt der Stahlklotz an der Ramme nur dadurch zugeführt, dass er nach oben gezogen wird. Im Versuch kann man das mit zwei gleichen Holzklötzen verdeutlichen, die aus unterschiedlicher Höhe auf

zwei Nägel fallen, die gleich tief in einer Styroporplatte stecken (Abb 3). Der aus größerer Höhe fallende Klotz treibt den Nagel tiefer hinein.

Merksatz: *Je höher man einen Gegenstand bringt, desto mehr Lageenergie besitzt er.*

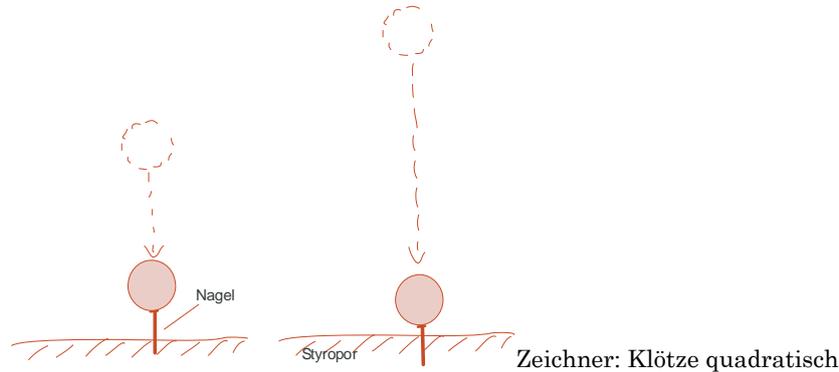


Abbildung 3: Verdeutlichen der Lageenergie

Möchte man die Energieform „innere Energie“ einführen, die mit der Temperatur eines Körpers verknüpft ist, bietet sich eine Wette an, die in der Fernsehshow „Wetten dass“ im Dezember 2006 Erfolg hatte: Vier Schmiede schlugen mit ihren Hämmern ein Stück Eisen so heiß, dass sie ein Spiegelei darauf braten konnten (Abb 4).

Abbildung 4: Schmiede schlagen ein Stück Eisen heiß

http://www.zdf.de/ZDFmediathek/content/Wette_Spiegelei/482/33030

http://www.presseportal.de/story_rss.htx?nr=912934

Die Bewegungsenergie der Schmiedehammer wird bei jedem Schlag an das Eisen abgegeben. Das Eisen erhitzt sich durch die aufgenommene Energie. Die entsprechende Energieform nennt man in der Physik „innere Energie“ (und nicht „Wärme“!).

Merksatz: *Je höher die Temperatur eines Körpers, desto größer ist seine innere Energie.*

Normalerweise verändert man die innere Energie eines Körpers nicht mit dem Schmiedehammer, sondern durch Erhitzen oder Abkühlen (z. B. in einem Wasserkocher).

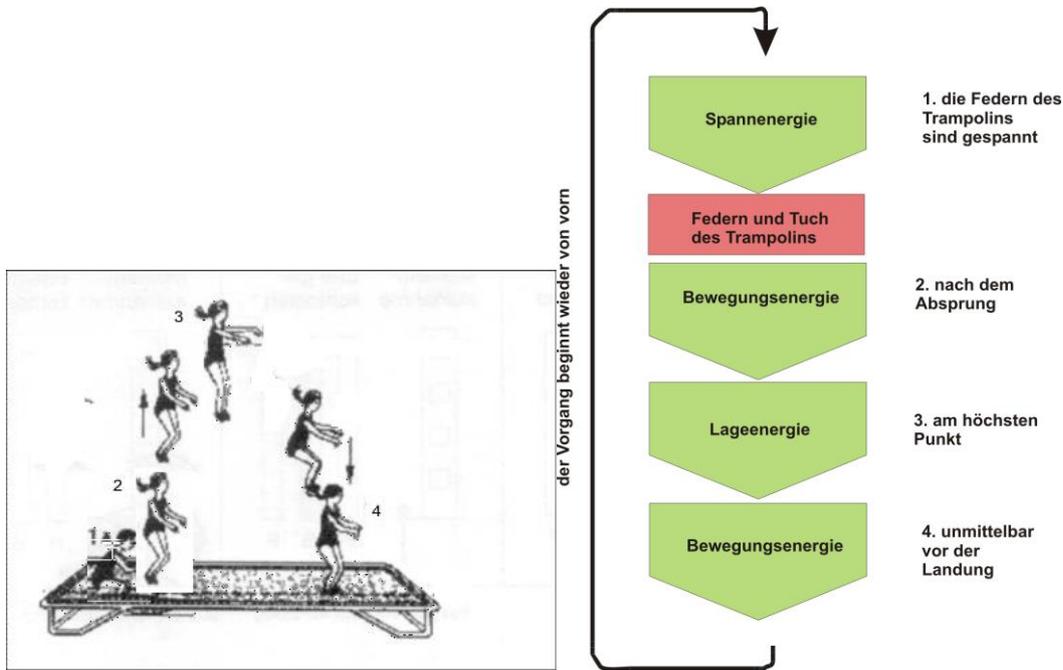


Abbildung 5: Energieübertragungskette für einen Trampolinsprung

Energieübertragungsketten

Wenn mehrere Energieumwandlungen hintereinander stattfinden, spricht man von einer Energieübertragungskette. Manchmal finden Energieumwandlungen von allein statt (z. B. beim senkrechten Wurf); oft setzt man auch Energiewandler ein (z. B. Elektromotor). Energieübertragungsketten kann man übersichtlich in Diagrammen darstellen, wie in Abb. 5 für einen Trampolinsprung gezeigt. Spielerisch lassen sich „Dominokarten“ mit Energieumwandlungen zu Energieübertragungsketten zusammensetzen (Abb. 6).

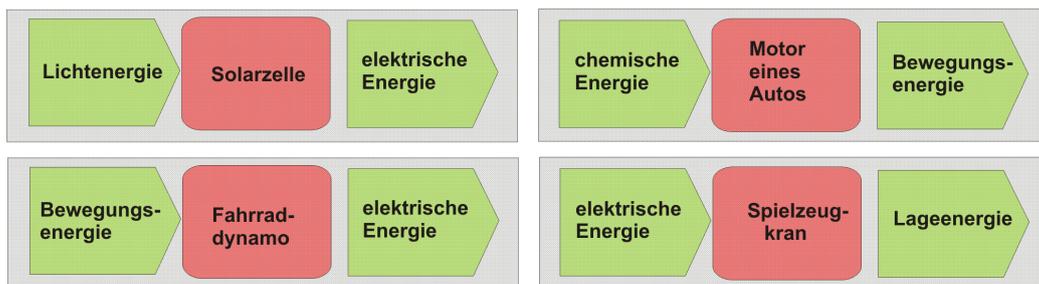


Abbildung 6: "Energiedomino"

Energieerhaltung

Der physikalisch wohl wichtigste Aspekt der Energie ist ihre Erhaltung. Bei Energieumwandlungen wird Energie weder erzeugt noch vernichtet. Dies lässt sich qualitativ mit der folgenden Argumentation plausibel machen.

Die Trampolinspringerin in Abb. 5 muss sich bei jedem Sprung mit den Beinen abstoßen, damit sie so hoch kommt wie beim ersten Sprung. Bei jedem Sprung geht ihr etwas Energie verloren. Die Ursachen dafür sind die Reibung der Federn und Aufhängungen sowie der Luftwiderstand. Nur bei einem „idealen“ Trampolin käme die Springerin ohne weiteren Energieaufwand so hoch wie beim ersten Sprung. Wie man sich an solche idea-

len Bedingungen annähert, kann man in einem Fallversuch mit Tennisball, Gummiball und Stahlkugel auf Glasplatte untersuchen.

Im Vergleich mit Tennisball und Gummiball verliert die Stahlkugel bei jedem Sprung am wenigsten an Höhe. Doch immer noch geht bei jedem Aufprall ein wenig Energie dadurch „verloren“, dass sich Glasplatte und Kugel ein wenig erwärmen. Könnte man solche unerwünschten Energieumwandlungen verhindern, käme die Kugel immer wieder bis zur ursprünglichen Höhe.

Höher als bis zu ihrer Ausgangshöhe kann die Kugel es allerdings nicht schaffen. Um dies zu bestätigen, führt man den bekannten Pendelversuch durch, bei dem ein an der Decke befestigtes Pendel mit einer schweren Eisenkugel fast bis zum Kinn des „Opfers“ ausgelenkt wird und anschließend gerade eben nicht bis dorthin zurückschwingt.

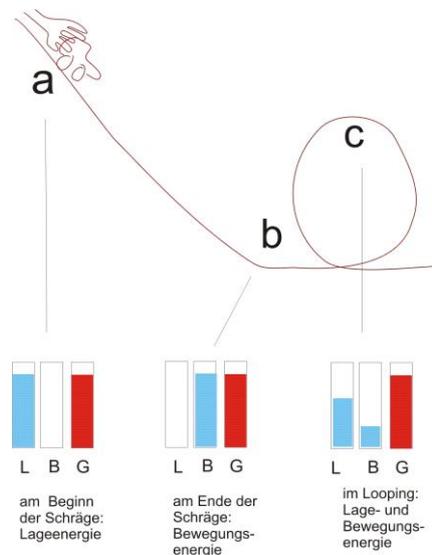


Abbildung 7: Veranschaulichung des Kontomodells

Eine halbquantitative Erfassung der Energieerhaltung gelingt mit dem „Kontomodell“. Jeder Energieform wird ein Energiekonto zugeordnet, auf dem mehr oder weniger Energie sein kann. Bei einer Energieumwandlung wird Energie von einem auf das andere Energiekonto überführt. Abb 7. veranschaulicht das Schema am Beispiel des Trampolinsprungs. Die Energieerhaltung äußert sich darin, dass die Summe aller Kontostände (die Gesamtenergie im Balken rechts) immer konstant bleibt.

Merksatz: Energieerhaltungssatz: Die Gesamtenergie ist konstant, wenn unerwünschte Energieumwandlungen verhindert werden können.

Energiebewertung

Aus dem Alltag kennen die Schülerinnen und Schüler viele Vorgänge, bei denen die Energieerhaltung nicht offensichtlich ist. Beim Fahrradfahren geht z. B. die Bewegungsenergie langsam verloren, wenn man nicht in die Pedale tritt. Ein Schlüsselbund, den man auf den Boden fallen lässt, bleibt dort liegen. Gilt hier die Energieerhaltung etwa nicht?

Hier kann man an die Schmiedehämmer anknüpfen: Wenn sie auf das Eisenstück schlagen, geht ihre kinetische Energie nicht einfach verloren, sondern sie wird auf das Eisenstück übertragen. Die innere Energie des Eisenstücks erhöht sich mit jedem Schlag.

Ebenso erhöht sich die innere Energie der Glasplatte in Bild E13.1 jedes Mal, wenn die Stahlkugel aufprallt. Weil sich die übertragene Energie in der Glasplatte verteilt, ist die damit verbundene Temperaturerhöhung aber nur winzig klein. Analoges gilt für den Schlüsselbund. Beim Aufprall auf den Boden geht seine Bewegungsenergie nicht verloren, sondern wird in innere Energie des Bodens umgewandelt.

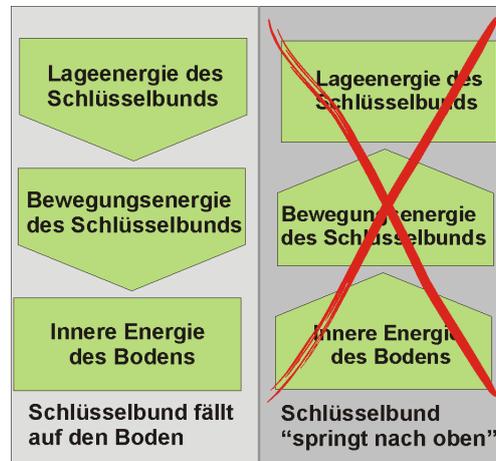


Abbildung 8: Eine Energieübertragungskette, die nicht umgekehrt stattfindet

Es ist kennzeichnend, dass die hier betrachteten Vorgänge nicht umkehrbar sind. Ihre Energieübertragungsketten lassen sich nicht rückwärts lesen (Abb. 8). Sucht man nach Gemeinsamkeiten bei diesen nicht umkehrbaren Vorgängen, stellt man fest, dass bei ihnen allen Energie „zerstreut“ oder „gleichmäßig in der Umgebung verteilt“ wird. Das Zerstreuen von Energie kann man nicht ohne weiteres rückgängig machen. Man spricht von *Energieentwertung*. Die in der Umgebung verteilte Energie ist zwar nicht „weg“, aber wir können sie nicht mehr nutzen.

Merksatz: Energieentwertung: Wenn bei einem Vorgang Energie in der Umgebung verteilt wird, kann der umgekehrte Vorgang nicht von selbst stattfinden. Die verteilte Energie ist „entwertet“, weil sie nicht ohne weiteres in andere Energieformen umgewandelt werden kann.

Fazit

Mit dem vorliegenden Unterrichtsvorschlag sollen die vier zentralen Aspekte des Energiebegriffs (Energieumwandlung, Energietransport, Energieerhaltung und Energieentwertung) schon in den Jahrgangsstufen 7/8 thematisiert werden. Im vorliegenden Artikel kann nur das Grundgerüst des Kurses skizziert werden. Noch stärker als es hier gezeigt werden konnte sollte dabei in Aufgaben und Beispielen an Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler angeknüpft werden. Ergänzt werden kann der Kurs noch um Umweltaspekte: Von der Sonne als Energielieferant der Erde bis zur Endlichkeit der nicht-regenerativen Energie„quellen“, die wir bisher überwiegend nutzen.

Literatur:

- [1] H. J. Schlichting, U. Backhaus, Energie als grundlegendes Konzept, Physik und Didaktik **2** (1979), S. 129-138.
- [2] R. Duit, Zur Elementarisierung des Energiebegriffs, NiU-Physik 2 (1991), Nr. 6, S. 12-19.
- [3] H. Harreis, U. Hingmann, N. Treitz, Unterricht Physik, Bd. 9: Mechanik V (Energie und einfache Maschinen), Aulis, Köln 1998.
- [4] A. Faudt, Einführung in den Energiebegriff – Ein Unterrichtsversuch im Physikunterricht der Klasse 7, Schriftliche Hausarbeit am Studienseminar Wolfsburg (2002).
- [5] W. Kuhn, R. Müller (Hrsg.), Kuhn Physik 1, Westermann, Braunschweig (2008).

Zusammenfassung

Als eines der Basiskonzepte in den Bildungsstandards begegnet die Energie den Schülerinnen und Schülern in vielen der neuen Lehrpläne schon früher als bisher. Dies macht neue Unterrichtskonzepte für das Thema „Energie“ notwendig. Im Artikel wird ein Unterrichtsvorschlag für die Jahrgangsstufe 7/8 vorgestellt, in dem die wesentlichen physikalischen Aspekte des Begriffs Energie qualitativ behandelt werden: von der Energie als Antrieb bis hin zur Energieerhaltung und Energieentwertung.