

Habt ihr schon gewusst 164 ... unnötige Physikvokabeln

Diese Sendung hat einen ganz konkreten Hintergrund:

Im Zuge der Arbeit an den Bildungsstandards erreichten mich viele „zustimmende Briefe“ ... aber auch kritische Fragen. Eine immer wieder häufig gestellte Frage lautete:

„Warum fehlen im Physik-Bildungsstandard so viele „zentrale Begriffe“ der Physik – ist das kein Ausverkauf der Errungenschaften der Physik.“

Selbstverständlich ist diese Frage sehr ernst zu nehmen, WENN der Kritiker (erstaunlich am Rande: Alle kritischen Fragen in diesem Kontext kamen ausschließlich von „männlichen Personen“ ☺) auch konkret solche „zentralen Begriffe“ nennt. Auf solche „konkreten Vorschläge“ will ich im Folgenden eingehen:

Physikalische Arbeit

Diese Frage hat sicher „historische Wurzeln“ ... d.h. dieser Kollege geht vermutlich von der Annahme aus, dass man zuerst die „physikalische Arbeit“ als „Kraft mal Weg ...“ einführen muss, um dann die Energie als „gespeicherte Arbeit“ zu definieren ... ein üblicher Weg in fast allen Physikbüchern der Vergangenheit. Inzwischen hat sich „in allen Schulbüchern“ herumgesprochen, dass bei diesem Weg ein Zirkelschluss vorliegt, der zudem der fachwissenschaftlichen Definition der „Arbeit“ als Zustandsgröße der Energie widerspricht. Eine Definition der Energie auf diesem Wege ist nicht möglich. Eine Alternative wird an vielen Stellen in der didaktischen Fachliteratur beschrieben ... so z.B. im Heft Praxis der Naturwissenschaften PdN-PhiS. 6/55. Jg. 2006

Wärme

Die Wärme hat inzwischen so viele Gesichter, dass sie mit Sicherheit nicht zu den „wesentlichen Begriffen“ der Physik gehört. In den Präkonzepten der Schülerinnen und Schüler spielt der Begriff „Wärme“ gleichzeitig nebeneinander die Rolle eines „Temperaturmaßes“, eines „Entropiemaßes“ und eines „Energiemaßes“ ... bunt durcheinander gemischt. In der Fachwissenschaft ist der Begriff „Wärme“ exakt als „Zustandsgröße der Energie“ definiert, der zusammen mit der Entropie bei einer Temperaturdifferenz zwischen zwei Systemen durch die Systemgrenze geht. Diese fachwissenschaftliche Definition führt zu Merksätzen in Schulbüchern der folgenden Form: „Wärme geht auf Grund einer Temperaturdifferenz von einem System A in ein System B – ist aber dann im System B nicht mehr vorhanden“ ... Ob man solche „Konstrukte“ gegen alle „Präkonzepte“ auf Schülerseite „durchsetzen“ kann – bzw. durchsetzen will – will ich hier nicht weiter diskutieren.

Viele Schulbücher – ganz unterschiedlicher Verlage – führen die Entropie über das „Schüler-Präkonzept“ Wärme in den Unterricht ein. Die Erfolge bei der Behandlung der Entropie in der Mittelstufe sprechen hier „für sich“.

Ich denke, dass dieser didaktische Hintergrund die Aufnahme der „Wärme“ in den Kanon der „unverzichtbaren physikalischen Größen“ geradezu verhindert.

Wärmeenergie

Wie „hilflos“ manche Schulbuchautoren der oben diskutierten Verwirrung gegenüberstehen, zeigt die „neue Schulbucheufindung“: Wärmemenge. Aus fachwissenschaftlicher Sicht ist dies eine „Dopplung“ ... also im Prinzip unsinnig. In „Wärme“ steckt schon die Begrifflichkeit „Zustandsgröße der Energie“ ... WENN man schon den Begriff der Wärme als „hoch problematisch“ einstufen muss, dann liegt es auf der Hand, dass man das „Unwort“ Wärmeenergie als wirklich „überflüssige Physikvokabel“ einstuft und nicht verwenden sollte.

Brownsche Molekularbewegung ... Aggregatzustände ...

Diese Begriffe sind nicht aus den Bildungsstandards verschwunden ... es wurde nur auf eine Doppelung verzichtet. Der Unterschied zu früheren Bildungsplänen besteht wohl nur darin, dass wir in der Physik nicht mehr der Meinung sind, wir müssten Themen aus dem Chemiebildungsplan in der Physik unterrichten. Eine zwingende Verpflichtung der aktuellen Bildungsstandards ist eine Absprache der Fächer untereinander – eigentlich eine Selbstverständlichkeit. In der Chemie stehen diese Inhalte in den Bildungsstandards – und wir Physikerinnen und Physiker können sie an passender Stelle verwenden.

Elektronenstrom

Die Behandlung der Elektronen als klassische Teilchen fehlt tatsächlich in den aktuellen Bildungsstandards. Es wäre sehr erstaunlich, wenn das anders wäre ... denn dann würden die aktuellen Physikbildungsstandards der aktuellen Fachwissenschaft widersprechen. Eine Behandlung der Elektronen als Quantenobjekte ist aber in der Mittelstufe wohl nur in einem „sehr begrenzten Rahmen“ (also bei einer weitgehenden didaktischen Reduktion) möglich. Die in den Schulbüchern vorgetragene didaktische Reduktion ist aber z.T. sehr fragwürdig und umstritten. Auf der anderen Seite besteht aber hoffentlich ein Konsens darüber, dass man in der Mittelstufe einen „Ladungsstrom“ und die damit verbundene „Ladungsstromstärke“ oder „elektrische Stromstärke“ definieren muss. Also besteht im Rahmen der Physikbildungsstandards die Verpflichtung, den Ladungsstrom und die Ladungsstromstärke einzuführen ... UND es besteht in der Mittelstufe die Freiheit, neben dem Ladungsstrom auch noch den Ladungsträgerstrom zu unterrichten. Genau das mache ich in meinem Unterricht: Nach der Behandlung

des Ladungsstromes (elektrische Stromstärke) im Block 7/8 behandle ich dann am Ende des Blockes 9/10 den Unterschied zwischen der elektrischen Ladung und den elektrischen Ladungsträgern in einer Analogie „Geld-Ladung“. Der Geldwert entspricht dann dem „Ladungswert“ und dem Geldwertträger (Geldscheine, Münze, Strafzettel, Handwerkerrechnungen, Schuldscheine usw.) entsprechen dann die Ladungsträger (Elektronen, positiv und negativ geladene Ionen, Protonen usw.) ... in diesem Bild sind die Elektronen „Ladungsstrafzettel“ und die Schülerinnen und Schüler lernen, dass negative Ladungsträger genau entgegen dem Ladungsstrom fließen ... genauso wie Strafzettel oder Handwerkerrechnungen genau gegen den Geldwert fließen (...man bekommt den Träger – nämlich die Handwerkerrechnung und verliert dabei Geld ☹)

Kraftstoß

Warum dieser Begriff „ausgemustert“ wurde, liegt eigentlich auf der Hand. Die Beschränkung der Physikvokabeln auf wirklich wesentliche Begriffe – also auf die Entsorgung von überflüssigen Begriffen - ist ein Hauptanliegen, das wohl alle Kolleginnen und Kollegen akzeptieren. Wenn man das aber akzeptiert kann, stellt sich die Frage: Warum soll man für eine wesentliche Größe in der Physik – nämlich die Impulsänderung Δp – noch einen neuen Begriff einführen, der – wenn überhaupt – nur eine historische Bedeutung haben kann. Mit der Bezeichnung „Kraftstoß“ ist absolut keine neue Erkenntnis verbunden ... Es genügt daher vollständig, im Block 9/10 das Verständnis „Eine äußere Kraft F führt bei einer Wirkungszeit Δt zu einer Impulsänderung $\Delta p = F \cdot \Delta t$...“ Obwohl es unhöflich ist, auf eine Frage eine Gegenfrage zu stellen, liegt sie auf der Hand: „Was bringt in diesem Kontext der neue Begriff „Kraftstoß“? Dieser neue Begriff wäre absolut „kontraproduktiv“ ... denn er suggeriert auf Schülerseite, dass die physikalische Größe „Kraft“ zentraler oder wichtiger ist als die Größe „Impuls“. Das wäre aber eine „fatale“ Suggestion mit Blick auf einen „zeitgemäßen Mechanikunterricht“ (☺), indem der Impuls vor der Kraft eingeführt wird ;-) ¹

Lenzsche Gesetz

In den Physikbildungsstandards fehlt dieser Begriff tatsächlich, obwohl man den physikalischen Hintergrund nach wie vor unterrichtet wird. Warum fehlt dann dieser Begriff im Bildungsplan? Die Antwort besteht auch hier in einer „Gegenfrage“: Warum gibt man der Tatsache, dass die Gleitreibung der Bewegung entgegengerichtet ist keinen eigenen Namen? Die Antwort ist ganz einfach: Wäre das nicht so, dann wäre der Energieerhaltungssatz verletzt ... Damit hat man aber auch die Antwort, warum das Lenzsche Gesetz eine überflüssige Physikvokabel ist. Selbstverständlich wirkt die Induktion – ebenso wie die Gleitreibung – ihrer Ursache entgegen ... dieser Umstand ist nur eine abgewandelte Form – bzw. eine Folgerung aus einem der wichtigsten Erhaltungssätze der Physik. Es steht jeder Physik-Lehrkraft frei, an der passenden Stelle im Unterricht zu erwähnen, dass man aus historischen Gründen (manche Didaktiker nennen das übrigens „Altlast“) den Energieerhaltungssatz an dieser Stelle „Lenzsches Gesetz“ genannt hat ... aber andere Lehrkräfte müssen die Freiheit haben, auf diese „historische Bemerkung“ – im Sinne der Reduktion überflüssiger Physikvokabeln - zu verzichten.

Bohrscheres Atommodell

Es ist richtig, dass im letzten Bildungsplan (2001) das Bohrsche Atommodell noch erwähnt wurde: Es wurde deutlich darauf hingewiesen, dass das Bohrsche Atommodell NUR noch im historischen Kontext unterrichtet werden darf, DENN es ist seit 80 Jahren! durch Experimente falsifiziert. Auf diesen Zusatz wurde in den Physikbildungsstandards verzichtet ... DENN ich hoffe doch sehr, dass diese „negative Bemerkung“ in einem „positiv formulierten Bildungsstandard“ (☺) überflüssig ist.

Wir sind uns einig, dass Modellvorstellungen niemals falsch oder richtig sind ... Selbstverständlich gilt das auch für das Bohrsche Atommodell. ABER, Modellvorstellungen können „überholt“ sein ... sie können durch Experimente „falsifiziert“ sein ... oder sie können sogar zu „Lernhindernissen“ mutieren. Das Bohrsche Atommodell ist „überholt“ und durch viele Experimente „falsifiziert“ ... UND es ist ein Lernhindernis – so meine persönliche Meinung. Die übliche didaktische Reduktion des Bohrschen Atommodells führt zu einer „Planetenvorstellung“ des Atoms, in dem punktförmige Elektronen wie Planeten um eine Sonne – dem Atomkern – kreisen ... UND angeregte Elektronen rotieren auf „angehobenen Bahnen“ und „fallen auf tiefere Bahnen“, während sie ein Photon aussenden ... Bei diesen Vorstellungen darf man sich nicht wundern, wenn damit Lernhindernisse entstehen, die einen vernünftigen Zugang zur Quantenphysik massiv erschweren.

Sollte Ihnen ein wirklich zentraler Begriff oder ein zentrales Thema fehlen, bitte schreiben Sie! Diese Bitte ist absolut ernst gemeint, denn (a) es könnte uns ja wirklich ein wesentlicher Begriff „verloren gegangen sein“ ... oder (b) wir kommen in eine interessante Diskussion über didaktische Grundsätze, die uns beide dann „weiter bringen“.

¹ ... das ist selbstverständlich eine „ganz persönliche Bewertung“ basierend auf meinen „ganz persönlichen Erfahrungen“.