

An die Präsidentin
der Deutschen Physikalischen Gesellschaft
und die Gutachter des Karlsruher Physikkurses
Hauptstrasse 5
53604 Bad Honnef

Priv. Doz. Dr. Wolfgang Doster

München, 3. 5. 2013

Physikdepartment

Technische Universität München

85748 Garching

Email: wdoster@ph.tum.de

Betrifft: Gutachten zum Karlsruher Physikkurs

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich möchte kurz erläutern, warum der Karlsruher Physikkurs aus didaktischen Gründen dem konventionellen Modell der Teilchenmechanik überlegen ist. Meine Erfahrungen stammen aus langjähriger Arbeit als Dozent an der Technischen Universität München bei der Physikausbildung von Nichtphysikern. Dazu zähle ich Chemiker, Bauingenieure, Agrarwissenschaftler, Berufsschullehrer mit unterschiedlichen Fächerkombinationen und Gymnasiallehrer. Bei den „Fachfremden“ gilt die Physik als studienentscheidendes Angstfach. In Freising kam es vor einigen Jahren wiederholt zu Demonstrationen der Studenten der Agrarwissenschaften gegen die Physikvorlesungen und Prüfungen von Prof. Vogel, der immerhin den Gerthsen überarbeitet hat. Als Folge der katastrophalen Studienergebnisse wurde die Physikausbildung der Berufsschullehrer immer weiter reduziert. Ist das wirklich zwingend und woran liegt es?

- 1) Ein wesentlicher Grund ist sicher, dass der Zugang selbst zu einfachen physikalischen Zusammenhängen durch ein mathematisches Netzwerk an Gleichungen verbaut wird. Ein Verständnis der Mechanik im konventionellen Unterricht setzt ein Kenntnis der Differentialgleichungen 2. Ordnung voraus. Das zweite Newton'sche Axiom stellt eine Verbindung zwischen drei physikalischen Größen her, die für sich schon schwer verständlich sind und keinen offensichtlichen inneren Zusammenhang haben: $F = m \cdot a$, heisst, dass ich eine Kraft bekomme, wenn ich eine Masse mit ihrer Beschleunigung multipliziere. Warum drei völlig unterschiedliche Größen auf diese Art zusammenhängen sollen, bleibt unverständlich, das kann eigentlich nur als Dogma

auswendig gelernt werden. Will man Bahnkurven gewinnen, dann ist eine Integration der Differentialgleichung 2. Ordnung erforderlich. Der KPK dagegen setzt auf Impulsbilanzen und Erhaltungssätze: $dp/dt = F$, eine Differentialgleichung 1. Ordnung. Das ist wissenschaftlich fundamental und mathematisch einfacher. In der Fachsprache der Mechanik sind das die Konstanten der Bewegung. Bilanzen gibt es auch für Geldmengen in der Wirtschaft, bei der „Saldenmechanik“ kommt man mathematisch mit summieren und Bildung von Differenzen aus. Es zeigt sich, dass wichtige Grundgesetze der Physik auch ohne komplexe Mathematik vermittelbar sind. Die Komplexität entsteht erst bei anspruchsvollen Anwendungen wie etwa bei einer lokalen Formulierung der Erhaltung von mengenartigen Größen in einer Kontinuitätsgleichung. Studenten können auch ohne mathematische Spezialausbildung gut mit Bilanzen umgehen. Man fragt, wo kommt der Impuls her und wo geht er hin. Wo geht der Impuls der Insassen eines Autos hin, wenn stark gebremst wird? Der Sicherheitsgurt spannt sich, es ist für die Studenten gar keine Frage, dass der Impuls über den gespannten Sicherheitsgurt abfließt. Man sieht die Natur als System, das von Flüssen belebt wird. Ein Verständnis der Zusammenhänge motiviert dann auch die Erweiterung des mathematischen Kenntnisstands zur Bewältigung von konkreten Anwendungen, aber nicht umgekehrt.

- 2) Das Konzept des KPK kommt den Naturvorstellungen der Griechen nahe, „alles fließt“, etwas, das jedem Naturbeobachter als häufige Erfahrung geläufig ist. Zumindest: fast alles fließt. Selbst dann, wenn man es nicht direkt sieht. Ein Körper im Schwerfeld nimmt Impuls auf, der Impuls fließt durch das Feld obwohl man das nicht sieht. In der konventionellen, auf der Teilchenvorstellung gegründeten Physik, wird diese Erkenntnis erst einmal verdrängt. Selbst die Thermodynamik, als Lehre des Kontinuums, ist vor allem Thermostatik, die Zeit darf nur unendlich langsam fließen. Die Impulsströme erlauben es, die Mechanik in ein Gesamtkonzept der Physik zu integrieren. In fast jedem Lehrbuch der Kontinuumsmechanik (Landau-Lifschitz) wird der Spannungstensor als Impulstromdichte eingeführt. Zwei gegeneinander bewegte Platten, die über ein viskoses Medium kontaktiert sind, tauschen Impuls aus, der Spannungstensor σ_{xy} gibt an wieviel x-Impuls senkrecht zur Bewegung in y-Richtung strömt. Das ist unmittelbar einsichtig und kann durch Experimente verifiziert werden.
- 3) Die wohl wichtigste theoretische Basis des KPK ist die Gibbs'sche Fundamentalform. Auf ihr basiert das geniale „Energieträgerkonzept“: Der Energieaustausch lässt sich als bilineare Summe von mengenartigen Energieträgern (Impuls, Entropie, Molzahlen, Volumen) und intensiven Potenzialgrößen (Geschwindigkeit, Temperatur, chemisches Potenzial, Druck), die die Beladung der Träger mit Energie beschreiben, darstellen. Die Energie muss nicht mehr „umgewandelt“ werden, sie behält ihre Identität und wird nur auf unterschiedliche Träger verteilt. Damit lassen sich alle Maschinen des täglichen Lebens als „Energieumlader“ verständlich machen und berechnen! Alltagstauglicher kann die Physik nicht unterrichtet werden. Mit diesem Konzept verbindet man unterschiedliche Fachgebiete, die Energie ist das Bindeglied über die Gibbs'sche Fundamentalform. Die Autoren des KPK verdienen einen Didaktik-Preis für eine schüler- und lehrerfreundliche Physik. Das DPK Gutachten dagegen reduziert

und trivialisiert die Physikdidaktik auf die Aufgabe „Wie sag ich’s meinem Kinde“. Dass etwa das gesamte Gebäude der Physik durch die Didaktik in Frage gestellt und erneuert werden könnte, soll durch die Bannstrahlen der DPG Gutachter offenbar verhindert werden. Viele Wege führen nach Rom, aber in Rom sitzt der Papst.
Freundliche Grüsse

Dr. Wolfgang Doster