

Fundamentum der Physik

Was gehört zu einem physikalischen Allgemeinwissen?

L. Mathelitsch, N. Pucker

Von Physiklehrern höherer Schulen werden an Universitätslehrer öfter folgende Fragen herangetragen: Was erwarten sich die Universitäten von einem Maturanten? Welche Physikkenntnisse soll er haben? Überwiegend sind diese Fragen ausgelöst durch die in unregelmäßigen Abständen erhobenen Klagen der Universitätsseite (z.B. Rektorenkonferenz), daß die Maturanten immer schlechter vorbereitet an die Hochschulen kämen. Ausgehend von dieser Situation haben die Mitglieder der Studienkommission Physik-Lehramt der beiden Grazer Universitäten versucht, in Wechselwirkung mit Kollegen aus dem AHS-Bereich eine Antwort auf die Frage nach einem Grundstock von Physikkenntnissen zu finden.

Bei unseren Diskussionen erwies sich eine Übereinstimmung im Grundsätzlichen als gar nicht so schwierig. Etwa bei der Frage, welche Ziele der Physikunterricht verfolgen sollte. Daraus abgeleitet hätte der Inhalt und der Umfang des physikalischen Marschgepäcks für das weitere Leben, genannt "Fundamentum", zu folgen. Aber Art und Umfang des Inhaltes scheidet die Geister!

Im folgenden wird keine allumfassende Begründung des Physikunterrichts gegeben, sondern kurz zusammengefaßt, was uns nach einiger Beschäftigung mit dem Thema besonders wesentlich erschien. Die Überlegungen sind auch gar nicht so neu (sie sind z.B. in ähnlicher Form im allgemeinen Teil des Lehrplans enthalten!). Sie sind daher hier auch in erster Linie als gedanklicher Rahmen für die nachfolgende Konkretisierung angeführt:

- Der Physikunterricht soll zeigen, daß Physik entscheidend hilft, unsere Umwelt zu erkennen. Damit hängt zusammen, daß Physik die Grundlage vieler technischer Entwicklungen ist. Die Art der Erkenntnisgewinnung ist wichtig: der Schüler soll in die Rolle der Empirie (Experiment als Erkenntnisgewinn) und des theoretischen Erklärungsmodells Einsicht gewinnen. Er soll lernen, Ergebnisse in Frage zu stellen und erneut zu überprüfen.
- Der Physikunterricht soll die Schüler nicht auf ein Physikstudium vorbereiten. Der Unterricht soll besonders auf die Zielgruppe ausgerichtet sein, die später nie mehr mit Physik in unmittelbare Berührung kommt.
- Der Physikunterricht soll auswendig gelerntes Faktenwissen nur insoweit vermitteln, als dieses eine notwendige Grundlage bildet, um Fragestellungen beantworten zu können, wie sie in den Lehrinhalten des Lehrplanes festgelegt sind. In dem Sinne sollen nur wenige grundlegende Formeln auswendig gelernt werden, den Rest soll der Schüler im (Schul-)Buch finden und verwenden können.
- Der Physikunterricht soll auf ein **Fundamentum** besonderes Gewicht legen. Daneben soll der Lehrer in individueller Schwerpunktsetzung jene Gebiete in den Vordergrund rücken, die zum unmittelbaren Erfahrungsbereich der Schüler

gehören (technische Umgebung, Haushaltsphysik, Verkehr, Biophysik,...).

Fundamentum der Physik

Das Fundamentum soll den Stoff angeben,

- * der auch längerfristig als Erinnerung an den Physikunterricht erhalten bleiben sollte (den die Schüler auch fünf Jahre nach der Matura noch qualitativ im Gedächtnis haben sollten),
- * der zur physikalischen Allgemeinbildung gehört,
- * der nicht einer Schwerpunktsetzung zum Opfer fallen und auf dessen Verständnis man daher verstärkt hinarbeiten sollte.

Dabei beschreiben die drei Charakterisierungen natürlich in etwa den gleichen Sachverhalt, der erst Kontur gewinnt, wenn man konkret angibt, was damit gemeint ist. *Auf keinen Fall ist das Fundamentum ein Lehrplanersatz! Es soll ein Gerüst bilden, in welches lebensnahe Anwendungsbeispiele in Vortrag, Schüler- und Demonstrationsexperiment, Referat, Gruppenarbeit und Projektunterricht eingebunden werden sollen.* Mit dem Fundamentum soll verbunden sein, daß wichtige Konzepte der Physik wiederholt angesprochen werden. Dazu gehören besonders

- die Wechselwirkung zwischen Beobachtung und theoretischer, modellhafter Erklärung,
- die Formulierung in mathematischer Sprache,
- die Wechselwirkung zwischen Grundlagenphysik und technischer Anwendung.

Zentrale Begriffe (z.B. die verschiedenen Formen von Kraft, Energie, die Erhaltungssätze,...) sollen von den verschiedenen Teilgebieten her und aus unterschiedlichen Gesichtspunkten erörtert werden.

In der inhaltlichen Diskussion hat es sich als hilfreich erwiesen, viele Begriffe auch durch entsprechende Formeln und Stichworte zu verdeutlichen. Das Resultat ist in der Tabelle auf der nächsten Seite wiedergegeben.

Bei der Erarbeitung dieses Stoffkatalogs in der Studienkommission wie auch in der Diskussion mit Kollegen hat sich gezeigt, daß bezüglich des Gewichtes einzelner Punkte beträchtliche Meinungsunterschiede bestehen. Diese Präsentation dient daher auch der Absicht, die Diskussion weiterzuführen. Es wäre schön, wenn diese Diskussion schließlich zu einem gemeinsamen Ergebnis führt, das insbesondere Lehrern am Anfang ihrer Unterrichtstätigkeit als Hilfestellung bei der Gewichtung der einzelnen Lehrplanabschnitte dienen kann.

Adresse der Autoren: Institut für Theoretische Physik, Universität Graz, Universitätsplatz 5/I, 8010 Graz

FUNDAMENTUM DER PHYSIK

Begriffe	Formeln, Stichworte
1. Mechanik	
Masse, Weg, Geschwindigkeit	$v = \Delta s / \Delta t, a = \Delta v / \Delta t$
Beschleunigung	Durchschnitts-, Momentanwert, Zusammensetzung von Bewegungen (Schiefer Wurf)
Kraftbegriff	Trägheitssatz $F = m \cdot a$ Wechselwirkungssatz Schwerkraft Reibungskraft
Arbeit, Leistung, Energie	$W = F \cdot s$ $P = W / t$ Potentielle, kinetische Energie, Energieerhaltung, Energieumwandlung
Impuls	$p = m \cdot v$, Impulserhaltung
Drehbewegung	Drehimpuls, Trägheitsmoment, Drehimpulserhaltung
2. Gravitation	
Gravitationsgesetz	$F = G \cdot M \cdot m / r^2$
Sonnensystem im historischen, geistesgeschichtlichen Aspekt	1. Keplersches Gesetz 2. Keplersches Gesetz Geozentrisches versus Heliozentrisches Weltbild
3. Wärme	
Temperatur	Temperaturskalen (Celsius, Kelvin)
Wärmekapazität	$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$
Zustandsgleichung	$p \cdot V = \text{konst}(T)$
Hauptsätze der Wärmelehre	Umwandlung zwischen thermischer und mechanischer Energie Wärme fließt selbständig nur vom heißeren zum kälteren Körper,
Wärmekraftmaschinen	Motor, Wärmepumpen, Wirkungsgrad hat (prinzipielle) Obergrenze
Wärmeleitung, -strömung, -strahlung	$I \sim \Delta T$
Wärmedämmung	
4. Hydro- und Aerodynamik	
Hydrostatischer Druck	$p = \rho \cdot g \cdot h$
Hydrostatischer Auftrieb	Druck wirkt allseitig, Auftrieb ist Gewicht der verdrängten Flüssigkeit
Aerodynamischer Auftrieb	Warum Flugzeuge fliegen

5. Schwingungen und Wellen	
Harmonische Schwingung	T, F, λ Kraft proportional zur Auslenkung
Welle	Räumlich sich ausbreitende Schwingung, Longitudinal- und Transversalwelle, Doppler-Effekt, Beugung, Interferenz, Polarisation
Optische Instrumente	Linsen (Brennpunkt; reelle, virtuelle Bilder) Auge, Fotoapparat
6. Elektrizitätslehre	
Stromkreis	Elementarladung; $U = R \cdot I$ Elektrische Arbeit, Leistung
Elektrisches Feld	Elektrische Feldstärke, Potential
Magnetisches Feld	Magnetische Feldstärke Lorentzkraft
Wechselstrom	Generator, Motor Leistung des Wechselstroms
Energiequellen, -versorgung	Kenntnis der Grundlagen der Energieversorgung Österreichs (Wasserkraft, fossile Energieträger,...)
Elektromagnetisches Spektrum	$E \sim f$, Erscheinungsformen, Erzeugung, Anwendung (z.B. Rundfunk, Laser, Mikrowellen, Röntgenstrahlen,)
7. Relativitätstheorie	
Qualitatives Verständnis der Grundlagen der Relativitätstheorie	Lichtgeschwindigkeit ist konstant, $E = m \cdot c^2$, Längen, Massen sind veränderlich, experimentelle Verifikation
8. Quantenmechanik	
Atomphysik	Bohrsches Atommodell, Quantensprünge, Periodensystem,
Grundlagen der Quantenmechanik	Teilchen- und Wellencharakter, grundsätzliche Schranke, die Meßgenauigkeit
Radioaktivität	Statistischer Charakter, Halbwertszeit
Kernphysik	Bindungsenergie, Fission, Fusion
9. Kosmologie und Astrophysik	
Qualitatives Verständnis der Entstehung und des Aufbaus von Kosmos und Sternen	Big Bang, Ausdehnung des Universums, Fusion als Energiequelle der Sterne