
Katedra obecné fyziky
Západočeské univerzity v Plzni

Physikalisches Institut
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen

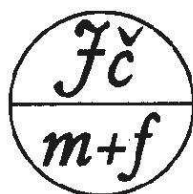
Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky

sborník z konference



ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg



DIDAKTIK

Srní 2003

Vertrieb außerhalb Tschechiens durch:
Verlag Palm & Enke, Erlangen und Jena

Moderne Trends in der Physiklehrerausbildung, German Hacker (Hrsg.)
Verlag Palm & Enke, Erlangen und Jena, 2003
ISBN 3-7896-0673-1

Vorwort

Vom 24. bis 26. April 2003 fand eine internationale Konferenz zu Themen der Lehrerbildung für die Fächer Mathematik und Physik im Hotel Srní (Böhmerwald, Tschechien) statt. Das Rahmenthema in Mathematik war „*Von der Tätigkeit zur Erkenntnis*“ und in Physik „*Moderne Trends in der Physiklehrerbildung*“. Der vorliegende Sammelband umfasst die Beiträge zur Physiklehrerbildung. Hierbei werden der Ist-Zustand des Physikunterrichts in Tschechien zu Beginn des 21. Jahrhunderts beschrieben und Perspektiven für seine Weiterentwicklung aufgezeigt.

Die Beiträge sind im Sammelband nicht thematisch, sondern alphabetisch nach den Autoren sortiert. Die Konferenz wurde vom Institut für Physik der pädagogischen Fakultät der Westböhmischen Universität in Pilsen in Zusammenarbeit mit der Abteilung Didaktik der Physik des Physikalischen Instituts der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg unter der Schirmherrschaft des Rektors der Westböhmischen Universität in Pilsen Prof. Ing. Zdeněk Vostracký, DrSc. veranstaltet.

Die Veranstaltung fand in entspannter Atmosphäre im Sporthotel Srní, das in der herrlichen Landschaft des Böhmerwalds gelegen ist, statt. Die dort gebotenen Annehmlichkeiten trugen wesentlich zum erfolgreichen Verlauf der Konferenz bei. Neben der Arbeit im Plenum und in den Arbeitsgruppen fand auch eine gemeinsame Wanderung entlang des Flusses Vydra statt. Hierbei lernten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer – neben der Schönheit des Böhmerwaldes – auch das Wasserkraftwerk kennen, mit dem dieser wilde, ursprüngliche Fluss, zur Herstellung elektrischer Energie genutzt wird.

Die Konferenz hätte ohne Unterstützung von Sponsoren, bei denen wir uns herzlich bedanken, nicht stattfinden können. Der wichtigste Sponsor war die Kraftwerksgesellschaft ČEZ, AG. Zum Erfolg dieser Veranstaltung haben auch der Verein der tschechischen Mathematiker und Physiker, die Redaktion der Zeitschrift „Schulphysik“ und andere beigetragen.

Erlangen im Mai 2003

Dr. German Hacker

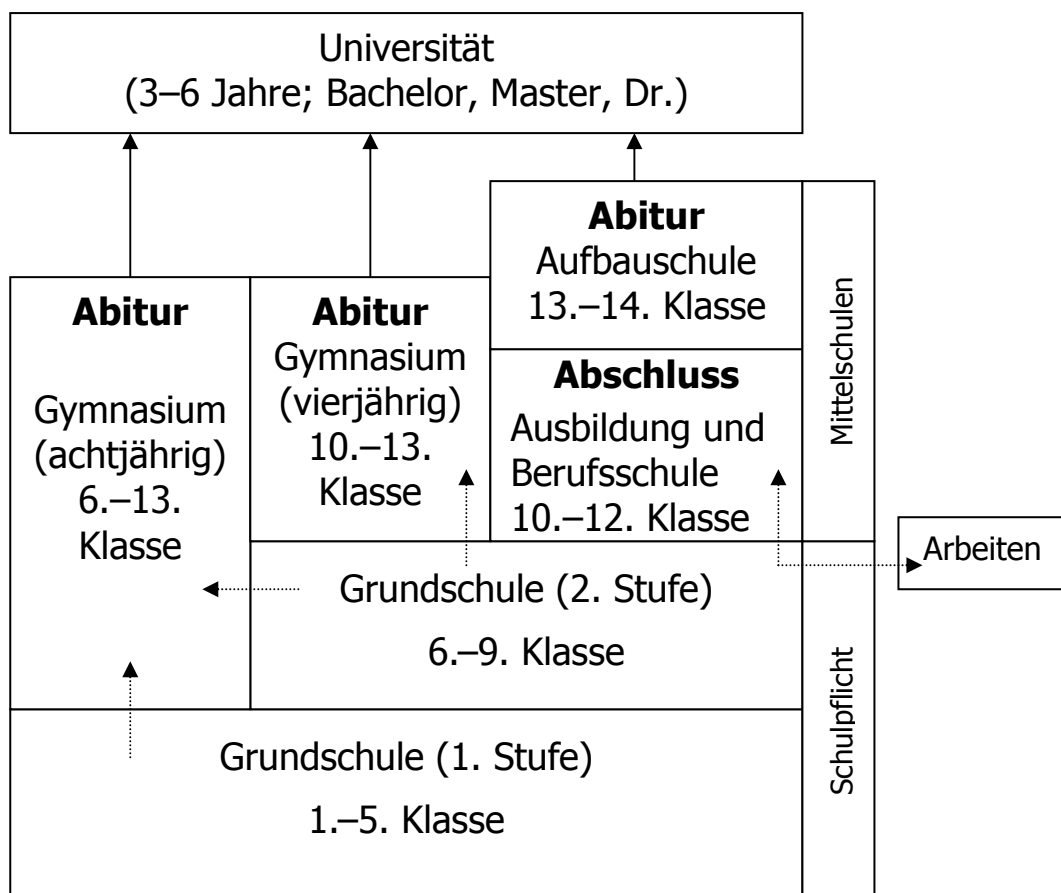
Anmerkungen zur Deutschen Übersetzung der tschechischen Artikel dieses Tagungsbandes

Die Artikel dieses Tagungsbandes wurden – mit Ausnahme von Dittmann und Hacker – in tschechischer Sprache verfasst und zunächst für eine Rohfassung an der Universität Pilsen an einem Spracheninstitut übersetzt. Diese Rohfassung enthielt noch zahlreiche Übersetzungsfehler – bezogen auf den fachlichen Inhalt, Rechtschreibung und Sprache bzw. Formulierungen. Die endgültige, hier abgedruckte Fassung wurde vom Herausgeber nach bestem Wissen aus der Rohfassung – teilweise unter Rücksprache mit den tschechischen Autoren – erstellt. Es kann dennoch nicht völlig ausgeschlossen werden, dass sich noch vereinzelte Fehler in den Texten befinden, die durch die Übersetzung entstanden sind. Ich bitte dies beim Lesen der Artikel zu berücksichtigen.

Weitere Anmerkungen zum Schulsystem der Tschechischen Republik

Die folgende Übersicht zeigt die Schulstruktur und der Tschechischen Republik. Die Jahrgangsstufen 1 bis 5 werden von allen Schülern an einer Schulart besucht. Sie wird als „Grundschule“ (1. Stufe) bezeichnet. Auch die – neben dem achtjährigen Gymnasium – zu besuchende Schule der Jahrgangsstufen 6 bis 9 wird als „Grundschule“ (2. Stufe) bezeichnet. In den Texten ist daher mit „Grundschule“ nicht die Grundschule im Sinne des Deutschen Schulsystems gemeint.

Gestrichelte Pfeile bedeuten, dass hier eine (Aufnahme-) Prüfung nötig ist.



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Anmerkungen zur Deutschen Übersetzung	4
Inhaltsverzeichnis	5
Dittmann: Die physiologische Seite der Farbenlehre interpretiert mit dem Computer	7
Dufková: Bildungsprogramm der Energie-Aktiengesellschaft ČEZ für Schulen	14
Dvořák: Bildungszentrum Vaňkovna	17
Hacker: Ein neues, multimediales Unterrichtskonzept zur Optik der Sek. I.....	23
Havel: Bestimmung der Erdbeschleunigung durch vergleichende Untersuchungen des freien Falls von Kugeln	27
Höfer: Erforschung des Ist-Standes des Physikunterrichts im Primarbereich und den Sekundarbereichen I, II der Schulen in der Tschechischen Republik	31
Hubeňák, Hubeňák: Elektromagnetische Wellen im Raum und auf Lecher-Leitungen	41
Janás: Die Aus- und Weiterbildung von Physiklehrern unter dem Gesichtspunkt der Schule von heute und der EU	51
Kepka: Praxis – Ein unverzichtbarer Teil der Lehrerausbildung	58
Kepka: Rahmenbildungsprogramme und praktische Vorbereitung der Studenten – die zukünftigen Physiklehrer	62
Křitková: Geschichte und Gegenwart des Kernkraftwerks Temelín (Vorschlag für eine Exkursion)	65
Lacina: Modernisierung in der Vorbereitung der Physiklehrer – Gründe, Methoden, Ergebnisse	67
Navrátil, Novotná, Soldán: Projektunterricht im Studium der Physik, Mathematik und Chemie an der Pädagogischen Fakultät MU	78
Obdržálek: Diskussion der EPS über den Physikunterricht an den Grund- und Mittelschulen	83
Obdržálek: Zur Ausbildung zukünftiger Lehrer	85
Obdržálek: Biologie und Physik – was haben sie gemeinsam?	88
Petřík: Realexperiment in den E-Learning – Studienformen	90
Prokšová: Neues Konzept: Entropie in die Mittelschule?	94
Randa: Computerunterstützung im Astronomieunterricht und bei den astronomischen Wettbewerben	106
Stach: Physik – Computertechnik mit Elektronik	111
Svoboda: Fortbildung von Physiklehrern (Erfahrungen aus der MFF UK Prag)	116
Štefl: Astrophysik in Aufgaben von heute	120
Tesař: Physiklehrbücher für die Grundschule und computerunterstützter Unterricht	122
Volf: Wie sollte man die Physiklehrer ausbilden, um seine künftigen Schüler für sein Lehrfach gewinnen zu können?	126

Die physiologische Seite der Farbenlehre interpretiert mit dem Computer

Helmut Dittmann, Universität Erlangen*

Die Behandlung der Farbenlehre in der Schule ist in den letzten Jahrzehnten immer weiter gekürzt worden, wie der Vergleich älterer Physikbücher mit neueren zeigt. Der Grund liegt nicht nur darin, dass viele neue Stoffe in die Schule hereindrängten, sondern auch in der Tatsache, dass die Farbenlehre kein rein physikalisches Thema ist. Zur Farbe gehört ja zweierlei: Einmal das Licht in besonderer Zusammensetzung – das ist die physikalische Seite der Farbenlehre-, zum andern unabdingbar aber auch der Mensch, der dieses Licht erst als Farbe empfindet. Ohne den Menschen keine Farbe! Diese auf die Empfindung bezogene Komponente der Thematik führt bei so manchem Physiklehrer zu einer abwehrenden Haltung: Das ist doch keine Physik! Die Farblehre bleibt so auf einen minimalen, rein physikalischen Kern beschränkt, etwa auf die Dispersion und das Spektrum des weißen Lichtes und die Tatsache, dass Licht farbig erscheint, wenn ihm bestimmte Anteile entzogen werden. Die physiologische Seite wird unterschlagen, weil sie nicht geheuer erscheint. Dabei weckt gerade sie das Interesse vieler Schüler, die sich in der Sekundarstufe I in einem Entwicklungsstadium befinden, in welchem die eigenen Sinne bewusster wahrgenommen und als wichtig empfunden werden.

Der Umstand, dass viele Schüler heute engen Umgang mit Computern haben und dabei Anwendungen benutzen, die eine intensive Auseinandersetzung mit Farben mit sich bringen – man denke nur an die Bearbeitung digitaler Bilder, führt zu mancher Frage, die das übliche Minimalprogramm der Schule unbeantwortet lässt, etwa: Kann der Farbbildschirm des Computers alle Farben darstellen, die es gibt? Welche Farben kann er etwa nicht darstellen? Wie viele Farben kann unser Auge unterscheiden? Die Farbenlehre ist ein durch den Einzug des Computers in unser Leben aktuell gewordenes Thema, und der Computer ist es auch, der uns hervorragende Hilfsmittel an die Hand gibt, dieses Thema interessant im Unterricht umzusetzen.

Bei der folgenden Darstellung verzichten wir auf Ausführungen zu dem oben erwähnten minimalen physikalischen Kern, der die Dispersion und das Spektrum des weißen Lichtes, sowie die üblichen damit zusammenhängende Versuche betrifft. In diesem Beitrag wird vielmehr gezeigt, wie man mit Hilfe geeigneter Computerprogramme den dreidimensionalen Farbraum erkunden und bestimmte Beobachtungen, die jeder schon gemacht hat – etwa farbige Schatten- verstehen kann.

Die Additive Farbmischung und der dreidimensionale Farbraum

Der einfachste Zugang zum dreidimensionalen Farbraum führt über die additive Mischung von drei Primärfarben: Rot, Grün und Blau (R, G, B). Die Schüler kennen das Mischen von Farben aus eigener Erfahrung, die sich meist auf das subtraktive Mischen von Wasserfarben bezieht. Fragt man sie, was die Mischung von Blau und Gelb ergibt, so bekommt man unweigerlich die Antwort: Grün! Bevor man also die additive Mischung der drei Grundfarben in Angriff nimmt, muss man den Unterschied zwischen additiver und subtraktiver Mischung klären. Ein Versuch, der sehr eindrucksvoll zeigt, worin der Unterschied liegt, ist folgender: Zwei flache Wannen mit durchsichtigem Boden werden auf den OHP gestellt und zur knappen Hälfte mit Wasser gefüllt, das dann mit farbiger Tinte angefärbt wird, in der einen Wanne blau, in der anderen gelb. Der Projektor macht die Farben gut sichtbar. Stellt man beide Wan-

* StD Dr. Helmut Dittmann, Helmut.Dittmann@physik.uni-erlangen.de

nen übereinander, so dass das Licht beide nacheinander passieren muss, erhält man im Bild Grün, und zwar unabhängig davon, in welcher Reihenfolge die Wannen aufeinander gestellt werden. Gießt man schließlich das Wasser aus der einen Wanne in die andere, so zeigt sich genau die gleiche Farbe wie beim Übereinanderstellen. Die Schüler sind davon nicht überrascht, der Ausgang der Versuche entspricht ihren Erwartungen.

Nun wird der Versuch etwas abgeändert: Auf dem Projektor stehen wieder die blaue und die gelbe Wanne; die beiden Farben werden nun aber anders gemischt, nämlich mit einem Spiegel, mit dem man etwas von dem blauen Licht auffängt bevor es die Projektionswand erreicht, und dann auf das gelbe Bild lenkt. Hier mischen sich beide Lichter und es entsteht ein weißer Fleck im gelben Bild. Wenn man umgekehrt mit dem Spiegel etwas gelbes Licht auffängt und auf das blaue lenkt, erhält man dort ebenso Weiß. Der Versuch überrascht die Schüler, er führt sie in einen kognitiven Konflikt: Mischen und mischen ist also zweierlei! Es ist nun nicht mehr schwierig herauszuarbeiten, worin der Unterschied besteht.

Das Verständnis der additiven Mischung von farbigen Lichtern ermöglicht jetzt den Aufbau eines Farbraumes aus Primärlichtern. Man kann die Mischung wieder mit dem OHP durchführen, auf dessen Arbeitsfläche drei Wannen mit rotem, grünem und blauem Wasser stehen. Zur Mischung der Farben fängt man zwei davon mit Spiegeln auf und lenkt sie auf die dritte. Durch unterschiedliche Haltung der Spiegel kann die Intensität der Mischungspartner dosiert werden, so dass man verschiedene Mischfarben erzeugen kann. Eine wesentlich einfachere und besser dosierbare Mischung der Farben kann man mit dem Programm „MIXER.EXE“ auf einem Farbmonitor durchführen. Die additive Mischung geschieht dabei etwas anders: Die Primärlichter gehen von winzigen Pixeln des Bildschirms aus, die für das Auge untrennbar nahe beisammen liegen. Die Mischung geschieht dabei erst im Auge. Einzelheiten zeigt die Abbildung 1.

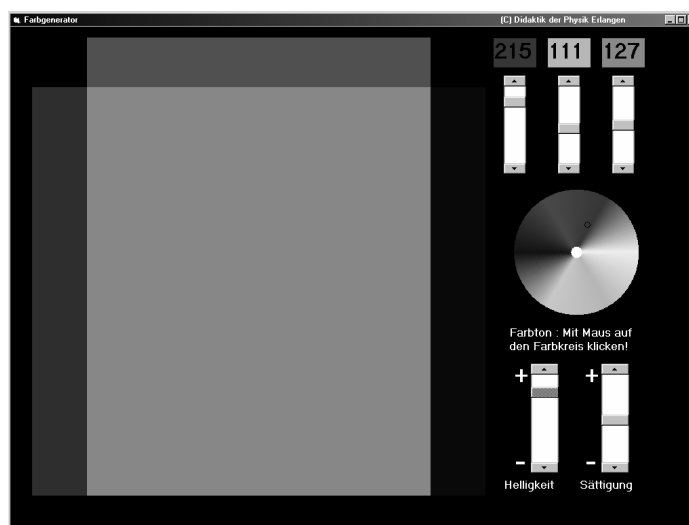


Abb.1: Im Programm MIXER.EXE lassen sich die Intensitäten der drei Komponenten mit Hilfe der drei Scroll-Balken rechts oben in jeweils 256 verschiedenen Stufen r, g, b einstellen. Dies sind die trichromatischen Koordinaten eines Farbpunktes im dreidimensionalen Farbraum. Der Farbkreis in der Mitte und die beiden Scroll-Balken darunter erlauben es, jeden Punkt des Farbraums mit Hilfe der „natürlichen Koordinaten“, nämlich Farbton, Helligkeit und Sättigung anzusteuern.

Der Farbmixer stellt für den Farbraum zwei Koordinatensysteme bereit, einmal die sog. trichromatischen Koordinaten, zum andern aber auch die aus Farbton, Helligkeit und Sättigung bestehenden „natürlichen Koordinaten“, und er zeigt auch den Zusammenhang zwischen beiden Systemen. Ändert man die Stellungen in den Scroll-Balken des einen Systems, so ändern sich gleichzeitig auch die Stellungen im andern System. Wichtig ist der Farbkreis, der

das Spektrum von Rot bis Blau zeigt und sich über die Purpurtöne, die sich durch Mischung von Rot und Blau ergeben, schließt. Dass er bereits alle überhaupt möglichen Farbtöne enthält, bezweifeln die Schüler in aller Regel. Wo ist z.B. das Braun?, fragen sie. Man kann es leicht zeigen, indem man auf dem Farbkreis mit der Maus den Farbtön Orange anwählt - die Scroll-Balken zeigen z.B. $r=255$, $g=160$, $b=0$ – und dann mit dem Scroll-Balken „Helligkeit“ diese auf etwa 50 % herunterfährt: (127, 80, 0). Auch der Einfluss der Sättigung kann demonstriert werden. Wird sie bei dem vorher gewählten Orange z.B. auf 50 % heruntergefahren, so verblasst die Farbe, sie erscheint dann viel zarter. Die trichromatischen Koordinaten sind dann $r=255$, $g=208$, $b=128$, was sich so interpretieren lässt: Die entstandene Farbe setzt sich zusammen aus einem weniger hellen Orange $0.5 \cdot (255, 160, 0)$ und Weiß (128, 128, 128).

Farbkörper und Anzahl der unterscheidbaren Farben

Der Farbraum lässt sich durch Farbkörper veranschaulichen. Geht man von den trichromatischen Koordinaten r , g , b aus, wobei diese natürliche Zahlen aus dem Bereich 0–255 sein müssen und trägt die entsprechenden Farben in einem cartesischen Koordinatensystem auf, so erhält man einen Farbwürfel, dessen $256^3 = 16\,777\,216$ Gitterpunkte gerade die vom Computer darstellbaren Farben sind. Das Programm FARBWÜRFEL.EXE veranschaulicht diesen Farbkörper (vgl. Abb.2).

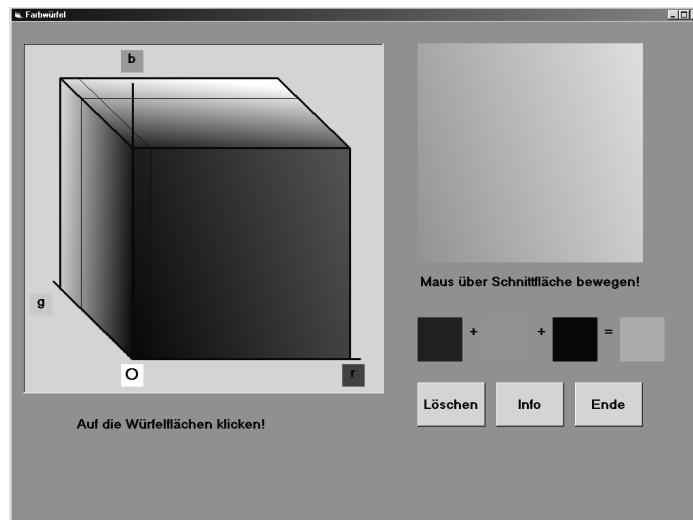


Abb.2: Farbwürfel, dargestellt durch das Programm FARBWÜRFEL.EXE. Durch Anklicken der Seitenflächen mit der Maus können ebene Schnitte durch den Würfel erzeugt werden, so dass sich auch sein Inneres der Betrachtung erschließt. Die Farben des Schnittflächen lassen sich in ihrer Zusammensetzung mit der Maus erkunden.

Die natürlichen Koordinaten des Farbraums interpretiert man besser durch Zylinderkoordinaten – den Farbton als Winkel, die Sättigung als Radius und die Helligkeit als z-Achse. So ergibt sich als eine weitere Veranschaulichung des Farbraums der Farbzylinder. Das Programm FARBZYLINDER.EXE (ohne Abbildung) zeigt zur Helligkeitsachse senkrechte Schnitte durch den Zylinder, die das Aussehen von Farbkreisen haben, bei welchen sich die Sättigung Rand zum Zentrum hin vermindert bis zu Weiß.

Großes Interesse bei Schülern finden die Fragen: Wie viele für unser Auge unterscheidbare Farben gibt es? Und: Kann der Computer sie alle darstellen?

Der Farbwürfel scheint zunächst eine einfache Antwort zu geben: Er enthält $256^3 = 16\,777\,216$ Gitterpunkte, von welchen jeder eine Farbe bedeutet. Ebenso viele Farbkombinationen sind also für den Monitor *einstellbar*. Das bedeutet aber nicht, dass sie für unser Auge *unterscheidbar* sind. In der Tat hängt dies auch von der Qualität des Monitors ab.

Ob mehrere benachbarte Einstellungen, z.B. (135, 56, 228) und (136, 58, 231) zu noch unterscheidbaren Ergebnissen führen, kann mit Hilfe des Programms SPION.EXE (ohne Abbildung) in einfacher Weise untersucht werden. Es zeigt, dass auch bei einem Monitor mit sehr guter Brillanz zwei Farben nicht mehr unterschieden werden können, wenn keine der drei Koordinaten um mehr als 1 abweicht. Das bedeutet aber, dass jeweils mindestens 8 benachbarte Gitterpunkte im Farbwürfel nicht unterscheidbar sind. Lässt man dies so gelten, hat man immer noch 16 Millionen : 8 = 2 Millionen unterscheidbare Farben bei einem guten Monitor. Allerdings kann auch der beste Monitor nicht alle Farben, die es gibt, darstellen. Die Sättigung der aus den drei Primärfarben zusammengesetzten Mischung erreicht nie 100 %; voll gesättigt sind nur die Farben des Spektrums selbst. Ein einfacher Versuch dazu: Man bringe ein Körnchen Kupferchlorid in die Bunsenflamme und versuche, die entstehende Flammenfärbung mit dem Farbgenerator nachzubilden. Es gelingt nicht, da die Flamme ein fast spektralreines Cyan zeigt. Der vom Monitor darstellbare Farbraum wird in Abb.3 genauer eingegrenzt. Er könnte durch Hinzunahme einer vierten Primärfarbe nur unbedeutend vergrößert werden. Moderne Schätzungen gehen davon aus, dass das menschliche Auge etwa 7 Millionen Farben unterscheiden kann – eine beachtliche Leistung!

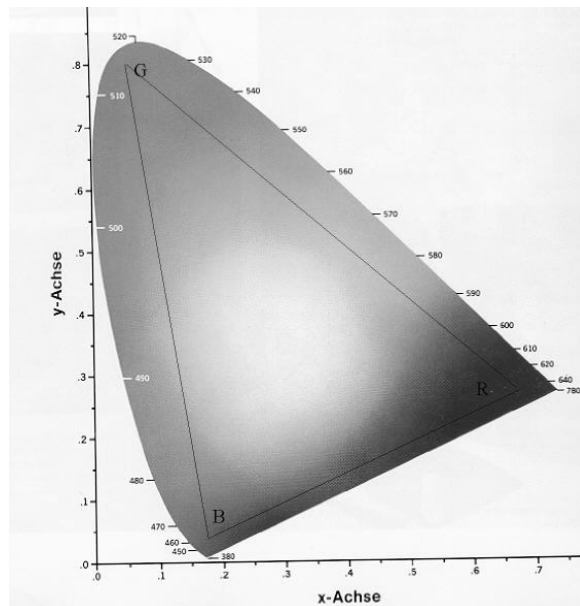


Abb.3: Die Farbnormatafel ist eine 2dimensionale Projektion des Farbraums. Sie sollte eigentlich alle Farben bei konstanter Helligkeit zeigen. Die Sättigung ist in der Mitte 0 und steigt zum Rand hin an, wo sie maximal wird. Dort liegen die Spektralfarben; die Wellenlängen sind in nm angegeben. Da aber der Druck jeden Farbton nur mit einer sehr begrenzten Sättigung wiedergeben kann, ist die Darstellung unvollkommen. Die eigenartige Sohlenform der Tafel ist so gewählt, dass alle durch additive Mischung der Primärlichter R, G und B darstellbaren Farben innerhalb des von R, G, B aufgespannten Dreiecks liegen.

Überraschende Versuche zur Farbwahrnehmung und ihre Erklärung durch die Young-Helmholtzsche Theorie der Farbwahrnehmung

Der Physikunterricht sollte alltägliche Phänomene der Farbenlehre, die jeder schon bemerkt hat, nicht übergehen, denn sie wecken das Interesse; außerdem ist die Physik in der Lage, hier ihre Stärke zu beweisen indem sie eine Erklärung liefert. Zunächst beschreiben wir solche Beobachtungen:

Gelbstich in Photographien: Farbphotos, die mit Tageslichtfilm bei Kunstlicht (Glühlampenlicht) aufgenommen wurden, zeigen oft einen als Verfälschung empfundenen Gelbstich.

Gelbstich. Das Auge sieht die Farben bei Kunstlicht ohne diesen Stich. Wer hat recht, das Auge oder der Film?

Farbige Schatten: Im gut verdunkelten Raum wird mit dem Overhead-Projektor ein rotes Filter projiziert, so dass auf der Projektionswand ein rotes Feld auf dunklem Hintergrund zu sehen ist. Dieses Feld wird dann von einer weißen Punktlichtquelle beleuchtet, die 1–2 m neben dem Projektor steht. Das Feld erscheint nun in einer schwach gesättigten Farbe, die fast nicht mehr als Rot empfunden wird. Hält man nun in etwa 1 m Abstand von der Projektionswand die Hand ins Licht, so erscheinen zwei Schattenbilder, die sich teilweise überlappen. In jedem der beiden Schatten fehlt offenbar das Licht einer der beiden Quellen. Dort, wo die Hand das Licht der weißen Quelle nicht hingelangen lässt, sieht man wieder kräftiges Rot – das erklärt den einen Schatten. Dort aber, wo das Licht des Projektors nicht hin gelangen kann, sieht man deutlich Grün – obwohl diese Stelle doch von weißem Licht *allein* beleuchtet wird und keine grüne Lichtquelle vorhanden ist. Wiederholt man diesen Versuch mit einem grünen statt des roten Filters, so wirkt der Schatten, der eigentlich weiß erscheinen sollte rot, der andere dagegen grün. Die Farben vertauschen sich. Auch mit einem blauen Filter gelingt der Versuch, der entsprechende Schatten ist dann gelb. Das Fazit des Versuches: Ein und derselbe Lichtreiz (hier weißes Licht) kann verschiedene Farbbeimpfindungen hervorrufen. Die Farbbeimpfindung ist nicht objektiv wie der Lichtreiz, sondern subjektiv und abhängig vom Umfeld.

Nachbilder: Mit einem Projektor projiziert man einen Kreis, von dem die obere Hälfte rot, die untere grün ist. Der folgende Versuch gelingt umso besser, je satter und heller die Farben sind. Die Zuschauer werden aufgefordert, den Mittelpunkt des Kreises, der mit einem schwarzen Punkt markiert ist, etwa 15 Sekunden lang zu fixieren. Dann ersetzt man die Kreisscheibe plötzlich durch ein einheitlich grau erscheinendes Feld. Die Überraschung: Auf dem grauen Hintergrund sieht man – zwar etwas verschwommen, aber deutlich – den Kreis von vorher, aber nun umgekehrt, oben grün und unten rot. Ein solches Nachbild mit konträren Farben sehen wir immer, wenn wir einen hellen Gegenstand besonders intensiv fixieren und dann plötzlich gegen einen neutralen, weniger hellen Hintergrund blicken.

Virtuelle Farben: Auch für dieses Experiment wird die Kreisscheibe mit der roten und der grünen Hälfte projiziert. Die Zuschauer beobachten jetzt insbesondere die Trennungslinie zwischen Rot und Grün längere Zeit möglichst genau – ohne den Blick an andere Stellen schweifen zu lassen. Nach etwa 30 Sekunden beobachten sie an der Farbgrünze schmale Säume, in welchen die Farben abwechselnd besonders intensiv erscheinen – viel intensiver und satter als im übrigen Teil des Kreises. Die beobachteten Farben nennt man *virtuell*. Das Auge sieht hier Farben, die es objektiv gar nicht gibt.

Die beschriebenen Beobachtungen können mit Hilfe des Programms FWAHRN.EXE (vgl. Abb.4) verstanden werden. Zunächst gibt dieses Programm eine Antwort auf folgende Frage: Vorgelegt ist ein Farbfilter, für den Wellenlänge und Halbwertsbreite bekannt sind. Welche Farbe sieht man, wenn weißes durch diesen Filter auf die Netzhaut des Auges gelangt? Das Programm ermittelt also den Farbeindruck, welches Licht mit einer glockenförmigen Intensitätsverteilung mit Maximum bei einer vorgegebenen Wellenlänge und einer einstellbaren Halbwertsbreite im Auge hervorruft.

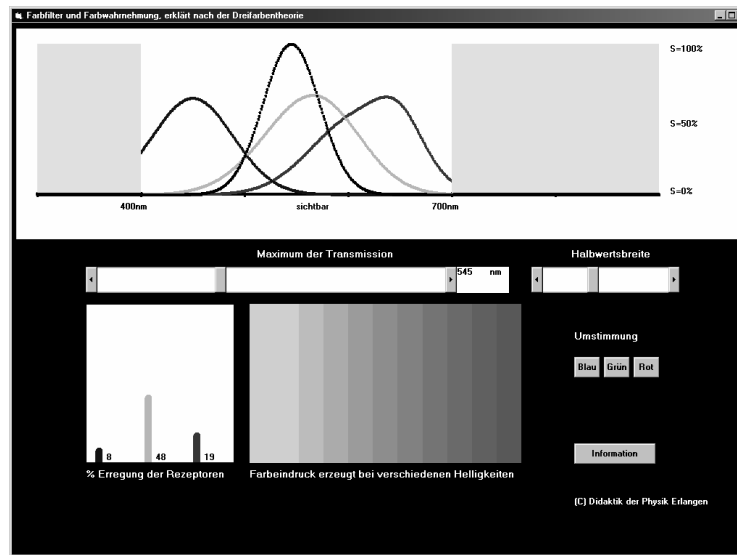


Abb.4: In der oberen Bildhälfte sind die Empfindlichkeiten der Zapfen über der Wellenlänge aufgetragen. Die höhere Glockenkurve dazwischen ist die Intensitätsverteilung des auftretenden Lichts. Sie kann mit dem darunter befindlichen Scroll-Balken über den sichtbaren Bereich verschoben werden; auch ihre Breite kann verändert werden. Je nach ihrer Einstellung werden die Zapfen unterschiedlich stark erregt. Dies zeigt das Fenster links unten, während das Fenster unten in der Mitte den daraus resultierenden Farbeindruck in verschiedenen Stufen der Helligkeit darstellt.

Dabei benutzt es die Young-Helmholtzschen Dreifarben-theorie (die heute allgemein als richtig akzeptiert wird). Danach gibt es auf der Netzhaut des Auges drei verschiedene Sorten von Farbrezeptoren, sog. Zapfen, deren Empfindlichkeiten angenähert glockenförmige Kurven mit Maxima im Blauen, Grünen und Roten ergeben, wenn man sie gegen die Wellenlänge aufträgt. Der Erregungszustand der Zapfen wird ans Gehirn weiter gegeben und erzeugt dann den Farbeindruck. Im Programm wird der Erregungszustand der Zapfen durch Faltung der Intensitätsverteilung mit den entsprechenden Empfindlichkeitskurven berechnet. Die Farbe erzeugt dann der Monitor durch additive Mischung der RGB-Anteile entsprechend der Zapfenerregung.

Nun zur Erklärung der oben beschriebenen Beobachtungen: Das Auge kann sich den Umweltbedingungen hervorragend anpassen. Z.B. kann es den Lichteinfall durch die veränderliche Iris regulieren, die durch Vergrößerung mehr Licht einfallen lässt, wenn es dunkel ist. Das Auge – genauer die Netzhaut – besitzt auch eine Automatik, die sich unterschiedlichen Farbtemperaturen des Lichtes anpasst. Das weiße Papier eines Buches erscheint uns bei Sonnenlicht ebenso weiß wie bei Kerzenlicht, obwohl die Maxima der Lichtintensität an verschiedenen Stellen des Spektrums liegen. Im Programm kann man die verschiedenen Arten Weiß, die dadurch entstehen, leicht demonstrieren: Man stellt die Halbwertsbreite so groß ein, dass sie das sichtbare Spektrum davon überdeckt wird und schiebt das Maximum an verschiedene Stellen. Die Fähigkeit des Auges, diesen Einfluss auszugleichen, gewinnt es dadurch, dass es die Empfindlichkeit der drei Farbrezeptoren einzeln verstellen kann. Im Programm gibt es dafür drei Buttons, welche die Empfindlichkeiten jeweils auf die Hälfte herabsetzen. Ein ähnlicher Abgleich für Weiß findet sich in jeder modernen Digitalkamera. Alle oben beschriebenen Beobachtungen haben die gleiche Ursache: Eine Veränderung der Empfindlichkeiten der Rezeptoren, die sich entweder auf die ganze Netzhaut bezieht (farbige Schatten), oder nur auf einzelne Stellen (Nachbilde, virtuelle Farben).

5. Programme, Hinweise und Literatur

Die in dem Artikel genannten Programme können übers Internet heruntergeladen werden.
Adresse: www.didaktik.physik.uni-erlangen.de

Zu beachten ist, dass die Programme nur zusammen mit den dort genannten Hilfsdateien lauffähig sind. Diese können aus der gleichen Quelle heruntergeladen werden; sie sind gemeinsam mit den EXE-Dateien im gleichen Ordner der Festplatte abzuspeichern.

Für Versuche zur Farblehre mit dem Overhead-Projektor benötigt man oft großflächige Filter in verschiedenen Farben, z.B. den Kreis mit zwei verschieden farbigen Hälften. Solche Filter sind im Lehrmittelhandel erhältlich, allerdings nicht immer in allen gewünschten Farben; sie sind auch nicht billig. Man kann sich behelfen mit Filtern, die man mit einem Tintenstrahldrucker auf Transparentfolie druckt. Eine große Auswahl an Vorlagen in verschiedenen Farben, Formen und Abstufungen findet man in obiger Quelle im Ordnen Fvorlagen als jpg-Dateien.

Als Literatur zum Thema Farblehre seien zwei Werke empfohlen:

[1] Falk, Brill, Stork: *Ein Blick in Licht*. Birkhäuser Verlag – Springer Verlag, 1989.

[2] Treitz N.: *Farben*. Klett Studienbücher, 1985.

Bildungsprogramm der Energie-Aktiengesellschaft ČEZ für Schulen

Marie Dufková, ČEZ, a. s., Prag*

Das Bildungsprogramm ist eine der wichtigsten langfristigen Kommunikationsaktivitäten mit der Öffentlichkeit. Es wurde im Jahre 1992 gegründet, kurz nach der Gründung der allein stehenden Aktiengesellschaft ČEZ, es konnten daher nun schon seit 10 Jahren Erfahrungen gesammelt werden.

Das Programm betrifft alle Aspekte der Energietechnik. Wir versuchen, dass die Öffentlichkeit mit Hilfe dieser Bildungsprogramme die Energietechnik und damit auch die ČEZ – Tätigkeiten besser verstehen kann.

Die Bildungsunterstützung in den technischen Fächern ist neben dem Energieverkauf eine der Dienstleistungen, die die Gesellschaft ČEZ der Öffentlichkeit anbietet.

Ziele

Die Hauptidee und Grund für die Entstehung und Entfaltung des Programms „Energie für alle“ ist die Bildung und Informiertheit, Niveausteigerung der Kenntnisse zur Energietechnik nicht nur bei den Kindern und Jugend, sonder allmählich auch in der breiten Öffentlichkeit.

Weitere Ziele sind die Unterstützung der technischen Ausbildung, talentierter Studenten und die Steigerung des Interesses am Studium und an der zukünftigen Arbeit in der Energietechnik.

Kriterien

Das Programm „Energie für alle“ soll von Anfang an bestimmte Kriterien erfüllen. In der ersten Reihe sind es die Materialqualität bzw. der Standard der „geistigen“ Qualität. Wir wollen nur die besten Dinge machen. Die Unterlagen müssen das Kind und seine Welt respektieren, unabhängiges Denken, Wetteifer, Verspieltheit und Kreativität unterstützen. Das Ganze muss von der pädagogischen und akademischen Welt akzeptiert werden, um es zu verwenden und zu verbreiten.

Es handelt sich ausschließlich um bildende Unterlagen – nicht um Werbematerialien. Bei der Vorbereitung dieser Materialien arbeiten wir mit Pädagogen und mit dem Lehrstuhl für Didaktik MatFyz, der die künftigen Lehrer bildet, zusammen.

Angebot

Das Bildungsprogramm von ČEZ bieten wir allen Grund- und Mittelschulen in der ganzen Tschechischen Republik an, d.h. ca. 7000 Schulen. Die Kontakte pflegen wir auch mit den technisch orientierten Hochschulen. Das Programm „Energie für alle“ haben wir in einem Katalog, der an die Schulen verschickt wurde, vor Kurzem mit Hilfe der Internetseite www.cez.cz, bei den Besprechungen an den Schulen und mittels der Infozentren angeboten.

Für das Bildungsprogramm von ČEZ haben wir ein breites Spektrum an Material verwendet, von Papier bis zur CD-ROM. Eine Umfrage an den Schulen verrät uns, wo die meisten Interessen liegen:

- gedruckte Unterlagen: Heftenzyklopädie der Energie, Overheadprojektorfolien über Kernenergie und klassische Energietechnik, Beschreibung einfacher Experimente aus der Kernphysik, Bilderbeilagen zum Lehrbuch Vědet víc, Quizset aus dem Bereich der Physik und Energietechnik, Plakate mit der Erklärung zum Treibhauseffekt, Kernbrennstoffkreis-

* Ing. Marie Dufková, dufkom1.hsp@mail.cez.cz

lauf, elektromagnetische Strahlung, Kernreaktionstypen usw. Radka Rozumbradkova – Unterrichtsmaterial für die 1. Stufe der Grundschule, Třetí pól (Zeitschrift für Mittelschulen, Popularisierung von Wissenschaft und Technik mit dem Schwerpunkt auf Energietechnik).

- Videoaufnahmen: jetzt auch auf DVD: „Leben mit Strahlung“ (Erklärung der Begriffe „Radioaktivität“ und „Ionisierende Strahlung“), „Der mächtige Atom“ (Zeichentrickfilm für Kinder über Kernenergie), „Kernkraftwerk“ (Funktionsprinzip), „Entdeckung der Energie“ (Zeichentrickfilm für Kinder über Energieverwendung in der Welt), „Sicherheit in jedem Fall“ (Dokument über Testen der Container für verbrauchte Atom Brennstoffe), „Die Zukunft ohne Atommüll“ (Eine neue revolutionäre Methode der Atommüllliquidierung), „Gewinnung der Sonnenenergie“ (Ausgezeichneter didaktischer Film über die elektrische Energiequellen aller Art), „Arbeit mit Gamabeta“ (Beschreibung und Experimentvorführung mit ionisierender Strahlung), „Atombrennstoffzyklus“ (Erklärung des Weges des Brennstoffs von der Gewinnung bis zur Endlagerung), „Temelin – Sicherheitssysteme, Umgang mit dem Brennstoff und Tests der Zuverlässigkeit“ (Einmalige Bilder der Inbetriebnahme unseres neuesten Atomkraftwerks), „Überschwemmungen 2002“ (Dokument über die Wasserkraftwerke CEZ).
- Computerprogramme: Energieenzyklopädie auf CD-ROM, Energietechnik für das 21. Jahrhundert (Geschichte und Zukunft), Joulinka (für die 1. Stufe der Grundschule).
- Internetapplikationen: Auf www.cez.cz steht eine Animation über Elektrizität und eine Simulation des Primärkreises des Atomkraftwerks Temelin zur Verfügung, auf www.duhovaenergie.cz sind Spiele für Kinder zu finden, weitere bietet auch die Zeitschrift www.tretipol.cz.
- Kraftwerksbesichtigungen CEZ und des Schulungs-Kernkraftwerks CVUT
- Unterstützung der Physiksommerschulen für die Mittelschulstudenten MatFyz und für die Fakultät für Kernenergie
- Seminare für Lehrer
- Unterstützung der Wettbewerbe für talentierte Studenten (Turnier junger Physiker, Olympiaden, Wettbewerb der technischen und wissenschaftlichen Projekte der Mittelschulstudenten, Wettbewerb der technischen und wissenschaftlichen Projekte der Hochschulstudenten in den ausgewählten elektrotechnischen und energietechnischen Fächern usw.).
- Der CEZ Preis, Wettbewerb der Diplom- und Doktorandenarbeiten
- Diskussionen mit den Studenten über die Kernenergie
- Lehrmittel im Physikunterricht –bieten wir heute nicht mehr an, aber aus den Jahren zuvor existieren an den Schulen über 1000 Stück des dosimetrischen Sets Gamabeta für die Experimente mit ionisierender Strahlung und über 200 Stück des Baukastens EMA für die Experimente mit Elektrizität und Magnetismus.

Das Bildungsprogramm steht auch allen Angestellten von CEZ für ihre Kinder und für Lehrer ihrer Kinder zur Verfügung. Die Unterlagen werden in der breiten Öffentlichkeit verwendet und werden an die Interessierten gezielt verschickt.

Anhand der Umfragen an den Schulen wissen wir, dass CEZ die erste und bisher einzige Industriegesellschaft ist, die den Schulen ein solches Programm anbietet.

An der Pädagogischen Fakultät der Universität in Ostrava sind 2 Diplomarbeiten zukünftiger Physiklehrer entstanden, die mit Hilfe unserer Unterlagen bearbeitet wurden: Die erste schlägt die Studienpläne des Physikseminars für Mittelschulen und die zweite das Lehrmaterial über Physik an der Grundschule vor, beide basierend auf dem Bildungsprogramm von CEZ. An der Pädagogischen Fakultät in Prag ist eine Diplomarbeit entstanden, die Lehrmaterial über Kernenergie an Hand von CEZ-Unterlagen vorschlägt.

Die Qualität und Wirkung des Bildungsprogramms messen wir mit Hilfe von Umfragen an den Schulen oder unter den Pädagogen. Mit Hilfe der Umfrage der Agentur Rapid Dema haben wir festgestellt, dass an den Schulen, die diese Unterlagen verwenden (ca. 2000 Schulen), diese von 84 % der Lehrer als sehr gut bewertet werden und 87 % der Lehrer haben bestätigt, dass nach der Weitergabe unserer Unterlagen, die Kenntnisse der Schüler über Energietechnik besser wurden.

Bewertung

Eine Reihe der Unterlagen und Lehrmittel hat die Empfehlung für die Verwendung an den Schulen vom Verein der tschechischen Mathematiker und Physiker bekommen. Zwei der Filme aus der Videothek von CEZ waren auf dem Festival „Techfilm 96“ erfolgreich, der Film „Spuren der Zukunft“ hat den ersten Preis in seiner Kategorie gewonnen. Der Videofilm „Gewinnung der Sonnenenergie“ hat einen Sonderpreis auf dem Festival „Ekofilm“ bekommen. Das Computerprogramm „Energiequellen der Erde“ bekam im Jahre 1995 die „Regenbogendiskette“ des Ministeriums für Schulwesen als beste Unterrichtssoftware für die Schulen. Das Multimedia-Programm „Joulinka“ hat den Preis „Das beste Exponat“ bei der Aufstellung Schola Nova 1996 bekommen. Die Energieenzyklopädie auf CD-ROM hat den Preis der Zeitschrift Chip-Tip für den besten Multimedia-Titel 1999 und den Preis Computerworld 2000 exzellent für das beste multimediale tschechische Produkt gewonnen, Festival Techfilm 1999 hat der Enzyklopädie einen Ehrentitel für Grafik verliehen.

Weitere Entwicklung

Für die weitere Programmentwicklung ist es nicht notwendig, die Quantität zu steigern, aber es ist notwendig, die Qualität, Professionalität und Variabilität zu bewahren. Die Orientierung hin zu weiteren Gruppen der Öffentlichkeit und eine Verbesserung der Zusammenarbeit mit der personellen Sektion und Handelssektion und die Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Schulwesen der tschechischen Republik werden wir weiter unterstützen.

Im Zusammenhang mit der Entstehung von „Gruppe CEZ“ wollen wir eine Verbindung mit ähnlichen Bildungsaktivitäten REAS anknüpfen.

Das Programm „Energie für alle“ könnte auch den Rahmen von CEZ überschreiten, weil es der ganzen Energietechnik als Fach hilft. So wie es konzipiert ist, entspricht es der Bedeutung und Position von CEZ. Die Philosophie der weiteren Entwicklung hängt also auch von der zukünftigen Position von CEZ ab.

Es ist nicht wahr, dass sich die Studenten nicht für Physik interessieren. Diejenigen, die Interesse haben, sind viele, man muss sie nur motivieren und richtig führen. Die Physikpopularisierung, Wissenschaft und Technik ist im weiteren Sinne sehr nötig. Wir sollten die Jugend nicht unterschätzen!

Bildungszentrum Vaňkovna

Ladislav Dvořák*, Pädagogische Fakultät MU, Brno

In unserem gesellschaftlich-kulturellen Umfeld ist eine Vorstellung sehr stark verwurzelt, dass die Ausbildung von Lehrern bereits in der Schule stattfindet. Falls wir aber die Lehrer für ihre zukünftige Arbeit nur in der Schule vorbereiten und ausbilden, kann man sich denn dann wundern, dass auch sie wiederum ähnliche Methoden bei ihren Schülern verwenden werden, die sie selbst erlebt haben?



Diesen Zustand versucht eine Gruppe von Begeisterten zu verändern, die „Bürgerinitiative Vaňkovna“, die als Nachfolger der „Stiftung Vaňkovna“ entstanden ist. Diese versuchte, in den Jahren 1994 – 1998 eine Vision durchzusetzen, ein regionales Kultur-, Bildungs- und Gesundheitszentrum im Areal der ehemaligen Fabrik aufzubauen. Zu dieser Initiative gehört auch „Partnerství pro Vaňkovku“ – es handelt sich um Gönner, ehemalige Vaňkovka – Angestellte, Vertreter der Bürgerinitiative, Schulen und Institutionen.

Vaňkovka – Geschichte

Die Maschinenwerkstätte von Friedrich Wannieck (1838 – 1919) wurde im Jahre 1865 gegründet, gelegen an den Straßen Trnitá, Zvonařka, Plotní und Úzká, heute zwischen dem Zentralbusbahnhof Zvonařka und Kaufhaus Tesco in Brno.



Abb. 1

Das erste Gebäude wurde im Jahre 1864 gekauft, wo man mit dem Bau der Maschinenwerkstätte (Gießerei, Dampfmaschine, Kesselwerk, Montagewerkstatt) begonnen hat. Die weiteren Grundstücke wurden im Jahre 1889 gekauft. Im Laufe der Zeit sind dann auch die Gießerei, die Kernformerei, die Modellbauerei und das Administrativgebäude entstanden.

Hinter dem Erfolg der Fabrik stand der Vetter von Wannieck Julius Robert (Verwalter der Zuckerfabrik in Židlochovice). Er hat im Jahre 1864 den sog. Diffusionsprozess bei der Zuckersirupgewinnung aus der Zuckerrübe, später auch aus dem Zuckerrohr, erfunden. Im Jahre 1865 wurde der erste Diffuser weltweit gebaut und kurz danach wurden die ersten Diffusere und Schneidemaschinen nach Indien exportiert. Die Produktion wurde anschließend ausgeweitet. Dampfkessel, Waagen, holzbearbeitende Maschinen, Zentrifugen und spezielle Anlagen für Dampf- und Keramikmaschinen wurden hergestellt.

* Mgr. Ladislav Dvořák, dvorak@jumbo.ped.muni.cz

Im Jahre 1902 kam es zur Fusion mit der První brněnska strojírna. Später Teil von Zbrojovka Brno nebo Zetor Brno.

Heute ist der Inhaber der unter Denkmalschutz stehenden Fabrik die Gesellschaft Jižní centrum Brno a.s., die vollkommen in den Händen der Stadt Brno ist. Zusammen mit der Investmentgesellschaft ECE wurde ein Umbauprojekt für den Eisenbahnknoten und für den Bau des Shoppingzentrums in Vaňkovna entworfen.

„Heureka! ... ich hab´s!“

Für die Projektunterstützung des Vaňkovna – Umbaus wurde am 21. Mai 2002 in der Kernformerei (Abb. 2) für die Schüler der Grundschulen in Brno und Umgebung eine Veranstaltung organisiert.



Abb. 2

Mehr als 600 Schüler haben bei dieser Veranstaltung auf eine unterhaltsame Art und Weise ihre Bekanntschaft mit physikalischen und chemischen Experimenten, mit Kopfzerbrechen und Spielen gemacht. Begeistert waren die Schüler vor allem deswegen, weil sie die meisten Experimente selbst durchführen konnten.

Programm:

- einfache aber wissenschaftliche Unterhaltung... (Zirkusvorstellung mit physikalischen Experimenten)
- Spiele mit Elektrizität
- Workshop der künftigen Physiklehrer – Pädagogische Fakultät MU
- Spielraum mit physikalischen Spielzeugen und Kopfzerbrechen – Altstoff
- Vom Korn zum Papier
- Mathematik experimentell
- Überprüfe dich selbst (Wettspiel)
- Chemie ganz einfach
- Einfache Flugzeugmodelle
- Eisenbahnmodelle – Vorstellung der kleinen Bastler
- Interessante physikalische Spielzeuge
- Projekt „Majak – můj hlas pro Vaňkovku“ (meine Stimme für Vaňkovka)

Im Laufe der Veranstaltung haben ergänzende Ausstellungen stattgefunden:

- Vorstellung des Projektes „Studio Vaňkovka – Erkenntnis-, Schöpfungs- und Bewegungszentrum“
- Physik im Lager

- Galerie der optischen Täuschungen

Diese gelungene Veranstaltung wurde von JUNIOR – DDM Brno, Bürgerinitiative Vaňkovka, Pädagogische Fakultät MU Brno, AMD Tsch. Republik, VVS Hilfsmittel für den Unterricht, Grundschule Klobouky, Gymnasium Brno Křenová und Grundschule Brankovice unterstützt.

Das Ziel dieser Veranstaltung war die Unterstützung des Projekts „Studio Vaňkovka – Erkenntnis-, Schöpfungs- und Bewegungszentrum“, das bei dieser Gelegenheit vorgestellt wurde.

Zukünftige Nutzung von Vaňkovka

Die Bürgerinitiative legt Projekte für die Nutzung der beiden Gebäude (ehemalige Maschinenwerkstätte und Gießerei) im Denkmalschutzareal vor. Die Autoren sind meistens Karel Kincl für JUNIOR – DDM und Eva Staňková für die Bürgerinitiative Vaňkovka.

Ziel dieser Projekte ist natürliches Verlangen nach Kenntnissen, Entfaltung der kreativen Denkweise, Motivation zu einer aktiven Freizeittätigkeit, das Wecken des Interesses des Menschen für die Naturwissenschaften und Technik und auch die Schaffung eines Gegengewichtes zu den geplanten ca. 37 000 m² der Handelsfläche „Galerie Vaňkovka“.

Studio Vaňkovka – Raum für Entdeckungen und Kreativität

Studio Vaňkovka wird sich in der ehemaligen Maschinenwerkstatthalle (Abb. 3) befinden. Es wird zu einem regionalen Zentrum der außerschulischen Bildung auf dem Gebiet der Wissenschaft und Technik und zum Zentrum der Popularisierung neuer Technologien werden. Es wird den Kindern, Studenten, Schulen und der breiten Öffentlichkeit bei ihren Fortbildungsaktivitäten dienen.

Die ehemalige Maschinenwerkstatt ist die größte Halle im Areal der Vaňkovka (3800 m² Fläche und 40 000 m² umbauter Raum). In der näheren Zukunft wird die Maschinenwerkstatt zusammen mit dem Administrativgebäude der Vaňkovka zum Teil ein großer Einkaufs- und Gesellschaftskomplex, der zwischen dem Einkaufszentrum TESCO und dem Bushauptbahnhof Zvonarka liegt.



Abb. 3

Studio Vaňkovka wird mit ähnlichen Einrichtungen im Ausland zusammenarbeiten und die Basis für das zukünftige Netz der Zentren für interaktive Bildung in der Tschechischen Republik bilden. In der Welt gibt es über 1000 solche Zentren und das nicht nur in den postindustriellen Ländern, sondern auch in Mexiko, Polen und Ungarn. Ihre durchdachten Pro-

gramme unterstützen die Kreativität der Kinder und nicht nur das, sie sind auch eine sinnvolle Freizeitbeschäftigung der Jugend und Senioren.

Als Beispiel dienen die schon funktionierenden Zentren in Europa und in der Welt, z.B. „Technorama“ Winterthur (Schweiz), „La Villette“ Paris (Frankreich), „The Science Museum“ London (Großbritannien), „Jodrell Bank“ (Großbritannien), „Technique“ Cardiff (Wales, Großbritannien), „Exploratorium“ (USA), „Museum of Science and Industry“ (Chicago, USA), „The Children’s Museum of Indianapolis“ (USA), „Science Museum of Minnesota“ (USA) und weitere in Europa – „Budapest Science Center“ und „Experimentarium“ in Kopenhagen.

Studio Vaňkovka wird auf Studenten, Praktikanten und weitere Freiwillige zurückgreifen, wodurch die Betriebskosten gesenkt werden können. Schon heute sind Kontakte mit den Mittelschulen in Brno, mit den Vertretern der Masaryk-Universität und der Technischen Hochschule in Brno aufgenommen worden. Ein Drittel (bis zur Hälfte) der Betriebskosten sollte mit den Einnahmen aus Eigentätigkeit gedeckt werden.

Das Ostschiff – Halle, Dauerexposition

Die ganze Maschinenwerkstätte bietet mit ihrem Ausmaß und offenem Raum exklusive Möglichkeiten für eine visuell starke und attraktive Ausstellung. Der Entwurf nimmt an, dass das Ostschiff (weiter nur Halle) im weiteren nicht mehr geteilt wird. In der Halle werden zwei bis drei monothematische Ausstellungen stattfinden. Große Aufmerksamkeit wird nicht nur dem Inhalt, sondern auch der Form und dem Designniveau gewidmet.

Die Themen sollten genügend allgemein und dauerhaft gültig sein. Sie sollten die Kenntnisse ergänzen und ausbreiten, die man an der Grundschule lernt. Entscheidend ist das Mitmachen der Besucher bei den ausgestellten Experimenten und die Möglichkeit, Parameter selbst zu ändern. In manchen Fällen soll der Besucher gleichzeitig mit mehreren seiner Sinne Wahrnehmungen machen können.

Aufgrund der Anfangsüberlegungen scheinen die Optik (Licht und Sehvermögen) und die Mechanik (der Mensch kann hier sehr einfach und direkt an physikalischen Experimenten oder einer Wasserspielecke Teil haben) die am besten geeigneten Themen zu sein.

Das Ostschiff – Ergänzungsausstellung

Dieser Raum sollte horizontal gegliedert werden, nicht vertikal. Hier werden die Ergänzungsausstellungen eingerichtet, die für Abwechslung im Vaňkovka sorgen sollen. Mittelfristige Ausstellungen (z.B. der Mensch unter der Lupe) werden auch auf andere Naturwissenschaften (vor allem Biologie) und auf die Errungenschaften der heutigen Zeit (Telefon, Kopiermaschine, PC, ABS-System, Sicherheitssysteme, Energiequellen usw.) ausgerichtet sein.

Kurzfristige Ausstellungen werden eher kleiner, informativ und monothematisch sein. Sie sollen auch aktuell auf das weltweite Entwicklungen in den Naturwissenschaften, Technik, Kultur und Natur (Kometen, Klonen, Überschwemmungen usw.) reagieren können. Primär wichtig wäre in diesem Fall die Aktualität, nicht die visuelle Attraktivität.

In diesem Teil werden sich auch die volkstümlichen Spielzeuge und die kleinen Tischexperimente befinden. Die Interaktivität sollte dominant sein und der visuelle Aspekt sollte in den Hintergrund treten. Es würde sich um wechselnde Ausstellungen, solche mit verschiedenen technischen Aspekten handeln, die man schnell austauschen kann.

Die Unterlagen für das „Fachdrehbuch“ haben die Mitglieder der Programmgruppe bearbeitet:

Zdeněk Bochníček (PřF MU, Brno), Pavel Konečný (PřF MU, Brno), Václav Piskač (G Tř. kpt. Jaroše, Brno) und Věra Bdinková (JUNIOR – DDM Brno).

Salon Vaňkovka – Gemeinschafts- und Kulturzentrum

In den zwei Stockwerken der ehemaligen Gießereiumkleidungsräume (Abb. 4) sollte sich der Salon Vaňkovka befinden, der zu einem Kulturzentrum für die jungen Künstler wird. Hier wird die künstlerische Kreativität weiterentwickelt. Es sollte die Fortsetzung der Tätigkeit der Stiftung Vaňkovka in der Modellbauerei sein, bei der in den Jahren 1997 – 1999 Theaterfestivals, Konzerte, Poesieabende und Filmprojektionen stattfanden, zusammen ca. 200 Veranstaltungen.



Abb. 4

Auf ca. 900 m² werden hier Theatersaal (ca. 100 Sitzplätze mit Grundausrüstung), Werkräume für experimentelle Kunst, Beraterbüro, Cafe, und Teehaus errichtet. Hier werden Festivals, verschiedene Auftritte, Workshops, Seminare und verschiedene Kurse veranstaltet.

Salon Vaňkovka sollte finanziell unabhängig sein.

Lehrervorbereitung

Schon an der ersten Veranstaltung („Heureka... ich hab's“), organisiert zur Umbauunterstützung von Vaňkovka, haben die Studenten des 3. Jahrgangs der Pädagogischen Fakultät MU Brno (Studienfach Physik) teilgenommen.

Eine aktive Zusammenarbeit mit dem Zentrum wollen wir in das Bildungsprogramm Physik an der PF MU Brno eingliedern. Die Zusammenarbeit mit der PF MU Brno sollte regelmäßig sein, die Studenten sollten an den Stellen für Praktikanten (einzelne Ausstellungen) ihre Praxis absolvieren. Man bemüht sich um ihre aktive Teilnahme beim Bau der aktuellen Ausstellungen, Herstellung der einzelnen Ausstellungsstücke. Die Studenten sammeln hier viele praktische Erfahrungen bei der Arbeit mit Kindern, gewinnen neue Fähigkeiten zur Kommunikation. Diese Erfahrungen können sie dann zu Gunsten ihrer Diplom- oder Bachelorarbeiten verwenden. Nicht nur Studenten der naturwissenschaftlichen oder technischen Fächer finden hier ihren „Platz“, sondern auch z.B. Kunststudenten und andere.

Nachwort

Falls die Realisierung dieses Projektes erfolgreich wird, reiht sich die Stadt Brno zwischen die europäischen bzw. weltweiten Städte ein, die über wissenschaftlich-technische Zentren verfügen, wovon nicht nur die Region Südmähren, sondern die ganze Tschechische Republik profitieren wird.

Hinweise

Weitere Infos zum Projekt:

Vaňkovka
město Brno

www.vankovka.cz
www.brno.cz/jiznicentrum

Bestehende Zentren der interaktiven Bildung:

Technorama	www.technorama.ch
Techniquet	www.tquest.org.uk
La Villette	www.villette.com
Jodrell Bank	www.jb.man.ac.uk
The Children's Museum of Indianapolis	www.childrenmuzeum.org
The Science Museum	www.sciencemuseum.org.uk
Exploratorium	www.exploratorium.edu
Museum of Science and Industry	www.msichicago.org
Science Museum of Minnesota	www.smm.org
Budapest Science Center	www.csodapalota.hu
Experimentarium	www.experimentarium.dk

Ein neues, multimediales Unterrichtskonzept zur Optik der Sek. I

German Hacker*, Didaktik der Physik, Universität Erlangen-Nürnberg

Abstract

Unser neues Konzept für die geometrische Optik der Abbildungen in der Sek. I stützt sich auf die Nutzung eines von uns entwickelten Computerprogramms, das es erlaubt, die Wandlung von Lichtbündeln – bestehend aus einzelnen Strahlen – durch Linsen, Spiegel oder einfache lichtbrechende, ebene Grenzflächen zu simulieren. Die Software ermöglicht hierbei eine realitätsgetreue Betrachtung der Phänomene, einschließlich einiger sogenannter „Abbildungsfehler“, die bei Verwendung sphärischer Linsen und Spiegel auftreten.

Da sowohl Abbildungen als auch die Berechnungen des Programms auf der Wandlung von Strahlen (-bündeln) durch Reflexion und Brechung basieren, führen wir für Körper, die solche Wandlungen verursachen, den einprägsamen Begriff *Bündelwandler* ein (im Allgemeinen sind dies Linsen, Spiegel und lichtbrechende Grenzflächen an der planparallelen Platte oder eine Wasseroberfläche). Da die Selektion schmaler Lichtbündel durch das menschliche Auge für das Sehen scharfer Bilder von zentraler Bedeutung ist, werden in diesem Konzept nicht die herkömmlichen Konstruktionen mit den sogenannten „ausgezeichneten“ oder „besonderen Strahlen“ (Mittelpunktsstrahl, Brennpunktstrahl, Parallelstrahl) eingesetzt. Diese erlauben gegenüber unserem Konzept nur eine sehr eingeschränkte, näherungsweise Betrachtung optischer Phänomene.

1. Beschreibung des Konzepts

Üblicherweise wird in der geometrischen Optik der Sek. I zur Erklärung der Bildentstehung (Bildort und -größe) bei einer Abbildung mit einer sphärischen Linse die Konstruktion mit den sogenannten „ausgezeichneten“ oder „besonderen Strahlen“ (Mittelpunktsstrahl, Brennpunktstrahl, Parallelstrahl) verwendet. Es gibt zwei wesentliche Gründe, weshalb wir diese Konstruktionen nicht einsetzen. Zum einen besteht die Gefahr, dass Schüler hierbei sehr bald den eigentlichen Grund für die abbildende Wirkung der Linse, nämlich die Brechung an den Linsenoberflächen, vergessen und die Bildentstehung nur noch mit der geometrischen Konstruktion verbinden. Zum anderen ist der Weg der Erkenntnisgewinnung, ausgehend von einem beobachteten Phänomen über eine Diskussion dazu hin zu dem Versuch, eine Erklärung mit einem Modell zu finden, mit der Konstruktion mit „besonderen Strahlen“ unbefriedigend, da es zwar viele Phänomene gibt, die leicht zu beobachten sind, mit dieser Strahlenkonstruktion aber nicht erklärt werden können. Hingegen ermöglicht die Nutzung unseres Computerprogramms „optibuen.exe“ eine anschauliche und verständliche Erklärung. Das Programm berechnet dabei – unter Benutzung des Brechungsgesetzes bei der Brechung beim Ein- und Austritt des Strahls aus der Linse – den individuellen Weg einzelner Strahlen durch die Linse und stellt ihn grafisch dar (vgl. Abb. 1a und Abb. 1b).

Weitere Charakteristika des Konzepts sind:

- Der Lehrer (und ggf. auch die Schüler) verwenden das Programm zur Simulation.
- Das Abbilden mit Lichtbündeln durch sogenannte *Bündelwandler* wird herausgestellt.
- Ergänzend zu den hinlänglich bekannten Experimenten werden Freihand-Experimente vorgeschlagen, die vom Lehrer und den Schülern durchgeführt werden können.

* Akad. Rat Dr. German Hacker, german.hacker@physik.uni-erlangen.de

- Die Lerninhalte können – in Ergänzung zu Experimenten und Simulation – mittels eines Foliensatzes präsentiert werden (Powerpoint-Folien: *.ppt; vgl. [1]).

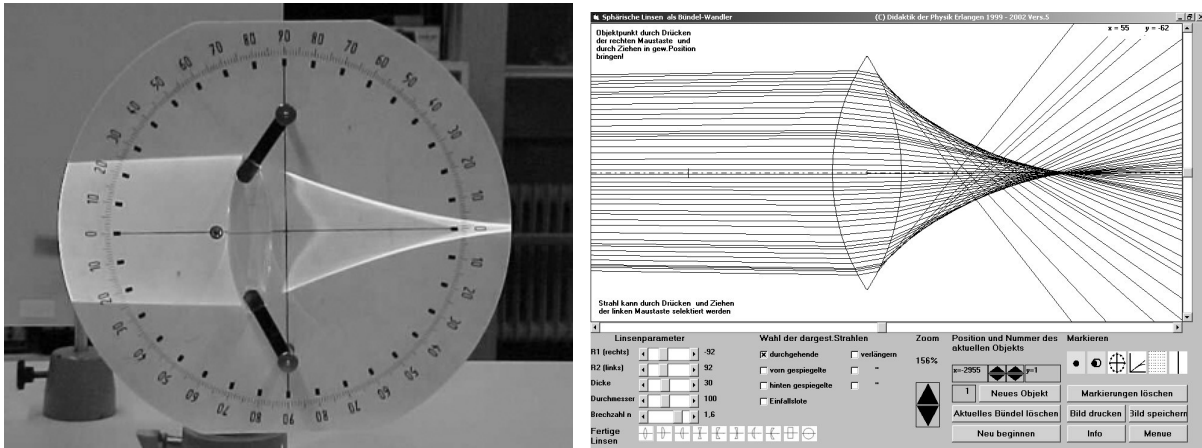


Abbildung 1a (links): Das Bild zeigt das kaustische Lichtbündel mit sichtbar helleren Rändern, das auftritt, wenn ein breit ausgedehntes Parallelbündel, das von einer weit entfernten Punktlichtquelle stammt, auf die ganze sphärische Linse trifft. Es gibt keinen genau festgelegten Brennpunkt, wie ihn die Konstruktion mit besonderen Strahlen liefert. Einzig ein Bereich einer engsten Einschnürung ist zu erkennen. Das Parallelbündel wurde in ein konvergentes, nicht-zentrisches, kaustisches Bündel gewandelt.

Abbildung 1b (rechts): Screenshot der Programmoberfläche bei der Simulation der in Abb. 1a (links) gezeigten realen Situation. Das Programm verwendet das Brechungsgesetz bei den Grenzübergängen jedes einzelnen Strahls von Luft nach Glas und umgekehrt. Durch das Setzen vieler einzelner Strahlen per Mausklick erhält man ein Parallelbündel. Das Ergebnis zeigt in überzeugender Weise das Zustandekommen des konvergenten, nicht-zentrischen, kaustischen Bündels.

Für die Freihand-Experimente erhält jeder Schüler...

- eine bikonvexe, sphärische Sammellinse ($f=100$ mm, $\varnothing$: 50 mm)
- ein Stück Pappkarton mit drei Löchern ($\varnothing$: 1, 2 und 3 mm)
- ein kleines Stück Transparentschild
- einen transparenten Plexiglasquader

Eine Auswahl an ergänzenden Freihand-Experimenten ist:

- Abbildung eines selbstleuchtenden Objekts (vgl. Abb. 2) mit einer Lochkamera mit drei Löchern (Pappkarton und Transparentschild)
- Betrachtung der Abbildung einer annähernd punktförmigen Lichtquelle mit einer Sammellinse im Längs- und Querschnitt des austretenden Lichtbündels.
- Abbildung eines beleuchteten, durchscheinenden Objekts (z.B. Transparentfolie mit aufgedrucktem Kreuzgitter) in zwei Fällen: Einmal als völlig transparentes Objekt, einmal als möglichst isotrop streuendes Objekt (Aufbringen einer zusätzlichen Streuscheibe)
- Beobachtung des Bildes eines Kreuzgitters durch eine bikonvexe, sphärische Sammellinse (vgl. Abb. 3)
- Betrachtung von Spiegelbildern bzw. Abbildungen mit ebenem Spiegel, Hohl- und Wölbspiegel. Ein Beispiel, das beide Arten sphärisch gekrümmter Spiegel in sich vereinigt, ist die bikonvexe Sammellinse. Hier kann nicht nur das reelle Bild hinter der Linse aufgefangen werden, sondern auch ein reelles vor und ein virtuelles Bild hinter der Linse beobachtet werden.

Einige wichtige Lerninhalte des Konzepts sind:

- Das Zustandekommen einer Abbildung wird „Bildfleck für Bildfleck“ bzw. „Pixel für Pixel“ betrachtet.
- Ein Punkt eines (selbst-) leuchtenden Objekts ist als punktförmige Lichtquelle zu betrachten, die ein zentrisches, divergentes Lichtbündel aussendet.
- Eine Blendenöffnung selektiert einen Teil eines Lichtbündels.
- Eine sphärische Sammellinse selektiert einen Teil eines zentrischen, divergenten Lichtbündels und wandelt ihn in ein konvergentes um. Das austretende Lichtbündel ist nicht mehr zentrisch, es ist kaustisch.
- Wird ein schmaleres Lichtbündel selektiert, nähert sich das austretende Bündel in seiner Form der eines zentrischen Bündels an und kann so wieder näherungsweise auf einen scharfen Bildfleck abgebildet werden (z.B. bei der Linse und Pupille unseres Auges)

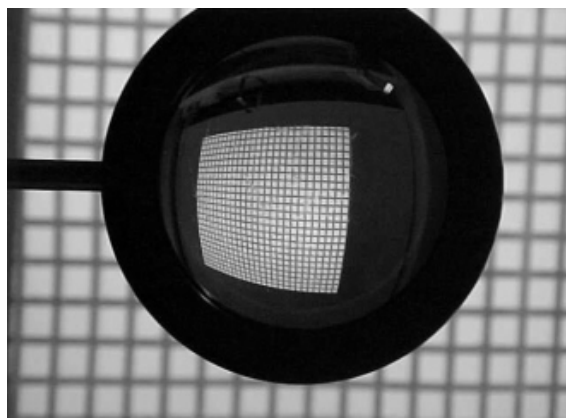


Abbildung 2 (links): Selbstleuchtendes „F“ als Beobachtungsobjekt für den Klassenraum

Abbildung 3 (rechts): Blick auf das reelle Bild eines Kreuzgitters (im Hintergrund zu erkennen) durch eine konvexe Linse. Das Bild ist zwar scharf, aber tonnenförmig verzerrt.

2. Das Simulations-Programm und die Powerpoint-Folien

Das Programm „optibuen.exe“ besteht aus drei Teilen: einem für die Simulation der Brechung an einer Grenzfläche zweier Medien, einem für die Simulation der Reflexion an einer spiegelnden Fläche (mit oder ohne Krümmung) und einem für die Simulation der Abbildungen mit sphärischen Linsen. Das Programm erlaubt es, aus einzelnen, per Mausklick zu setzenden Strahlen schmale oder breitere Strahlenbündel zu bilden (zweidimensionale Darstellung und Simulation), die von einzelnen, verschiebbaren Objektpunkten ausgehen. Hierbei kann eine Vielzahl von Parametern wie der Linsendurchmesser, die Brechungsindices oder die Krümmungsradien der Spiegel und Linsenoberflächen variiert werden.

Die Powerpoint-Folien (ca. 25 Stück; [1]) können im Unterricht eingesetzt werden. In die Darstellung der Lerninhalte in den Folien sind Verknüpfungen zum Programm „optibuen.exe“ eingebaut, so dass das Programm an den passenden Stellen zur Verfügung steht. Abhängig von der Situation kann das Programm auch ohne die Powerpoint-Folien verwendet werden (exe-Datei, 213 kB).

3. Ein Beispiel für die Erklärung einer Beobachtung mit Hilfe des Simulations-Programms

Das reelle Bild eines Kreuzgitters kann man durch Betrachtung des Bildes auf einem Transparenschirm oder durch direkten Blick in die Linse beobachten. Man sieht dabei zwei unterschiedliche Bilder. Das eine, beim direkten Blick in die Linse zu erkennen, ist scharf a-

ber tonnenförmig verzeichnet (vgl. Abb. 3). Das Bild auf dem Transparentschild ist nicht verzeichnet aber relativ unscharf. Was ist die Ursache für diesen Unterschied? Mit der Konstruktion mit den besonderen Strahlen kann der Unterschied nicht erklärt werden. Nutzt man das Simulations-Programm, kann die Ursache, nämlich die Selektion schmaler Lichtbündel durch das Auge, leicht herausgefunden bzw. erklärt werden. (Abb. 4a, 4b).

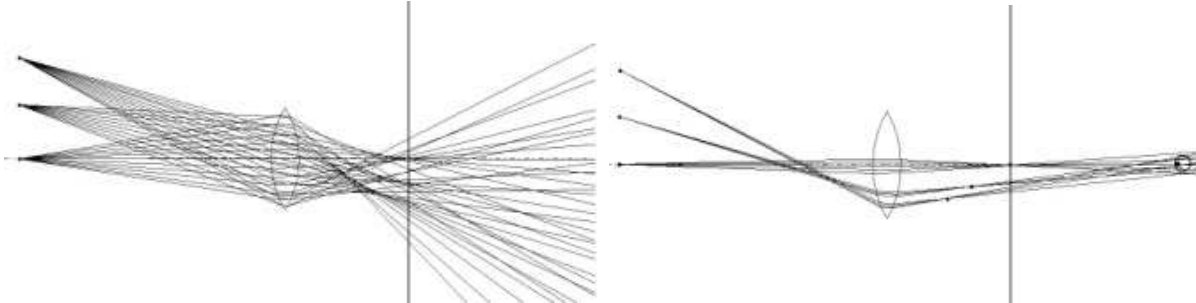


Abbildung 4a (links): Im Zweidimensionalen wird hier das Kreuzgitter durch drei äquidistante Punkte (jeweils links im Bild) dargestellt. Bei der Erzeugung des reellen Bildes auf dem Transparentschild nutzt jedes divergente Lichtbündel der Objektpunkte die ganze Linse zur Abbildung aus. Wie bereits beschrieben, können so keine exakt scharfen Bildpunkte mehr entstehen, nur „relativ unscharfe Bildflecken“. Andererseits liegen die drei Bildflecken am Schild in ihrer Position zueinander – wie auch die Objektpunkte – annähernd äquidistant.

Abbildung 4b (rechts): Das Auge selektiert beim Blick in Richtung der Linse zwangsläufig wesentlich schmalere Bündel als die gesamte Linse. Die gesehenen Bildflecken sind folglich wesentlich schärfer als in Abb. 4a. Auf der anderen Seite sieht man sie an zueinander nicht mehr äquidistanten Orten. Der Objektpunkt mit dem größten Abstand von der optischen Achse ist als Bildfleck näher an der optischen Achse als er es im äquidistanten Fall wäre. Die Folge ist eine tonnenförmige Verzeichnung wie man sie in Abb. 3 erkennt.

- [1] Downloadadresse für die Powerpoint-Folien und das Simulations-Programm (ppt_optik.zip, 6,2 MB): <http://www.physik.ewf.uni-erlangen.de/download.html>

Bestimmung der Erdbeschleunigung durch vergleichende Untersuchungen des freien Falls von Kugeln

Václav Havel*, Pädagogische Fakultät ZČU, Plzeň

Wenn wir das Bewegungsgesetz für einen in der Luft frei fallenden Körper (z.B. für eine Kugel) anschreiben, erhalten wir die Beziehung

$$m \cdot \ddot{x} = m \cdot g - \beta_1 \cdot \dot{x} - \beta_2 \dot{x}^2, \quad (1)$$

wobei die zwei letzten Glieder auf der rechten Seite den Luftwiderstand darstellen. Die x -Achse ist senkrecht nach unten orientiert. Die Koeffizienten β_1 , β_2 hängen von der Form und der Größe des Körpers ab. Die Beziehung (1) dividieren wir durch die Masse m , so dass gilt:

$$\ddot{x} = g - \frac{\beta_1}{m} \cdot \dot{x} - \frac{\beta_2}{m} \cdot \dot{x}^2 \quad (2)$$

Wenn man nun die Körpermasse gegen unendlich streben lässt, nähern sich die beiden letzten Glieder der rechten Seite gegen Null und die Beschleunigung wird gleich der Gravitationsbeschleunigung.

$$\ddot{x} = g \quad (3)$$

Die eigentliche Durchführung eines dieser Grenzwertbetrachtung entsprechenden Experiments besteht darin, dass wir das Messen der Fallbeschleunigung für drei gleich große Kugeln, die aus Materialien mit deutlich unterschiedlicher Dichte bestehen, durchführen. Der Autor benutzte eine Messingkugel ($m = 81,69 \text{ g}$), eine Aluminiumkugel ($m = 24,21 \text{ g}$) und eine Kunststoffkugel ($m = 8,08 \text{ g}$). Ihr Durchmesser wich nur geringfügig von 26 mm ab. Die Messung wurde mit Hilfe von drei Lichtschranken durchgeführt, durch die mittels der RS-Kippschaltungen zwei Zähler gesteuert wurden. Die Grundposition zeigt Abb. 1. ST1 und ST2 sind die Regelungsgliedern mit einem Frequenzgenerator (10kHz).

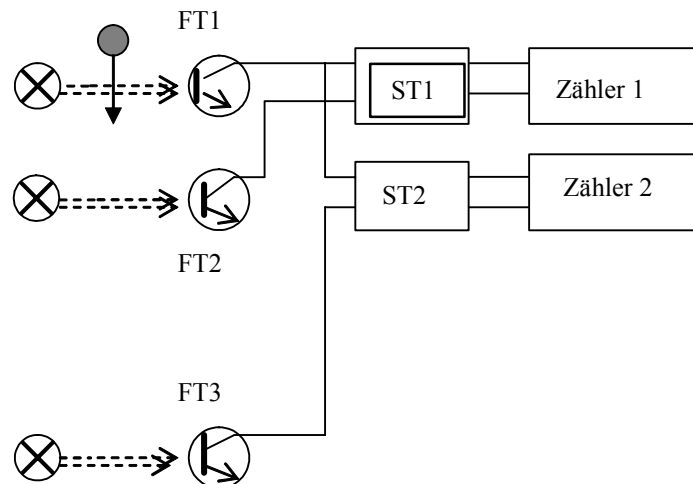


Abbildung 1

Für die Wege $s_1 (= 20 \text{ cm})$, $s_2 (= 80 \text{ cm})$ gelten die Beziehungen

* Doc. Dr. Václav Havel, CSc., havelv@kof.zcu.cz

$$s_1 = v_0 \cdot t_1 + \frac{g}{2} \cdot t_1^2$$

$$s_2 = v_0 \cdot t_2 + \frac{g}{2} \cdot t_2^2$$
(4)

Wir multiplizieren die erste Beziehung mit t_2 , die zweite mit t_1 und die Ergebnisse ziehen wir voneinander ab. Daraus erhält man:

$$g = \frac{2(s_2 t_1 - s_1 t_2)}{t_1 t_2 (t_2 - t_1)}$$
(5)

Die gemessenen Ergebnisse für g sind in Tab. 1 aufgeführt. In Tab. 2 sind die durchschnittlichen Werte des errechneten g in Abhängigkeit von $\frac{1}{m}$ für jede Kugel aufgeführt. Nach dieser Tabelle stellen wir den Graphen der Abhängigkeit $g \cdot \left(\frac{1}{m}\right)$ und die abgebildeten Punkte verbinden wir mit einer Gerade. Im Punkt, in diese gerade die g – Achse schneidet, bekommen wir das gesuchte g . Der Graph ist auf dem Bild 2.

Die Gerade, die die lineare Abhängigkeit beschreibt, kreuzt die Achse „ a “ im Punkt

$$a\left(\frac{1}{m}\right)$$

für $1/m = 0$ (siehe Abb. 2). Der gewonnene Wert $g = 9,767 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ist für diese einfache Messung ein gutes Resultat. Das Experiment ermöglicht somit eine schnelle und relativ genaue Messung von g und ist für das physikalische Praktikum geeignet.

Kugel: Kunststoff, $m = 8,06 \text{ g}$, $s_1 = 0,2 \text{ m}$, $s_2 = 0,80 \text{ m}$					
Mess. Nr.	n_1	n_2	$t_1 [\text{s}]$	$t_2 [\text{s}]$	$g [\text{m}\cdot\text{s}^{-2}]$
1	1200	3168	0,12	0,3168	8,7255
2	2407	6342	0,1207	0,3174	8,7796
3	3604	9501	0,1197	0,3159	8,7829
4	4809	12665	0,1205	0,3164	8,8687
5	6008	15831	0,1199	0,3166	8,7320
6	7200	18972	0,1192	0,3141	8,9185
7	8411	22160	0,1211	0,3188	8,6786
8	9612	25334	0,1201	0,3174	8,6690
9	10816	28495	0,1204	0,3161	8,8882
10	12016	31660	0,12	0,3165	8,7631
Mittelw.			0,12016	0,3166	8,7806
Fehler			0,00034	0,0008	0,0545

Tabelle 1

Kugel: Aluminium, $m = 24,31 \text{ g}$, $s_1 = 0,2 \text{ m}$, $s_2 = 0,80 \text{ m}$					
Mess. Nr.	n_1	n_2	$t_1 [\text{s}]$	$t_2 [\text{s}]$	$g [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
1	1180	3082	0,118	0,3082	9,472
2	2363	6174	0,1183	0,3092	9,395
3	3539	9249	0,1176	0,3075	9,489
4	4708	12323	0,1169	0,3074	9,361
5	5885	15403	0,1177	0,308	9,439
6	7059	18479	0,1174	0,3076	9,434
7	8226	21541	0,1167	0,3062	9,487
8	9396	24609	0,117	0,3068	9,464
9	10572	27685	0,1176	0,3076	9,475
10	11753	30767	0,1181	0,3082	9,492
Mittelw.			0,11753	0,30767	9,451
Fehler			0,000337	0,001	0,028

Tabelle 1

Kugel: Messing, $m = 81,75 \text{ g}$, $s_1 = 0,2 \text{ m}$, $s_2 = 0,80 \text{ m}$					
Mess. Nr.	n_1	n_2	$t_1 [\text{s}]$	$t_2 [\text{s}]$	$g [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
1	0,1175	0,3058	0,1175	0,3058	9,708
2	0,2343	0,6108	0,1168	0,305	9,677
3	0,3523	0,9178	0,118	0,307	9,640
4	0,4697	1,2234	0,1174	0,3056	9,715
5	0,5881	1,5311	0,1184	0,3077	9,622
6	0,7055	1,8368	0,1174	0,3057	9,701
7	0,8234	2,1439	0,1179	0,3071	9,605
8	0,94	2,4485	0,1166	0,3046	9,693
9	1,0573	2,754	0,1173	0,3055	9,709
10	1,1748	3,0609	0,1175	0,3069	9,552
Mittelw.			0,11748	0,30609	9,662
Fehler			0,000338	0,001	0,035

Tabelle 1

Kugel	m	$m^{-1} [\text{g}^{-1}]$	$g [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
Kunststoff	8,06	0,124069	8,781
Aluminium	24,31	0,041135	9,451
Messing	81,75	0,012232	9,662

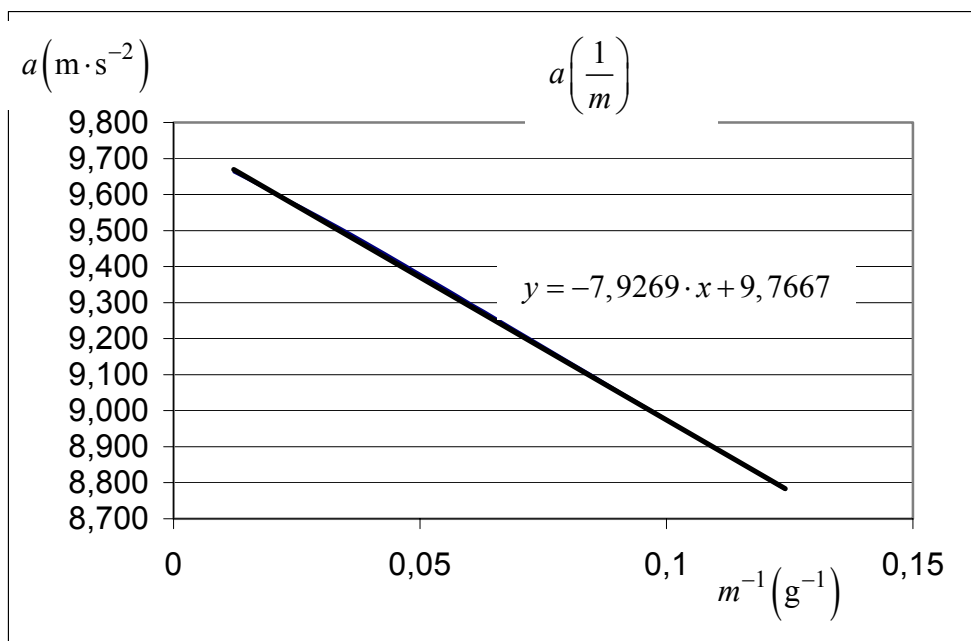


Abbildung 2

Erforschung des Ist-Standes des Physikunterrichts im Primarbereich und den Sekundarbereichen I, II der Schulen in der Tschechischen Republik

Gerhard Höfer, Pädagogische Fakultät ZČU, Plzeň*

Die Tatsache, dass sich das Durchschnittsalter der tschechischen Lehrer erhöht, ist statistisch belegt. Es ist allerdings weniger bekannt, wie der Qualifizierungsgrad der Lehrer ist, und ob sie die Fächer unterrichten, die sie studierten. Bekanntlich sinkt das Interesse der Jugend an den exakten Wissenschaften. Darüber hinaus verließen die Schulen im Zusammenhang mit der Nutzung der Computertechnik viele junge Mathematik-, Physik-, Computertechniklehrer sowie Lehrer für Technische Erziehung, die die notwendigen Erfahrungen für die Arbeit mit Computern hatten. Es ist vorauszusetzen, dass der Grad des qualifizierten Unterrichts der exakten Wissenschaften gesunken war.

In der Tschechischen Republik, wo man vor 1990 die mathematisch-naturwissenschaftliche und polytechnische Komponente der Allgemeinbildung auf Kosten der gesellschaftswissenschaftlichen, sprachlichen und ästhetischen Komponenten überbetont hatte, wurde beim berechtigten Streben nach einem Ausgleich dieses Missverhältnisses das Gewicht der naturwissenschaftlichen Komponente geschwächt. Mehr Gewicht bekamen die gesellschaftswissenschaftlichen Fächer und der zurückgebliebene Fremdsprachenunterricht. Die Naturwissenschaften suchen in dieser Lage nach einem neuen Stellenwert in der Allgemeinbildung. Diese Suche erfordert jedoch zunächst **eine umfangreiche Analyse des Ist-Standes des Physikunterrichts im Primarbereich und den Sekundarbereichen I, II der Schulen**.

Der Bedeutung dieser Aufgabe sind sich die allermeisten spezialisierten didaktischen Arbeitsstätten für Physik in Tschechien bewusst. Eine Gruppe von Physikern an der Westböhmisches Universität Plzeň bereitete in Zusammenarbeit mit der Physikalisch-pädagogischen Sektion der Einheit der tschechischen Mathematiker und Physiker (JČMF) und der Tschechischen Schulinspektion (ČŠI) ein Projekt zur Erforschung des Ist-Standes im Physikunterricht im Primarbereich und den Sekundarbereichen I, II der Schulen vor. Die Autoren des Projekts entschlossen sich eine Fragebogenaktion unter den Physiklehrern im Primarbereich und den Sekundarbereichen durchzuführen, deren Ziel die Gewinnung von Antworten auf viele Fragen ist: Wie sind die Altersstruktur der Physiklehrer, die Länge der Unterrichtspraxis, die sozialen Bedingungen, Unterrichtsmethoden, Verwendung und Bewertung der Physiklehrbücher, Verwendung der Lehrmittel und multimedialer Technik usw.? Einige Teile des Fragebogens wird man mit den Ergebnissen ähnlicher Forschungen im Ausland vergleichen können.

Das Projekt besteht aus drei Teilen:

1. Einem Fragebogen für Physiklehrer(innen) - Primarbereich u. Sekundarbereiche I, II in der Tschechischen Republik sowie einer Antwort-Tabelle zum Lehrerfragebogen,
2. Einem Schülerfragebogen - Primarbereich u. Sekundarbereiche I, II in der Tschechischen Republik und einer Antwort-Tabelle zum Schülerfragebogen,
3. Ergänzende Angaben zum Schülerfragebogen (in Verbindung mit der Antwort-Tabelle zum Schülerfragebogen).

Das Projekt ist in mehrere Zeitabschnitte gegliedert:

1. **Etappe** – Testentwicklung und -begutachtung

Jahr 2001

* PaedDr. Gerhard Höfer, CSc., hofer@kof.zcu.cz

- | | |
|--|---------------|
| 2. Etappe – Pilotprojekt in Západočeský kraj, Karlovarský kraj
und Pražský kraj | Frühjahr 2002 |
| 3. Etappe – Analyse des Pilot-Projekts, Test-Druck | Herbst 2002 |
| 4. Etappe – Durchführung der Fragebogenaktion durch ČŠI in den einzelnen
Bezirken der Tschechischen Republik | Frühjahr 2003 |
| 5. Etappe – Eingabe der Daten in den Computer | Herbst 2003 |
| 6. Etappe – Datenanalyse, Abschlussbericht | Jahr 2004 |

Methodik der Test-Durchführung:

Die Tests führt die Tschechische Schulinspektion in den einzelnen Bezirken so durch, dass in jedem Bezirk die folgenden Anteile an Schülern berücksichtigt werden:

Im Primarbereich u. Sekundarbereich I:

1% von allen Klassenstufen 6, 1% von allen Klassenstufen 7, 1% von allen Klassenstufen 8, 1% von allen Klassenstufen 9. Das sind je Bezirk annähernd 4 Klassen in jeder Klassenstufe.

Am achtjährigen Gymnasium:

4% von allen Klassen in jeder Klassenstufe. Das ist in jedem Bezirk annähernd 1 Klasse in jeder Klassenstufe.

Am vierjährigen Gymnasium:

4% von allen Klassen in jeder Klassenstufe. Das ist in jedem Bezirk annähernd 1 Klasse in jeder Klassenstufe.

An verschiedenen Fachoberschulen:

Annähernd 6 Klassen , in denen Physik unterrichtet wird.

An der Forschung werden sich beteiligen annähernd 16000 Schüler und 1500 Lehrer im Primarbereich u. Sekundarbereichen I, II der Schulen.

Schülerfragebogen – Primarbereich u. Sekundarbereiche I, II der Schulen in der Tschechischen Republik

1. Schreibe die entsprechende Ziffer in die Antwort-Tabelle: 1 – Junge / 2 – Mädchen
2. Suche in der folgenden Tabelle das Intervall heraus, in dem dein Durchschnitt von Zeugnisnoten in allen Fächern in der letzten Bewertungsperiode liegt, und schreibe die davor stehende Ziffer in die Antwort-Tabelle:

1	1,00-1,50	2	1,51-2,00	3	2,01-2,50	4	2,51-3,00	5	3,01 u. mehr
---	-----------	---	-----------	---	-----------	---	-----------	---	--------------
3. Schreibe in die Antwort-Tabelle die Note in Physik deines letzten Zeugnisses.
4. Bezeichne mit der entsprechenden Ziffer deine zwei bis drei beliebtesten Fächer. Verwende dabei die folgende Liste. (Falls die Liste dein beliebtestes Fach nicht enthält, schreibe dessen Namen in die Antwort-Tabelle.)

1 Tschechisch	7 Chemie
2 Englisch	8 Physik
3 andere Fremdsprachen	9 Naturkunde, Biologie
Geographie	10 Informatik
5 Mathematik	11 Geschichte
6 Naturkunde	12 anderes Fach
5. Bezeichne mit der entsprechenden Ziffer deine zwei bis drei unbeliebtesten Fächer. Verwende dabei die im Punkt 4 angeführte Liste. (Falls die Liste dein unbeliebtestes Fach nicht enthält, schreibe dessen Namen in die Antwort-Tabelle.)
6. Bewerte den Schwierigkeitsgrad des Schulfaches Physik:

1 ein leichtes Schulfach	3 ein schwierigeres Fach
2 ein fast problemloses Fach	4 ein sehr schwieriges Fach
7. Freust du dich auf den Physikunterricht?

1 meist	3 selten
2 manchmal	4 gar nicht
8. Welche Prüfungen ziehst du vor? (Falls du eine andere Prüfungsform vorziehst – Diskussion, Anfertigen einer Seminararbeit, ..., schreibe die gegebene Form in die Antwort-Tabelle.)

1 mündliche Prüfung	3 Tests
2 schriftliche Prüfung	4 andere Formen
9. Nenne die zwei bis drei dich besonders ansprechenden Phasen einer Unterrichtsstunde nach der folgenden Liste. (Falls du eine andere Tätigkeit vorziehst, präzisiere sie in der Antwort-Tabelle.)

1 Wiederholung und Prüfungen	4 Mündliches u. Schriftliches zur Geschichte der Physik
2 Lehrervortrag	5 im Internet surfen, Videoaufzeichnungen anschauen
3 Rechenaufgaben	6 Experimente durchführen
	7 andere Tätigkeiten
10. Die vom Lehrer im Physikunterricht durchzuführenden Experimente zur praktischen Demonstration

1 interessieren mich sehr	3 interessieren mich selten
2 interessieren mich manchmal	4 interessieren mich gar nicht
11. Die von uns durchzuführenden Experimente

1 interessieren mich sehr	3 interessieren mich selten
2 interessieren mich manchmal	4 interessieren mich gar nicht
12. Physikalische Theorien (Gesetze, Größen u. deren Einheiten, ...)

1 interessieren mich sehr	3 interessieren mich selten
2 interessieren mich manchmal	4 interessieren mich gar nicht
13. Praktische physikalische Anwendungen im Alltag (verschiedene Maschinen, Geräte, Haushaltsgegenstände, ...)

1 interessieren mich sehr	3 interessieren mich selten
2 interessieren mich manchmal	4 interessieren mich gar nicht
14. Bewerte mittels einer fünfstufigen Skala dein Physiklehrbuch (Grafiken, äußere Gestaltung, Verständlichkeit, ...)

1 sehr gut	4 habe viele Vorbehalte
2 insgesamt gut	5 total uninteressant
3 durchschnittlich	
15. Beschreibe die häufigste Art der Arbeit mit dem Lehrbuch im Physikunterricht. (Falls man eine andere Art der Arbeit am häufigsten einsetzt, schreibe diese Tätigkeit in die Antwort-Tabelle.)
 - 1 Wir lösen die im Lehrbuch stehenden Aufgaben.
 - 2 Wir führen Experimente nach den Anleitungen im Lehrbuch durch.
 - 3 Wir lesen und exerzieren selbständig wichtige Stellen im Lehrbuch in ein Heft.

Moderne Trends in der Physiklehrervorbereitung

- 4 Wir schauen die Grafiken im Lehrbuch an und beschreiben sie.
5 Wir verwenden das Lehrbuch zu anderen Tätigkeiten. (Präzisiere in der Antwort-Tabelle.)
6. Wir verwenden das Lehrbuch im Physikunterricht fast gar nicht.
-
16. Beschreibe, wie du meist im Physikunterricht Notizen machst. (Falls man eine andere Art der Niederschrift einsetzt, schreibe diese Tätigkeit in die Antwort-Tabelle.)
1 Wir folgen dem an die Tafel schreibenden, an die Wand projizierenden Lehrer o. ä.
2 Teils folgen wir dem Lehrer, teils exzerpieren wir wichtige Stellen im Lehrbuch.
3 Alle Exzerpte schreiben wir selbständig aus dem Lehrbuch heraus.
4 Alle Exzerpte schreiben wir selbständig aus dem Lehrbuch zu Hause heraus.
5 Wir machen keine Notizen.
6 Wir machen Notizen auf eine andere Art. (Präzisiere in der Antwort-Tabelle.)
-
17. Das Physiklehrbuch habe ich im Unterricht mit
1 fast jede Stunde
2 sehr oft
3 unregelmäßig
4 sehr selten
5 fast nie.
-
18. Die Lehrbuchaufgaben lösen wir
1 fast jede Stunde
2 sehr oft
3 unregelmäßig
4 sehr selten
5 fast nie
-
19. Wir arbeiten mit dem Lehrbuch im Physikunterricht selbstständig (wir lesen den gegebenen Stoff selbstständig und anschließend diskutieren wir mit der ganzen Klasse)
1 fast immer
2 sehr oft
3 unregelmäßig
4 sehr selten
5 fast nie
-
20. Falls du einen Tipp hast, was im Lehrbuch stehen sollte und bis jetzt dort nicht steht, schreibe es kurz in die Antwort-Tabelle. (Falls du keinen hast, schreibe nichts.)
-
21. Bereitest du dich auf die Physikstunden zu Hause vor?
1 regelmäßig
2 ab und zu
3 selten
4 fast gar nicht
-
22. Verwendest du bei der Vorbereitung zu Hause das Physiklehrbuch?
1 sehr oft
2 manchmal
3 selten
4 gar nicht
-
23. Verwendest du bei der Vorbereitung zu Hause deine Notizen von der Physik-stunde?
1 sehr oft
2 manchmal
3 selten
4 gar nicht
-
24. Wer hilft dir bei der Hausvorbereitung auf den Physikunterricht? (Falls dir jemand oft hilft, nenne diese Person in der Antwort-Tabelle - Onkel, Erzieherin, Schwester, ...)
1 Eltern
2 Großeltern
3 Mitschüler
4 niemand
5 andere Person
-
25. Fährst du selber zu Hause oder in der Natur physikalische Beobachtungen oder Experimente durch?
1 sehr oft
2 manchmal
3 selten
4 gar nicht
-
26. Schreibe die Ziffern von allen populären naturwissenschaftlichen Zeitschriften und anderen Informationsquellen, die du liest und verfolgst. (Falls du andere Informations-Quellen hast, schreibe es in die Antwort-Tabelle.)
1 Věda, technika a my
2 Matematika, fyzika a informatika
3 Školská fyzika
4 Rozhledy MF
5 andere naturwissenschaftliche Zeitschriften
6 physikalische Seiten im Internet
7 naturwissenschaftliche Bildung im Fernsehen
8. Andere Informationsquellen
-
27. Wie ist deine Meinung über Physik und Technik?
1 Das heutige Leben wäre ohne Physik und Technik nicht möglich.
2 Physik und Technik machen uns das Leben angenehm, aber wir könnten sie entbehren.
3 Physik und Technik bringen den Menschen mehrere negative Dinge.
4 Ich bin grundsätzlich gegen Physik und Technik.
-
28. Hast du in der letzten Zeit populäre naturwissenschaftliche Literatur gelesen? (Falls du eine andere naturwissenschaftliche Literatur gelesen hast, präzisiere in der Antwort-Tabelle, welche es war.)
1 ein Buch, das das Leben eines Naturwissenschaftlers schildert

- 2 populäres Buch über Astronomie
- 3 populäres Buch über andere Gebiete der Physik
- 4 andere naturwissenschaftliche Literatur
- 5 keine

29. Denkst du an einen Beruf im Bereich der Mathematik oder der Naturwissenschaften (Physik, Chemie, Biologie, ...)?

- 1 Ich bin ausdrücklich naturwissenschaftlich und mathematisch orientiert
- 2 Es ist eine der möglichen Richtungen meines Studiums.
- 3 Im Moment bin ich noch nicht entschlossen.
- 4 Wohl nicht.
- 5 Keinesfalls.

30. Aus der folgenden Berufsliste wähle den Beruf, der nach deiner Meinung in der Gesellschaft am meisten geschätzt wird. (Falls du einen anderen Beruf wählst, nenne ihn in der Antwort-Tabelle.)

- | | |
|------------------------------|-----------------|
| 1 Jurist | 5 Schauspieler |
| 2 Wirtschaftswissenschaftler | 6 Soldat |
| 3 Arzt | 7 Politiker |
| 4 Lehrer | 8 anderer Beruf |

Ergänzende Angaben zum Schülerfragebogen

(auszufüllen vom Lehrer oder von der beauftragten Person)

31. Schreiben Sie in den Kasten den Schultyp, an dem der Schülerfragebogen ausgefüllt wird (Hauptschule, vier-, achtjähriges Gymnasium, ...)

Schultyp:

32. Schreiben Sie in den Kasten die Jahrgangsstufe, in der der Schülerfragebogen ausgefüllt wird. Bei mehrjährigen Gymnasien schreiben Sie gängige Bezeichnungen - Prima, ... , Oberprima.

Jahrgangsstufe:	
-----------------	--

33. Kreuzen Sie die Lage des Schulorts an:

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1 Hauptstadt Prag | 2 Bezirksstadt |
| 3 anderer Ort | |

34. Kreuzen Sie das Geschlecht des in der gegebenen Klasse unterrichtenden Physiklehrers an: 1 Mann / 2 Frau

35. Kreuzen Sie das Alter des in der gegebenen Klasse unterrichtenden Physiklehrers in der Antwort-Tabelle mit entsprechender Ziffer an:

1	Unter 35 Jahre	2	35-44 Jahre	3	45-54 Jahre	4	55-62 Jahre	5	Über 63 Jahre
---	----------------	---	-------------	---	-------------	---	-------------	---	---------------

1. Präzisieren Sie die Angaben zu dem in der gegebenen Klasse verwendeten Lehrbuch. (Falls mehrere Lehrbücher verwendet werden, ordnen Sie sie nach Wichtigkeit.)

	Autor	Lehrbuchtitel	Ersch.-Jahr
1.			
2.			
3.			

Fragebogen für Physiklehrer(innen) – Primarbereich u. Sekundarbereiche I, II der Schulen in der Tschechischen Republik

I. Angaben zur Person

1. Schreiben Sie die Angaben zur eigenen Person in die Antwort-Tabelle: 1 Mann / 2 Frau

2. Markieren Sie Ihr Alter in der Antwort-Tabelle mit entsprechender Ziffer:

1	Unter 35 Jahre	2	35-44 Jahre	3	45-54 Jahre	4	55-62 Jahre	5	Über 63 Jahre
---	----------------	---	-------------	---	-------------	---	-------------	---	---------------

3. Bezeichnen Sie den Bezirk, in dem Sie unterrichten, in der Antwort-Tabelle mit einer Ziffer:

1 Jihomoravský kraj	6 Liberecký kraj	11 Pražský kraj
2 Jihočeský kraj	7 Olomoucký kraj	12 Středočeský kraj
3 Vysočina	8 Moravskoslezský kraj	13 Ústecký kraj
4 Karlovarský kraj	9 Pardubický kraj	14 Zlínský kraj
5 Královéhradecký kraj	10 Plzeňský kraj	

4. Bezeichnen Sie in der Antwort-Tabelle den Hochschultyp, wo Sie die Lehrbefähigung (ggf. eine andere Qualifikation) erreicht haben:

1 Pädagogische Hochschule	5 Naturwissenschaftliche Fakultät
2 Pädagogisches Institut	6 Hochschulabschluss (kein Lehramt)
3 Pädagogische Fakultät	7 nur Hochschulreife
4 Mathematisch-physikalische Fakultät	

5. Bezeichnen Sie in der Antwort-Tabelle, welche Fächerkombination Sie studiert haben:

1 Physik – Mathematik	5 Fächerkombination ohne Physik
2 Physik – Chemie	6 Hochschulstudium (kein Lehramt)
3 Physik – EDV	7 nur Abitur oder höhere Fachschule
4 Physik – ein anderes Fach	

6. Schreiben Sie in die Antwort-Tabelle den Schultyp, an dem Sie vorwiegend unterrichten (Hauptschule, vier-, sechs-, achjähriges Gymnasium, Fachoberschule, ein anderer Schultyp)

II. Meinungen zum Physikunterricht

Wie ist Ihre Meinung zu den folgenden Ansichten über den Physikunterricht:

7. Wie oft gliedern Sie historische Elemente in den Physikunterricht ein (z.B. zur Geschichte der bedeutenden Entdeckungen, Erzählungen von der Arbeit berühmter Physiker, Entwicklung der physikalischen Fächer usw.)?

1 sehr oft	3 selten
2 oft, aber unregelmäßig	4 nie

8. Welche Atmosphäre der Unterrichtsstunde gefällt Ihnen am meisten?

- 1 eine Stunde voll Arbeitseifer
- 2 eine lockere Stunde mit Ruhepausen (Es werden unterhaltsame physikalische Probleme gelöst.)
- 3 eine aufgelockerte Stunde mit häufigeren physikalischen Ruhepausen
- 4 freie Stunde - breite Diskussion zu physikalischen sowie gesellschaftlichen Problemen usw.
- 5 eine andere Unterrichtsstunde (Im Falle einer anderen Unterrichtsstunde charakterisieren Sie sie kurz in der Antwort-Tabelle.)

9. Welches Interesse an Naturerscheinungen (vor allem an physikalischen Erscheinungen im praktischen Leben) zeigen Ihre Schüler?

- 1 großes Interesse, sie stellen in den Physikstunden selbstständig Fragen und diskutieren über Naturerscheinungen
- 2 schwankendes Interesse, nach der Einführung des Problems durch den Lehrer diskutieren sie gern
- 3 kleineres Interesse, nach der Einführung des Problems durch den Lehrer diskutieren sie nur selten
- 4 kein Interesse, nach der Einführung des Problems durch den Lehrer diskutieren sie nicht

10. Die Integration des naturwissenschaftlichen Unterrichts (Beziehungen zwischen den einzelnen Fächern)

- 1 ist auch auf Kosten einer teilweisen Einschränkung des Physikunterrichts zu stärken
- 2 ist im Rahmen der gegebenen Breite des Physik-Fachunterrichts zu stärken
- 3 ist im bisherigen Umfang zu behalten
- 4 ist auf ein Minimum einzuschränken.

11. In den Physikstunden löse ich am häufigsten:

- 1 einfache Rechenaufgaben
- 2 kompliziertere Rechenaufgaben
- 3 einfache Rechen- sowie Überlegungsaufgaben in gleichem Maße

- 4 einfache Überlegungsaufgaben
5 kompliziertere Überlegungsaufgaben

-
12. Wie ist Ihre Meinung zur Durchführung physikalischer Experimente durch den Lehrer ? (Schreiben Sie nur die Ihrer Meinung nach wichtigste Komponente ein.)
1 Schulexperimente stärken die Entwicklung des physikalischen Denkens
2 Schulexperimente dienen als ein motivierendes Element
3 Schulexperimente stärken das Behalten des vermittelten Stoffes
4 alle drei o.g. Komponenten sind im Gleichgewicht
-
13. Wie ist Ihre Meinung dazu, dass der Lehrer in den Physikstunden bestrebt sein sollte, das Interesse der Schüler auf die naturwissenschaftlich ausgerichteten Studienfächer zu lenken?
1 Ich stimme dieser Meinung zu.
2 Ich stimme dieser Meinung eher nicht zu.
3 Ich stimme dieser Meinung mit kleineren
4 Ich stimme dieser Meinung nicht zu. Einschränkungen zu.
-
14. Ist es wichtiger, den Schülern eine Vorstellung über die logische Struktur und das System der Physik zu vermitteln oder nur die Kenntnisse verschiedener Angaben (Formeln, genaue Formulierungen der Gesetze und Definitionen usw.) zu verlangen?
1 Ich stimme dieser Meinung zu.
2 Ich stimme dieser Meinung mit
3 Ich stimme dieser Meinung eher nicht zu.
4 Ich stimme dieser Meinung nicht zu. Kleineren Einschränkungen zu.
-
15. Schätzen Sie für die Antwort-Tabelle den jeweiligen Prozentanteil (insg. 100%):
-
16. Physikalische Experimente zur praktischen Demonstration:
1 mache ich fast jede Stunde
2 mache ich ab und zu
3 mache ich sehr selten
4 mache ich gar nicht.
-
17. Frontale physikalische Schülerexperimente:
1 mache ich fast jede Stunde
2 mache ich ab und zu
3 mache ich sehr selten
4 mache ich gar nicht.
-
18. Meinen Sie, dass man den Inhalt des Physikunterrichts modernisieren sollte?
1 der ganze Physikunterricht ist zu modernisieren
2 einige Partien des Physiklehrstoffes sind zu modernisieren
3 der Inhalt des Physikunterrichts ist nicht zu modernisieren
-
19. Schreiben Sie in die Antwort-Tabelle die wirkliche Stundenzahl für Physik in den einzelnen Jahrgangsstufen an Ihrer Schule:
-
20. Schreiben Sie in die Antwort-Tabelle die Stundenzahl für Physik, die Sie für das gründliche Vermitteln des Stoffes vorschlagen würden:
-
21. Schreiben Sie in die Antwort-Tabelle mit einer Ziffer die Anzahl der Laborarbeiten, die Sie mit Ihren Schülern während des ganzen letzten Schuljahrs in den einzelnen Jahrgangsstufen durchgeführt haben:
-

III. Physiklehrbücher

-
22. Schreiben Sie in die Antwort-Tabelle die Physiklehrbücher, die Sie in den einzelnen Jahrgangsstufen verwenden (den ersten Namen der Autorengruppe, Lehrbuchtitel, Erscheinungsjahr) und kreuzen Sie an, welches Lehrbuch von Ihnen am häufigsten verwendet wurde:
-
- Bei den folgenden Fragen wählen Sie die entsprechende Ziffer nach der angeführten Skala und schreiben sie in die Antwort-Tabelle:
- 1 Ich stimme dieser Meinung zu.
2 Ich stimme dieser Meinung mit
3 Ich stimme dieser Meinung eher nicht zu.
4 Ich stimme dieser Meinung nicht zu. Kleineren Einschränkungen zu.
-
23. Das Lehrbuch kann den Unterricht durch Text sowie Bilder wesentlich bereichern.
-
24. Das Lehrbuch hilft dem Lehrer bei der Vermittlung der physikalischen Fachterminologie (physikalische Begriffe, Definitionen und Gesetze, Einheiten usw.):
-
25. Die Schüler müssen zur selbstständigen Arbeit mit dem Lehrbuch im Unterricht geführt werden.
-
26. Das Lehrbuch soll nur als Handbuch und Aufgabensammlung dienen.
-
27. Mit Hilfe des Lehrbuchs kann die Unterrichtszeit besser genutzt werden.
-
28. Die didaktische Struktur des Lehrbuchs schränkt die Freiheit der Gestaltung und Planung der Unterrichtsstunde ein.
-
29. Die Ergebnisse der Experimente sollen erst im Unterricht erarbeitet und nicht in Lehrbüchern beschrieben werden.
-

Moderne Trends in der Physiklehrervorbereitung

30. Die Experimente füllen den Physikunterricht ganz aus. Für die Verwendung des Lehrbuchs bleibt keine Zeit übrig.

31. Die handschriftlichen Notizen aus den Physikstunden sind für die Vorbereitung des Schülers zu Hause besser als die Arbeit mit dem Lehrbuch.

In den folgenden Fragen wählen Sie die Ziffer für Ihre Antwort nach der angeführten Skala und schreiben Sie in die Antwort-Tabelle:

- | | |
|----------------|---------------|
| 1 fast immer | 4 sehr selten |
| 2 sehr oft | 5 fast nie |
| 3 unregelmäßig | |

32. Die Physiklehrbücher verwende ich bei der Vorbereitung für den Unterricht.

33. Ich verwende auch weitere physikalische Literatur.

34. In meinem Unterricht halte ich mich an die Struktur des verwendeten Lehrbuchs.

35. Nach den Anleitungen im Lehrbuch bereite ich vor und führe Experimente durch.

36. Die im Lehrbuch stehenden Aufgaben lösen die Schüler im Unterricht.

37. Schüler lesen geeignete Teile einzelner Kapitel und diskutieren darüber.

38. Die Schüler betrachten Bilder in Lehrbüchern, beschreiben sie und diskutieren darüber.

39. Die Schüler haben die Physiklehrbücher im Unterricht mit.

40. Die Schüler machen Hausaufgaben nach dem Physiklehrbuch.

41. Die Schüler wiederholen und vertiefen den vermittelten Stoff zu Hause mit Hilfe des Lehrbuchs.

42. In den Stunden sowie in der Vorbereitung der Schüler zu Hause verwenden wir die physikalische Aufgabensammlung.

43. In den Stunden sowie in der Vorbereitung der Schüler zu Hause verwenden wir die mathematisch-physikalischen Tabellen.

In den folgenden Fragen wählen Sie die Ziffer für Ihre Antwort nach der angeführten Skala und schreiben Sie sie in die Antwort-Tabelle:

- | | |
|---|--|
| 1 Ich stimme dieser Meinung voll zu. | 3 Ich stimme dieser Meinung mit größeren Einschränkungen zu. |
| 2 Ich stimme dieser Meinung mit kleineren Einschränkungen zu. | 4 Ich stimme dieser Meinung eher nicht zu. |
| | 5 Ich stimme dieser Meinung gar nicht zu. |

44. Das Lehrbuch entspricht meinen persönlichen Unterrichtsmethoden.

45. Das Lehrbuch enthält Beispiele der Anwendung der Physik in der technischen Praxis in ausreichender Menge.

46. Das Lehrbuch sollte zutreffende Zusammenfassungen zu einzelnen Themen enthalten.

47. Die Lehrbücher enthalten eine ausreichende Menge der für die Übung geeigneten Aufgaben.

48. Das Lehrbuch ist für die außerschulische Vorbereitung der Schüler geeignet.

49. Der Text in Physiklehrbüchern ist für meine Schüler verständlich.

50. Die vorausgesetzten mathematischen Kenntnisse, die im Lehrbuch verwendet werden, sind den Schülern angemessen.

51. Schreiben Sie in die Antwort-Tabelle die Ziffern der Zeitschriften, die Sie für Ihre Vorbereitung und den Unterricht verwenden. (Sie können auch mehrere Ziffern nennen.)

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Věda, technika a my | 5 Rozhledy matematicko-fyzikální |
| 2 Vesmír | 6 andere Zeitschrift |
| 3 Školská fyzika | 7 Ich lese keine Fachzeitschrift. |
| 4 Matematika, fyzika a informatika | |

IV. Physikalische Experimente, Lehrmittel

52. Helfen Ihnen die Schüler bei der Vorbereitung der Experimente vor der Physikstunde?

- | | |
|--|----------------------------|
| 1 Sie helfen mir fast immer. | 3 Sie helfen mir selten. |
| 2 Sie helfen mir oft, aber nicht regelmäßig. | 4 Sie helfen mir fast nie. |

53. Helfen Ihnen die Schüler bei den Experimenten in der Physikstunde?

- | | |
|--|----------------------------|
| 1 Sie helfen mir fast immer. | 3 Sie helfen mir selten. |
| 2 Sie helfen mir oft, aber nicht regelmäßig. | 4 Sie helfen mir fast nie. |

54. Finden Ihre Physikstunden im physikalischen Unterrichtsraum statt?

- | | |
|--------------------------|----------|
| 1 fast immer | 3 selten |
| 2 oft, aber unregelmäßig | 4 nie |

55. Wie ist Ihre Physiksammlung mit Lehrmitteln ausgestattet?	
1 ausreichend	3 die meisten Lehrmittel fehlen
2 einige Lehrmittel fehlen	4 fast keine Lehrmittel
56. Wie ist Ihre Physiksammlung mit Lehrmitteln für Experimente in Mechanik ausgestattet?	
1 ausreichend	3 die meisten Lehrmittel fehlen
2 einige Lehrmittel fehlen	4 fast keine Lehrmittel
57. Wie ist Ihre Physiksammlung mit Lehrmitteln für Experimente in Molekular-Physik und Thermophysik ausgestattet?	
1 ausreichend	3 die meisten Lehrmittel fehlen
2 einige Lehrmittel fehlen	4 fast keine Lehrmittel
58. Wie ist Ihre Physiksammlung mit Lehrmitteln für Experimente zu Schwingungen, Wellenschwingungen und Akustik ausgestattet?	
1 ausreichend	3 die meisten Lehrmittel fehlen
2 einige Lehrmittel fehlen	4 fast keine Lehrmittel
59. Wie ist Ihre Physiksammlung mit Lehrmitteln für Experimente mit Elektrizität und Magnetismus ausgestattet?	
1 ausreichend	3 die meisten Lehrmittel fehlen
2 einige Lehrmittel fehlen	4 fast keine Lehrmittel
60. Wie ist Ihre Physiksammlung mit Lehrmitteln für Experimente zur Optik ausgestattet?	
1 ausreichend	3 die meisten Lehrmittel fehlen
2 einige Lehrmittel fehlen	4 fast keine Lehrmittel
61. Wie ist Ihre Physiksammlung mit Lehrmitteln für Experimente zur Astronomie ausgestattet?	
1 ausreichend	3 die meisten Lehrmittel fehlen
2 einige Lehrmittel fehlen	4 fast keine Lehrmittel
62. Wie ist Ihre Physiksammlung mit Lehrmitteln für Experimente zur Kernphysik ausgestattet?	
1 ausreichend	3 die meisten Lehrmittel fehlen
2 einige Lehrmittel fehlen	4 fast keine Lehrmittel
63. Basteln Sie einige einfache Lehrmittel selber?	
1 sehr oft	3 selten
2 ab und zu	4 nie

V. Allgemeine Fragen

64. Wie waren Sie am Beginn Ihrer Lehrerlaufbahn fachlich vorbereitet?	
1 sehr gut	3 mit großen Einschränkungen
2 mit kleinen Einschränkungen	4 unvorbereitet
65. Wie waren Sie am Beginn Ihrer Lehrerlaufbahn didaktisch vorbereitet?	
1 sehr gut	3 mit großen Einschränkungen
2 mit kleinen Einschränkungen	4 unvorbereitet
66. Wie waren Sie am Beginn Ihrer Lehrerlaufbahn für die Durchführung der physikalischen Schulexperimente vorbereitet?	
1 sehr gut	mit großen Einschränkungen
2 mit kleinen Einschränkungen	unvorbereitet
67. Wie waren Sie am Beginn Ihrer Lehrerlaufbahn für die Lösung komplizierter pädagogischer Situationen vorbereitet?	
1 sehr gut	3 mit großen Einschränkungen
2 mit kleinen Einschränkungen	4 unvorbereitet
68. Markieren Sie mit einer Ziffer, welches Gebiet bei der Lehrerfortbildung nicht fehlen sollte. (Schreiben Sie in die Antwort-Tabelle drei Ziffern für die drei wichtigsten Gebiete.)	
1 Wiederholung und Vertiefung der Kenntnisse aus verschiedenen Disziplinen der Physik.	
2 Beschäftigung mit didaktischen Fragen	
3 Beschäftigung mit Methoden der Diagnostik	
4 Durchführung von Schulexperimenten, Laborarbeiten	
5 Computer- und Internetnutzung im Unterricht	
6 Kennenlernen neuer physikalischer Erkenntnisse	
7 Beschäftigung mit pädagogisch-psychologischen Problemen des Unterrichts	
69. Sind Sie zufrieden mit Ihrem Beruf als Physiklehrer (als Physiklehrerin)?	
1 sehr zufrieden	3 mit großen Einschränkungen
2 mit kleinen Einschränkungen	4 unzufrieden

Moderne Trends in der Physiklehrervorbereitung

70. Würden Sie die Berufslaufbahn des Physiklehrers/der Physiklehrerin wieder wählen, falls Sie die Möglichkeit hätten, ihre Berufswahl nochmals zu treffen.

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1 ganz sicher | 3 eher nicht |
| 2 wahrscheinlich ja | 4 ganz sicher nicht |
-

71. Meinen Sie, dass das Prestige der Lehrer hoch ist?

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1 sehr hoch | 3 eher niedrig |
| 2 insgesamt gut | 4 sehr niedrig |
-

72. Meinen Sie, dass sich die Atmosphäre an den Schulen nach 1990 verändert hat?

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1 sehr verbessert | 3 ein wenig verschlechtert |
| 3 ein wenig verbessert | 4 sehr verschlechtert |
-

73. Meinen Sie, dass sich die Lernaktivität der Schüler nach 1990 verändert hat?

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1 sehr verbessert | 3 ein wenig verschlechtert |
| 3 ein wenig verbessert | 4 sehr verschlechtert |
-

Elektromagnetische Wellen im Raum und auf Lecher-Leitungen

Josef Hubeňák, Jiří Hubeňák**, Universität Hradec Králové*

Die direkte Sinnes-Wahrnehmung physikalischer Objekte steht am Anfang der physikalischen Ausbildung der Schüler von Gesamtschulen und Gymnasien. Der Lehrer, wenn er die Möglichkeit hat, setzt im Unterricht Demonstrations-Versuche ein. Es ist günstig, den Schülern den Versuchsaufbau zu zeigen, sie selbstständig experimentieren zu lassen und ihnen mit mündlichen Erklärungen bei der Beschreibung der Beobachtung zu helfen. Beim Studium der elektromagnetischen Wellen kann man die von den Autoren entwickelte Anlage verwenden. Vom Gesichtspunkt der Geschichte der physikalischen Erkenntnisgewinnung aus, ist dieses Gebiet besonders interessant:

Alle Erkenntnisse über elektromagnetische Erscheinungen mündeten in einer vollkommenen Theorie in den 60er Jahren des 19. Jahrhunderts. Der Verdienst kommt hierbei vor allem James Clerk Maxwell zu, einem schottischen Physiker (geb. 13.11.1831, gest. 5.11.1879), der Professor der Universität in Aberdeen, dem King's College in London und in Cambridge war und auch Mitglied der Königlich-wissenschaftlichen Gesellschaft in London. Seine Vorhersage der Existenz der elektromagnetischen Wellen war ein rein theoretisches Resultat. Ein wesentliches Ergebnis seiner Berechnungen war auch der Wert der Geschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen im Vakuum. Zu seiner Zeit hatte noch niemand die elektromagnetischen Wellen experimentell nachgewiesen. Der Wert war gleich der damals schon gut bekannten Lichtgeschwindigkeit und Maxwell war daher der erste Physiker, der wusste, dass das Licht auch ein elektromagnetischer Wellenvorgang ist. Experimentell wies die Existenz der elektromagnetischen Wellen zuerst Heinrich Hertz im Jahre 1887 nach. Die ersten Quellen elektromagnetischer Wellen waren Schaltungen mit Funkenstrecke, Leydener Flasche und einer Windung:

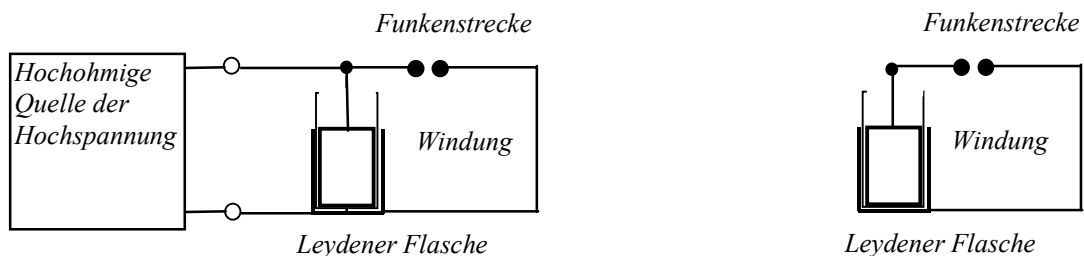


Abb. 1

Nach Aufladung des Kondensators – Leydener Flasche – entsteht ein Funke und im LC-Kreis mit der Leydener Flasche und der Windung entstehen für einen kurzen Augenblick gedämpfte Schwingungen. Dabei breiten sich in die Umgebung elektromagnetische Wellen aus und bringen einen ähnlichen Kreis mit Windung, Leydener Flasche und Funkstrecke in Resonanz-Schwingung und man kann dort Funken beobachten. Diese Versuche stammen vom englischen Physiker Lodge und ähnliche Versuchssätze gibt es noch in den physikalischen Sammlungen. Noch vor der Entdeckung der Elektronenröhre (genauer der Triode) hat Ernst Lecher eine Methode zur Wellenlängenmessung zu elektromagnetischen Wellen entwickelt. E. Lecher war Professor der deutschen Universität Prag und leitete später das erste Physikali-

* Doc. RNDr. Josef Hubeňák, CSc., josef.hubenak@uhk.cz

** RNDr. Jiří Hubeňák, Ph.D., hubenak@ttnet.cz

sche Institut der Universität Wien. Seine Methode der Wellenlängemessung wird mit dem Jahr 1895 datiert.

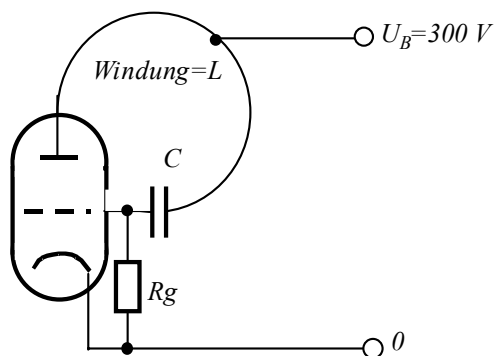


Abb. 2

Mit den Röhren entstanden ungedämpfte Generatoren der elektromagnetischen Schwingungen und in den Sammlungen können wir Oszillatoren aus den 20er und 30er Jahren des vergangenen Jahrhunderts finden. Die Schaltung mit einer Triode ist sehr einfach: Nach der Anschaltung der Spannungsquelle entstehen im LC-Kreise HF-Schwingungen. Die Triode nimmt einen Teil der HF-Energie ab, verstärkt das Signal und führt dem Schwingungskreis dann phasenrichtig wieder Energie zu.

Demonstrations-Oszillatoren mit Röhren arbeiten im Bereich von 80 bis 450 MHz. Man findet sie noch in Physiksammlungen. Sie haben den Zauber der technischen Historie, die erforderliche Versorgungsspannung ist aber gefährlich und ihre Frequenz ist nicht sehr konstant.

Ein Problem bringt auch die Frequenzauswahl mit sich: Die nutzbaren Frequenzbänder sind völlig besetzt und für medizinische, technologische und experimentelle Zwecke stehen nur sehr eng und genau begrenzte Intervalle zur Verfügung. Für entsprechende Versuche eignet sich bzgl. Wellenlänge das Intervall 430–440 MHz, dessen Frequenzen den Funkamateuren zugeteilt sind. Das HF-Signal mit kleiner Leistung und mit der Frequenz 433,920 MHz wird gewöhnlich für drahtlose Klingeln, Fernsteuerungen oder Einbruch-Schutzsysteme verwendet. Wenn wir das Signal für Lecher-Leitung ohne Modulation benutzen, kann es also nicht zu Störungen bedeutender Funkverbindungen kommen.

Die Wellenlänge $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{433,920 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}} = 0,691 \text{ m}$ kann man auf eine Leitung der Länge

2,1 m dreimal legen, der Halbwellendipol hat die Länge 34,6 cm und der Viertelwellendipol ist nur 17,3 cm lang. Das alles sind für die Fachräume und für Demonstration der Grunderscheinungen geeignete Abmessungen.

Wir wollen ohne empfindliche Messgeräte und Verstärker arbeiten und brauchen daher eine HF-Leistung von einigen Watt. Weiter ist es notwendig, die Frequenz des Signals konstant zu halten und nur eine kleine Spannung zu benutzen (Mit den Röhrenoszillatoren der Betriebsspannung 300 V dürften nur Lehrer arbeiten.). Diese Anforderungen erfüllt unser Halbleiter-Dezimeterwellensender. Sein Funktionsschema zeigt Abb. 3.

Der sichere Dezimeterwellensender auf Frequenz 433,920 MHz hat Ausgangsleistung von 10 W, arbeitet mit modernen ICs und seine Betriebsspannung beträgt nur 13,8 V. Seine Frequenzstabilität wird durch eine PLL-Schaltung und Mikroprozessorsteuerung garantiert. Die Leistung kann man in zwei Schaltstufen auf 50 % oder 100 % einstellen. Dies ist bei manchen Experimenten nötig.

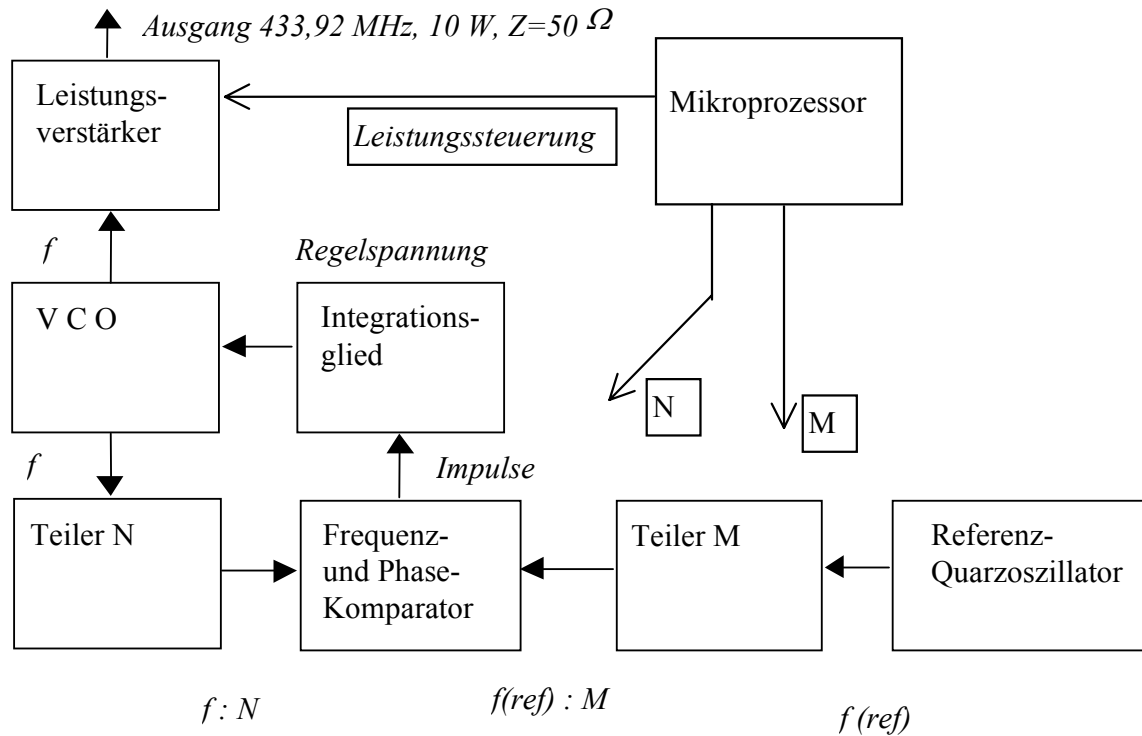


Abb. 3

Das Prinzip des Systems beruht auf dem Vergleich der Frequenzen, die man an den Ausgängen zweier Frequenzteiler abgreifen kann. Wenn die Frequenzen nicht gleich sind, gibt der Komparator an seinem Ausgang Impulse ab, die das Integrationsglied integriert und eine Gleichspannung ausgibt, die die Frequenz des VCO ändert. Die Änderungen enden, wenn $\frac{f}{N} = \frac{f(\text{ref})}{M}$ ist.

Die eigentliche Lecher-Leitung besteht aus zwei Kupfer-Röhrchen mit einem Durchmesser von 6 mm. Die Achsen sind 35 mm voneinander entfernt. Der Wellenwiderstand der Leitung $Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{372}{\pi} \cdot \ln \frac{d-r}{r}$ ist höher als die Ausgangsimpedanz des HF-Generators. Daher müssen wir vom asymmetrischen zum symmetrischen Signal übergehen. Dazu nutzen wir eine Halbwellenschleife aus Koaxialkabel mit Impedanz 50 Ω (Abb. 4).

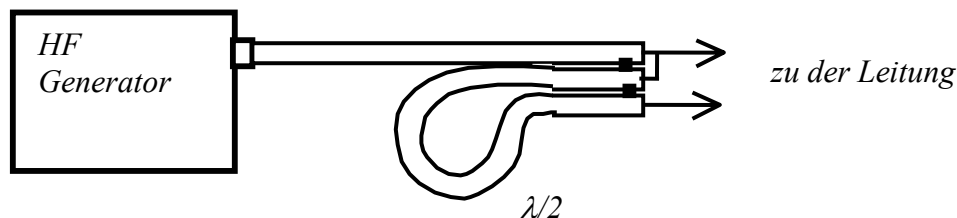


Abb.4 Einpassung des Generators und Lecher-Leitung

Das Koaxialkabel RG58 hat eine Impedanz von 50 Ω und einen Dämpfungsfaktor $k = 0,66$, so dass die geometrische Länge der Schleife für die gegebene Frequenz nur 22,8 cm beträgt. Die Funktion dieser Anpassung ist klar: die Welle vom Anfang der Schleife verspätet sich beim Durchgang um $\frac{T}{2}$ und bevor der positive Spannungsausgang zum Ende

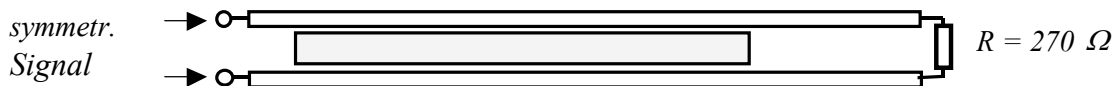
der Schleife kommt, kommt vom Generator ein negativer Ausschlag an den Anfang. Die Spannung zwischen Ausgangsleiter ist jetzt verdoppelt und bei gleich gebliebener Leistung halbiert sich die Stromstärke: die Ausgangsimpedanz der Schleife ist viermal größer als die Impedanz des Koaxialkabels. Diese Anpassung ist nicht vollkommen, aber für die nachfolgenden Versuche ausreichend.

Beschreibung der Versuche

1. Laufende Welle auf der Leitung

Am Ausgang des Generators schließen wir das Kabel an und stecken die Abstimmerschleife in die Lecher-Leitung ein. Am Ende der Leitung stecken wir den Abschlusswiderstand $270\ \Omega$ ein und auf die Ständer legen wir eine Leuchtstoffröhre ohne Metallkontakte. Die Leuchtstoffröhre platzieren wir nahe der Abstimmerschleife.

Die Leistung des Generators stellen wir auf 100 % und nach dem Einschalten der Betriebsspannung zünden wir die Entladung in der Leuchtstoffröhre mit einem piezoelektrischen Gas-Anzünder. Die Leuchtstoffröhre leuchtet gleichmäßig an ganzer Länge.



Der Widerstand erwärmt sich, die Studenten können das durch Berührung überprüfen.

2. Stehende Welle auf der Leitung mit kurzgeschlossenem Ende

Auf die Ständer legen wir die Leuchtstoffröhre ohne Metallkontakte.

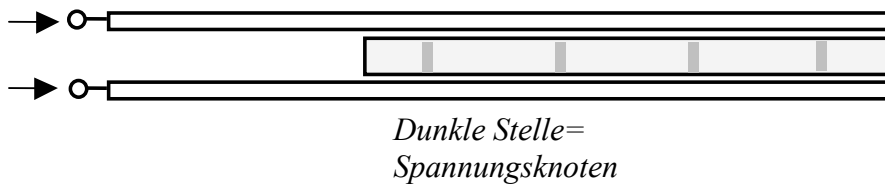
Den Abschlusswiderstand ziehen wir ab und die Kurzschlussplatte setzen wir in etwa 10 cm vor dem Ende ein. Die Leistung des Generators stellen wir auf 50 % und die Leuchtstoffröhre schieben wir nun näher auf die Seite des Kurzschlusses. Dann „zünden“ wir sie mit dem Gas-Anzünder an. Bei der Entladung sind jetzt dunkle Stellen zu sehen (zwei oder drei). Die dunkelste Stelle liegt ungefähr 35 cm von dem Kurzschluss.



Durch Verschieben der elektrischen Ladungen entsteht in der Kurzschlussplatte ein elektrisches Feld in entgegengesetzte Richtung. Auf dieser Weise wird die Platte zur neuen Quelle des HF-Signals, im Vergleich zu dem Signal des Generators allerdings gegenphasig. Rechts von der Platte löschen sich beide Wellen aus, links bildet sich eine stehende Welle.

Die Leuchtstoffröhre zeigt jetzt schwach leuchtende Stellen – hier liegen die Spannungsknoten. Die Verschiebung der Kurzschlussplatte führt auch zum Verschieben der dunklen Stellen in der Leuchtstoffröhre. Der Abstand zwischen der Platte und dem Spannungsknoten ist gleich einer Hälfte der Wellenlänge. Mit einer Langstablampe können wir vor dem Kurzschluss eine intensive elektromagnetische Welle nachweisen, hinter dem Kurzschluss leuchtet die Langstablampe nicht – hier löschen sich die Wellen von Generator und Kurzschluss gegenseitig aus.

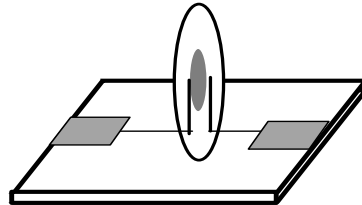
3. Stehende Welle auf offener Leitung



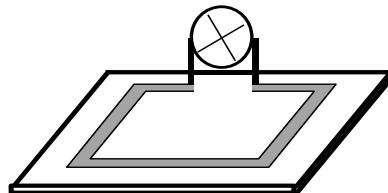
Am Ende der offenen Leitung entsteht ein Spannungsbauch. Dunkle Stellen zeigen die Lagen der Spannungsknoten.

4. Spannungs- und Strombäuche auf der kurzgeschlossenen Leitung

Zur Beobachtung der Spannungsbaüche benutzen wir eine Kapazitätssonde mit Glühlampe. Sie ist auf eine einseitige Leiterplatte gebaut. Nach dem Auflegen auf die Leitung werden die Kupferstreifen der Leiterplatte zur Kondensatorplatte. Die zweite Kondensatorplatte ist hier der Leiter der Lecher-Leitung.



Für die Strombäuchebestimmung wird eine Induktionssonde benutzt: Eine Quadratwindung auf der Leiterplatte ist im Ort der Unterbrechung an eine Glühlampe (24 V, 50 mA) angeschlossen. Eine Seite der Windung ist 25 mm lang. Die Sonde legen wir auf die Leitung und suchen die Positionen maximaler Helligkeit der Glühlampe.



Empfohlenes Verfahren:

Resonanz-Abstimmung der Leitung

Die Leistung des Generators auf 50 % stellen; die Induktionssonde legen wir auf den Anfang der Leitung und auf dem zweiten Ende verschieben wir die Kurzschlussplatte. Wir stellen die Lage maximaler Helligkeit der Glühlampe ein. Die aktive Länge der Leitung ist jetzt ein Vielfaches der Hälfte der Wellenlänge.

Strombäuche

Die Leistung des Generators auf 50 % stellen; die Induktionssonden platzieren wir in Abständen von 1-mal, 2-mal und 3-mal $\frac{\lambda}{2}$ vor dem Kurzschluss. So finden wir die Positionen, an denen die Lämpchen annähernd gleich hell leuchten. Wir überprüfen die Abstände.

Spannungsbäuche

Die Leistung des Generators auf 100 % stellen; die Kapazitätssonden platzieren wir zwischen dem Kurzschluss und der ersten Glühlampe, weitere Sonden zwischen den anderen Glühlampen. Die Glimmlampen „zünden“ wir mit dem Gas-Anzünder an (sie können sich auf Grund elektrostatischer Aufladung auch selbst entzünden). Durch Verschiebung suchen wir die Lagen, wo sie maximal hell leuchten. Es ist zu beachten, dass das Maximum der Spannung nicht genau in der Mitte zwischen den Strombäuchen liegt. Die Leitung soll jetzt eine Wirkleistung übertragen und demnach ist die Phasenverschiebung zwischen Stromstärke und Spannung anders als 90° .

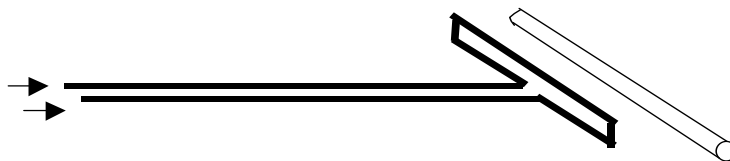
5. Wellenlängenmessung

Für die Wellenlängenmessung benutzen wir nur eine Induktionssonde und die reduzierte Leistung des Generators von 50 %. Wir bereiten uns einige Papierstreifen zum Kennzeichnen der entsprechenden Stellen auf der Leitung vor.

Auf der Leitung verschieben wir die Sonde vom Kurzschluss bis zum Anfang und mit den Papierstreifen kennzeichnen wir die Lagen, wo an denen das Lämpchen völlig erlischt. Aus den Entfernungen zwischen den Marken berechnen wir $\frac{\lambda}{2}$ und dann die Frequenz. Die Frequenz vergleichen wir mit dem Wert 433,920 MHz.

6. Mit dem Schleifendipol beendete Leitung

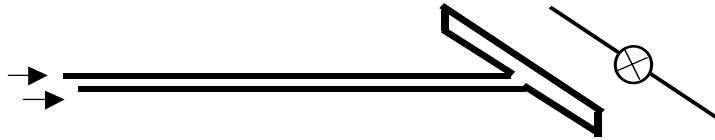
Die Eingangsimpedanz des $\frac{\lambda}{2}$ -Dipols beträgt ca. 75Ω . Sein Abschluss am Leitungsende verursacht eine teilweise Reflexion der elektromagnetischen Welle. Besser ist der Leitung ein Schleifendipol mit einer Eingangsimpedanz von ca. 300Ω angepasst, welcher den größeren Teil der Energie in die Umgebung abstrahlen kann. Die Induktionssonde zeigt nur unbedeutende Strombäuche und Stromknoten längs der Leitung, so dass wir auf der Leitung jetzt annähernd nur eine laufende Welle haben. Elektromagnetische Wellen in der Nähe des Schleifendipols weisen wir zuerst mit der Leuchtstoffröhre nach, die wir parallel zum Schleifendipol halten. Nach der Zündung der Entladung mit dem Piezoanzünder leuchtet sie maximal an den Enden des Dipols. In der senkrechten Lage leuchtet nur ein kleines Stück in der Mitte, das zeigt die Richtung der Feldlinien bei einem Dipol an.



Zusatz: Leistung des Generators 100 %; verschieben Sie die Langstablampe der ganzen Leitung entlang: sie leuchtet überall gleichmäßig.

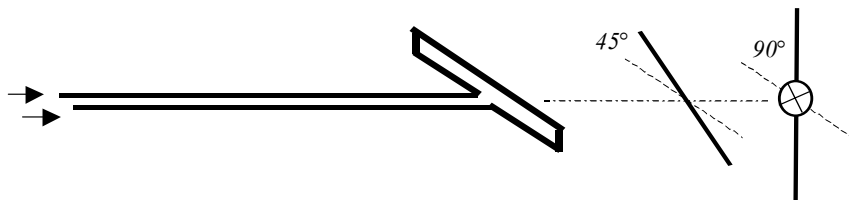
7. Polarisationssebene der elektromagnetischen Welle.

Benutzen Sie nur 50 % der Leistung des Generators. Der Empfangsdipol hat in der Mitte den Strombauch und das Glühlämpchen (2 V, 180 mA) leuchtet deutlich noch in der Entfernung von 30 cm und weiter. Wir drehen den Empfangsdipol und weisen die Polarisation der elektromagnetischen Welle nach.



In der gegebenen Anordnung ist die Polarisationssebene waagrecht und wenn der Dipol senkrecht steht, bleibt das Lämpchen dunkel. Benutzen Sie nun die Leistung zu 100 % und nähern Sie den Empfangsdipol aus der Weite 1 m dem Schleifendipol an. Achten Sie auf eine mögliche Überlastung des Lämpchens.

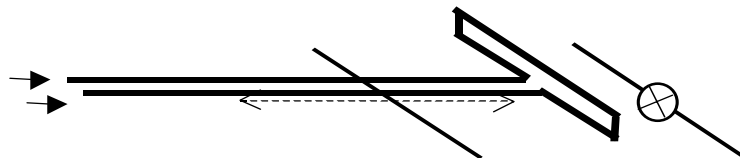
Für die nächsten Versuche befestigen Sie den Empfangsdipol an einem Ständer ca. 30 cm vom Schleifendipol entfernt. Der Ständer sollte nicht leitfähig sein. Die Polarisationssebene kann man mit einem System passiver Dipole drehen.



Die Projektion der elektrischen Feldstärke des Feldes des Senderdipols in Richtung des um 45° gedrehten Dipols regt die Ladungen zu Schwingungen an und der passive Dipol sendet jetzt neue Welle aus. Diese wird vom Dipol mit dem Lämpchen empfangen.

8. Reflexion und Interferenz der elektromagnetischen Wellen

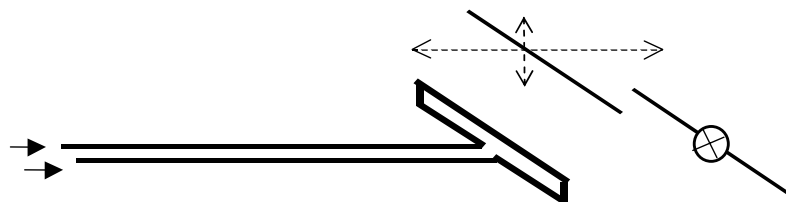
Benutzen Sie die Leistung 50 %. Der Empfangsdipol bleibt in dem Ständer 30 cm vom Schleifendipol entfernt. Die Reflexion und die Interferenz zeigen wir mit Hilfe des passiven Dipols: den passiven Dipol bewegen wir knapp über der Leitung hinter dem Schleifendipol vor und zurück.



Das Lämpchen leuchtet maximal, wenn die Entfernung des passiven Dipols und des Sendedipols $\frac{\lambda}{4}$ ist.

Die Maxima und Minima treten auch auf, wenn man den passiven Dipol in der Ebene über dem Sendedipol bewegt.

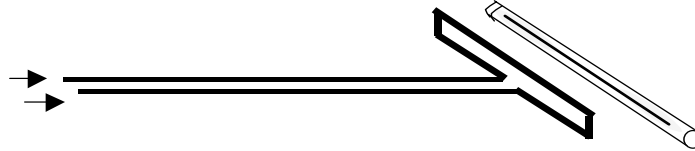
Den passiven Dipol halten wir an verschiedene Stellen zwischen den Sendedipol und den Dipol mit dem Glühlämpchen. Die Lampe erlischt immer. Diese Erscheinung können die Studenten auf Grund der vorangehenden Erkenntnisse nun selbst erklären.



Den passiven Dipol bringen wir bis hinter den Dipol mit der Glühlampe. Wieder suchen wir die Positionen, bei denen die Lampe maximal hell leuchtet. Dieses Modellexperiment zeigt die Funktionsweise von Reflektoren von Fernsehantennen.

9. Wirkung der Resonanz

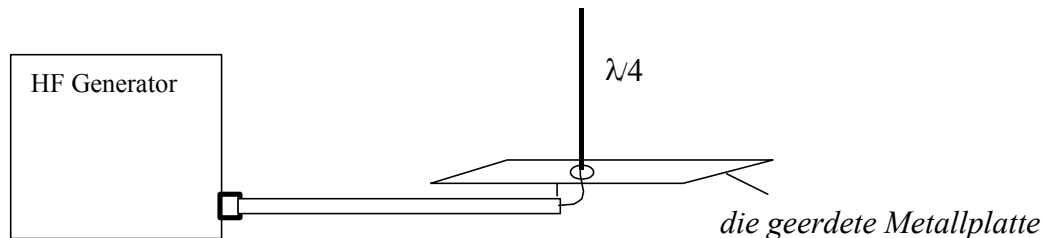
Das Feld des sich in Resonanz befindlichen passiven Dipols ist stark genug, um das Entladungsleuchten der Leuchtstoffröhre zu verursachen. Auf der Leuchtstoffröhre ist dazu ein entsprechender Resonator-Dipol befestigt – ein $\frac{\lambda}{2}$ -Dipol.



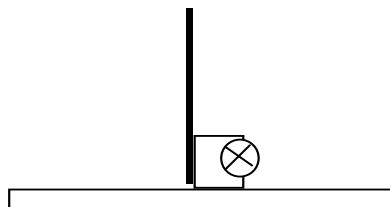
Nach dem Auslösen der Ionisation mit dem Gas-Anzünder leuchtet die Leuchtstoffröhre nur an den Enden des Dipols, dies aber noch in größerer Entfernung vom Sendedipol.

10. Das Feld des Stabdipols ($\frac{\lambda}{4}$)

An den unsymmetrischen Ausgang des Generators wird der Stabdipol, dessen Eingangs-impedanz 50Ω ist, angeschlossen.



Eine Teleskopantenne kann man auf Resonanz mit der Induktionssonde abstimmen: Die Sonde stellen wir an den Dipolfuß und die Länge des Dipols ändern wir, bis die Lampe maximal hell leuchtet.



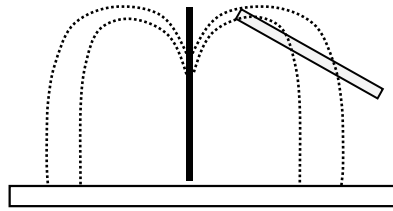
Für diese Abstimmung eignet sich eine Glühlampe mit den Nenndaten 6 V und 50 mA. Die Sonde stellen wir zwischen den Dipolfuß und das Schraubenköpfchen.

11. Stromstärke- und Spannungsbelegung des Dipols

Die Stromstärke hat ihr Maximum am Dipolfuß. Die Induktionssonde mit einer Glühlampe (24 V, 50 mA) wird nun am Dipol entlang verschoben. Am Fuße leuchtet sie am hellsten, an der Spitze erlischt sie. Die Spannung hat ihr Maximum an der Spitze. Die Sonde mit Glimmlampe halten wir an die Spitze und zünden sie mit dem Piezoanzünder. Sie leuchtet zuverlässig. Dann verschieben wir diese Sonde zum Fuße. Ihre Helligkeit verringert sich dabei, bis sie ganz ausgeht.

12. Elektrische Feldlinien in der Umgebung des Stabdipols

Die Leuchtstoffröhre ohne den Resonator-Dipol „starten“ wir mit dem Anzünder und sondieren das Feld in der Umgebung.

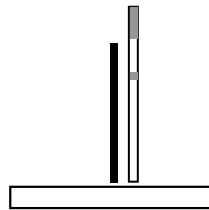


Mit den Studenten besprechen wir den Verlauf der Feldlinien, die von der Spitze des Dipols hinausgehen und auf der Metallplatte enden. Die Leuchtstoffröhre halten wir waagrecht und bewegen sie so längs des Dipols von oben nach unten. Dann halten wir sie senkrecht und umkreisen den Dipol damit. Ein Teil der Leuchtstoffröhre leuchtet dabei. Die kleine Leuchtstoffröhre zünden wir durch Berühren der Spitze des Dipols.

13. Oberschwingungen des Dipols

Die Teleskopantenne verlängern wir bis zur Maximallänge – das ist annähernd dreimal $\frac{\lambda}{4}$.

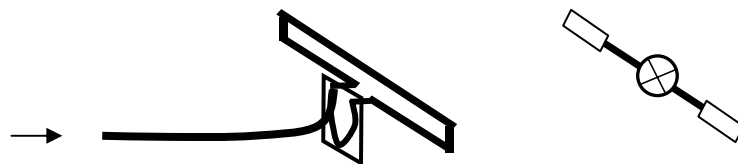
Die parallel dazu senkrecht stehende Leuchtstoffröhre „starten“ wir mit dem Anzünder.



Nach einem Drittel ab der Spitze der Antenne wird der Spannungsknoten durch die Leuchtstoffröhre angezeigt. Die geometrische Länge ist jetzt ca. 51 cm und als Viertelwellendipol sollte diese Antenne mit einer Frequenz von ca. 144 MHz schwingen. Mit dem starkem Signal des Generators „erzwingen“ wir am Dipol eine höhere Frequenz. Eine akustische Analogie dazu ist eine geschlossene Pflöf, die man überblasen kann. Sie gibt dann den ersten harmonischen Oberton ab.

14. Resonanz des Dipols mit dem Dielektrikum

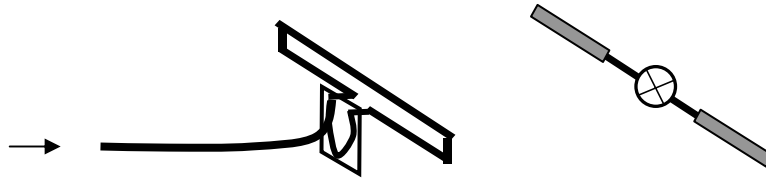
In den Ständer setzen wir den Schleifendipol ein und verbinden ihn mit der Abstimm-schleife mit dem Generator.



Den gekürzten Dipol mit Glühlampe stellen wir 25 cm vom Schleifendipol auf und die Leistung des Generators schalten wir auf 50 %. Die Glühlampe bleibt dunkel. Auf die Dipol-arme setzen wir zwei dielektrische Aufsätze – die Glühlampe leuchtet.

15. Optimallänge des belastenden Dipols

Der gekürzte Dipol mit der Glühlampe und ohne dielektrische Aufsätze wird in der Nähe des Schleifendipols schwingen (erzwungene Schwingungen), aber 30 cm weit entfernt bleibt er dunkel.



Auf die Dipolararme stecken wir jetzt zwei Kupferstäbe und verlängern die Arme, bis die Lampe maximal hell leuchtet. Nun vergleichen wir Dipollänge und Wellenlänge. Erklärung: der gedämpfte Dipol schwingt langsamer; der Dipol ist durch den Glühlampenwiderstand gedämpft.

16. Absorption der HF Leistung durch lebendes Gewebe

Den Viertelwellendipol stecken wir in die Metallplatte ein und schließen ihn mit dem Koaxialkabel an den Signalgenerator an. Die Generatorleistung stellen wir auf 100 % und halten das Ende eines Fingers an das Antennenende. Nach einem kurzen Augenblick wird der Finger warm. Das Antennenmetall ist dabei kalt und in dem Gewebe entsteht Wärme. Nach diesem Prinzip arbeitet auch der Mikrowellenofen, aber mit einer Leistung von mehr als 800 W und bei der Frequenz 2450 MHz. Die Wärme entsteht im Gewebe dadurch, dass die elektromagnetische Welle in der teilweise leitfähigen Umgebung HF-Ströme hervorruft und regt auch die Wassermoleküle zu Schwingungen an (die Wassermoleküle haben Eigenschaften von elektrischen Dipolen).

Bemerkung: Im Feld des Viertelwellendipols kann man fast alle Versuche zeigen, die durch den Schleifendipol beschrieben wurden.

Die beschriebenen Versuche sind genügend effektiv, um das Interesse der Schüler zu wecken, und sie sind völlig sicher, so dass die Schüler mit dem Experimentiersatz arbeiten können. Der physikalische Inhalt ist gut auf dem Niveau der Schulphysik vermittelbar und es ist wünschenswert, diese klassische Versuche, deren Geschichte auf die Zeit des Übergangs vom 19. ins 20. Jahrhundert zurückgeht, wieder in den Unterricht zurückkehren zu lassen.

Die Aus- und Weiterbildung von Physiklehrern unter dem Gesichtspunkt der Schule von heute und der EU

Josef Janás, Pädagogische Fakultät MU, Brno*

1. Die Physik in der Schule von heute

Diese Konferenz befasst sich mit drei Themen: mit der Aus- und Weiterbildung der Lehrer, mit den Unterrichtsformen und dem Inhalt der Physik an den Grundschulen, Berufsfachschulen und Gymnasien. Dieser Beitrag ist auf Thema 1 gerichtet – auf die Ausbildung von Physiklehrern, die jedoch sehr eng mit der Antwort auf die Frage verbunden ist, worin der Sinn physikalischer Bildung an den allgemeinbildenden Schulen überhaupt liegt. Zu dieser Problematik habe ich auf verschiedenen Konferenzen gesprochen, u.a. auch auf den Konferenzen der DIDFYZ, von denen die letzte im Herbst vergangenen Jahres [1], [2] stattgefunden hat.

Ich bin fest davon überzeugt, dass immer noch die bekannte Dreierreihenfolge in Bezug auf die Wichtigkeit gilt: Wenn ich weiß, WAS ich will (Inhalt), dann finde ich die Art und Weise WIE (Methode) und WODURCH (Mittel) ich das erreiche, bereits leichter. Aus diesem Grunde erachte ich Thema 3 als das wichtigste und möchte zu Beginn meine Meinung dazu äußern.

Die Schule von heute unterscheidet sich von der Schule des vergangenen Jahrhunderts vor allem dadurch, dass sie nicht mehr die Hauptquelle für die Informationen darstellt. Weitere Quellen sind heute die Multimedien und vor allem das Internet. Dadurch und auf Grund der guten Computerkenntnisse der Schüler liegt heute die „Startlinie“ für ihre Bildung an ganz anderer Stelle als noch vor einigen Jahren. Das erfordert nicht nur eine Erneuerung der Inhalte und der Methoden, sondern auch einen neuen Lehrertypus, der vor allem „Manager“ des Unterrichtsprozesses sein muss.

Die traditionellen Auffassungen von der Physik in der Schule, die auf den Grundlagen der klassischen Mechanik beruhen (insbesondere in Schulen mit humanistischer Ausrichtung), sind bei den Schülern nicht besonders beliebt, weil sie nicht mit dem im Einklang stehen, wie sie die Welt wahrnehmen. Interesse zeigen sie jedoch für die Bereiche der Physik, die mit der Gegenwart verbunden sind, wie Fernsehen, Video, Handy, Computer, digitale Technik u.v.m. Ein Beispiel dafür kann die Bestimmung der Masse von Körpern auf gleicharmigen Waagen sein, womit sie praktisch nicht mehr in Berührung kommen, und die Unkenntnis des Prinzips der heute üblicherweise verwendeten Digitalwaagen, die gleichzeitig nicht nur das Gewicht der Ware angeben, sondern auch gleich den Preis berechnen. Eine Reihe von weiteren Beispielen werden z.B. in den Artikeln [3], [4] angeführt.

Meine Behauptung stützt sich nicht nur auf langjährige Erfahrungen im Bereich der Lehrerausbildung an der Fakultät, sondern auch auf Erfahrungen im Unterricht an Gymnasien, wo ich, bevor ich an die Fakultät kam, 7 Jahre unterrichtet habe und nun bereits das vierte Jahr wieder extern unterrichte.

2. Lehrerausbildung

An den allgemeinbildenden Schulen gibt es im Schnitt 13 Unterrichtsfächer, davon vier naturwissenschaftliche. Die Physik stellt einen bedeutenden Bestandteil der naturwissenschaftlichen Bildung dar, deshalb sollten der Inhalt und die Methoden in der Physik mit denen in der Biologie, Chemie und Geographie im Einklang stehen. Inhaltlich gesehen bedeutet das, dass nicht nur die Kenntnissysteme der einzelnen Wissenschaften integriert werden sollten, sondern dass in diesen Systemen auch die gegenseitigen Beziehungen betont werden sollten, d.h. die interdisziplinären Beziehungen (IDB) sollten bewusst zur Geltung gebracht werden.

* Doc. RNDr. Josef Janás, CSc., janas@jumbo.ped.muni.cz

Mit der Lösung der Problematik des Inhalts der naturwissenschaftlichen Bildung einschließlich der IDB muss bereits an den Hochschulen und in den Weiterbildungskursen begonnen werden. Die Antwort auf die Frage, wie die prägraduale Ausbildung der Lehrer (nicht nur in den naturwissenschaftlichen Fächern) aussehen soll, ist hinsichtlich des Eintritts unserer Republik in die EU besonders dringlich. Trotz des Widerspruchs, der zwischen den Erklärungen der Vertreter unserer Regierung und auch der politischen Parteien über die Anerkennung des Lehrerberufs und ihrer faktischen gesellschaftlichen und finanziellen Wertschätzung besteht, ist unbestreitbar, dass es die Lehrer sind, die einen entscheidenden Anteil an dem Bildungsstand des Volkes und dem, wie die Bürger in der Gesellschaft zur Geltung kommen, hatten, haben und haben werden.

In diesem Sinne tragen die Hochschulen, die die Lehrer ausbilden, eine große Verantwortung. Die Bedeutung der Lehrerausbildung wird durch die Tatsache unterstrichen, dass die Lehrer Bürger für das Leben in einem geeinten Europa vorbereiten werden, in dem eine das ganze Leben währende Bildung eine Selbstverständlichkeit und Notwendigkeit sein wird. Die Soziologen behaupten, dass Menschen im produktiven Alter bis zu dreimal ihre Anstellung wechseln sollten, und zwar egal in welchem Land der EU.

Die prägraduale Ausbildung der Lehrer und deren Weiterbildung ist bei uns in den meisten Fällen noch konservativ und vor allem darauf gerichtet, „was der Lehrer können und machen muss, damit er seinen Stoff schafft“, anstatt sich damit zu befassen, „wie der Lehrer den Unterrichtsprozess leiten soll, damit der Schüler so aktiv ist, dass er weiß und kann“. Immer noch setzen wir die Aneignung von Kenntnissen und nicht die Persönlichkeitsbildung an die erste Stelle. Die Schule von heute sollte jedoch erreichen, dass die Schüler selbst in der Lage sind, Kenntnisse zu gewinnen, und ihnen beibringen, wie sie diese zur Erklärung von Erscheinungen bzw. zur effektiven Lösung von Problemen nutzen können.

Ich bin davon überzeugt, dass die prägraduale Lehrerausbildung an der Hochschule erfolgen sollte, aber sie muss sich von der Ausbildung wissenschaftlicher Mitarbeiter in dem Sinne unterscheiden, dass die Fachausbildung (für Physiklehrer in der Physik, für Chemielehrer in der Chemie usw.) bereits an der Hochschule mit der Berufsausbildung verbunden wird (d.h. mit pädagogisch-psychologischer Bildung und mit einem Praktikum an der Schule). Es ist bekannt, dass z.B. in Deutschland Fach- und Berufsausbildung voneinander getrennt sind. Aus Gesprächen mit einigen Mitarbeitern dieser Hochschulen und mit Absolventen dieser Schulen weiß ich, dass sie selbst dieses System nicht als besonders gut betrachten.

Und wiederum taucht die auch diskussionswürdige Ansicht auf, dass die Lehrerausbildung allgemeiner gehalten werden sollte. Demnach sollte die Fachausbildung beschränkt und die Berufsausbildung verstärkt werden. Ich glaube, dass es nicht möglich ist, einen Lehrer so gut auszubilden, dass er ein „Doktor Allwissend“ ist, und alles Beliebige mit guter Qualität unterrichten kann. Aber wir müssen unsere Denkweise ändern und unser Herangehen an die Bildung, und zwar in dem Sinne, wie ich bereits erwähnt habe, dass wir die Schüler nicht mit einer Menge von enzyklopädischem Wissen in den einzelnen Fächern ausrüsten, sondern ihnen beibringen, selbstständig zu denken und zu handeln.

Sowohl die einzelnen Unterrichtsfächer an den allgemeinbildenden Schulen als auch die einzelnen Studienfächer in der Lehrerausbildung an den Hochschulen dürfen nicht isoliert voneinander konzipiert werden, sondern es ist notwendig, die einzelnen Disziplinen zu koordinieren, so dass die Unterrichtenden zusammenarbeiten, vor allem die Fachdidaktiker. Das ist jedoch nicht nur in unserem Schulwesen ein brennendes Problem.

3. Die Erneuerung der Lehrerausbildung in den naturwissenschaftlichen Fächern an der Pädagogischen Fakultät der Masaryk-Universität Brno

Da die bisherige Lehrerausbildung in Bezug auf die Didaktiken und die Psychologie weder inhaltlich noch methodisch koordiniert wird, haben wir uns an der Pädagogischen Fakultät der

Masaryk-Universität Brunn entschlossen, das Projekt „Erneuerung der didaktischen Ausbildung der Lehrer für Naturwissenschaften“ in Angriff zu nehmen, das von 2001 bis 2003 läuft. An seiner Lösung sind fünf Didaktiker naturwissenschaftlicher Fächer (B, Ph, Ch, Geogr.), ein Pädagoge für allgemeine Didaktik, ein Psychologe für pädagogische Psychologie, fünf externe Lehrer aus Übungsschulen und auch Studenten, vor allem Diplomanden beteiligt.

Ziel des Projekts war es, inhaltlich und methodisch koordinierte Studienprogramme und Studienmaterial für die Didaktik der naturwissenschaftlichen Fächer, für die allgemeine Didaktik und die pädagogische Psychologie auszuarbeiten. Den Unterricht nach den so koordinierten Programmen überprüfen wir punktuell an der Fakultät.

Die positiven Auswirkungen des Projekts erkennt man:

- a) an der Veränderung der bisher ziemlich konservativen Ausbildung der künftigen Lehrer, die vor allem darauf gerichtet wird, „was der Lehrer wissen und tun soll“, wie er den Unterrichtsprozess leiten soll, damit der Schüler selbst aktiv so arbeitet, damit „er etwas weiß und kann“,
- b) daran, dass anstatt der häufig ineffektiven Duplizität des Stoffes in der Ausbildung eines Studenten an der Fakultät, der zwei Fächer und einen pädagogisch-psychologischen Block studiert, die Ausbildung nun inhaltlich und methodisch gut koordiniert ist,
- c) und daran, dass die interdisziplinären Beziehungen bewusst zur Geltung gebracht worden sind.

Wir haben eine Analyse des Unterrichtsstoffes der oben erwähnten Studiendisziplinen durchgeführt und folgende 13 gemeinsame Bereiche der allgemeinen Didaktik und der fachbezogenen Didaktik festgestellt:

1. Die Didaktik als Wissenschaft, ihre Problemkreise und Beziehungen zu anderen Wissenschaften.
2. Die Unterrichtsziele, der Unterrichtsinhalt, das Curriculum, das Bildungsprogramm, der Lehrplan. Definition der Bildungs- und Erziehungsziele.
3. Der Unterrichtsstoff, seine Strukturierung und didaktische Analyse (begriffs-, operations- und wertungsmäßig)
4. Die Unterrichtsmethode: informativ, heuristisch, anschaulich demonstrativ, problemgebunden, projektbezogen, praktisch, gruppenbezogen. Die verbale und nicht verbale Kommunikation, die Arbeit im Labor, das Praktikum der Studenten draußen.
5. Die Motivierung und Aktivierung der Schüler. Differenzierung, Individualisierung und Arbeit mit Talenten.
6. Die Diagnostik und Wertung der Unterrichtsergebnisse (Standards, Tests, Klassifizierung)
7. Die interdisziplinären Beziehungen und die Formen deren Anwendung: Integrierung und Koordinierung des Unterrichtsstoffes und Zusammenarbeit der Lehrer von verschiedenen Fächern
8. Die Aufgaben im Unterricht, deren Bedeutung und Lösungsmethodik
9. Die didaktischen Mittel, Lehrmittel und deren funktionelle und effektive Nutzung (einschließlich der Lehrbücher und der Arbeit mit ihnen)
10. Die Rechnertechnik und Multimedien bei der Bildung
11. Die Schulversuche, deren Bedeutung, Technik und Methodik bei der Ausführung
12. Der Unterrichtsprozess und die Lehrerausbildung (Ziele und Struktur einer Unterrichtsstunde vom Gesichtspunkt des Lehrers und vom Gesichtspunkt des Schülers aus)
13. In den Fachdidaktiken wird nachdrücklich Wert auf eine methodische Analyse ausgewählter Stoffeinheiten, die Auswahl der Grundbegriffe und die Art und Weise ihrer effektiven Einführung und Ausweitung gelegt.

Diese Feststellung bildete für uns den Ausgangspunkt für die Erarbeitung inhaltlich und methodisch koordinierter Studienprogramme für Didaktikpaare naturwissenschaftlicher Fächer und die allgemeine Didaktik.

Um die Ziele unseres Projekts erfolgreich verwirklichen zu können, war ein Unterrichtsablauf für die genannten Didaktiken vonnöten, der nicht nur im gleichen Semester sondern auch an gleichen Tagen und Zeitpunkten stattfindet. Aus praktischen Gründen ist es allerdings an der Fakultät zur Zeit nicht möglich, einen solchen Unterrichtsablauf für alle naturwissenschaftlichen Didaktiken aufzustellen. Dies ist jedoch auch nur zum Teil unbedingt notwendig. Unerlässlich ist die Aufstellung eines solchen Unterrichtsablaufes für die Didaktikpaare (B/Ph, Ph/Ch, Ph/Geogr.), so dass hier die Vorlesungen und Seminare übereinstimmenden Unterrichtsstoff enthalten und sie im Unterrichtsprogramm am gleichen Tag und der gleichen Stunde vorgesehen sind.

Die erneuerten Studienprogramme sehen vor, dass einige Vorlesungen zu einem Thema für die Studenten beider Fachbereiche gemeinsam stattfinden. Sie werden von einem Fachdidaktiker gehalten, der mit dem zugehörigen Thema eingehender vertraut ist. Wir rechnen damit, dass einige Seminare zu gemeinsamen Themen, die in der Vorlesung behandelt wurden, von Didaktikern beider Fächer geleitet werden (Diese Art des Unterrichtens ist im Ausland im Sprachunterricht ziemlich häufig.). Illustrationsbeispiele zu den Themen für die Arbeit in den Seminaren werden aus beiden Fächern ausgewählt (Aufgaben, Versuche u.v.m.).

Hauptziel des Projekts bleibt die Effektivierung der Ausbildung der Lehrer für die naturwissenschaftlichen Fächer und die Verbesserung des Unterrichts in diesen Fächern an den Grundschulen, den Gymnasien und Berufsfachschulen.

Wir gehen davon aus, dass die Durchführung unseres Projekts die gegenwärtig in Vorbereitung befindliche Änderung des Systems für die prägraduale Lehrerausbildung in der Tschechischen Republik (zweistufige Ausbildung) nicht ausdrücklich beeinflusst.

4. Die „europäischen Dimensionen“ bei der Lehrerausbildung

Die Schule soll einen demokratischen Menschen heranziehen, der in der Lage ist, in der künftigen, vergrößerten EU seinen Platz zu finden und Produkte herstellen kann (nicht nur materielle), die sowohl auf dem europäischen als auch auf dem Weltmarkt konkurrenzfähig sind. In dieser Hinsicht haben die naturwissenschaftlichen Fächer, die Mathematik und technischen Fächer an der Schule eine besonders große Bedeutung.

Die Bedeutung der naturwissenschaftlichen, mathematischen und technischen Bildung hat vom Gesichtspunkt der Erziehung eines demokratischen Bürgers Prof. S. Komenda in seiner Publikation zur Konferenz „Die Erziehung zu einem europäischen demokratischen Bürger“ treffend zum Ausdruck gebracht [5]: *„Die fundamentale Bedeutung der Mathematik, der naturwissenschaftlichen und technischen Fächer für die Erziehung zur Demokratie und Humanität besteht in der Herausbildung der Einstellungen der Schüler. Diese Fächer tragen dazu dadurch bei, dass in ihnen die Schüler ihre Vorstellung davon festigen, wie man zu wahren Erkenntnissen kommt – wie z.B. in Kombination mit der Logik und empirischen Fakten. Sie lernen unterscheiden, dass Behauptungen und Erklärungen an und für sich höchstens Hypothesen darstellen können, die überprüft werden müssen – und für solche Überprüfungen verfügt die Wissenschaft über Instrumente. Das ist die einzig solide Art für die Erziehung zum Kritischsein, die ein anderes Fach nur in beschränktem Maße anbieten kann. Nur so kann man den Schüler als kritisches intelligentes Wesen in das Leben hinausschicken, das dann die Fähigkeit besitzt, rationale Ausgangspunkte und Lösungen in schwierigen Situationen im Leben zu finden... Der Mensch steht immer vor Entscheidungen – und die Schule sollte in seine Gedankengänge und Arten für seine Entscheidungen bestimmte Prinzipien und Grundsätze einbauen, die sich von den Erkenntnismethoden, die nur den Naturwissenschaften und der Mathematik eigen sind, ableiten lassen.“*

Entsprechend den Prognosen wird für das geeinte Europa die Bevölkerungsmigration eine übliche Erscheinung darstellen. Für die Bildung und Erziehung bedeutet das eine rahmenmäßige Vereinigung der Studienprogramme auf allen Ebenen der Schulen und in allen Typen von Schulen – angefangen von der Grundschule bis hin zur Hochschule - und die Realisierung einer das ganze Leben währenden Erwachsenenweiterbildung.

Wie ich bereits angeführt habe, ist es im Rahmen der Lehrerausbildung wünschenswert, die Studienprogramme unter Berücksichtigung der EU so zu konzipieren, dass sie „kompatibel“ sind. Diese Programme sollten in Zusammenarbeit mit den Partnereinrichtungen im Ausland erarbeitet werden. Zur Veranschaulichung möchte ich ein TEMPUS-Projekt anführen, das die Physiklehrerausbildung für allgemeinbildende Schulen betrifft. Sein Ziel besteht darin, zur Entwicklung von Hochschulsystemen in Ländern von Mittel- und Osteuropa bei der Aufnahme in die EU beizutragen.

Das **TEMPUS-Projekt S-JEP 11555-96**, dessen Initiator und Vertragsbegründer Herr Dr. sc. Burkhard Lüder von der Humboldt-Universität Berlin und dessen Koordinator Herr Doz. Dr. rer.nat. Josef Janás, CSc. von der Masaryk-Universität Brunn war, wurde 1998 erfolgreich abgeschlossen und ist auf die Kompatibilität der Studien- und Prüfungsprogramme zur Ausbildung von Physiklehrern für Grund- und Hauptschulen (Sekundarstufe 1) und Gymnasien (Sekundarstufe 2) gerichtet, und zwar unter Berücksichtigung „europäischer Dimensionen“. Im Rahmen des Projekts arbeiteten Lehrer vom Lehrstuhl für Physik der Pädagogischen Fakultät der Masaryk-Universität Brunn, Lehrer vom Lehrstuhl für Physikdidaktik der Mathematisch-Physikalischen Fakultät der Karlsuniversität Prag, Lehrer des Instituts für Physik der HU Berlin und der Dänischen Königlichen Schule für Bildungsstudien Kopenhagen (DLH) zusammen.

Das Projekt soll die Physiklehrerausbildung unter Berücksichtigung der Effektivierung der physikalischen Bildung der Jugend für das spätere Leben in der EU optimieren. Langfristiges Ziel des Projekts ist eine Physiklehrerausbildung, die von jedem Land der EU übernommen werden könnten. Bei der Lösung des Projekts wurden koordinierte Unterrichtspläne und Studien- und Prüfungsprogramme für die Physiklehrerausbildung an der Pädagogischen Fakultät der Masaryk-Universität Brunn und an der Mathematisch-Physikalischen Fakultät der Karlsuniversität Prag erarbeitet, die mit entsprechenden Programmen an der HU Berlin und der DLH gemeinsame Grundlagen haben. Das Studium nach diesen Programmen wird in Übereinstimmung mit dem Bewertungssystem ETCS organisiert.

In diesen Programmen wird neben der inhaltlichen Koordinierung auch die experimentelle Komponente betont, die eine Grundausstattung der beteiligten Arbeitsstellen durch die Fa. LEYBOLD, die sich an diesem Projekt beteiligt hat, vorsieht. Die Lehrprogramme für die Physiklehrerausbildung für Grund- und Hauptschulen an der Pädagogischen Fakultät der Masaryk-Universität Brunn befinden sich in der Anlage 1, für die HU Berlin in der Anlage 2.

Literatur

- [1] Janás J.: *Příprava a další vzdělávání učitelů fyziky v novém miléniu*. Ve: *DIDFYZ'2000 Ciele vyučovania fyziky v novom miléniu UKF*, Nitra 2001, str. 29–32. ISBN 80-8050-387-7.
- [2] *Science Trachet Training 2000* (Proceedings of the Conference). MBU, Banská Bystrica 1998. ISBN 80-8055-149-9.
- [3] Míča J.: *Metody a obsah*. MFI, 1998/99, roč. 8, s. 240–249. ISSN 1210-1761.
- [4] Nahodil J.: *Výuka fyziky, učebnice fyziky a běžný život*. MFI, 1998/99, roč. 8, s. 545–549. ISSN 1210-1761.
- [5] *Výchova k evropskému demokratickému občanství*. Ve: *IV. celostátní konference Evropského hnutí v ČR*. Praha 1998, s. 18.

Anlage 1

TEMPUS-Projekt S-JEP 11555-96

Pädagogische Fakultät der Masaryk-Universität Brunn

Lehrplan für Physik für die Lehrerausbildung für die Grund- und Hauptschulen

Legende

Standarddauer des Studiums: 4 Jahre

Jahreslimit für Pflichtstunden nach dem Statut der PF der MU:

1. Fach	10 Std.
2. Fach	10 Std.
gemeinsame Grundlagen	6 Std.

Jahreslimit für alle Studienfächer nach ECTS: 60 Pkt.

Gesamtzahl der Scheine für Physik an der PF der MU(einschließlich der gemeinsamen Grundlagen): 120 Pkt.

Bedingung für das Ablegen der Zwischenprüfung in Physik nach dem 2. Studienjahr: Gewinn 54 Pkt.

Bedingung für das Ablegen des Staatsexamens in Physik: Gewinn 106 Pkt.

Pr Teilprüfungen

LE Testat

Ko Kolloquium

Lehrgegenstand	Vorlesung St/W	ECTS Pkt	S, Ü h/t	ECTS Punkte	ECTS Punkte
Grundstudium (1. a 2. Studienjahrgang)					
<i>Obligatorisch</i>					
Mechanik und Molekular Ph.	4/PR	5	2/LE	3	8
Strom und Magnetismus	4/PR	5	2/LE	3	8
Schwingungen, Wellen, Optik	4/PR	5	2/LE	3	8
Atomphysik	3/PR	3	2/LE	2	5
Theoretische Physik I	1		1/Ko	2	2
Physik.Praktikum I.,II, III, IV			10/LE	7	7
Computer in der Physik			2/LE	1	1
Grundlagen der Mathematik für Physik I ,II	4/PR	4	3/LE	3	7
<i>Fakultativ</i>					
Physikalische Beobachtungen			4/Ko	2	2
Repetitorium der Physik für Sekundarstufe II			4/Ko	2	2
Hauptstudium (3. u. 4. Studienjahrgang)					
<i>Obligatorisch</i>					
Theoretische Physik II	2/PR	2	1/LE	1	3
Elektronik	2/PR	2	3/LE	2	4
Struktur der Materie	2		1/Ko	3	3
Astrophysik	2/PR	2	1/LE	1	3
Moderne Messmethoden			2/Ko	1	1
Geschichte der Physik			2/Ko	1	1
Physikdidaktik I, II	2/PR	3	4/LE	6	9
Physikalisches Demonstrationspraktikum I,II			6/LE	6	6
Unterrichtspraktikum I, II, III			LE	6	6
Pädagogik	1/PR	3	2/LE	2	5
Psychologie I, II	5/PR	6	6/LE	4	10
Diplomseminar I, II			2/LE	2	2
<i>Fakultativ</i>					
Kosmologie und Astrophysik	2/Ko	1			1
Halbleiter	2/Ko	1			1
Bedeutende physikalische Experimente, Aufgaben und Probleme im Physikunterricht	2/Ko	1			1
Alternativer Physikunterricht	2/Ko	1			1
Motivieren im Physikunterricht	2/Ko	2			2
Probleme in der Schulphysik	2/Ko	2			2
Insgesamt	44	40	62	66	106

Anlage 2

TEMPUS-Projekt S-JEP 11555-96
Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin

**Lehrplan für die Lehrerausbildung für die Studienfach
Physik-Mathematik für die Sekundarstufe I**

Legende

Standarddauer des Studiums: 4 Jahre

Jahreslimit für alle Studienfächer nach ECTS: 60 Pkt.

Gesamtzahl für Physik-Mathematik an der HUB: 240 Pkt.

Lehrgegenstand	Vorlesung		S, Ü		ECTS
	St/W	ECTS	St/W	ECTS	Credits
Grundstudium (1. u. 2. Studienjahr.)					
Physik I	6	8	4	6	14
Physik II	6	8	4	6	14
Physik III	5	7	3	5	12
Physik IV	6	8	2	4	12
Analyse I	4	7	2	3	10
Analyse II	4	7	2	3	10
Analyse III	4	6	2	4	10
Grundkurs der Messung I	2	4			4
Grundkurs der Messung II	4	8			8
Grundkurs der Messung III	4	8			8
Lineare Algebra	2	3	1	2	5
Theorie komplexer Funktionen	2	3	1	2	5
Fakultativer Kurs	6	8			8
Hauptstudium (3. u. 4. Studienjahr.)					
Quantenphysik II	4	8	2	4	12
Thermodynamik	2	4	1	2	6
Atom- u. Molekularphysik	3	6	1	2	8
Theoretische Physik	4	8	2	4	12
Festkörperphysik	4	7	2	3	10
Physikalische Messungen I, II	16	28			28
Teilchenphysik	4	7	2	3	10
Fakultat. Lehrgegenstand I, II	12	20	2	4	24
Forschungsprojekt	8	10			10
Insgesamt	112	183	33	57	240

Praxis – Ein unverzichtbarer Teil der Lehrerausbildung

Josef Kepka, Pädagogische Fakultät ZČU, Plzeň*

1. Einleitung

Auf Grund persönlich durchgeführter Hospitationen, Meinungen leitender Persönlichkeiten an den Schulen und das Praktikum leitende Lehrer und auch auf Grund publizierter Fachartikel tauchen Meinungen auf, dass die eigene theoretische Vorbereitung der Absolventen von pädagogischen Fakultäten ein qualitativ sehr hohes Niveau hat, aber die praktisch-pädagogische Seite der Vorbereitung (d.h. Leitung der Unterrichtsstunde und andere praktische Tätigkeiten) sehr schwach ist. Diese Fakten stimmen mit den Kenntnissen und Meinungen von Studenten der letzten Semester überein, die ihre Praxis an den Schulen absolvieren. Das führt zur Annahme, dass der Anteil an Praxis in der Vorbereitung der künftigen Lehrer nicht den heutigen Bedürfnissen entspricht.

2. Bedingungen in der Praxisausführung

Im Folgenden sollen kurz die heutigen Bedingungen bzw. Probleme der praktischen Ausbildung der Lehrer an den Lehrerfakultäten beschrieben werden.

- Die Probleme der praktischen Vorbereitung hängen damit zusammen, dass heute die ganze Lehrerausbildung auf Phase des Studiums konzentriert ist. Grundsätzliche Probleme liegen darin, dass man vom erwähnten Modell etwas erwartet, was es nicht leisten kann.
- Fakultätsschulen. In der Tschechischen Republik gibt es keine gesetzlich verankerte Institution, die die Realisierung oder zumindestens die Unterstützung der praktischen Lehrervorbereitung zum Ziel hat, es wird nirgendwo in den Gesetzen oder Anordnungen etwas über pädagogische Praxis erwähnt. Nur Beziehungen (vertragliche oder gute persönliche) zwischen der Fakultät und der Schule (Kindergarten, Grund- oder Mittelschule) ermöglichen es, dass auch Praxis gewonnen werden kann. Anspruchsvolle Aufgaben der pädagogischen Praxis (Verbesserung der Qualität, Erprobung neuer Lehrformen usw.) können so – das gilt auch für die Zukunft – nicht behandelt werden.
- Ein weiteres Problem sind die Praktikumslehrer – Praxisleiter, sog. „Fakultätslehrer“. An diese Lehrer stellen wir hohe Anforderungen: ausreichende Praxis, ein überdurchschnittliches theoretisches und didaktisches Wissen etc. Diese hohen Anforderungen stehen aber im Widerspruch zu den bestehenden Verhältnissen und zur finanziellen Honorierung dieser Tätigkeit. Es fehlt ein Fortbildungssystem und eine motivierende Karriereentwicklung. In dieser Situation ist die Behauptung, dass die Fakultäten im heutigen System über die Schulleitung keinen Einfluss auf die Besetzung einer „Fakultätslehrer“ – Stelle haben, überflüssig.
- Ein großes Problem, das die Praktika einschränkt, ist die finanzielle Ausstattung. In der Finanzplanung sind keine entsprechenden finanziellen Mittel vorgesehen, wobei klar ist, dass ein qualitativ hochwertiges Praktikum nicht kostenneutral durchgeführt werden kann. Die Finanzen aus den Entwicklungsprojekten MSMT haben in den letzten Jahren zu einer Verbesserung der Beziehungen zwischen Fakultäten und Schulen beigetragen. Ein solches System der Praktikums-Finanzierung kann so dauerhaft regelmäßig nicht gehalten werden, was auch im Rahmen der Entwicklungsprojekte für das Jahr 2003 indirekt bestätigt wurde; „Praktika“ haben dort gefehlt.
- Eine weitere interessante Frage ist der Anteil der Berufsvorbereitung und Fachvorbereitung in den Studienprogrammen. Anteile der pädagogischen und psychologischen Disziplinen

* Dr. Josef Kepka, CSc., kepka@kof.zcu.cz

sind an verschiedenen Fakultäten und in verschiedenen Studienprogrammen unterschiedlich, aber die Unterschiede sind bedeutungslos. Bei einem Vergleich mit dem Ausland stellt man fest, dass die Anzahl der Stunden (pädagogische und psychologische Disziplinen und auch Fachdidaktikstunden und Praktika) an unseren pädagogischen Fakultäten niedriger ist, im Falle der pädagogischen Praxis ca. 2 bis 3 mal.

- Eine wichtige Rolle bei der Realisierung des praktischen Teils in der Lehrerausbildung spielen Institutionen, die diese Tätigkeit koordinieren. Wir meinen, dass die leitende Institution für Praxis (Benennung unwichtig) einen „einem Lehrstuhl übergeordneten Charakter“ haben sollte und alle beteiligten Abteilungen koordiniert und kontrolliert. Anzahl und Qualität der personellen Belegschaft ergibt sich aus der „Position“ der Praktika an den einzelnen Fakultäten. Auch spielen finanzielle Mittel eine wichtige Rolle. Es wäre ideal, wenn diese Institutionen an Belegschaft und deren Qualifikation ein so hohes Niveau hätten, um die praktische Ausbildung mit Literatur zu unterstützen sowie selbst zu publizieren und eine wissenschaftliche Tätigkeit zu entwickeln.

Es ist klar, dass nur die zwei letzten Punkte durch die pädagogischen Fakultäten bearbeitet bzw. beeinflusst werden können. Die anderen Bedingungen sind für die Praxis maßgebend, aber wenig durch die Fakultäten zu beeinflussen, da sie von der Bildungspolitik bestimmt werden.

3. Studentenpraktika an der Pädagogischen Fakultät ZCU in Pilsen

Die pädagogische Praxis ist in allen Lehrerstudienprogrammen enthalten. Sie wird vom „Zentrum der pädagogischen Praxis“ geleitet, das im Auftrag der Fakultätsleitung mit den Schulen und Schuldirektoren zusammenarbeitet.

Die Fakultät hat Verträge mit einer Reihe von Kindergärten, Grund- und Mittelschulen in Pilsen. Praktika verlaufen aber auch an Schulen, die nicht unter Vertrag sind.

Am Praktikum beteiligen sich inhaltlich und organisatorisch die jeweiligen Lehrstühle. Sie bestimmen die Anforderungen. Die Lehrstuhlangestellten, vor allem Didaktiker nehmen an den Praktika mit den Studenten teil. Durch Hospitationen findet eine Kontrolle bei den Abschlusspraktika statt. Die Lehrstühle arbeiten eng mit den Lehrern an der jeweiligen Schule zusammen, z.B. bei gegenseitigen Treffen im Rahmen von Lehrstuhlsitzungen. Es werden auch gemeinsame Veranstaltungen durchgeführt (Konferenzen, Fortbildung usw.).

Als methodische Hilfestellung wird für die Studenten die sogenannte „Pädagogische Praxis“ in gedruckter Form herausgegeben. In ihr werden Anweisungen für die Praktika in jedem Fach (spezifische Fragen zum Unterricht des jeweiligen Fachs, Beispiele von Vorbereitungen für die Unterrichtsstunde und Hospitationsprotokolle, Fragen und Aufgaben).

Lehramt für die erste Stufe der Grundschule

- | | | | |
|-------------|-----|----------------------------|------------|
| 2. Jahrgang | WS: | Hörpraktikum durchgehend | (1+1) |
| 2. Jahrgang | SS: | Hörpraktikum durchgehend | (1+1) |
| 3. Jahrgang | WS: | Assistentenblockpraktikum | (1 Woche) |
| | | Abschlusspraktikum | (1 Woche) |
| 3. Jahrgang | SS: | Abschlusspraktikum | (1 Woche) |
| 4. Jahrgang | SS: | kontinuierliches Praktikum | (4 Wochen) |

Lehramt für die Sekundarstufe der Grundschule

- | | | | |
|-------------|-----|----------------------------|---|
| 3. Jahrgang | WS: | Hörpraktikum | (1 Woche, 5 Std. pro Fach) |
| 3. Jahrgang | SS: | Abschlussblockpraktikum | (2 Wochen, 10 Std. pro Fach) |
| 4. Jahrgang | SS: | kontinuierliches Praktikum | (4 Wochen, 20 Std. pro Fach + weitere Aufgaben) |

Lehramt für Mittelschulen

- | | | |
|-------------|--------------------------------|---|
| 4. Jahrgang | WS: Hörpraktikum | (1 Woche, 5 Std. pro Fach) |
| 4. Jahrgang | SS: Abschlussblockpraktikum | (2 Wochen, 10 Std. pro Fach) |
| 5. Jahrgang | SS: kontinuierliches Praktikum | (4 Wochen, 20 Std. pro Fach + weitere Aufgaben) |

4. Praktische Vorbereitung der Physiklehramtsstudenten des Instituts für allgemeine Physik in Pilsen

Die pädagogischen Praktika verlaufen nach dem oben abgedruckten Plan. Der Lehrstuhl arbeitet hierbei langfristig mit den Physiklehrern, bei denen die Studenten ihr Praktikum absolvieren, an verschiedenen Schulen zusammen. Zu dieser guten Zusammenarbeit zählt auch eine gute Hörpraktikumvorbereitung – die Studenten können an verschiedenen Unterrichtsstunden, Laborpraktika oder an anderen Veranstaltungen teilnehmen.

Auf Grund von Hinweisen von Studenten, dass man auf die (experimentelle) Schulphysik erst nach dem zweiten bzw. dritten Studienjahr trifft, reagierte der Lehrstuhl mit der Einführung des „Didaktikseminars GS, MS“, das nun in den ersten 4 Semestern, eine Stunde pro Woche, Teil des Lehrplans ist und mit einem Schein beendet wird. Diesen Unterricht leiten Grund- und Mittelschullehrer und ein Teil davon verläuft direkt an den Schulen. Inhaltspläne dieser Seminare findet man in der Broschüre „Informationen über das Studium“ und als Beispiel erwähnen wir den Inhaltsplan des „Didaktikseminars GS 3“: 1. Methodische Analyse der Elektrizität und Magnetismus an der Grundschule. 2. Demosatz und einzelne Hilfsmittel zur Demonstration der Grundphänomene. 3. Vorbereitung, Analyse und praktische Ausführung der Demo- Experimente an der Grundschule.

5. Schlusswort

Wir müssen feststellen, dass die Bedingungen für die praktische Vorbereitung der neuen Lehrer an unseren Fakultäten nicht gut sind. Die Vorgehensweisen bei der Praktikums-Planung sind ohne Konzept und unsystematisch. Sie entsprechen nicht der heutigen Entwicklung an den Schulen, einer veränderten Lehrerrolle und den aktuellen Bildungsfragen. Dies bringt für die Lehrer der Fakultät weitere Probleme mit sich, die man ohne Hilfe von außen nicht lösen kann. Das gilt auch für die Ausbildung der Physiklehrer. Eine Lösung hin zu positiven Veränderungen könnte in einer Festlegung der beruflichen Kompetenzen der Lehrer liegen (Národní program rozvoje vzdělávání v České republice, 2001, s. 43–45). Wir müssen die Physiklehrer so vorbereiten, dass sie professionell in der Praxis handeln können. Das kann man nicht nur mit Hilfe der fachlichen Kenntnisse sichern, sondern auch mit Hilfe einer guten praktischen Ausbildung.

Literaturquellen:

- [1] *Informace o studiu*. FPE ZČU, Plzeň 2002.
- [2] Kepka J.: *Aktuální otázky pedagogické praxe studentů FPE ZČU v Plzni (Sborník příspěvků z III. celostátní konference)*. UK, Praha 2003.
- [3] Kubínová M.: *Jaké jsou podmínky mezi fakultní školou a fakultou (Sborník příspěvků z III. celostátní konference)?* UK, Praha 2003.
- [4] *Národní program rozvoje vzdělávání v České republice*. ÚIV Tauris, Praha 2001.
- [5] *Pedagogická praxe – Metodické pokyny*. FPE ZČU, Plzeň 2000.
- [6] Randa M.: *Výuka astronomie na přelomu tisíciletí (Sborník příspěvků z konference Výchova a vzdělání ve věku techniky)*. FHS ZČU, Plzeň 2000.
- [7] Rýdl K.: *K pojetí a formy praxe v přípravě učitelů v zahraničí (Pedagogická konference o pedagogické praxi)*. PedF UK, Praha 2000.

- [8] Solfronk J.: *Systémový přístup k pedagogické praxi (Sborník příspěvků z III. celostátní konference)*. UK, Praha 2003.
- [9] Urbánek P.: *K modelům praktické přípravy studia učitelství*. Ve: *Pedagogická praxe – praxeologie (Sborník příspěvků z konference o praxi na PedF UK)*. UK, Praha 1997.
- [10] Vrbík V.: *Komunikativní přístup k výuce programování*. Matematika, fyzika, informatika **12**, č. 5 (2003), s. 294.

Rahmenbildungsprogramme und praktische Vorbereitung der Studenten – die zukünftigen Physiklehrer

Josef Kepka, Pädagogische Fakultät ZČU, Plzeň*

Die Einführung der Rahmenbildungsprogramme für einzelne Schulstufen und -arten und die Ausarbeitung der Schulbildungsprogramme an einzelnen Schulen von einzelnen Lehrern kann unsere Bildung beeinflussen. Nicht nur die Qualität der Vorbereitung des Programms, sondern auch die Lehrer, ihre Motivation und Begeisterung sowie ihre finanzielle Ausstattung auf einer Seite und das Niveau der pädagogischen Fähigkeiten auf anderer Seite sind entscheidende Faktoren dafür, dass der Einfluss positiv sein wird.

Bekanntlich hat das Pädagogische Forschungsinstitut in Prag die erste Version des Rahmenbildungsprogramms ausgearbeitet und an 50 Grundschulen eine einsprechende Überprüfung gestartet. Projekte, die für verschiedene Stufen der Schulen gemacht wurden, setzen voraus, dass an der Schaffung des Schulbildungsprogramms auch einzelne Lehrer teilnehmen. Deshalb ist es notwendig, dass die Lehrer mit dem Programm arbeiten können.

Es ist klar, dass die Ausarbeitung und Realisierung der Methodik des Schulbildungsprogramms in die Didaktik einzelner Fächer Einzug halten muss. Die Methodik muss sich auch im System der pädagogischen Praxis wiederfinden, denn schon Studenten im erstes Jahr an der pädagogischen Fakultät werden auf Grund dieser Programme lehren.

Der Lehrstoff der Grundbildung teilt sich in neun Grundbereiche auf:

1. Sprache und Sprachkommunikation (Tschechisch, Literatur, Fremdsprache)
2. Mathematik und ihre Anwendungen
3. Informations- und Kommunikationstechnologie
4. Der Mensch und seine Welt
5. Mensch und Gesellschaft (Staatsbürgerliche Erziehung, Geschichte)
6. Mensch und Natur (Physik, Chemie, Naturgeschichte, Erdkunde)
7. Kunst und Kultur (Erziehung zur Musik und Malerei)
8. Mensch und Gesundheit (Gesundheitslehre, Körpererziehung)
9. Mensch und Welt der Arbeit

Der zeitliche Umfang der Umsetzung an den Schulen wird im Rahmenprogramm der einzelnen Bildungsbereiche der Grundbildung (6.–9. Jahrgangsstufe) festgelegt. Die Umsetzung des Bildungsprogramms erfordert eine bereichsspezifische Stundenausstattung (z.B. im Bereich „Mensch und Natur“ sind es 22–25 Stunden für 4 Fächer in 4 Jahrgängen der Grundschule oder des Gymnasiums) und eine Gesamtstundenzahl (minimal 112 Stunden und maximal 122 Stunden für alle genannten Bereiche in 4 Jahren des Schulbesuchs). Die Differenz zwischen minimaler und maximaler Stundenausstattung kann die Schule für ihre Zwecke nutzen, z.B. zur Erhöhung der Stundenzahl in anderen Bildungsbereichen, zur Profilbildung der Schule oder für einzelne Klassen zur Erhöhung der Anzahl wählbarer Fächer. Aus diesem kurzen Entwurf wird deutlich, dass einige Fächer gegenüber den Bildungsplänen mit einer geringeren Stundenzahl ausgestattet werden.

Physik ist einem Unterrichtsblock mit Chemie, Naturgeschichte und Erdkunde zugeordnet. Der Lehrstoff dieses Blocks ist in folgende Grundbereiche eingeteilt:

- Stoff und Körper; Bewegungen von Körpern.
- Kräfte
- Gesetze der Flüssigkeiten und Gase.
- Energie

* Dr. Josef Kepka, CSc., kepka@kof.zcu.cz

- Akustik
- Elektromagnetische Phänomene
- Optische Phänomene
- Weltraum

Nach der Absolvierung dieses Bildungszeitraums wird erwartet, dass der Schüler:

- wichtige physikalische Eigenschaften von Stoffen und Körpern kennt und einige von ihnen mittels ausgesuchter Methoden messen kann.
- physikalische Gesetze zur Lösung physikalischer und praktischer Probleme benutzt, z.B. Gesetze der Körperbewegung, Gesetze der Änderungen von Energiearten und der Energieübertragung, Gesetze der Schall- und Lichtausbreitung, Gesetze elektromagnetischer Vorgänge, Gesetze des Aufbaus von Materie und kosmologische Zusammenhänge.
- physikalische Fachbegriffe, bedeutende physikalische Theorien und die physikalische Terminologie verwendet.
- fähig ist, unter Berücksichtigung von Sicherheitsbestimmungen, physikalische Beobachtungen, Experimente und Messungen, insbesondere mit elektrischem Strom, zu machen.

Dazu kommen noch Fähigkeiten, die die Schüler in den anderen drei Fächern des Bildungsbereichs „Mensch und Natur“ gewinnen und sich aneignen sollen. In diesem Bildungsbereich wird auch vorausgesetzt, dass der Lehrstoff (d.h. Physik, Chemie, Naturgeschichte, Erdkunde) in der Regel in einzelnen Unterrichtsfächern vermittelt wird. Unter Berücksichtigung schulischer Randbedingungen können in diesem Bereich auch integrierte Unterrichtsfächer oder andere Formen der zusammenfassenden Vermittlung des Lehrstoffs der einzelnen Fachgebiete geschaffen werden.

Die Ausarbeitung des Schulbildungsprogramms sollte in Zukunft ein wesentlicher Bestandteil der Ausbildung von Physiklehrern und ihrer pädagogischen Praxis sein. Studenten müssen sich hierzu eine ganze Reihe von allgemeinen Erkenntnissen zu Themen aneignen wie z.B. Schulprofil, Bedingungen für Bildungsarbeit, Mitarbeit mit außerschulischen Partnern, Konstruktion des Lehrplans usw. Eine Version des Rahmenbildungsprogramms für Grundschulen zitiert dazu einen ganzen Komplex allgemeiner Kompetenzen. Dieser Komplex erfüllt dann seine Funktion, wenn er der Formulierung spezifischer Ziele dient. Diese spezifischen Ziele müssen an die allgemeinen Ziele anknüpfen und sie müssen kontrolliert werden. Ohne Kontrolle wird die Formulierung allgemeiner Kompetenzen nur eine inhaltslose Begriffssammlung bleiben. Die grundsätzliche Aufgabe der Ausbildung zukünftiger Physiklehrer und ihrer pädagogischen Praxis ist, ihre Fähigkeiten in konkreten pädagogischen Situationen zu fortzuentwickeln. Dazu ist es notwendig, dass Hochschullehrer und Praktikumslehrer zusammenarbeiten und die Studenten führen.

Der Physikunterricht vermittelt Schülern sehr wichtige Fähigkeiten, die für das Leben jedes Menschen notwendig sind. Ihre Festigung beansprucht neue Methoden in der Ausbildung zukünftiger Physiklehrer – besonders im Zusammenhang mit dem praktischen Teil ihrer Vorbereitung.

Literaturquellen:

- [1] Fenclová J.: *Didaktické jednání a myšlení učitele fyziky*. SPN, Praha 1984.
- [2] Fenclová J.: *K perspektivám fyzikálního vzdělání v didaktickém systému přírodních věd*. Academia, Praha 1984.
- [3] Kepka J.: *Výuka fyziky po roce 2000*. Ve: Demjňčuk N., Pinc Z.: *Výchova a vzdělání ve věku Techniky (Sborník z konference)*. FHS ZČU, Plzeň 2000.
- [4] *Národní program rozvoje vzdělávání v ČR*. MŠMT, Praha 2001.

- [5] Randa M.: *Výuka astronomie na přelomu tisíciletí. (Sborník z konference Fyzika a vzdělání na přelomu tisíciletí)*. FHS ZČU, Plzeň 2000.
- [6] Rauner K. a kol.: *Fyzika pro 6.ročník (učebnice, met.příručka, pracovní sešit)*. Nakl. Fraus Plzeň, v tisku.
- [7] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. VÚP, Praha, 2002.
- [8] Volf I., Vlček V.: *Integrované vyučování přírodním vědám a výchova žáků k tvořivosti*. Ve: *Výchova žáků k tvořivosti*. PeF, Hradec Králové 1982.
- [9] *Vzdělávací program základní škola*. Fortuna, Praha 1998.

Geschichte und Gegenwart des Kernkraftwerks Temelín (Vorschlag für eine Exkursion)

Soňa Křítková, ČEZ, a.s.*

Die Exkursion gehört zu den speziellen Organisationsformen von Bildungsveranstaltungen. Die Hauptbedeutungen einer Exkursion sind zwei: die Teilnehmer gewinnen zum einen eine Anschauungsvorstellung und zum anderen Lebenserfahrung. Man kann auch sagen, dass die Exkursion dazu dienen kann, die Lücke zwischen Theorie und Praxis zu füllen /1/. Lepil betont, dass Exkursionen es ermöglichen, Studenten die Bedeutung der Wissenschaft für eine praktische Tätigkeit erkennen zu lassen. Weiterhin tragen Exkursionen zur Entwicklung der Beobachtungsfähigkeiten der Teilnehmer bei, die in Kontakt mit der realen Welt kommen und die Anwendung physikalischer Erkenntnisse mit ihren eigenen Augen sehen /3/. Das Thema „Exkursionen“ ist relativ gut von Kepka behandelt worden /2/, einige weitere Veranstaltungsformen findet man in der Diplomarbeit von Šebesta /4/. In diesem Artikel möchten wir einen kurzen Entwurf einer Exkursion in eine vieldiskutierte Anlage vorstellen – ins Kernkraftwerk Temelín.

Das Kernkraftwerk Temelín befindet sich 6 km südwestlich der Stadt Týn nad Vltavou und liegt 25 km nördlich der Stadt České Budějovice.

Die Vorbereitung der Projektierungsphase dieses Kernkraftwerksbaus wurde für den Ort Malovice in Südmähren im Jahre 1978 gestartet. Als Reservestandort verfolgte man einen Ort in der Nähe der Gemeinde Temelín. Nach der Bewertung durch detaillierte geologische, hydrogeologische und seismische Forschungen wurde Temelín für den Bau des Kernkraftwerks mit einer Leistung von 4000 MW als zweifelsfrei geeigneter Standort ausgewählt.

Die Bauarbeiten auf der Hauptbaustelle starteten im Jahre 1986. Nach den politischen Änderungen von 1989 wurde auf Regierungsebene beschlossen, dass der Bauumfang von vier auf zwei Reaktorblöcke reduziert werden sollte. Später hat das Management der ČEZ, a.s., entschieden (mit dem Ziel, die Kernsicherheit auf das Niveau der technologisch höchst fortgeschrittenen Staaten zu erhöhen), dass das Informations-, Regel- und Steuersystem ersetzt und der Lieferant des Kernbrennstoffs geändert werden muss. Mit der Ersteinsetzung des Kernbrennstoffs im Juli 2000 begann die physikalische Inbetriebsetzung des modernisierten ersten Kraftwerkblocks.

Im Laufe des Baus wurde das ursprüngliche Projekt (die Auswahl eines Standorts, die bauliche und technische Lösung) sowie die Projektänderungen mehrmals durch die staatliche Aufsichtsbehörde für Reaktorsicherheit, durch Spezialistenteams der Internationalen Atomenergiebehörde sowie die Expertenfirmen nachgeprüft. Die Umsetzung der Projektänderungen und der Expertenempfehlungen stellt sicher, dass beide Kernkraftblöcke in Temelín aus Sicht der Technik, Kernsicherheit und Personalvorbereitung im Vergleich mit westlichen Kernkraftwerken des 20. Jahrhunderts eine völlig ebenbürtige Stellung einnimmt. Dass die Beeinflussung der Umwelt durch das KKW Temelín sehr gering ist, wurde durch nicht weniger als 40 unabhängige Studien begutachtet.

Das KKW Temelín ist mit Reaktoren WER 1000 ausgestattet, die in Škoda Plzeň gemäß der sowjetischen Ausführungsdokumentation hergestellt wurden. Es handelt sich um sog. Druckwasserreaktoren, welche zu den sichersten und am meisten genutzten Kernreaktoren der Welt gehören. Das KKW Temelín weist, im Gegensatz zum KKW Dukovany, eine Monoblockausführung auf, d.h. der Reaktor, die Turbine mit dem Generator und alle Hilfseinrichtungen des Reaktors sowie des Turbogeneratorsatzes stellen einen Produktionsblock dar. Andere Hilfsbetriebsstelle (z.B. Kühlwasseraufbereitungsstation, technologische Werkstätten,

* RNDr. Soňa Křítková, kritks1.hsp@mail.cez.cz

Feuerbereitschaftsstation, Kompressorenstation, Kälteerzeugungsstation, usw.) sind in separaten Gebäuden inmitten des KKW-Areals untergebracht. Außerhalb des KKW-Areals (in direkter Nähe des Talsperrendamms in Hněvkovice) befindet sich an dem Fluss Vltava die Wasserpumpstation.

Eine außergewöhnliche Aufmerksamkeit wird während aller Entwicklungsstadien dieses Kernkraftwerks (Standortauswahl, Projektierung, Inbetriebnahme, Betrieb) der Kernsicherheit gewidmet. Diese versteht man als einen Komplex von Maßnahmen und Mitteln, die den Prozess der Kernenergiegewinnung auf eine solche Art und Weise sicherstellen, dass es zu keiner unkontrollierten Betriebssituation und zu keinem unkontrollierten Entweichen der bei der Kernreaktion entstehenden radioaktiven Substanzen in die Umwelt kommen kann.

Die Basiskonzeption der Kernsicherheit in einem Kernkraftwerk beruht auf dem Aufbau einer Reihe unabhängiger Barrieren gegen das Entweichen der radioaktiven Substanzen in die Umwelt (bestehend aus der Umhüllung der Brennelemente, dem Druckbehälter des Reaktors und den Wänden des Primärkreislaufs sowie der hermetischen Hülle des Containers). Zu den wichtigen Komponenten der Kernsicherheitsrealisierung gehört auch die Redundanz der Sicherheitssysteme und die Selbstregeleigenschaft des Druckwasserreaktors (negative Rückführung).

Mittels der Containervolldruckhülle aus vorgespanntem Stahlbeton ist die Umwelt vor den Auswirkungen eines möglichen Verstrahlungsunfalls inmitten des Primärkreislaufs gesichert. Diese aber dient auch zur Abschirmung des Primärkreislaufs vor äußeren Einflüssen (wie Absturz eines Flugzeugs, Terroristenattacke, Erdbeben, extreme meteorologische Ereignisse).

Das hohe professionelle Niveau des Betriebspersonals stellt auch eine wichtige Komponente des sicheren KKW-Betriebs dar, insbesondere betreffend der Operatoren des primären und sekundären Kreislaufs. Zum Zweck der permanenten und systematischen Personalvorbereitung wurde im Areal des KKW Temelín ein Kompaktsimulator der Blockwarte installiert. Es handelt sich um ein mathematisches Modell des Kraftwerks, das mittels Software auf einem Hochleistungsrechner läuft und mit der genauen Kopie des Warteraums des Produktionsblocks gekoppelt ist. Damit ist es den Operatoren möglich, die normalen Routineoperationen des KKW-Blocks zu trainieren und zu meistern (Anfahren, Normalbetrieb auf vorgegebenem Leistungsniveau, Änderungen des Leistungsniveaus, Reaktorabstellung). Es ist jedoch insbesondere an das Training zum Umgang mit wenig wahrscheinlichen außerordentlichen Blockbetriebszuständen gedacht. Eventuelle technische Änderungen der Realeinrichtung im Rahmen des KKW-Lebenslaufs werden in das mathematische Modell einbezogen und damit stellt der Simulator immer eine genaue Kopie des aktuellen Blocksausstattungsstandes dar.

Ergänzend zu diesem Artikel findet man viel detailliertere Informationen im Informationszentrum des Kraftwerks, das sich unweit des KKW in dem renovierten Schloss Vysoký Hrádek befindet. Seine Räume sind täglich geöffnet.

Exkursionen ins KKW-Areal und in ausgewählte Objekte des KKW können auf telefonische oder schriftliche Anfragen hin vereinbart werden.

Die Adresse: Informationszentrum KKW Temelín
373 05 Temelín-elektřárna
tel.: 385782639, fax: 385784900
e-mail: infocentrum.ete@mail.cez.cz

Literaturquellen:

- [1] Baník R., Janovič J.: *Teória vyučovania fyziky*. Alfa, Bratislava 1973.
- [2] Kepka J.: *Tip na školní výlet*. Školská fyzika, r.5, č.3.
- [3] Fuka J., Lepil O., Bednařík M.: *Didaktika fyziky*. UP, Olomouc 1981.
- [4] Šebesta J.: *Exkurze z fyziky*. Diplomová práce, KOF FPE ZČU, Plzeň 2003.

Modernisierung in der Ausbildung der Physiklehrer – Gründe, Methoden, Ergebnisse

Aleš Lacina^{}, Naturwissenschaftliche Fakultät MU Brno*

1. Der tschechische Lehrer gestern und heute

Der tschechische Lehrer war nie wohlhabend. Und trotzdem waren in den glücklicheren Zeiten viele auf ihrem Gebiet hoch respektiert. Ihre finanzielle Lage hat das aber meistens nicht beeinflusst. Diese Ausbildungsträger, so wichtig sie für das künftige Kulturniveau und die materielle Prosperität der Nation sind, hatten davon immer nur einen geringen Profit. Vielleicht mit der Ausnahme der privaten Erzieher der Kindern von Adligen, die aber ihren Herrschaften auch völlig unterworfen waren. Es handelte sich dabei meist um begeisterte (oder im Gegensatz auch um verlorene) Existenzen, für die die Höhe der Entlohnung oder die gesellschaftliche Anerkennung unwichtig waren. Der wachsende Verbraucherstandard und die oft betonte Notwendigkeit des höheren Ausbildungsniveaus begleiten dabei geradezu auf paradoxe Weise eine relativ sinkende materielle und – bei der heutigen Geldanbetung und ökonomischem Erfolg – auch gesellschaftliche Lage der Pädagogen.

Obwohl jede Generation, jeder Mensch, seinen Lehrern vieles verdankt, nur wenige geben das zu und die Gesellschaft als ganzes zieht davon keine praktischen Konsequenzen. Die Lehrer bleiben bei uns unterschätzt. Die bittere aktuelle Folge dieses langfristigen Trends ist ein geringes Interesse am Lehrerberuf. Folge dieses Trends ist eine drastische Verringerung der Anzahl und der Qualität der Studienbewerber an der pädagogischen Fakultät. Es muss sicherlich nicht erwähnt werden, was für eine Perspektive uns in die Zukunft erwartet.

2. Reformen – Antrieb des Fortschritts an den Schulen

Typisch für das (tschechische) Schulwesen sind die zahlreichen Reformen (z.B. [1]). Positive Folgen hatte davon aber nur ein kleiner Teil. Zweifellos sind alle revolutionäre Reformen immer riskant. Deswegen werden in den stabilen, mit Verstand geführten Gesellschaften, immer vor den radikalen Schritten die Evolutionsveränderungen eingesetzt. Da wir Zeugen (und manche von uns auch oft aktive Teilnehmer) der allmählichen Destruktion der nötigen Ordnung im Schulwesen sind, ist es hier fast unnötig, zur besonderen Bedachtsamkeit und Vorsicht zu ermuntern und zu erwähnen, dass um nicht weniger als die Ausbildung und das kulturelle Niveau der Nation geht.

Unser Ausbildungssystem wurde in den letzten Jahren wieder zum Versuchsfeld für die starken Reformambitionen verschiedener pädagogischer Experimentatoren. Zu ihnen zählen von etablierten Reformatoren, die durch ihr ständiges Eingreifen in das Ausbildungssystem die Rechtfertigung ihrer Arbeitsplätze oder sogar ganzer Institutionen liefern, über Konformisten bis hin zu den initiativen, unabhängigen Reformatoren, die von der Richtigkeit ihrer Methoden überzeugt sind, wobei sie behaupten, dass diese Methoden bei uns noch niemand verwendet habe. Diese nebenbürtige Reformbewegung hat ihre Analogien auch in den anderen Lebensbereichen der heutigen tschechischen Gesellschaft. Es gehört zum „guten Ton“, trotz aller Schäden, die dieser Automatismus schon verursacht hat, alles Alte als das Erbe der Totalität und eine Bremse des gewollten Fortschrittes zu negieren.

Unsere heutigen Schulreformen haben, wie es bei uns fast die Regel ist, ihre Quelle im Ausland – diesmal selbstverständlich im Westen. Die Vertreter dieser Schulreformen vergessen aber die wiederholte warnende Kritik am englischen Ausbildungssystem und das auch von namhaften Persönlichkeiten, die an diesem System selbst mitgewirkt haben (z.B. [2–6])

^{*} Doc. RNDr. Aleš Lacina, CSc., lacina@physics.muni.cz

und weitere). Manche von diesen Kritikern haben sogar seiner Zeit die osteuropäische naturwissenschaftliche Ausbildung als Vorbild bezeichnet, der das englische und vor allem das amerikanische Schulwesen folgen sollte. Es ist unwahrscheinlich, dass die Vertreter der heutigen Modernisierung tschechischer Schulen über diese Appelle nichts wussten. Möglicherweise ist diesen Vertretern aber der große Unterschied zwischen der Ausbildung und dem Kulturniveau der bewunderten Fachleute der westlichen Welt, die irrtümlich für ein typisches Produkt des dortigen Schulwesens gehalten werden, und den üblichen Leuten dieser Länder, entgangen [6].

Für die Situation des tschechischen Schulwesens an der Wende vom 20. zum 21. Jahrhundert ist charakteristisch, dass je schwächer begründet und schlechter vorbereitet die durchgeführten Veränderungen sind, desto verbissener werden die durchgesetzt. In dieser hektischen Atmosphäre werden vage Hinweise an europäische oder weltweite Trends als ausreichend angesehen, ohne auf die Notwendigkeit einer sachlichen Diskussion zu beharren. Diese Argumentation, falls jemand diese überhaupt erwähnt, wird regelmäßig unterschätzt und ein eventueller Hinweis auf engere Zusammenhänge oder sogar auf die Notwendigkeit, manche von diesen erprobten Vorgängen zu behalten, wird meist als Verzögerung, manchmal sogar als Querulantenentum betrachtet. Solche Praxis der vorbehaltlosen Übernahme der Modetrends – außer der Ignorierung ihrer Kritiker – stellt dabei die Tatsache in Frage, dass auch die durchschnittlichen Studenten oder Absolventen unserer Schulen, beim Studium in den Ländern, die uns als Inspiration dienen sollten, zu den besten Studenten gehören oder mindestens gehörten. Und das auch trotz des großen Handicaps, das die fremdsprachliche Umgebung für diese Studenten bedeutet. Anhand dieser Muster werden wir uns sicherlich viele neue Probleme bereiten, die wir vorher nicht hatten. Im Westen, der momentan unser Vorbild ist, ist das Schulwesen auch nicht ideal. Statt diese Tatsache konstruktiv zu reflektieren, tun wir – als Nachahmungsreflex mit dem Verlangen nach dem Weltruf – alles dafür, dass auch wir in den Sachen nicht zurückbleiben, die auch dort nicht erfolgreich waren. Es ist sicherlich nichts Neues, dass man am leichtesten die oberflächlichen, einfachsten aber auch die minderwertigsten Sachen kopiert und dass durch eine Haltung, die sich durch ständige Reformen an allem was im Schulwesen überhaupt existiert, auszeichnet, man mehr Schäden anrichten als etwas verbessern kann. Es ist bezeichnend, dass auch in den westlichen Ländern nicht alle Physikdidaktiker und Pädagogen der aktuellen Dynamik und den Entwicklungstrends unterliegen. Manche davon betonen die Notwendigkeit der intellektuellen Ehrlichkeit und Entwicklung des kritischen Denkens, die Notwendigkeit zur Ordnung bei der Arbeit und beim Denken, die Notwendigkeit und Unterstützung der Fähigkeiten bei der Orientierung in Fakten inkl. Detaildiskussion zu den passenden Arten der Präsentation der reichen Auswahl konkreter Physikthemen, die uns den hohen Zielen näher bringen [7]. Diese werden bei uns aber als mögliches Vorbild nicht in Erwägung gezogen.

3. Modernisierung des Ausbildungssystems

In der letzten Zeit wird in den pädagogisch – theoretischen Kreisen, in den am Schulwesen orientierten publizistischen Sendungen (Radio u. Fernsehen), in Zeitungsartikeln und leider – was höchst alarmierend ist – auch an der ganzen Reihe der progressiven Schulen eine merkwürdige Idee durchgesetzt: Die Ausbildungstätigkeit soll vor allem zu einer Beherrschung konkreter praktischer Tätigkeiten, zum Training der Anpassungsfähigkeit und zum Training der Fähigkeiten der Informationssuche, zur Teamarbeit und zur Meinungsverteidigung (z.B. [8]) führen. Zweifellos handelt es sich hier um vernünftige Teilforderungen. Falls wir aber diesen Komplex als eine Aufzählung der Hauptziele der allgemeinen Ausbildung betrachten, wie dieser in der Regel genannt wird, bleibt nichts anderes übrig als zu sagen, dass er unvollständig ist: Nicht nur, dass er keine weiteren vergleichbaren Punkte (Ernsthaftigkeit) beinhaltet, sondern auch keine Forderungen, die laut meiner Überzeugung wesentlich wichtiger sind.

Tatsache ist, dass es sich um keine Unterlassung oder ein Missverständnis handelt, sondern um eine bewusste Wertgestaltung. Das folgt aus den häufigen Explizitäußerungen, dass zum Lernen bzw. zur Ausbildung weder die Weitergabe oder Beherrschung der Kenntnisse gehöre noch ihre mögliche Reproduktion dazu zähle. Ganz offensichtlich ist das beim folgenden Zitat:

„Wer beherrscht Physik besser: derjenige, der im Kopf Definitionen und Formeln hat, als auch wenn er kein komplizierteres Problem lösen kann, oder derjenige, der die Probleme lösen kann – obwohl er keine Definitionen auf der Zunge hat und die Formeln auf den Spickzetteln sucht? Die Antwort ist klar, die Leute, die Physik in der Praxis verwenden, sollten keine Definitionen und Formeln auswendig wiederholen. Sie können bei ihrer Arbeit alle Bücher und Hilfsmittel verwenden...“ [9].

Authentische Formulierung solcher ausgeprägten Meinung, die ich deutlich bestreite, sowohl auch ihre alternative Äußerung, die man an verschiedensten Stellen antreffen kann, halte ich für sehr instruktiv. Der Autor nennt im Gegenteil ganz nutzlos und für mich wenig verständlich Sachen, die sich ergänzen sollen. Im Weiteren vergisst er wichtige Fakten, dass *die Leute, die Physik in der Praxis verwenden*, diese Sachen ziemlich gut lernen mussten. Und schließlich verkompliziert er mit seinem demagogischen Stil jede seriöse Diskussion.

Fachleute der Erkenntnis- bzw. Lerntheorie unterscheiden zwei grundsätzliche Kenntniskategorien: deklarative und operative Kenntnisse [10].

Deklaratives Wissen beruht in den Kenntnissen der „Fakten“ – dass die Erde, die Sonne umläuft, dass die Materien aus den diskreten Atomen und Molekülen besteht, dass die Lebewesen Sauerstoff atmen und Kohlendioxid ausatmen. Operatives Wissen umfasst sowohl Begreifen der Ursachen die solche deklarative Kenntnisse bedingen (Wie wissen wir, dass die Erde die Sonne umrundet und warum akzeptieren wir diese Meinung, wenn es scheint, dass es ganz umgekehrt ist?, Was beweist, dass die Struktur der Materie nicht kompakt sondern diskret ist?, Was verstehen wir unter „Sauerstoff“ und „Kohlendioxid“?, Wie erkennen wir, dass es zwei verschiedene Stoffe sind?, als auch Verstehen der Ernsthaftigkeit vom deklarativen Wissen in den neuen oder abnormalen Situationen und die Fähigkeit, sie an diese Situationen zu applizieren und zu modifizieren.“ [5]

In dem kognitiven Prozess bilden die deklarativen und operativen Kenntnisse zwei Seiten einer Münze und deswegen hat es keinen Sinn, sie voneinander zu trennen oder sie gegeneinander zu stellen.

Die zweite – im bestimmten Sinne verwandte – beliebte aktuelle Modernisierungstendenz ist die Verstärkung der heuristischen Unterrichtsmethoden und ihrer angewandten Formen. Diese Bemühungen sind sehr lobenswert, weil sie – im angemessenen Umfang eingesetzt – den Unterricht lebendiger machen, Interesse erregen, motivieren, die praktische Nützlichkeit des Lehrstoffes demonstrieren. Die zukünftigen (auch die heutigen) Lehrer sollten deswegen auch in dieser Haltung trainiert werden und sollten diese bestens beherrschen. Gleichzeitig sollten sie sich aber der Gefahr bewusst sein, die eine potenzielle Verabsolutierung dieser Unterrichtsart mit sich bringt. Anstatt des gut organisierten Ganzen mit inneren und äußeren Zusammenhängen, zu dessen Erschaffung der ganze systematische Unterricht orientiert sein sollte, entsteht in diesem Falle ein Komplex der getrennten, wenn auch für den Zuhörer oder Zuschauer attraktiven, Fragmente. Einen solchen Komplex kann man Physik nennen so wie man einen Haufen von Ziegeln ein Haus nennt. Darüber, ob man bei Schülern bzw. Studenten, deren Interesse mit dieser Art und Weise schon gewonnen wurde, ein entsprechendes System nachträglich erschaffen kann, bin ich skeptisch. Eine nachträgliche Ordnungsverschaffung dort, wo sie vom Anfang an nicht verwendet wurde, ist ziemlich schwierig (Falls so etwas überhaupt eine Erfolgschance hat). So etwas verlangt nämlich eine grundsätzliche Veränderung der gesamten Haltung, Arbeitsweise und auch mehr Disziplin beim Denken und dazu noch mehr Zeit, die im Physikunterricht an der Mittelschule sowieso fehlt [11].

Um möglichen Missverständnissen vorzubeugen, erkläre ich, dass ich die Nützlichkeit der aktivierenden Formen der Arbeit und der heuristischen Vorgehensweise im Physikunterricht an allen Schulen nicht in Frage stelle. Ich bin aber im Gegenteil zu den einseitigen Vertretern (z. B. [12], [13], [P1], [P2]) davon überzeugt, dass diese Methode nur als eine motivierende und demonstrative Ergänzung verwendet werden sollte. Diejenigen Leute, die Physik, oder nur eine Partie davon auf einem gewissen Niveau bewältigt haben, können von der heuristischen Arbeitsmethode profitieren (Spaß haben). Bei den Anfängern sollte aber die Physik systematisch präsentiert werden. So dass vor ihnen allmählich eine respektable, logisch konsistente, innerlich verbundene Konstruktion wächst, die der Welt eine solide Grundlage und genaue Ordnung gibt. Das Bewusstsein dieser Ordnung und Respekt davor sollte bei der heranreifenden Generation in der zerstreuten postmodernen Welt auch aus menschlicher Sicht positiv wirken.

4. Ziele der allgemeinen Ausbildung

Allgemeines Ziel der ganzen Ausbildung, handle es sich um Grundschule, Mittelschule oder Hochschule, ist die intellektuelle Unabhängigkeit des gebildeten Subjektes. Außer den nötigen konkreten Kenntnissen heißt das praktisch, das Subjekt – auf einem entsprechenden Ausbildungsniveau – mit den folgenden Fähigkeiten auszurüsten:

- das Gelesene (das Gehörte, das Beobachtete) zu verstehen,
- das Wesentliche zu erfassen (und zu formulieren), d.h. das Wesentliche von dem Unwichtigen zu unterscheiden,
- im Text oder in einer anderen Aussage die Zusammenhänge an einer Seite, mögliche Unkonsistenzen, Widersprüche oder Fehler an der anderen Seite zu finden,
- unter Information, Argument, Hypothese, Begründung, Ableitung zu unterscheiden,
- zu begreifen, dass der Kern der verwendeten Begriffe auf der Idee beruht, wobei die Benennung sekundär ist und dass sich das Verstehen nicht nur bei der Verwendung der Fachterminologie beglaubigen lässt,
- den bestimmten Komplex der Komplexe zu hierarchisieren und zu systematisieren,
- aus dem Komplex der Fakten ihre Konsequenzen zu ziehen,
- die erworbenen Kenntnisse praktisch zu verwenden,
- sich in den Fakten der Welt zu orientieren,
- sich weiter fortzubilden.

(In der physikalischen Ausbildung sind wir in diesem Zusammenhang gewöhnt, über die Erschaffung eines physikalischen Weltbildes und über die Zueignung der physikalischen Denkweise zu sprechen). Diese Ausbildung kann man auf keinem Niveau ohne eine bestimmte, ziemlich umfangreiche Informationsmenge – deklarative Kenntnisse erreichen. Die realen operativen Kenntnisse sind dann ohne eine genaue treffende und verständliche Ausdrucksweise unvorstellbar.

Das Erreichen dieser Kompetenzen ist einer der grundlegenden Imperative von jeder systematischen Bildung. Forderung, auf deren Erfüllung man ohne katastrophale Folgen für das intellektuelle Niveau der Nation nicht verzichten kann. Die Gefahr ist dabei um so größer, dass der mögliche Misserfolg im vollen Ausmaß erst mit großer Verspätung ans Licht kommt, wo man die meisten Schäden nur schwer gut machen kann. Es sollte sich also um eine richtige Priorität handeln – die höchste Pflicht von allen, die für die Realisierung der Ausbildung verantwortlich sind. Manche der Autoritäten sind der Hinsicht, früher oft als politische Reife genannt: Strebsamkeit, mehr oder weniger automatisches Appellbegreifen der Vorgesetzten oder der anders Mächtigen. Die Folge des oben Genannten ist die heutige unerfreuliche Situation, wo statt einer Unterstützung und einer guten Bewertung der bescheidenen täglichen Lehrarbeit – die offensichtlich keine dauerhaften Reformen von allem braucht, was noch nicht re-

formiert wurde – die größte Aufmerksamkeit einer gesellschaftlichen Bestellung, ökonomischem Druck, Konzeptveränderungen, neuen Unterrichtszielen für das neue Jahrtausend, Transformationsproblematik der neuesten Kenntnisse moderner Wissenschaft in den Unterricht, Lehrstoffstandardisierung neuen didaktischen Strategien und Technologien usw., gewidmet wird.

Es wäre eine Illusion anzunehmen, dass durch die Konzeption-, Strategie- oder Technologieveränderung man mehr lernen kann. Mehr als eine wirkliche Entfaltung der Didaktik verursachen diese Tendenzen ihre Herabstufung zu Gunsten der heute bevorzugten Dynamisierung des Unterrichtsprozesses. Die wirkliche Bedeutung liegt mehr in der Gewinnung der Projektunterstützung oder in der Befriedigung anderer persönlichen Ambitionen als an der konkreten Hilfe im Unterricht des jeweiligen Faches.

Seit ewig wusste man, dass der begeisterte, kluge und gebildete Lehrer seinen Schülern genau solche Informationsmenge vermitteln kann, die sie bearbeiten können, und auch die Ergebnisse ihrer (und auch seiner) Arbeit kontrollieren kann. Er kann sie mit seiner Begeisterung für die Sache, mit seinem Verständnis und mit der Einordnung des Faches in den Alltag motivieren, und so die Schützlinge für aktive Zusammenarbeit gewinnen. Die Erziehung solcher Pädagogen sollte zum Ergeiz zu einem der höchsten Ziele aller Institutionen werden, die zukünftigen Lehrer vorbereiten. Das es sich um keine triviale Angelegenheit handelt, sollten vor allem diejenigen Fakultäten wahr nehmen, die dazu neigen- im Sinne der eigenen Traditionen, unter dem Einfluss der Modetrends oder unter anderen Aspekten- das Physikstudium nur als ein Nebenfach zu einem Fachstudium oder zu einem anderen Studientyp zu sehen [P3].

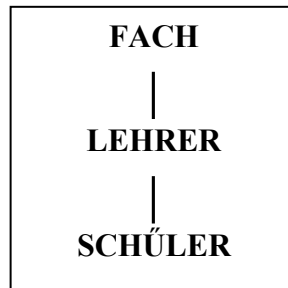
An der anderen Seite ist es falsch zu glauben, dass die Manipulation mit den Formen der deklarativen oder operativen Kenntnisse oder das Durchsetzen heuristischer oder anderer Methoden, auch wenn dieses verantwortungsvoller eingesetzt wird, das Problem der Ausbildung klärt. Die qualitativ besseren operativen Kenntnisse kann man aber nicht durch die Lehrertätigkeit gewinnen. Jeder Pädagoge weiß, dass der gut geführte, kluge, aufgeweckte und an der Problematik interessierte Schüler die nicht näher erklärten deklarativen Informationen selber „antastet“ und im Kopf bearbeitet und das auch ohne operative Anweisungen (weil er wissen will, warum die Sachen gerade so sind, wie sie sind, wie die Sachen funktionieren und wohin sie führen). Er braucht diese Informationen unbedingt als Material für das weitere Denken und für eine sinnlich-praktische Arbeit. Ein schwacher an der Sache nicht interessierter Schüler „ergreift“ meistens nur ein konkretes operatives Muster ohne dies tiefer zu begreifen und ohne Zusammenhänge.

Die eigentlich politische Aufgabe, die Mittelschulausbildung fast der ganzen Population und die Hochschulausbildung einer höheren Anzahl der Bewohner zu gewährleisten, wird das Ausbildungsniveau der Nation nicht steigern, auch wenn man die neuesten pädagogischen und didaktischen Tricks unterstützen würde. Es wird aber sicherlich das Niveau der durchschnittlichen Absolventen der Mittel- und Hochschulen senken und als Folge auch das Niveau der Schulen. Die begabten Leute sind nämlich in jeder Generation gleich vertreten, wobei mit niedrigeren Mentalkenntnissen niemand in einer kürzeren Zeit und mit weniger Arbeitseinsatz auch bei allen Erfolgen der pädagogischen Wissenschaft und bei allen Aktivitäten der Reformteams gebildet wird.

5. Moderne Auffassung im Lehrer-Schüler Verhältnis

Der Ausbildungsprozess ist eine Interaktion von drei Punkten – Objekt, Lehrer und auszubildendes Subjekt (Schüler). Diese sind individuell spezifisch und ändern sich in der Zeit, Qualität und auch in der Quantität. Aus der Grundlage des Ausbildungsprozesses folgt, dass das Fundament dieser Aktivität das Objekt selbst ist und so muss es vom Lehrer und Schüler akzeptiert werden. Mögliche Versuche, diese Hierarchie zu verändern und den Lehrer oder

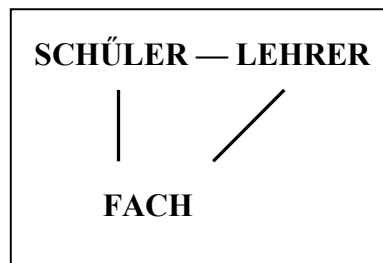
den Schüler an die erste Stelle zu setzen, tragen mit sich ein großes Deformationsrisiko oder mindestens eine problematische Fachreduktion; eher führt so was dazu. (Um mögliche Missverständnisse zu vermeiden, betonen wir explizit, dass diese Aussage kein inhaltlich-maximalistischer Appell ist, sondern gerade umgekehrt, äußert eine natürliche Forderung aus dem Fach das Wesentliche und die besten Ideen qualifiziert auszuwählen – mit der Art und Weise und im Umfang, die der Ausbildungsstufe und dem Typ der Schule entsprechen; selbstverständlich auch mit der Rücksicht auf angemessene praktische Anwendungen).



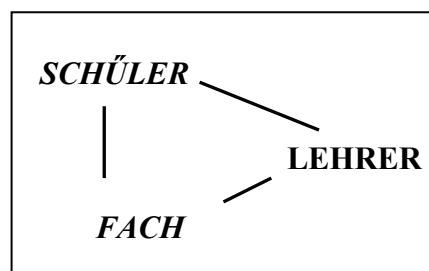
Der Lehrer sollte im Ausbildungsprozess ohne Zweifel in der Hierarchie über den Schüler stehen. Der erfahrene Lehrer sollte eigentlich eine klare Vorstellung haben, was der Schüler tun soll und diese auch durchsetzen; der Schüler sollte nicht entscheiden, was er machen will.

Die Fachkenntnisse in dem jeweiligen Unterrichtsfach und die Verantwortung zum Fach und zum Schüler sollten dem Lehrer nicht erlauben mit dem Fach rein zweckorientierte laut aktueller gesellschaftlichen Bestellung oder ökonomischem oder anderem Druck umzugehen. Das gleiche gilt auch für die Schuldirektoren oder andere Autoritäten.

Die modernen – meiner Meinung nach unakzeptablen – pädagogischen Tendenzen verändern die Hierarchie folgender Weise:



oder sogar



In diesem Modell ist der Schüler an der ersten Stelle und das Fach ist in einer untergeordneten Position. Praktisch heißt das, dass man aus dem Fach vor allem – im schlimmsten Falle nur- die interessanten, spaßmachenden oder gleich verwendbare Sachen auswählt. Der Lehrer sollte dann in der ersten Variante dem Schüler ein gleichwertiger Partner sein, der ihn nur berät und inspiriert, in der zweiten Variante ist der Lehrer dem Schüler mehr oder weniger untergeordnet. Dabei wird vom Lehrer erwartet, den Schüler, der sich aber dieser Sache bewusst ist, für die Sache zu gewinnen. Falls so was unter diesen Bedingungen überhaupt möglich ist, dann haben die größte Chance verschiedene audiovisuelle Effekte – Computerspiele und Vi-

deoaufnahmen, mit anderen Wörtern moderne didaktische Technologien. Diese Richtung im Unterricht ist ziemlich übersichtlich in einer der importierten Normen formuliert: *Science is fun*.

Solche Vorgehensweise bedeutet eine existenzielle Gefahr für jede Disziplin. Verspricht nämlich, dass der Mensch ohne Mühe ausgebildet werden kann. Das richtige Studium jeder Disziplin ist nämlich, war und in der Zukunft wird, eine höchst ernste ehrliche und harte Arbeit sein, die aber viel Spaß mit sich trägt. (Diese Art der Befriedigung beschreibt aber die englische Sprache mit dem Wort *joy* und nicht mit dem Wort *fun*). Der Spaß wird um so größer, weil der verdient ist. Es handelt sich sicherlich um keine lustige Tätigkeit, Scherz, Jux oder Ulk (*fun*). So was den künftigen Studenten zu versprechen wäre nicht richtig, so zu „unterrichten“ wäre ein pädagogisches Verbrechen – einfacher Betrug, Verwechseln der richtigen Arbeit mit dem Oberflächlichen mit allen weittragenden Folgen, die dabei entstehen können. Der gute Lehrer sollte, natürlich, sein Fach so interessant und attraktiv zu präsentieren wie es nur möglich ist, keines Falls aber sollte er sein Fach als „lustige Veranstaltung“ präsentieren. Eine der Hauptaufgaben der Schule war immer die Erziehung im Sinne der Verantwortung und Arbeitsmoral. Im Zusammenhang mit den modernen Ausbildungstendenzen entsteht also auch die Frage: wann sollte der Schüler, nach dem 19–25-jährigen Spielen, mit der Arbeit beginnen?

Die Psychologen deuten an, dass die gegenwärtige Schule, die immer mehr die Funktion der Familie übernimmt, einige Merkmale der Veränderung vom sog. *Vatertyp-Schule* zu der *Muttertyp-Schule* [15].

VATERTYP – SCHULE AUTORITATIV	MUTTERTYP – SCHULE SCHÜTZEND, SORGEND
Fordert: • freies Bestreben • Ordnung • Disziplin • Verschiebung der Bedürfnisbefriedigung – Steigerung der Frustrationstoleranz • Auswahl zusammen mit der Verantwortung, die davon resultiert • eigene Initiative Charakteristisch: • bedingte Liebe (positive Reaktion äußert die Anerkennung der Leistung) DER SCHÜLER NIMMT DEN LEHRER ALS IDENTIFIKATIONS AUTORITÄT GEREIFTE (ERWACHSENE) INDIVIDUEN WERDEN ERZOGEN	Ermöglicht: • maximales Gefallen • Freiheit • Unverbindlichkeit • sofortige Bedürfnisbefriedigung – Minderung der Frustrationstoleranz • Passivität, Unselbstständigkeit Charakteristisch: • Unbedingte Liebe (eine positive Reaktion ist selbstverständlich) DER SCHÜLER ERWARTET VOM LEHRE VERSTÄNDNIS, HILFE, SCHUTZ ERHÄLT DIE ABHÄNGIGKEIT AN DER BEDIENTUNG (NICHT ERWACHSENE INDIVIDUEN)

Die Muttertypschule pflegt keinen Sinn für die Verantwortung, führt zur Zerrissenheit, zur Ablehnung von allem Ungemütlichen, zur Verschiebung oder Verneinung der negativen Folgen der eigenen Wahl, zur Fragmentierung des Lebens, zur infantilen Lebensweise. [P4]

6. Physikunterricht – Aktuelle Position

Aktuelle Position des Physikunterrichtes an verschiedenen Schulen ist einigermaßen von der Einstellung der Gesellschaft zu Physik beeinflusst. Es ist kein Geheimnis, dass die aktuell sowieso kleine Physikpopularität – zum ersten Mal erwähnt diese Problematik in der Hälfte des vorigen Jahrhunderts in seiner bekannten Vorlesung *Zwei Kulturen* Charles Percy Snow [2] – in der heutigen postmodernen Zeit in der westlichen Welt noch mehr senkt. Weil diese Tatsache allgemein gut bekannt ist und an den verschiedenen Stellen hektisch diskutiert wird (neulich in einem sehr schönen Artikel [16]), begrenze ich meine weiteren Aussagen auf ein paar Bemerkungen, die die Problematik des schwachen Interesses für Physik und Physikunterricht betreffen, und die mit dem Obengenannten zusammenhängen.

- Für die heutige westliche Konsumgesellschaft ist eine Abweichung von *den Fragen des Seins* zu *den Fragen der Verwertung* charakteristisch. Vor allem die kommende Generation fragt immer weniger – wenn überhaupt – *Warum funktioniert das?, Wie funktioniert das?, ...*, aber immer mehr (nur) liegt das Interesse an: *Was bringt mit das?* Diese Tatsache hängt sicherlich mit der Veränderung der Erziehungsweise vom *Autoritativen*

zum *Beschützenden* zusammen, oder besser gesagt, mit der Veränderung der Einstellung vom Reinen zum Unreifen.

- Die Physik studiert die fundamentalen Naturgesetze. Die wurden immer von den meisten Leuten – anhand des Alltags – als selbstverständlich wahrgenommen. Z. B. auf die Mitteilung *es regnet!* reagiert ein normaler Bürger *na und?*. Wenige Leute werden in diesem Zusammenhang fragen *Warum?*, *Wie ist das möglich?*, *Wie funktioniert das?*, und das deswegen, weil die vollständige Antwort nicht gerade trivial ist.
- Physik ist keine leichte Disziplin. Sollte sie ehrlich betrieben werden, und nicht unseriös, fordert sie eine systematische, konsequente und dauerhafte Arbeit. Diese Anstrengung möchten die schwach erzogenen Leute immer weniger absolvieren. (Erwähnen wir nur wieder das Weltbekannte *Science is Fun, Less is more*, ..., aber auch schon die abgeleiteten tschechischen Äquivalente *Sei frei, deine Lust führt dich*, ...). Einer großen Interesse freuen sich im Gegenteil die heute sehr populären „Erzählungen“ über anspruchsvolle, ausgereifte Themen, die das ungebildete Publikum durch das Unbegreifliche faszinieren oder noch populärer sind die paranormalen Phänomene, über die man ganz unverbindlich erzählen kann. [P4]
- Das gesellschaftliche Prestige der exakten Wissenschaften, und der Physik besonders, ist niedrig. Eine konkrete Tatsache – sicherlich aber nicht der Weg zur Besserung – ist die schon erwähnte Senkung der Stundenausstattung (z. B. [11], [17]), Physikintegration in einen Fächerkomplex mit den anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen (z. B. [18], ..., [P6]). Beim Fortsetzen dieses Trends wird Physik bald nur zum Lachen da.
- Das gesellschaftliche Prestige des Lehrerberufes – im Gegenteil zu manchen Artikeln in der Zeitung – ist niedrig. Die finanzielle Bewertung der Lehrer wird auch in den Zeitungen ohne Illusionen zu wecken geschildert.

Danksagung an PhDr. Blanka Bouchalova für wertvolle Konsultationen der psychologischen Aspekte.

Literatur und Bemerkungen:

- [1] Nečesal L.: *Standardizace gymnaziálního učiva fyziky – Molekulová fyzika a termika*. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta MU, Brno 1999.
- [2] Snow C. P.: *The Two Cultures*. In: *New Statesman*, 6th October 1956. (Knižní vydání: *The Two Cultures: And a Second Look*. Camb.Univ.Press, Cambridge 1963).
- [3] Weisskopf V.: *Of Knowledge, Wonder and World Peace*. Tech. Rev. **85**, n. 4 (1982), přetištěno v Weisskopf, V.: *The Privilege of Being a Physicist*. Freeman, New York 1988.
- [4] Alonso M.: *Can Education Be Rescued?* Am. J. Phys. **59**, n. 7 (1991) 584.
- [5] Arons A. B.: *Cesta k přírodovědné gramotnosti*. Školská fyzika **VII**, č. 3 (2001) 61, přeloženo z anglického originálu: Arons A. B.: *Achieving Scientific Literacy*. Deadalus, Spring 1983.
- [6] Mayerová C.: *Komu školskou reformu?* Lidové noviny, 28. května 1994.
- [7] Arons A. B.: *Teaching Introductory Physics*. J. Wiley & Sons, New York 1997 (a prameny tam citované).
- [8] Kundra O.: Svobodu učitelům. V: Respekt, 30. září 2002 (č. 40).
- [9] Macháček M.: *Fyzika. Sbírka úloh pro společnou část maturitní zkoušky*. Tauris, Praha 2001.
- [10] Lawson A. E.: *The Reality of General Cognitive Operation*. Sci. Education **66**, No. 2 (1982) 229.

- [11] Veverka J.: *K hodinové dotaci gymnaziálního kurzu fyziky*. Ve: Svoboda E., (red.): *Aktuální problémy výuky fyziky na gymnáziu (sborník ze semináře Vlachovice 4.–6. dubna 2002)*. MAFY, Hradec Králové 2002 (ISBN 80-86148-59-9), str. 8; upravená verze bude publikována ve *Školská fyzika* **VIII**, č. 1 (2003).
- [12] Drozd Z.: *Fyzika se musí učit jinak*. Ve: Lidové noviny, 10. ledna 2003.
- [13] Koudelková I.: *Fyzika může bavit děti i učitele*. Moderní vyučování č. 5 (2002); článek je dostupný i na adrese:
<http://kdf.mff.cuni.cz/Heureka/Clanky/ClanekModerVyuc.htm>
- [14] Karpenko V.: *Jak učinit jablka rovná pomerančům? (Vědci a pedagogové na vysokých školách.)* Lidové noviny, 26. února 1994.
- [15] Weatherill R.: *Cultural Collapse*. Free Associations, London 1994.
- [16] Abragam A.: *Proč se zabývat fyzikou?* Pokroky matematiky fyziky a astronomie **46**, č. 4 (2001) 280.
- [17] Krejčí J.: *Podmínky pro realizaci cílů ve výuce fyziky, pomůcky při maturitní zkoušce z fyziky*. Ve: Svoboda E., (red.): *Aktuální problémy výuky fyziky na gymnáziu (sborník ze semináře Vlachovice 4.–6. dubna 2002)*. MAFY, Hradec Králové 2002 (ISBN 80-86148-59-9), str. 70.
- [18] Maršák J.: *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Ve: Svoboda E., (red.): *Aktuální problémy výuky fyziky na gymnáziu (sborník ze semináře Vlachovice 4.–6. dubna 2002)*. MAFY, Hradec Králové 2002 (ISBN 80-86148-59-9), str. 38.
- [19] Šámal M.: *Učení nikdy nebude hrou*. Respekt, 7. října 2002 (č. 41).
- [P1] „Tradiční představa ukázkové hodiny, v níž učitel všechno vysvětlí, zapíše přehledně na tabuli, třeba provede i pokus a pak žákům nadiktuje závěry do sešitu, je scestná.“ [12]
- [P2] „Projekt Heuréka využívá heuristickou metodu výuky. A to ne jako jednu z mnoha metod, ale jako systém, ve kterém děti pracují.“ [13]
- [P3] Rozdělení studia učitelství na bakalářský a magisterský stupeň, mechanické stanovení vysokého procenta volitelných předmětů, požadavek prostupnosti s jinými – neučitelskými – studijními obory, stanovení ekvivalencí – mnohdy však fyzické spojení výuky – některých předmětů těchto oborů, tendence omezovat počet hodin kontaktní výuky, to vše přineslo řadu ne-li škod, tedy aspoň značných komplikací. Nadto důraz kladený na vědecko-výzkumný charakter akademických pracovišť, jemuž jsou přizpůsobena i veškerá evaluační kritéria, a neschopnost či nevěle uznat, že příprava budoucích učitelů je stejně důležitým, záslužným a kvalifikovaným úkolem vysoké školy [14], vede k tendenci prezentovat tuto aktivitu jako těsně spojenou s vědecko-výzkumnou činností, přestože tomu tak není a být by nemělo.
- [P4] Dnešní trend zvyšování zábavnosti výuky, slevování nároků, nekonečného motivování zpovýkaného lhostejného žactva má ve skutečnosti kontraproduktivní účinek. Neboť jenom to, co člověk získává s vynaložením námahy, se může stát jeho spolehlivou intelektuální výbavou, která mu umožňuje se orientovat v okolním světě a formulovat svoje životní postoje. Nabízí se ovšem kacířská otázka, zda v povrchní dynamické současnosti není něco takového spíše na obtíž. V mnoha směrech je totiž naopak pohodlnější nebýt příliš hluboce zakotven. V případě potřeby, např. při změně převažujícího názoru či společenské nálady, je pak člověk pružnější, takže mu nečiní potíže zaujmout vždycky místo „na správné straně barikády“.
- [P5] „Nic na světě není zadarmo, ani nabytí jakékoli skutečné vědomosti či dovednosti. Kdo tvrdí opak, vědomě nebo z hlouposti lže. Bez úsilí se neobejdou ani talentovaní jedinci a čím méně máme kdo vrozeného nadání, tím více musíme investovat tvrdé práce. Námaže při učení se nelze vyhnout – dobrý učitel ji však dokáže motivovat a zajistit její efektivní využití, čímž proces učení velmi usnadňuje. O tom je podle mého názoru „škola

hrou“, nikoli o samovolném, bezbolestném a radostném nabývání poznatků při rozpustilých hrátkách.“ [19]

- [P6] *„Schopnost komunikace a nověji také orientace v informační společnosti patří k prioritám vzdělávání na všech stupních. Nejsou to však klasické „předměty“ a nemohou je nahradit. Dosud osvojený rozsah vědomostí limituje účinnost samostatného vyhledávání informací: pracovat mohou pouze s pojmy, které znám. Nové lze samostatně získat teprve po dosažení určité úrovně znalostí a jen do určité míry. Po jejím překročení se z žáka či studenta stává samouk. Také „shrnovat látku“ více předmětů v „širších souvislostech“ je možné teprve po důkladném pochopení látky jednotlivých předmětů. Obráceně to nejde.“ [19]*

Projektunterricht im Studium der Physik, Mathematik und Chemie an der Pädagogischen Fakultät MU

Vladislav Navrátil*, Jiřina Novotná**, Milan Soldán***, Pädagogische Fakultät MU, Brno

1. Abstrakt.

Der Projektunterricht ist an manchen Universitäten die Hauptunterrichtsmethode. In diesem Artikel werden seine Vor- und Nachteile diskutiert und über erste Erfahrungen bei der Anwendung des Projektunterrichts als ergänzende Methode zum Physik-, Mathematik- und Chemieunterricht an der Pädagogischen Fakultät der Masaryk Universität in Brno berichtet.

2. Projektunterrichtsmethode

Die Projektmethode ist eine Unterrichtsmethode, bei der die Schüler zur Lösung komplexer Probleme geführt werden und Erfahrungen zu praktischen Tätigkeiten und zum Experimentieren gewinnen. Sie ist von der pragmatischen Pädagogik und vom Instrumentalismusprinzip, entwickelt in den USA (J.Dewey, W. Kilpatrick, u.a.), abgeleitet. Diese Methode unterstützt vor allem die Schülermotivation und das kooperative Lernen. In Projekten können fachübergreifende Themen und Probleme des Alltags behandelt werden. Sie führen in der Regel zur Erschaffung eines gegenständlichen Endproduktes oder eines künstlerischen oder wörtlichen Produktes ([1]).

Die Grundprinzipien des Projektunterrichts kann man wie folgt zusammenfassen ([2]):

- Verlangen nach neuen Erfahrungen, aktiver Kontakt mit der Welt, Verlangen nach eigener Verantwortung und Selbstverwirklichung. Das alles entfaltet *Initiative, Aktivität, Kreativität, Selbstständigkeit, organisatorische Fähigkeiten und Planungsfähigkeiten*.
- Aktualität der Situation: Anregungen, mit denen man in den Projekten arbeitet, sind dadurch aktuell, dass sie im Sinne *jetzt und hier* kommen. Sie gehen von einer persönlichen Situation des Menschen, der Schulumgebung und dem näheren oder auch breiteren sozialen Umfeld aus.
- Interdisziplinarität: Sie bietet eine umfassende Erkenntnisgewinnung. Den Bildungsinhalt, der an den alltagsbezogenen Fähigkeiten orientiert ist, kann man nicht in getrennte Lehrfächer teilen, er soll *integriert bzw. fachübergreifend* sein. Betont wird die Notwendigkeit, eine *globale Wahrnehmung* der Wirklichkeit zu erreichen.
- Selbststeuerung beim Lernen: Der Student plant und wertet sein Projekt selbst aus. Er gewinnt die Fähigkeiten, eigene Arbeit zu planen, sie zeitlich einzuteilen, sie trotz Problemen zu beenden und eine vollständige Verantwortung für sie zu tragen.
- Produktorientierung: Das Projekt ist alltagsbezogen, die Arbeit ergebnisorientiert. Das Lernen erhält so unmittelbar einen Sinn. Aus diesem Grund verlangt der Projektunterricht *die Dokumentation über Verlauf und Ergebnisse, ihre Präsentation* in der und außerhalb der Schule.
- Arbeiten in Gruppen: Die Studenten arbeiten in Teams. Die moderne Zeit bringt diese Arbeitsweise mit sich. Die Realisierung der Projekte durch Gruppen verlangt gewisse *kooperative Fähigkeiten* und ermöglicht es den Teilnehmern, sich in diesem Bereich zu verbessern. Verschiedene Studenten können Projekte so durch ihre verschiedenen Ansichten bereichern.

* Doc. RNDr. Vladislav Navrátil, CSc., navratil@ped.muni.cz

** PhDr. Jiřina Novotná, Ph.D., novotna@ped.muni.cz

*** Doc. RNDr. Milan Soldán, CSc., 2223@mail.muni.cz

- Gesellschaftliche Verwertung – die Bindung zwischen Schule und Leben: So etwas erscheint vor allem *in der Orientierung der Bildung an den Fähigkeiten*, die man jeden Tag braucht, bei *den Bemühungen um eine praktische Verwendung der Projektergebnisse* und der Fähigkeit, die Informationen selbständig auszusuchen.
- Problemsituation: Bei der Lösung des Problems innerhalb des Projektes stoßen die Studenten auf Schwierigkeiten, deren Überwindung sie mit Hilfe von Literatur, Fachmann usw. schaffen müssen.

Von den erwähnten Prinzipien ergibt sich, dass Physik, Mathematik und Chemie auf Grund ihrer inhaltlichen Struktur wegen *für die Verwendung der Projektunterrichtsmethode* günstig sind (z.B. Physik ist die Grundlage für alle Naturwissenschaften – Interdisziplinarität. Die Standardform der Methode der Erkenntnisgewinnung in der Physik kann bei der Lösung des Projektes verwendet werden usw.).

Die Autoren dieses Beitrages haben die Projektunterrichtsmethode für Physik im Laufe ihres Aufenthaltes an der Universität in Roskilde (Dänemark) kennen gelernt ([2]).

3. Projektmethode an der Universität in Roskilde.

In der Mitte der dänischen Insel Sjaelland befindet sich am Ende des 50 km langen Fjordes die malerische Stadt Roskilde, im Mittelalter die Hauptstadt von Dänemark und bedeutendes Kulturzentrum Skandinaviens. In der Stadt dominiert eine bekannte Kathedrale, die aus dem 12. Jahrhundert stammt. Besucher aus der Tschechischen Republik werden sicherlich registrieren, dass die Königin Dagmar, aus Tschechien stammend, hier ihren Wohnsitz hatte.

Die Idee, die Universität in Roskilde zu gründen, entstand im Jahre 1968 als Reaktion auf die Studentenbewegungen, die in den 60er Jahren unseres Jahrhunderts in ganz Europa verbreitet waren. Die dänischen Studenten verlangten größeren Einfluss auf die Organisation ihres Studiums, engere Verbindung zur Praxis und eine bessere soziale Unterstützung während des Studiums. Ihre Ideen fanden Verständnis bei den Politikern und wurden in einem Versuch an der Universität in Roskilde realisiert. Die ersten Studenten wurden im Jahre 1972 immatrikuliert und seitdem wurde die Universität in Roskilde als Zentrum für Experimente im pädagogischen und interdisziplinären Studium bekannt. Es ist auch ein politisches und administratives Experiment: Wer sollte die modernen Universitäten leiten? Studenten, Lehrer oder Politiker? Seit der Entstehung der Universität wurde betont, dass die Universität in Roskilde ein Universitätszentrum sein sollte und keine klassische Universität. In Dänemark existieren schon drei Universitätszentren, Universität in Roskilde, Universität in Odense (gegründet 1960, zum Universitätszentrum wurde sie in den Jahren 1970–1978) und die Universität in Aalborg (seit 1974).

Wie gesagt, die Berufung eines Universitätszentrums sollte die Lösung von allen oben genannten Problemen sein. *Ein Universitätszentrum* verbindet optimal Bildung und Forschung, d.h. es handelt sich um einen Unterricht, der auf Forschungsbasis beruht (kürzere Studienprogramme, die von einer konkreten Forschung unterstützt werden).

Die staatliche Universität in Roskilde, genannt „Roskilde University Centrum“ (RUC), wurde als Campus so gebaut, dass sie sich in der Nähe des öffentlichen Nahverkehrs von Roskilde (5 km) und Kopenhagen (ca. 30 km) befindet. Architektonisch handelt es sich um einen Gebäudekomplex entlang der zentralen Fußgängerzone. Die einzelnen Gebäude sind in kleinere Einheiten geteilt, bezeichnet als „Häuser“. Die Studenten werden zu den Häusern nach Fach und Jahrgang zugeordnet (durchschnittlich sind es ca. 100 Studenten und 4 bis 6 Lehrer pro Haus). Andere Gebäude dienen als Mensa, administratives Zentrum, große Hörsäle, Pressezentrum, zentrale Bibliothek usw. Insgesamt studieren hier ca. 6000 Studenten, die Anzahl der Angestellten beträgt ca. 630. In dem ganzen Zentrum gibt es ein Programm zum Austausch von Lehrkräften zwischen den Bildungs- und Spezialforschungsabteilungen.

Das RUC begann als eine experimentelle Variante im Jahre 1972 zu arbeiten und seitdem erfüllt es zwei Hauptaufgaben. Die erste beruht auf einer Entlastung der Universität in Kopenhagen und die zweite, wichtigere, auf dem Experimentieren mit dem flexibleren Studienprogramm und mit der Struktur, die eine moderne Gesellschaft verlangt. Das Ziel liegt im Erreichen der günstigsten Kombination von allgemeinen Kenntnissen und Spezialwissen, das auf spezifischen Kenntnissen und Methoden, die der Arbeitsmarkt verlangt, beruhen.

Das RUC charakterisiert die interdisziplinäre, problemorientierte und projektorganisierte Teamarbeit. Das heißt aber auch, dass die Unterrichtsstruktur nicht kompatibel mit anderen EU Universitäten ist. Die Studentenbewertung am RUC orientiert sich an der Teamarbeit, für die die Vorlesungen die theoretische Grundlage liefern. Von den Studenten erwartet man, dass sie die Grundkenntnisse mittels der Projektausarbeitung und mittels problemorientierter Teamarbeit gewinnen. Der Student wird also an Projektergebnissen gemessen.

Die Motivation ist beim Studium von entscheidender Bedeutung. Man erreicht sie damit, dass die Studenten einen Leitfaden für nützliche Literatur und zum Studienplan erhalten. Manche Studienformen am RUC sind auch für Ausländer geeignet, weil sie ihnen das Studium gegenüber traditionellen Universitäten vereinfachen (Studenten arbeiten in kleinen Gruppen, arbeiten nicht nur mit den Mitschülern aus Dänemark, sondern auch mit Lehrern zusammen, die für die Tätigkeit der jeweiligen Gruppe verantwortlich sind).

Der Großteil der Studententätigkeit konzentriert sich auf die Arbeit in Teams, die von den Studenten nach eigener Wahl am Anfang des Semesters gebildet werden. Jede Gruppe hat ihren „Supervisor“ (Lehrer), der von dem wissenschaftlichen Rat der Universität benannt und der jeweiligen Gruppe zugeteilt wird. In der Auswahl der anstehenden Probleme verfügt man über große Freiheiten, das Thema muss nur in Übereinstimmung mit dem Lehrplan der Universität sein. Die Projekte haben meistens einen interdisziplinären Charakter, so wie die Probleme, die man in der Realität löst. Die Gruppen arbeiten so, dass ihre Mitglieder Unterlagen sammeln, lesen, diskutieren, verschiedene Institutionen aufsuchen (Personen, Firmen, Seminare, Kurse) und in den Labors arbeiten. Allgemein gesagt: Die Teamarbeit beeinflusst die Studententätigkeit. Die Studenten sind gezwungen, alles zu studieren, was im Rahmen ihres Projektes vorkommen kann. Am Ende des Semesters werden die Ergebnisse in Form eines Berichtes, von den Studenten („Schöpfern“) verteidigt und publiziert.

Die Studenten besuchen eine Auswahl der zahlreichen angebotenen Vorlesungen und Seminare, verpflichtende und frei wählbare. Manche davon sind an Themen orientiert, die mit den bearbeitenden Projekten zusammenhängen, die anderen helfen den Studenten, einen breiteren Überblick in dem jeweiligen Fach zu gewinnen. Die Anzahl der Vorlesungen ist aber natürlich im Vergleich zu anderen Universitäten kleiner.

Interdisziplinarität, projektorganisierte Teamarbeit, Forschung und Unterricht am RUC wird nicht von den Grenzen eines Subjektes oder von der konventionellen Denkweise limitiert. Im Gegenteil. Offenheit, Flexibilität, innovative Denkweise und Dynamik sind charakteristisch für die Forschung und die pädagogische Tätigkeit an dieser Universität.

Institute an RUC

1. Institut für Chemie und Biologie.
2. Institut für Mathematik und Physik.
3. Institut für Geographie und internationale Studien.
4. Institut für Umwelt.
5. Institut für Geschichte und soziale Theorie.
6. Institut für Sprachen und Kultur.
7. Institut für soziale Wissenschaften.
8. Institut für Informatik.

Struktur des Studiums am RUC

Das Studium am RUC dauert 3, 5 oder 8 Jahre. In den ersten 2 Jahren gewinnt der Student eine Grundausbildung in folgenden Fächern:

Geisteswissenschaften, Naturwissenschaften, Sozialwissenschaften.

Das Ziel der ersten zwei Studienjahre liegt in der Ausbildung der Studenten in jedem der erwähnten Fächer. Die Studenten gewinnen theoretische und methodische Grundlagen der Hauptfächer in den erwähnten Fachbereichen, entwickeln ihre kommunikativen, schriftlichen und mündlichen Kenntnisse und bekommen auch Informationen über die Verfassung der schriftlichen Berichte. Diese Aktivitäten werden sie nicht nur auf das weitere Studium, sondern auch auf ihren Beruf vorbereiten, der gewisse Souveränität, Reife und Fähigkeit zu einer gegenseitigen Zusammenarbeit verlangt. Nach diesen 2 Jahren spezialisiert sich das Studium, um den Studenten zu ermöglichen, zwei Fächer für ihre Bachelor- oder Masterqualifikation zu wählen.

Die Studenten erwerben den Bachelortitel (B.A., oder B.Sc.) nach 3 Jahren, inklusive zwei Grundjahrgänge. Die Masterqualifikation (M.A., M.Sc.) erwerben sie anhand der Wahl der Fachkombination nach 5 Jahren (wieder inklusive 2 Grundjahrgänge). Im Prinzip kann man zwei verschiedene Fächer mit Ausnahme derer kombinieren, die verwandt sind (unakzeptable Kombination sind bekannt). Das Postgradualstudium wird als ein 3-Jahres-Programm realisiert (Titel Ph.D.).

4. Verwendung der RUC-Erfahrungen an der PdF MU

Das Studium der Physik, Mathematik und Chemie verläuft an der PdF MU sowie an den anderen Universitäten in der Tschechischen Republik traditionell und beträgt 4 Jahre. Zur Zeit bereitet man eine Veränderung vor. Das Studium wird zweistufig, fünfjährig. Die Veränderung begleiten auch einige Maßnahmen (Anzahl der Kontaktunterrichtsstunden wird verringert), die noch zu klären sind. Diese Veränderungen, zusammen mit dem sinkenden Niveau der mathematisch-physikalischen Kenntnisse der Studenten, die an die PdF MU kommen, könnten zum Niveauverfall des Studiums der Naturwissenschaften und Mathematik führen. Eine der Maßnahmen, die die negativen Folgen dieser Veränderungen verhindern könnten, wäre die Einführung der Projektunterrichtselemente. So wird das Verlangen nach Selbstverwirklichung und selbstständiger Arbeit der Studenten unterstützt.

An den Lehrstühlen für Physik, Mathematik und Chemie der PdF MU schöpfen wir aus den am RUC gewonnenen Erfahrungen und verifizieren die Möglichkeiten – bisher nur freiwillig – für eine projektorganisierte Teamarbeit unter den Bedingungen von PdF MU. Für diesen Zweck wurden zwei bis vierköpfige Studentengruppen gebildet (Fach M-Ph, Ph-Ch, Ch-M) und zusammen einige Themen konzipiert. Als Beispiel erwähnen wir vier Themen:

Das erste Thema trägt den Namen „*Produktion – Verbrauch – Abfall*“. Die Studenten verfolgen in einer Arbeit die Produktion als eine Gesellschaftstätigkeit: Die Produktion von Verbrauchsware, die früher oder später zum Abfall wird, industriellem Abfall, der bei der Herstellung des Primärproduktes entsteht und Abfall allgemein, mit Blick vor allem auf die Verpackungstechnik und Verpackungsmaterialien. Die Arbeit enthält auch Aspekte der Ökologie und Umwelttechniken.

Das zweite Thema „*Oberflächenspannung in Theorie und Praxis*“ spaltet sich auf in zwei Teile. Im ersten, theoretischen Teil wurden die theoretischen Fundamentalfragen dieses Phänomens aus der Sicht der zwei verwandten Disziplinen Chemie und Physik bearbeitet. Im zweiten, praktischen Teil widmen sich die Studenten der praktischen Nutzung der Oberflächenspannung, d.h. der chemischen Struktur der oberflächlich aktiven Materialien (Seife, Reiniger usw.) und technologischen Vorgängen wie Waschen, Reinigung, sowie der Verwendung in der Agrarwirtschaft und Industrie.

Das dritte Thema „*Elektrolyse*“ beschäftigt sich mit der Theorie und Praxis des erwähnten Phänomens. Die Studenten haben nicht nur einen schriftlichen Bericht verarbeitet, es ist auch als Ergebnis ihrer Arbeit eine zusammenhängende Beschreibung sehr gut praktisch umgesetzter Experimente entstanden.

Das vierte Thema „*Mathematik für Physiker*“ hat als Ziel eine Festlegung der minimalen mathematischen Kenntnisse, die der Student der PdF MU für sein Studium mitbringen sollte.

Die Bearbeitung aller Themen hatte die Form einer schriftlichen Jahrgangsarbeit und jede Arbeit wurde den Studenten und Lehrern der erwähnten Lehrstühle PdF MU vorgestellt. Manche Arbeiten kann man auch im Unterricht verwenden. Sie können auch als Diplomarbeit weiter bearbeitet werden.

Auf Grund der gewonnenen Erfahrungen und mit der Unterstützung des Schulministeriums wollen wir im nächsten Jahr die Anzahl der Gruppen verdoppeln und so noch mehr Studenten in dieses Studienprogramm aufnehmen. Wir sind davon überzeugt, dass dies für beide Seiten nutzbringend wird. Die Pädagogen werden leichter Diplomarbeiten formulieren können. Die Studenten können diese Arbeiten leichter bearbeiten.

Wie sich diese Art der Teamarbeit in der Zukunft entwickelt, kann man schwer abschätzen, weil sie in Übereinstimmung mit dem kürzlich vorgeschlagenen zweistufigen Studium an der PdF MU sein muss. Wir nehmen an, dass dabei nur Positives in der Ausbildung der künftigen Lehrer gewonnen wird, vor allem bezüglich der Eigeninitiative innerhalb der jeweiligen Problematik.

5. Fazit

Im unseren Beitrag haben wir versucht, unsere Erfahrungen mit dem Projektunterricht im Ausland und bei uns zusammenzufassen. An der Univ. Roskilde, wo der Projektunterricht dominiert, sind die Erfahrungen (laut Äußerung eines der dortigen Lehrer, Dr. Petr Viščor) positiv aber auch negativ. Zu den positiven gehört z.B.:

- Selbstständigkeit der Studenten bei der Lösung der ausgewählten Probleme,
- Erziehung zur interdisziplinären Denkweise und Handlung,
- Erziehung zur Zusammenarbeit beim Lösen der Probleme,
- Einfachere Praxisintegration der Absolventen.

Der Projektunterricht hat aber auch negative Seiten, besonders dann, wenn er alleine angewandt wird, z.B.:

- Der Unterricht ist mit der traditionellen Methode, die überall an der Welt praktiziert wird, nicht kompatibel (Probleme beim Studium an anderen Universitäten),
- Die gewonnenen Kenntnisse sind nicht umfassend zusammenhängend; in manchen Bereichen sind sie überdurchschnittlich, in anderen können sie vollkommen fehlen.

Auf Grund dieser Erfahrungen verwenden wir an der PdF MU den Projektunterricht nur als Ergänzung. Die bisher gewonnenen Ergebnisse berechtigen uns zu sagen, dass dieses Unterrichtssystem zu besseren Studienergebnissen und größerem Interesse am Physik-, Mathematik- und Chemiestudium führt.

Literatur:

- [1] Průcha J. a kol.: *Pedagogický slovník*. Portál, Praha 1998.
- [2] Singule F.: *Americká pragmatická pedagogika*. SPN, Praha 1990.
- [3] Navrátil V., Soldán M.: *Chemický občasník*, PAIDO Brno, PdF MU Brno, **6**, 1, p. 52–54.

Diskussion der EPS über den Physikunterricht an den Grund- und Mittelschulen

Jan Obdržálek, MFF UK, Praha*

Im vorjährigen Sommer, 24.–28. 6. 2002, fand in der märchenhaften Umgebung der französischen Alpen ein Diskussionsforum Teaching Physics und European Confrontation, organisiert vom Centre de Physique Théorique des Houches, statt. Die Veranstaltung fand im Rahmen der EPS-Aktivitäten, Physics Education Division, Pre-university section, statt. Es haben über 50 Vertreter aus 23 europäischen Ländern (im englischen Alphabet Albanien-Yugoslawien), EUPEN und Mathematik (die von dem ausgezeichneten Organisator dieser Konferenz, Prof. Jacques Treiner, zu keinem Staat, sondern zu einem Kontinent erklärt worden ist) teilgenommen.

Vier Schlüsselgebiete waren:

1. Physik als ein spezifisches Gebiet der Wissenschaft
2. Curriculum
3. Auswertung
4. Wie kann man mehr Studenten für die wissenschaftlichen Disziplinen allgemein (und für Physik im Besonderen) gewinnen. Natürlich mit einer Reihe von Unterthemen.

Das Forum verlief in der Form kurzer Beiträge und nachfolgender langer Gespräche in kleineren Gruppen, die sich je nach Interesse gebildet hatten. Die meisten Teilnehmer haben die Struktur ihres Schulwesens (auch Hochschule) geschildert. Die Diskussion war vor allem am Mittelschulunterricht orientiert. Es wurde aber auch die Problematik der Hochschulen besprochen und das bezüglich der Ausbildung der Physiklehrer. Einen Fragebogen, der an Vertreter von Hochschulen mit Physiklehrerausbildung aller europäischen Nationen geschickt wurde, hat Prof. Michael Vollmer ausgewertet und wurde von ihm in der März-Ausgabe 2003 des European Journal of Physics veröffentlicht. Über die EUPEN-Aktivitäten hat ihr Vertreter, Prof. Hendrik Ferdinande, berichtet.

Sehr interessant ist auch das Projekt Open University, das die Universitätsausbildung von Erwachsenen betrifft und sowohl als Umschulungsprojekt als auch zur Erweiterung von Fachkenntnissen dient. Im Unterschied zu den Universitäten mit Seniorenstudium, die vor allem eine soziale Bedeutung haben, geht es hier um eine Ausbildung, die auf dem Arbeitsmarkt den gleichen Status wie jede andere Hochschulausbildung hat. Die Unterrichtsform ist aber vor allem extern. Darüber hat sein Leiter Prof. Robert Lambourne berichtet; aus dem achteiligen Kurs habe ich zwei (Mechanik) der acht Teile vorliegen.

Von den Teilnehmern habe ich teilweise Material gekauft, teilweise einige CDs mit der multimedialen Präsentation – Physikunterricht (Mechanik, Elektrizität) bekommen; ich hoffe, dass ich diese bei unserem Treffen präsentieren kann.

Für einen individuellen Kontakt lege ich eine Liste unserer Adressen bei.

* Doc. RNDr. Jan Obdržálek, CSc., Jan.Obdrzalek@mff.cuni.cz

Pays	Noms	e-mail
EUPEN	Hendrik Ferdinande	hendrik.ferdinande@rug.ac.be
Mathématiques	Michel Merle	merle@math.unice.fr
Albania	Halil Sykja	hsykja@fshn.tirana.al
	Bejo Duka	bduka@fshn.tirana.al
Biélorussia	Victor E. Borisenko	borisenko@bsuir.unibel.by
Bulgaria	Ivan Lalov	upb@phys.uni-sofia.bg
Croatia	Planinka Pecina	planinka@phy.hr
Czech Republic	Jan Obdrzalek	jan.obdrzalek@mff.cuni.cz
Estonia	Madis Reemann	madis@htg.tartu.ee
France	Bernard Roulet	roulet@gps.jussieu.fr
	Jacques Treiner	jacques.treiner@noos.fr
	Edith Piganeau	edith@club-internet.fr
	Jean-Marie Sauvage	jean-marie.sauvage@univ-lille.fr
	Mustapha Wafra	mwafra@wanadoo.fr
Germany	Werner Schneider	werner.schneider@physik.uni-erlangen.de
	Irmgard Heber	heber@hrzpub.tu-darmstadt.de
	Michael Vollmer	vollmer@fh-brandenburg.de
Greece	Ioannis Samaras	samaras@skiathos.physics.auth.gr
	Maria Tsakiri	mtsakiri@auth.gr
Israel	Joan Adler	phr76ja@tx.technion.ac.il
Italy	Rosamaria Sperandeo	sperande@fisica.unipa.it
Lituania	Saule Vingeliene	saule.vingeliene@spc.smm.lt
	Gintaras Dikcius	gintaras.dikcius@ff.vu.lt
Netherlands	Hans Jordens	h.jordens@phys.rug.nl
	SonjaFeiner-Valkier	s.feiner.valkier@tue.nl
	Jan Bartend Vrijdaghs	vrijdaghs@phys.leidenuniv.nl
Norway	Carl Angell	carl.angell@fvs.uio.no
	Astrid Johansen	
Poland	Miroslav Los	mlos@pczta.onet.pl
	Magda Staszal	magda.staszal@fuw.edu.pl
Portugal	Manuel Fiolhais	tmanuel@teor.fis.uc.pt
	Maria da Graca Santos	graca.s@mail.telepac.pt
Roumania	Radu Chisleag	chisleag@physics.pub.ro
Slovénia	Gorazd Planinsic	gorazd@fiz.uni-lj.si
Spain	Manuel Yuste Llandres	myuste@ccia.uned.es
	Carmen Carreras	ccarreras@ccia.uned.es
Switzerland	Tybor Gyalog	tibor.gyalog@unibas.ch
	Jean-Philippe Ansermet	jean-philippe.ansermet@epfl.ch
Sweden	Jan Schoultz	jan.schoultz@ituf.liu.se
	Gunnar Tibell	gtibell@tsl.uu.se
United Kingdom	Robert Lambourne	r.j.lambourne@open.ac.uk
	Susan Fletcher	fletchsue@hotmail.com
	John Lewis	jll@malcol.org
Yugoslavia	Vera Bojovic	supastar@eunet.yu
	Maia Garic	gara@im.ns.ac.yu

Zur Ausbildung zukünftiger Lehrer

Jan Obdržálek*, MFF UK, Praha

Schule unserer Zeit

In jeder Zeit war eine tiefe Schlucht zwischen den Gipfeln der Wissenschaft (die Topkenntnisse der jeweiligen Zeit) und zwischen dem, was man an der Schule unterrichtete (ein bestimmtes Minimum für alle); nicht immer wurde dieser Gegensatz wahrgenommen und problematisiert. Wir, die heutigen Lehrer der künftigen Lehrer nehmen es wahr; Wir müssen uns dabei mit einer Reihe von in unserer Zeit besonders wichtigen Umständen beschäftigen:

- Viele Gegenstände im Alltag (Handy, TV, Medikamente) sind so kompliziert, dass es auch für einen Fachmann nicht leicht ist, zu verstehen, wie und warum sie funktionieren. Es ist auch nicht einfach, Fachmann zu werden; es ist für die Mehrheit der Menschen auch unrealistisch. (Zum Glück ist es für die meisten auch unwichtig).
- Der Lehrer ist seit langem nicht der thesesianische „Aufklärer“ der Ungebildeten (neben dem Priester). Die Massenmedien und vor allem das Internet bieten praktisch unserer ganzen Population gewaltige Mengen an Informationen. Diese sind unterschiedlich wichtig und es hängt von den Verbrauchern ab, was sie auswählen – falls sie es wollen und falls sie es können. (Zum Glück wird in der heutigen Demokratie vom Lehrer nicht verlangt, dass er alles weiß).
- Einfache Lösungen waren und sind immer verlockend, und das auch um den Preis des prädikativen Wertes; die Klassifizierung von Jing – Jang ist sicherlich einfacher als eine biologische Lebensmittelanalyse und als die Bedürfnisse des menschlichen Körpers. Solche Vereinfachungen werden aber von vielen Menschen durch die Ablehnung der komplizierteren Vorgänge, also der Wissenschaft, als Realität angenommen.
- Die gesellschaftliche Position des Lehrers ist bei uns kompliziert und nicht eindeutig. Auf der einen Seite wird – so zeigen Untersuchungen der öffentlichen Meinung ([1]) – den Lehrern eine große allgemeine Beachtung geschenkt, auf der anderen Seite gibt es viele Witze über sie (Lehrerinnen), was man nicht einfach als einen Anachronismus aus alten Zeiten, oder als eine Kompensationsbemühung (im antiken Rom waren es lustige Kommandantenlieder) ignorieren kann. Jeder weiß und bestätigt, dass es immer gute und schlechte Lehrer gab (heißt das, was es wolle), und auch heute haben wir ein ziemlich breites, sehr unkompaktes Spektrum an Lehrerqualitäten. Und auch die finanzielle Bewertung ([2]), heute wesentlich bedeutungsvoller als früher, kann man nicht einfach verbessern, damit es mehr Lehrer gibt, im Unterschied zu Mitgliedern anderer Berufsgruppen.

Die komplizierte Welt rund um uns herum, die Unmöglichkeit einer genauen Beschreibung auf der einen Seite und die Exaktheit der Mathematik und Physik auf der anderen Seite, führen sehr oft zur Trennung. In den Vorstellungen vieler Schüler ist die Physik eine eigene Welt: im besseren Fall ist es ein Elfenbeinturm, im schlimmsten Fall ein Haufen komplizierter Formeln, die nur bei einer günstigen Einstellung gelten.

Was erwartet man von einem Lehrer?

Die Schule sollte helfen (zusammen mit der Familie und der Gesellschaft), dass sich ein ursprünglich unreifes Kind in einen vollwertigen, freien und selbstständigen Bürger zu verwandelt. Ein vernünftiger Schüler (und seine vernünftige Eltern) erwartet vom Lehrer an der Grund- und Mittelschule Verständnis für die Jugend (das Alter der Schüler und Studen-

* Doc. RNDr. Jan Obdržálek, CSc., Jan.Obdrzalek@mff.cuni.cz

ten). Vom Lehrplan erwartet man bzgl. des Umfangs und bzgl. der Tiefe angemessene Kompromisse zwischen der bisher erkannten Wahrheit und ihrer vereinfachten, verständlichen aber trotzdem richtigen Beschreibung.

Die Zeit des Absolutismus ist vorbei und man muss als Lehrer keinen „klugen Kopf“ spielen. Es wäre dabei nicht schwierig, mit Hilfe gebildeter Bemerkungen einen „verrückten“ Wissenschaftler zu spielen, der alles weiß, was für die anderen unbegreiflich ist oder sogar die Schüler und ihre Kenntnisse entwürdigt. Ein normaler selbstbewusster Lehrer braucht für die Behauptung seiner Autorität so etwas nicht. Diese Vorgehensweise bestätigt nur das Gefühl der Unverständlichkeit und Überflüssigkeit der (Schul-) Wissenschaft. Und schließlich funktioniert diese „Methode“ nicht länger, als sich der Schüler abhängig fühlt.

Man sollte vom Physiklehrer an der Mittelschule Folgendes verlangen:

- Er sollte die Schüler so inspirieren, dass sie die Umwelt „physikalisch“ betrachten können,
- er sollte die von den Schülern ungenau geäußerten Probleme passend präzisieren und ordnen,
- er sollte erklären können, was von diesem Problem in den Physikbereich gehört und was nicht (und auch warum es so ist),
- er sollte andeuten können, wie die physikalische Lösung aussieht und was man davon auf dem jeweiligen Niveau (Mittelschule) qualitativ beschreiben kann,
- er sollte zeigen können, dass die Physik eine schöne Disziplin ist, sie mit vielen anderen Fächern zusammenhängt und dass man sie auch in vielen Situationen anwenden kann.

Falls es sich um eine für die Schüler interessante Problematik handelt und sie an dieser Sache weiter arbeiten wollen, sollte der Lehrer die dafür nötigen Daten, Theorien und Formeln bereitstellen können, um nachher im Stande zu sein:

- das zu erklären, was man auf dem jeweiligen Niveau erklären kann,
- das anzudeuten, was über den Mittelschulrahmen hinaus geht,
- das zu zeigen, was in der Kompetenz anderer wissenschaftlicher Bereiche liegt,
- auf das hinzuweisen, was man so prinzipiell nicht lösen kann: z.B. eine lückenhafte Problemformulierung, Komplexität der Aufgabe, z.B. in der Meteorologie, falsche Formulierung, z.B. Übertragung der klassischen Vorstellungen in die Mikrowelt.

Derjenige Lehrer, der so etwas kann, muss kein Alleswisser sein, und er wird sich großer Autorität bei den Schülern erfreuen. Es ist auch höchstwahrscheinlich, dass solch ein Lehrer die Schüler stärker und langfristiger motivieren wird als der „geniale Wissenschaftler“.

Wie kann man die zukünftigen Lehrer vorbereiten?

Schön, man denkt darüber nach, aber was kann ich konkret für den Erfolg des oben Erwähnten tun, wenn ich in diesem Jahr die künftigen Lehrer in Thermodynamik, klassischer Elektrodynamik und als Wahlfach in Akustik unterrichte? Erlauben Sie mir, dass ich mich im Weiteren nur mit der Thermodynamik beschäftige.

Vor allem muss erwähnt werden, dass die Thermodynamik als Fach ziemlich breit ist und dass der Lehrplan diesem Fach nicht viel Platz bietet. (Die Entropie wäre interessant aber ich bin damit einverstanden, den Schwerpunkt auf die ersten beiden Hauptsätze, die kalorimetrische Gleichung und die Phasenübergänge zu legen.) Ich unterrichte also ganz allgemein, damit die Studenten die Zusammenhänge besser verstehen können.

Den Studenten steht mein Skriptum ([3]) und die Aufgabensammlung mit Lösungen ([4]) zur Verfügung. (Beide wurden zusammen mit dem verstorbenen Kollegen Alois Vaněk für UJEP zusammengetragen). Mein Unterricht verläuft wie im Skriptum beschrieben, die Abweichungen werden im Internet angegeben. Das Skriptum ist fast in der „Umgangssprache“

geschrieben und beinhaltet viele illustrative Beispiele. Neben den Vorträgen beinhaltet es auch viele Anhänge, die für den künftigen Lehrer günstig sein können: Zusammenfassung des angewandten Kalküls (B, C) und die Namensliste (D), aber auch eine Fremdwörteretymologie (A), terminologische Bemerkungen (E), Funktionsweise von Dampfmaschine, Benzin- und Dieselmotoren (F), Bemerkung über die subjektive Temperaturwahrnehmung (G) usw. Die empfohlene Literaturliste ist teilweise kommentiert. Die Sammlung ([4]) beinhaltet zuerst eine Wiederholung der Grundkenntnisse und dann die gelösten Aufgaben (oft besser als eine Vorlesung). Es folgen weitere Aufgaben, deren konkrete Lösungen aber gelegentlich beiliegen, damit die Studenten die richtige Lösung der nächsten Aufgabe nicht gleich sehen können. Ich habe versucht, möglichst realistische Aufgaben aus dem Leben auszuwählen. Im Absatz 3.3. Gas im Kraftfeld werden u.a. die meteorologischen Methoden der Atmosphäre behandelt, in Aufgabe 3.5.9 schätzen wir ab, dass sich ein Eisenmeteorit beim Zusammenprall mit der Erde auf 1250 °C erhitzt usw.

Die Studenten haben meinen vorläufigen Text-Vorschlag für die Fehler- und Unklarheitsuche angenommen. Sie haben akzeptiert, dass „niemand perfekt ist“ und dass der Text in der großen Eile entstanden ist. Zu Testzwecken bekommen die Studenten eine Problemstellung als Hausaufgabe. Sie sollen zu Hause noch „nachformulieren“, das Notwendige irgendwo finden und eine Lösung abschätzen. Als Beispiel: Es ist allgemein bekannt, dass die Autobatterie im Winter beim Starten nicht die nötige Spannung liefert. Und wenn wir sie mit einem Widerstandsdraht umwinden, ein Teil der Energie für ihr eigenes Aufwärmen verbrauchen und dann starten? Wie lange würde das dauern und welcher Teil der Ladung würde dabei benötigt?

Bei den Vorlesungen deutete ich sehr oft auf die spezielle Position der Studenten – der künftigen Lehrer hin: jetzt sind sie Studenten aber bald werden sie selber Unterricht führen, und es ist ja gut, wenn sie wahrnehmen können, was jetzt für sie gut und nicht gut ist und dass sie darüber nachdenken, warum sie etwas stört und warum nicht.

Jedenfalls betone ich immer, dass die bei uns sehr beliebte Anrede „Herr Kollege“ nicht nur zu einer Formsache wird, sondern dass man damit deutlich sagen will, dass wir im Unterricht Kollegen sind. Ich hoffe, dass auch unsere Studenten mit ihren künftigen Studenten gleiche Beziehungen pflegen werden.

Literaturliste

- [1] *Lidé si nejvíce váží lékařů.* Výzkumy CVVM (dříve IVVM) podle Lidových novin. 31. 10. 2001.
- [2] *Hůře než u nás se učitelé mají jen v Maďarsku.* Lidové noviny, 08.11.2002.
- [3] Obdržálek J., Vaněk A.: *Termodynamika a molekulová fyzika.* 2.opr. a rozšř. vyd., UJEP, Ústí n. Labem 2000. ISBN 80-7044-283-2.
- [4] Obdržálek J., Vaněk A.: *Řešené příklady z termodynamiky a molekulové fyziky.* UJEP, Ústí n. Labem 1998. ISBN 80-7044-227-1.

Biologie und Physik – was haben sie gemeinsam?

Jan Obdržálek, MFF UK, Praha*

Ich würde gerne allen, die die künftigen Lehrer ausbilden, einen interessanten Artikel näher bringen, den ich in Reader's Digest – Výběr, September 1996, übernommen von Life, Oktober 1990, gefunden habe.

Falls ein Kommentar nötig wäre, möchte ich Sie daran erinnern, dass unserer allgemeinen Meinung nach die Physik die Welt rund um uns herum beschreibt.

Der beste Lehrer den ich je gehabt habe

David OWEN

In der sechsten Klasse der Grundschule hatten wir im Fach Naturgeschichte einen Lehrer, Herrn Whitson. Gleich am ersten Tag hat er uns über ein Tier namens „Katzenfrakus“ erzählt, über ein ganz schwer anpassungsfähiges Nachttier, das in der Eiszeit ausgestorben ist. Er hatte uns dabei einen Schädel gezeigt. Wir haben uns Notizen gemacht und später haben wir auch einen Test geschrieben.

Als ich meine korrigierte Arbeit zurück bekommen hatte, war ich schockiert. Alle meine Antworten waren mit einem roten Stift gestrichen. Ich habe eine Fünf bekommen. Das muss ein Missverständnis sein! Ich habe doch Wort für Wort geschrieben, was vorher Herr Whitson sagte. Dann stellte ich fest, dass alle in der Klasse eine Fünf bekommen hatten. Was war denn passiert?

Es ist ganz einfach, erklärte der Lehrer. Die ganze Geschichte über den „Katzenfrakus“ hat er erfunden. Solch ein Tier hat nie existiert. Alles, was wir uns notiert haben war also nicht die Wahrheit. Und für die falschen Antworten sollte man doch keine gute Note verlangen!

Da muss nicht erwähnt werden, dass wir alle empört waren. Wozu dient so ein Test? Und was ist es für einen Lehrer, der solche Tests verteilt?

Laut Herrn Whitson sollten wir es allein herausfinden. Hat er uns denn nicht gesagt, schon als wir den Schädel (in der Tat war es ein Katzenschädel) betrachtet haben, dass dieses Tier spurlos ausgestorben sei. Hat er uns denn nicht erzählt, wie gut das Nachtsehen bei diesem Tier entwickelt war, was für eine Farbe sein Pelz hatte und eine Reihe weiterer Dinge, über die er nichts wissen konnte? Er benannte dieses Wesen auch mit einem komischen Namen, und auch trotzdem hat es bei uns keinen Verdacht erregt. Er hat uns mitgeteilt, dass er unsere Fünfer in sein Notizbuch eintragen wird. Und er hat das auch getan. Er hat uns weiter gesagt, dass er hoffe, dass wir aus dieser Erfahrung das Beste nehmen. Die Lehrer und die Lehrbücher sind doch nicht immer treffsicher. Niemand ist doch perfekt. Er hat uns dazu ermahnt, dass wir unser Gehirn nie faulenz lassen und uns melden, immer wenn es uns scheint, dass Er oder das Lehrbuch sich irren.

Jede Unterrichtsstunde mit Herrn Whitson war ein Abenteuer. Manche bewahre ich noch vom Anfang bis zum Ende im Gedächtnis. Er hat uns einmal gesagt, dass sein Volkswagen ein lebendiger Organismus sei. Es hat uns zwei Tage gedauert, bis wir ihn mit solchen Argumenten überzeugt haben, die er akzeptabel fand. Er hat uns nicht in Ruhe gelassen, solange wir ihn nicht überzeugt haben, dass wir wissen, was ein Organismus ist, und dass wir imstande sind, hinter unseren Argumenten zu stehen.

Unsere nagelneue Zweifelsucht haben wir dann auch an die anderen Fächer übertragen. Das hat den Lehrern große Sorgen bereitet, weil sie nicht gewohnt waren, dass ihnen jemand

* Doc. RNDr. Jan Obdržálek, CSc., Jan.Obdrzalek@mff.cuni.cz

im Unterricht widerspricht. Zum Beispiel unser Geschichtslehrer. Er war dabei etwas zu erzählen und auf einmal kam aus dem „Publikum“: „Katzenfrakus“.

Falls mich jemand einmal bittet einen Vorschlag zu machen, wie man die Krise in unserem Schulwesen löst, werde ich ihn an Herrn Whitson verweisen. Ich habe in meinem Leben keine großen wissenschaftlichen Entdeckungen gemacht, aber seine Unterrichtsstunden haben mir und meinen Mitschülern etwas wichtiges gegeben: Den Mut, den Menschen in die Augen zu sehen und dabei zu sagen, dass sie sich irren. Er hat uns auch gezeigt, dass man dabei auch Spaß haben kann.

Diese Sache wird aber nicht von jedem geschätzt. Einmal habe ich über Herrn Whitson einem Grundschullehrer erzählt und er war entsetzt. „So sollte er euch nicht an der Nase herumführen“, hat er gesagt. Ich habe ihm tief in die Augen geguckt und gesagt, dass er sich irrt.

Realexperiment in den E-Learning – Studienformen

Josef Petřík*, Pädagogische Fakultät ZČU, Plzeň

Zur Zeit verbreiten sich auch bei uns verschiedene Formen des Distanzstudiums. Diese Kurse haben sich vor allem durch die Computertechnik, besonders dem Internet, verbreitet.

Es entsteht eine neue Form des Distanzstudiums, **E-Learning**. Die Kommunikation der Studenten mit den Lehrern wurde dank dieser Technologie im Unterricht zum Alltag und hat auch den Online-Austausch von Informationen ermöglicht. Mit Hilfe des Internets kann man grafische Informationen, Bild und Ton übertragen.

Alle diese neuen Formen beschränken sich aber auf die Gewinnung von theoretischen Kenntnissen. Beim Studium, vor allem der Naturwissenschaften, gehört zu den Vorträgen und Seminaren auch ein experimenteller Teil, reale Experimente, die Auswertung der Ergebnisse dieser Experimente und die nachfolgende Bearbeitung in Referatform über die im Rahmen der Laborübungen durchgeführten Messungen.

Der experimentelle Teil im Unterricht im Rahmen der Vorlesungen oder Seminare verlangt ein ziemlich anspruchsvolle Ausstattung der jeweiligen Arbeitsstelle mit Instrumenten und auch Kenntnisse zum Umgang mit dieser Technik. Das größte Problem sind die Laborübungen, die bei den Studenten der bisherigen Studiengänge unter Fachaufsicht ablaufen. Die Distanzstudienformen sind auf unregelmäßige Laborbesuche angewiesen.

Dieser Vortrag soll über die Ergebnisse beim Lösen der Problematik „Vorschlag und Realisation der Instrumentenausstattung **jedes E-Learning-Studenten**“, vor allem bei den technischen und physikalischen Fächern, berichten.

Diese Lösung beruht auf der Möglichkeit, dass der E-Learning-Student die realen physikalischen Experimente zu Hause oder seinem Arbeitsplatz (z.B. in Cheb) durchführen kann. Es ist gleichzeitig auch möglich, dass die realisierten Experimente gleich vom Lehrer (z.B. in Plzeň) on line per Internet kontrolliert werden.

Heutige Hard- und Softwaremittel machen es möglich, alle Angaben vom Studenten zum Bildschirm des Lehrers zu übertragen. **Der kann auch direkt von seinem Arbeitsplatz (Plzeň) aus aktiv in das laufende Experiment des Studenten (Cheb) eingreifen** (z.B. Amplitude oder Frequenz des Generators ändern).

Es ist offensichtlich, dass man für diese Online-Kommunikation eine spezielle Soft- und Hardwareausstattung benötigt.

Die heutigen klassischen Instrumente (z.B. Volt- oder Amperemeter) haben keine geeignete Schnittstelle für die Online-Datenübertragung, der Lehrer kann damit nicht direkt eingreifen (z.B. Einstellbereich des Volt- oder Amperemeters verändern). Die erwähnten Beispiele können zwar als primitiv betrachtet werden, sind aber ausreichend instruktiv und zeigen, welche Probleme noch beseitigt werden müssen.

Für die Realisierung des experimentellen Teiles im Unterricht bei den E-Learning-Distanzstudienformen sind vor allem die PC-Soundkarten wichtig. Alternativen hierzu bieten z.B. Parallelport, serielle Schnittstelle, Gameport oder USB.

Soundkarten gehören heute zur Grundausstattung eines PC. Da sie Vorrichtungen für die Umwandlung analoger elektrischer Signale in die digitale Form, die der Computer bearbeiten kann, enthalten, kann man sie mit einem entsprechenden Programm für die zeitabhängige Messung elektrischer Grundgrößen einsetzen.

Soundkarten bieten auch die umgekehrte Funktion, d.h. sie können digitale Daten vom PC in elektrische Signale umsetzen. Man kann sie daher als Funktionsgeneratoren einsetzen. Es

* Dr. Ing. Josef Petřík, petrik@kof.zcu.cz

ist möglich (aber nur begrenzt), mit ihnen die PC-Messkarten zu ersetzen, die ziemlich teurer sind.

Die Unterschiede in der technischen Ausstattung der Soundkarten gegenüber den Messkarten kann man oft durch den Einsatz einer „klugen“ Programmausstattung kompensieren.

Im Rahmen einer Lösung wurden ergänzende technische Mittel und vor allem die Programmausstattung konzipiert, die die Konstruktion einer intelligenten Messtechnik ermöglichen. Diese Technik erlaubt es den Distanzstudiumsteilnehmern, auch denen, die keine engere „Beziehung“ zu Messtechnik und Experimenten haben, auch *ohne Überwachung durch Fachleute* die komplizierten Messungen mit entsprechender Genauigkeit in den realen Labors durchzuführen.

Weiterhin werden passende Experimente inkl. kurzer Anweisungen erwähnt. Ich habe Beschreibungen von mehr als vierzig Experimenten zusammengetragen, die man mit Hilfe der erwähnten Technik und Programmausstattung realisieren kann. Ihre Verwendung ist bei den E-Learning-Distanzstudienformen und beim herkömmlichen Unterricht möglich.

Mit der breitesten Verwendung rechnet man beim Studium der Fachkombinationen mit Physik und Computertechnik an den Fakultäten, die die künftigen Lehrer in der üblichen Weise oder in der Distanzform ausbilden. Diese Technik ist aber auch bei anderen, technisch orientierten Fächern verwendbar. Die E-Learning-Distanzstudienformen an den allgemein oder technisch orientierten Mittelschulen werden – wie man vermutet – diese Technik auch einsetzen.

Im Programmausstattungskonzept habe ich auch den Unterschied in den Ansprüchen bzgl. der Mess- und Produktionstechnik in Industrie, Forschungs- und Entwicklungszentren und im Schulwesen beachtet.

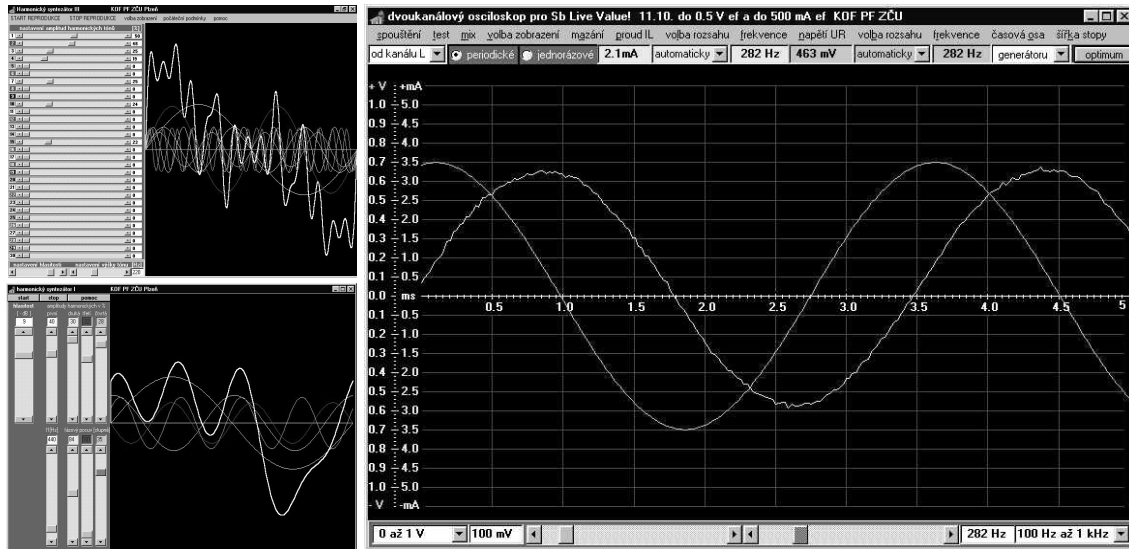
Ein Mitarbeiter in der Industrie oder Entwicklung arbeitet mit der komplizierten Messtechnik jeden Tag und er hat lange gebraucht, diese richtig zu bedienen. Ihm bereiten die komplizierte Konfiguration der Messbedingungen und die Einstellung der Messapparate keine Probleme.

Im Gegensatz dazu sollte die Messtechnik für Schulen intelligent sein, sich selbst konfigurieren können, unter den richtigen Messbedingungen immer die richtigen Werte messen und diese möglicherweise auch optimal anzeigen.

Für den Lehrer ist es zeitlich unmöglich, die Messtechnik, die er nur 1–2 mal pro Jahr verwendet, näher kennen zu lernen und sie routiniert zu bedienen. Auf dieselben Bedingungen trifft auch der Student des Distanzstudiums, der bei den vorgeschriebenen Aufgaben messen und dann andere Probleme lösen soll.

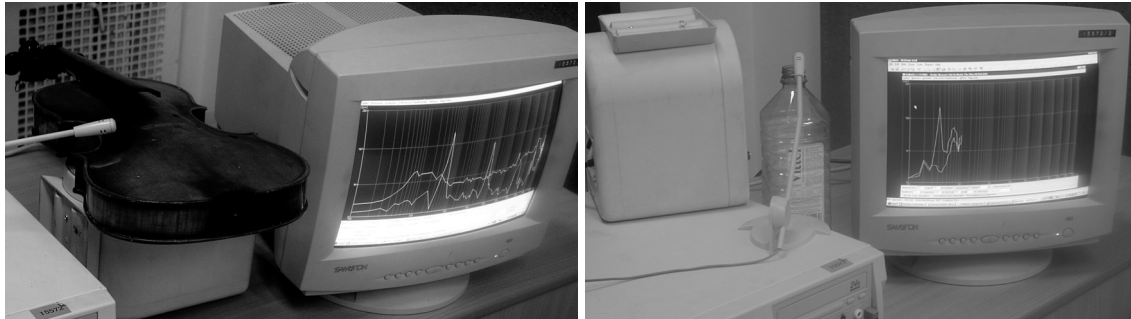
Deswegen beinhaltet die Programmausstattung eine große Anzahl der automatischen Funktionen wie automatische Messbereichswahl, automatische Skalenverstellung am Volt- und Amperemeter im Zusammenhang mit der gemessenen Größe, Anzeige einer bei Überschreitung des Messbereichs, sowie eine Analog- oder Digitalanzeige. Die großen automatischen Skalen ermöglichen eine Beobachtung auch ohne Projektor (im herkömmlichen Unterricht).

Ziel der Programme zur Simulation einer Oszilloskop-Funktion war die Konstruktion eines Gerätes, bei dem nur durch Zuführung eines periodischen Signals beliebiger Amplitude und Frequenz an die Eingangsklamme ohne Manipulation erreicht wird, dass immer die sinnvollste grafische Darstellung gezeigt wird.

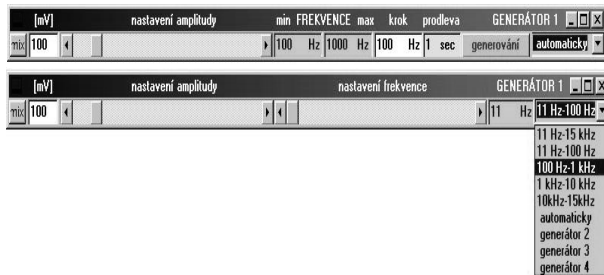


Ohmsches Akustikgesetz

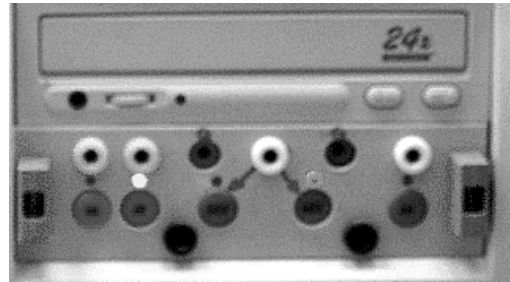
Programm „Automatisches Zweikanaloszilloskop“



Demonstration – Akustische Messung mit Programmausstattung zur Messeinheit MJ1



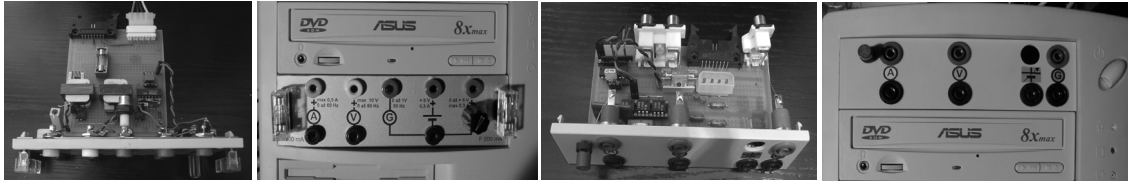
*Bildschirm beim Programm
„Programmierbarer Generator“*



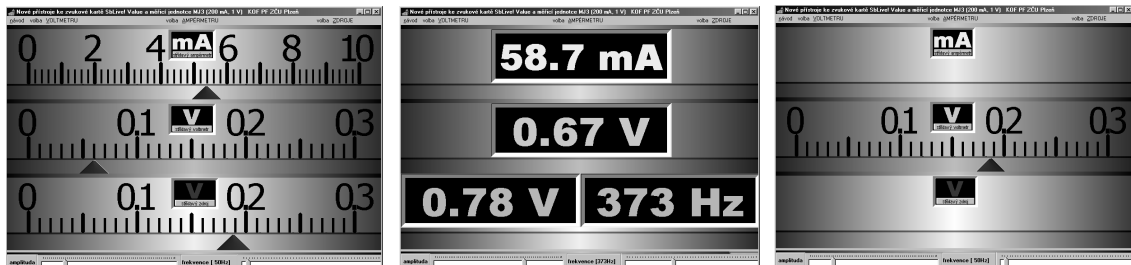
Messeinheit zu Sb Live! Value MJ1



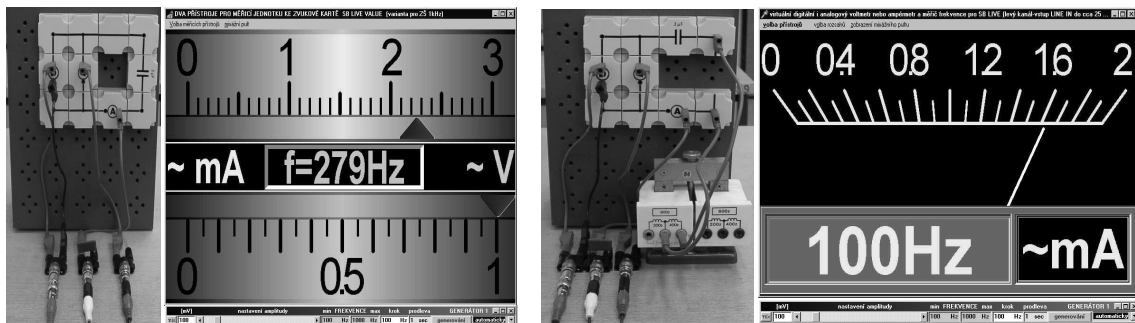
Die einfachsten Messeinheitsvarianten für die E-Learning Studienform



Kompliziertere Varianten der Messeinheiten zu den Soundkarten



Die ersten Varianten der Messprogrammausstattung zu Sb Live! Value und Messeinheit MJ1



Die neuen Varianten der Messprogrammausstattung zu Sb Live! Value und Messeinheit MJ3

Literatur:

- [1] Cacket G., Lowrie J., Steven A.: *Higher Core Physics*. Oxford University Press, 1992.
- [2] Dorn F., Bader F.: *Physik-Oberstufe Gesamtband 12/13*. Schroedel Schulbuchverlag GmbH, Hannover 1996.
- [3] Dorn F., Bader F.: *Physik-Oberstufe MS*, Schroedel Schulbuchverlag GmbH, Hannover 1998.
- [4] Schulmeister R.: *Grundlagen hyper/medialen Lernsysteme*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH 2002, ISBN 3-486-25864-8.
- [5] Kerres M.: *Multimediale und telemediale Lernumgebungen*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH 2001, ISBN 3-486-25055-8.
- [6] Dittler U.: *E-Learning*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH 2002, ISBN 3-486-25807-8.

Entropie an der Mittelschule?

Jitka Prokšová*, Pädagogische Fakultät ZČU, Plzeň

Das Gesetz, dass die Entropie immer steigt – zweites Gesetz der Thermodynamik – nimmt, wie ich vermute, unter den Naturgesetzen eine Ausnahmestellung ein. Falls Ihnen jemand vorhält, dass Ihre verliebte Weltraumtheorie den Maxwell-Gleichungen widerspricht, umso schlechter für die Maxwell-Gleichungen. Stellt man fest, dass sie der Beobachtung widerspricht, gut, die Forscher machen auch Fehler. Aber stellt man fest, dass Ihre Theorie dem zweiten Gesetz der Thermodynamik widerspricht, haben Sie keine Chance. Es bleibt nichts anderes übrig, als in tiefer Demut Ihren Kopf nieder zu beugen.

A.S.Eddington

Einer der Begriffe, die die Grundlage der physikalischen Bildung bedeuten, ist die Entropie. Trotzdem finden wir sie im Physikunterricht an der Grund- oder Mittelschule nicht. Vielleicht ist der Grund, dass man die Entropie nur schwer verstehen kann. Im Folgenden Beitrag möchte ich mich nicht nur mit der Einführung der Entropie beschäftigen, sondern auch mit der Zugänglichkeit dieses Begriffs in der Mittelschul-Thermodynamik.

Es gibt meiner Meinung nach gleich mehrere Gründe für die Einführung der Entropie an den Mittelschulen:

1. Im Rahmen der naturwissenschaftlichen Erkenntnis ist Entropie ebenso wichtig wie die physikalischen Grundgrößen Energie, Temperatur, Arbeit usw.
2. Entropie ist eine Größe, die weit über den Rahmen der Thermodynamik greift, wo sie ursprünglich eingeführt wurde. Zurzeit zeigt sich aber, dass dieser Begriff in vielen Gebieten unserer Forschung zum Schlüsselbegriff wird (z.B. in der Biologie, Chemie, Kybernetik, Ökonomie, Soziologie, Psychologie usw.).
3. Entropie ist eine Größe, die eine qualitative Aussage über das Verhalten des jeweiligen Systems leistet:
 - a) Die Entropieveränderung bestimmt die Richtung des Übergangs zwischen zwei Systemzuständen,
 - b) sie ist die Grundcharakteristik des Grades der Irreversibilität der bekannten Prozesse. Aus dem Entropiepostulat ergibt sich die Ungleichwertigkeit der Übergangsrichtung zwischen den beiden Systemzuständen – bei den irreversiblen Prozesse kommt es zu einer Zeitsymmetriestörung (Gesetze, die diese Prozesse beschreiben, gelten für die Vergangenheit anders als für die Zukunft).
4. Die Entropieeinführung im Thermodynamikunterricht ermöglicht es den Schülern, Kenntnisse aus Physik, Biologie und Chemie zu verbinden.

1. Einführung

Der Begriff Entropie wurde vom deutschen Physiker Rudolf Clausius (1822–1888) in der Mitte des 19. Jahrhunderts eingeführt. Seine Entropiedefinition, als Zustandsgröße der Thermodynamik, ist aber mathematisch ziemlich aufwändig und deswegen versuchen wir, eine einfachere und anschaulichere Vorgehensweise zu wählen – vor allem auf Grund der Zusammenhänge zwischen Entropie und Wahrscheinlichkeit. Die statistische Vorgehensweise in der Thermodynamik der irreversiblen Prozesse ermöglicht eine quantitative Beschreibung der Prozesse, bei denen wir nur von der wörtlichen Formulierung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik ausgehen.

* RNDr. Jitka Prokšová, proksovj@kof.zcu.cz

Wie kann man den Begriff Entropie näher beschreiben?

- a) **Entropie als eine thermodynamische Funktion** – die oben genannte, aber ziemlich vereinfachte Vorgehensweise von Clausius, angekoppelt an den Unterrichtsstoff (Thermodynamik) im 2. Jahrgang der vierjährigen Gymnasien.
- b) **Entropie als Maß für die Unordnung** – statistische Vorgehensweise – Ableitung der Entropie aus den Begriffen Mikro- und Makrozustand des Systems und aus der Multiplizität der Systemkonfiguration. Diese Art der Einführung zeigt die weiteren Anwendungen der Entropie auch über den Rahmen der Physik hinaus.
- c) **Empirische Entropie** – Das Maß der Irreversibilität der Prozesse und die Übergangsrichtung zwischen den beiden Systemzuständen kann man in einfacher Weise an Hand der Kenntnisse der empirischen Entropiewerte festlegen. Ihre Einführung ist analog zu der Einführung der empirischen Temperatur in der Thermodynamik.
- d) **Entropieproduktion in der Thermodynamik der irreversiblen Prozesse** – ermöglicht ein Aufbaustudium der Thermodynamik – Entropieproduktion in den offenen Systemen. Die Erklärung der neuen Begriffe ist an die in der klassischen Thermodynamik gewonnenen Kenntnisse gekoppelt. Der Begriff Entropieproduktion wird im Zusammenhang mit den irreversiblen Veränderungen im Systeminneren eingeführt. Er zeigt auch die Problematik der thermodynamischen Flüsse und Kräfte am Beispiel der Dissipation von Joulescher Wärme beim Durchgang von elektrischem Strom durch einen Leiter. Diesen Teil kann man als Aufbaustudium von Prozessen der klassischen Thermodynamik im Rahmen eines Wahlfachseminars im letzten Jahrgang einführen.

2. Entropie als Zustandsfunktion

Die Entwicklung der Thermodynamik in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts hat gezeigt, dass man zur Unterscheidung von irreversiblen und reversiblen Prozessen eine neue Größe einführen muss. Der deutsche Physiker **Rudolf Clausius** (1822–1888) hatte damals die Zustandsänderung bei abgeschlossenen Systemen bei verschiedenen Kreisprozessen erforscht und dabei entdeckt, dass manche Größen (z.B. innere Energie) unverändert bleiben, falls das abgeschlossene System in den ursprünglichen Zustand zurückgeführt wird. Bei der systematischen Suche der weiteren Zustände der Stoffeigenschaften hatte Clausius eine interessante Tatsache entdeckt: obwohl die Wärme Q keine Zustandsgröße ist (sie hängt von der Art und

Weise ab, wie wir von einem in den anderen Zustand kommen), verhält sich der Quotient $\frac{Q}{T}$

wie eine Zustandsgröße.¹ Sein Wert hängt nur vom Systemzustand am Anfang und am Ende ab. Auf Grund dieser Erkenntnis hatte Clausius im Jahre 1854 eine neue Zustandsgröße **Entropie** S eingeführt, die vom griechischen „entropos“ (innere Veränderung) abgeleitet wurde. Wie kann man am einfachsten die Veränderung dieser Größe im Falle einer reversiblen isothermen Expansion bestimmen? Wir schließen das ideale Gas in einem wärmeisolierenden Zylinder ein (vgl. Abb. 1). Im unteren Teil des Zylinders kommt es zum Kontakt des Gases mit einem Bad (Temperatur T). Die Anfangsvolumengröße entspricht dem Gewicht, das aus vielen kleinen Bleikügelchen zusammengesetzt ist. Wir werden diese kontinuierlich wegnehmen, wobei das Anfangsvolumen V_a bis zum Endwert von V_e steigt und der Druck wird von p_a auf p_p zurückgeht. Sollte es sich um einen isothermen Prozess handeln (bei dem die Gastemperatur im Laufe der Expansion konstant ist), muss das Gas beim Übergang vom Anfangs- zum Endzustand vom Bad die Wärme Q entnehmen (Abb. 1, Prozess a). Hinsichtlich

¹ Im Quotient $\frac{Q}{T}$ bedeutet Q aufgenommene oder abgegebene Wärme bei einem **reversiblen** Prozess bei der Temperatur T .

der Tatsache, dass die Expansion mit konstanter Temperatur verläuft, kann man die Entropieänderung auf folgende Weise beschreiben:

$$\Delta S = S_e - S_a = \frac{Q}{T} > 0, \quad (1)$$

wobei S_e (bzw. S_a) die Gasentropie im End- (Anfangszustand) ist und Q die Wärme, die dem Gas vom Bad geliefert wurde, damit die Expansion² bei konstanter Temperatur T verlaufen konnte. Die Einheit der Entropie ist im SI System *Joule / Kelvin* ($J \cdot K^{-1}$).

Wenden wir uns nun ohne Idealisierung (reversible Prozesse) den realen, also irreversiblen Prozessen zu und zeigen wir, wie sich die Entropie bei einer irreversiblen Expansion des idealen Gases ins Vakuum verändert, Abb. 2.

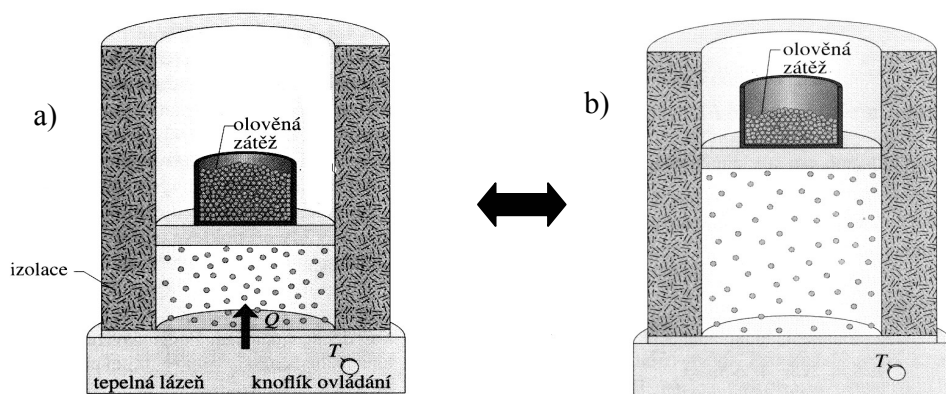


Abb. 1: Reversible isometrische Expansion – Bleigewicht, Thermobad, Isolation, Bedienungstaste

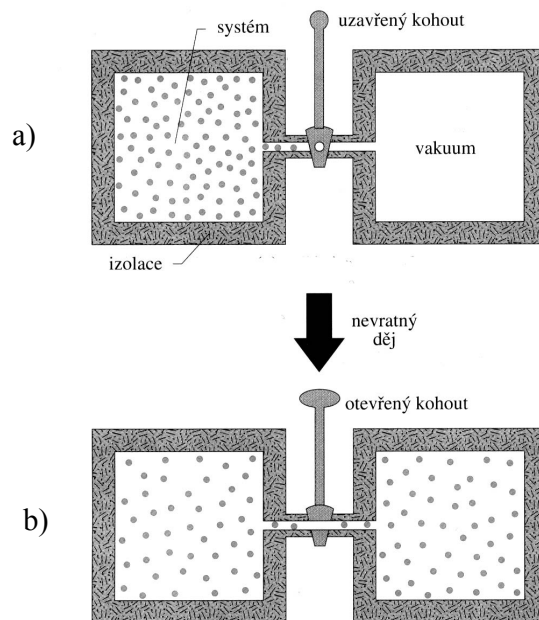


Abb. 2: freie Expansion – offenes Ventil, geschlossenes Ventil, System, Isolation, Vakuum, irreversibler Prozess

² Die Berechnung der Entropieänderung bei einem anderen Prozess als bei einem isothermen Prozess ist nicht so einfach wie oben erwähnt (die Temperatur ist eine Funktion – Druck und Volumen); grundsätzlich gehen wir von der Integration der differentiellen Form des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik aus.

Bei geschlossenem Ventil befindet sich das Gas zunächst in der linken Behälterkammer. Nach Öffnen des Ventils expandiert das Gas in die rechte Kammer, bis es zum Druckausgleich in beiden Systemteilen kommt. Die beiden Kammern sind **thermisch isoliert**, es kommt also nicht zum Wärmeaustausch zwischen dem System und der Umgebung. Nehmen wir nun an, dass bei der freien Expansion keine Arbeit geleistet wird, also $Q = W = 0$ gilt, so ergibt sich aus dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik, dass auch $\Delta U = 0$ ist. Weil die innere Energie des idealen Gases nur von seiner Temperatur abhängt, sind wir zum Schluss gekommen, dass die **Temperatur** am Anfang und am Ende **gleich** sein muss ($T_a = T_e = T$).

Im Laufe der freien Expansion kommt es aber zu einer schnellen Veränderung von Temperatur, Druck und Volumen des Gases – das System ist in jedem Augenblick dieses Prozesses im Ungleichgewicht. Wir können also im Beispiel die Veränderung von Druck und Volumen im $p-V$ Diagramm nicht aufzeichnen, sondern nur den gleichgewichtigen Anfangs- und Endzustand (S_a und S_e) des Systems (d.h. nicht die vorübergehenden ungleichgewichtigen Zustände zwischen ihnen – Fläche mit gestrichelten Linien – Abb. 3a). Aus der Praxis wissen wir, dass die freie Expansion ein **irreversibler** Prozess ist. Der Prozess verläuft niemals willkürlich umgekehrt, also das Gas wird nicht von alleine in die linke Kammer zurückkehren.

Die Entropie haben wir als eine Zustandsgröße eingeführt, deren Veränderung nur von dem Systemzustand am Anfang und am Ende des Prozesses abhängig ist – also von den Entropiewerten S_a und S_e . Die reversible freie Expansion ist etwas ganz anderes als die freie Expansion. Trotzdem können wir laut Abb. 3a, 3b vermuten, dass die beiden erwähnten Prozesse zwischen den **gleichen gleichgewichtigen** Zuständen verlaufen. Sie müssen also von der gleichen Zustandsfunktionsänderung charakterisiert werden – der Entropieänderung.

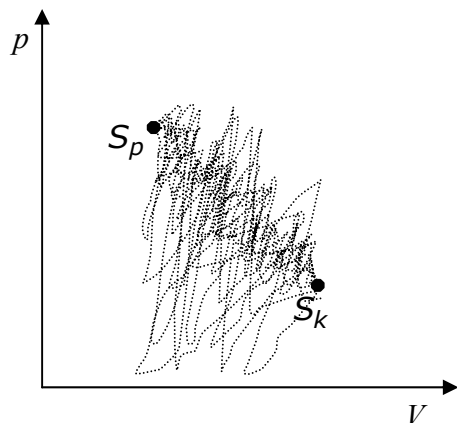


Abb. 3 a)
Freie Expansion

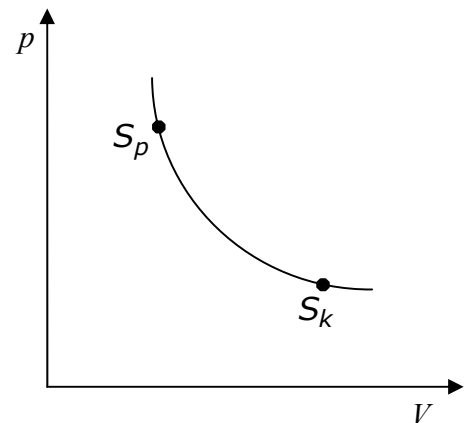


Abb. 3 b)
Reversible isothermische Expansion

Weil die Entropie im Laufe der isothermen Expansion steigt (es gilt $\frac{Q}{T} > 0$, weil wir dem Gas Wärme zuführen), gilt für die freie Expansion:

$$S_e > S_a. \quad (2)$$

Dank (2) kommen wir zu einem wichtigen Schluss: Bei dem irreversiblen Prozess stieg die Entropie des isolierten Systems. Ein Prozess, bei dem im isolierten System die Entropie sinkt, wird nie **willkürlich** ablaufen. Diese Grundeigenschaft der Entropie, die mit dem Lauf der Zeit zusammenhängt, bezeichnen wir als Postulat:

Verläuft in einem isolierten System ein irreversibler Prozess, steigt immer die Entropie im System.

Die Bedeutung der Entropie für den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik kann man mit der Bedeutung der inneren Energie für den ersten vergleichen. Die beiden Zustandsgrößen haben eine weitere gemeinsame Eigenschaft – sie sind additiv.

3. Entropie als Maß der Unordnung

Den Gleichgewichtszustand, in den das Gas durch irreversible Expansion ins Vakuum kommt, können wir uns auch an Hand des folgenden einfachen statistischen Modells vorstellen. Der Anschaulichkeit wegen beinhaltet der isolierte Behälter, geteilt in zwei gleiche Teile (Abb. 4), nur $N = 4$ identische Gasmoleküle.

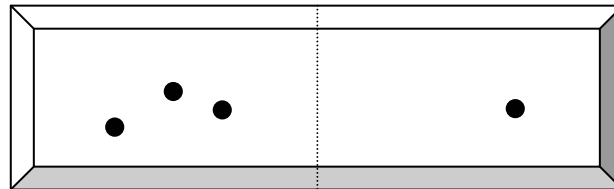


Abb. 4
Zum Begriff Entropie

In jedem Augenblick wird sich ein bestimmtes Molekül im linken oder im rechten Teil des Behälters befinden. Weil die beiden Behälterteile das gleiche Volumen haben, hat jedes Molekül die gleiche Wahrscheinlichkeit, dass es sich in einem der Teile befindet. Denken wir darüber nach, wie viele Möglichkeiten es gibt, diese vier gleichen aber voneinander unterscheidbaren Moleküle in den beiden Behälterteilen zu platzieren. Jede Art von Platzierung bezeichnen wir als **Mikrozustand**. Um die Moleküle zu unterscheiden, nennen wir sie a, b, c, d. Ein Mikrozustand ist z.B.: (abc/d) , (bac/d) oder (cab/d) – d.h. die Reihenfolge ist nicht wichtig, in der wir die Moleküle in dem jeweiligen Behälterteil nennen. Ein anderer Mikrozustand ist aber zum Beispiel: (acd/b) , wo es zum Austausch der Moleküle d, b aus einem in den anderen Teil kam. Trotzdem sehen wir, dass auch dieser neue Mikrozustand mit dem ursprünglichen die gleiche Anzahl der Moleküle in beiden Behälterteilen hat – drei links und eines rechts (Abb. 4). Diese Tatsachen nennen wir **Makrozustand** – er charakterisiert die Aufteilung im System bzw. die Konfiguration. In Tabelle T1 beschreiben wir die möglichen Makrozustände des Systems von 4 Molekülen im Behälter.

Tabelle T1

Bezeichnung Makrozustand (Konfiguration)	Linke Hälfte	Rechte Hälfte	Anzahl der Mikrozustände W	Wahrscheinlichkeit Makrozustand $w = \frac{W}{M}$
I	$abcd$		1	0,0625
II	abc	d	4	0,2500
	abd	c		
	acd	b		
	bcd	a		
III	ab	cd	6	0,3750
	ac	bd		
	ad	bc		
	bc	ad		
	bd	ac		

	<i>cd</i>	<i>ab</i>		
IV	<i>a</i>	<i>bcd</i>	4	0,2500
	<i>b</i>	<i>acd</i>		
	<i>c</i>	<i>abd</i>		
	<i>d</i>	<i>abc</i>		
V		<i>abcd</i>	1	0,0625
Gesamtanzahl der Mikrozustände $M = 2^N$			16	

Es wird deutlich, dass es aus makroskopischer Sicht egal ist, welche Moleküle in dem jeweiligen Behälterteil sind. Aus mikroskopischer Sicht bedeutet jeder Molekülaustausch einen neuen Mikrozustand. Wie man in Tabelle T1 sieht, existieren die meisten Kombinationen bei der Platzierung der Moleküle in den beiden Behälterteilen in Makrozustand III. Wir sagen, dass er mit der größten Anzahl der Mikrozustände realisiert ist – er ist also der wahrscheinlichste Zustand, wie wir es in der letzten Tabellenspalte sehen können. Es sieht so aus, dass die beiden am wenigsten wahrscheinlichen Zustände, die die „Gaskompression“ in einer Behälterhälfte darstellen, ziemlich selten erscheinen. Wir sollten aber nicht vergessen, dass es sich um ein theoretisches Modell handelt – unser „Gas“ bildet ein System von vier Molekülen. Um aus den Angaben in der Tabelle T1 Nutzen ziehen zu können, müssen wir über größere Systeme nachdenken.

Nehmen wir an, dass wir einen gleichen isolierten Behälter haben und wählen wir vier Systeme (siehe erste Spalte der Tab. T2), das kleinste System beinhaltet $N = 100$ und das größte $N = 1000000$ Gasmoleküle. Die Werte in der dritten Spalte von T2 entsprechen der Anzahl der Mikrozustände $W\left(\frac{N}{2}\right)$, wo in beiden Behälterteilen die gleiche Anzahl $\frac{N}{2}$ der Moleküle ist (der sog. „wahrscheinlichste“ Makrozustand). In der vierten (bzw. sechsten) Spalte ist die Anzahl der Mikrozustände für den Fall erwähnt, für die die Molekülanzahl in einem Behälterteil um 1 % größer ist (bzw. um 10 %). Interessante Angaben bietet zum Vergleich vor allem die letzte Spalte dieser Tabelle: Für Systeme mit $N \geq 10^5$ sind die Zustände, die sich von dem wahrscheinlichsten Makrozustand unterscheiden, durch eine unvergleichbar kleinere Mikrozustandsmenge vertreten (Wahrscheinlichkeit ihres Auftreten ist angesichts der gleichmäßigen Molekülaufteilung in beiden Behälterteilen gering). Aber auch der größte Komplex mit $N = 10^6$ der Moleküle entspricht nicht der Wirklichkeit. Als Beispiel ein würfelförmiger Behälter (Seite 20 cm) – ungefähre Anzahl der Gasmoleküle ist 10^{23} . Die Wahrscheinlichkeit w , dass eine Behälterhälfte leer ist und das Gas sich willkürlich in die zweite Hälfte presst, fällt auf eine unvorstellbar geringe Zahl: $w = \frac{1}{2^N} = \frac{1}{2^{10^{23}}}$! Weil eine Sekunde ca. $\frac{1}{10^{17}}$ der Weltraumexistenz vorstellt, kommt niemals der Fall vor, dass es bei dem Gas zu einer willkürlichen Kompression kommt. Deswegen bezeichnen wir die freie Gasexpansion als einen irreversiblen Prozess.

Mit Hilfe einer mikroskopischen Sicht auf das Molekülsystem im Behälter kamen wir zu dem Schluss, dass der Zustand des thermodynamischen Gleichgewichts, bei dem die Gasmoleküle gleichmäßig im ganzen Behältervolumen verteilt sind, ein Zustand mit der größten Vorkommenswahrscheinlichkeit ist. Umgekehrt: Die Zustände, realisiert mit der kleinsten Mikrozustandsanzahl, wo das Gas in einer Behälterhälfte gepresst ist, kommen praktisch nie vor. Das Maß der Irreversibilität eines bestimmten Prozesses charakterisieren wir in der Thermodynamik als Veränderung der Zustandsgröße **Entropie** – ihr Wert steigt beim irreversiblen Prozess. Die Zunahme der Entropie entspricht der **willkürlichen** Entwicklung im isolierten System.

Tabelle T2

Anzahl Moleküle N	Gesamtzahl Mikrozustände $M = 2^N$	Anzahl Mikrozustände A $w\left(\frac{N}{2}\right)$	Anzahl Mikrozustände B $w\left(\frac{N}{2} \cdot 1,01\right)$	Relation $\frac{A}{B}$	Anzahl Mikrozustände C $w\left(\frac{N}{2} \cdot 1,1\right)$	Relation $\frac{A}{C}$
100	$1,27 \cdot 10^{30}$	$1,25 \cdot 10^{30}$	$1,25 \cdot 10^{30}$	1,00	$1,76 \cdot 10^{29}$	7,10
1 000	$1,09 \cdot 10^{301}$	$1,07 \cdot 10^{301}$	$0,88 \cdot 10^{301}$	1,22	$1,92 \cdot 10^{292}$	$5,57 \cdot 10^8$
100 000	2^{10^5}	$10^{30\,136}$	$10^{30\,127}$	10^9	$10^{29\,260}$	10^{876}
1 000 000	2^{10^6}	$10^{301\,348}$	$10^{301\,261}$	10^{87}	$10^{292\,609}$	$10^{8\,739}$

Aus unseren Überlegungen ergibt sich, falls wir das isolierte System gelten lassen, dass die Anzahl der Mikrozustände und auch die Entropie im resultierendem Gleichgewichtszustand die gleichen Eigenschaften aufweisen wird. Das Gas, das nach der freien Expansion die beiden Behälterhälften ausgeglichen ausfüllt, befindet sich im Zustand mit maximaler Anzahl der Mikrozustände. Auch die Systementropie bei der freien Expansion steigt und im Endzustand erreicht sie das Maximum. Deswegen können wir zur Erklärung der Zusammenhänge von Entropie und Makrozustandswahrscheinlichkeit das so genannte **Boltzmann-Prinzip** verwenden:

Die Entropie des Systems ist eine Funktion der Wahrscheinlichkeit des Systemzustandes.

Diese Behauptung hat im Jahre 1877 der österreichische Physiker **Ludwig Boltzmann** (1844–1906) auf folgende Weise formuliert:

$$\Delta S = S - S_0 = k \cdot \ln W, \quad (3)$$

wobei ΔS die Systementropieveränderung ist (das heißt der Unterschied zwischen S im Endzustand und S_0 im Anfangszustand) und k die Boltzmann-Konstante ($1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$).

Die Gleichung (3) bezeichnet man oft als **Boltzmann-Gleichung der Entropie**.

Weil im Gleichgewichtszustand die Anzahl der Mikrozustände, die die Moleküle des isolierten Systems annehmen können, die größte ist, interpretiert man sehr oft die Entropie als **Maß der Unordnung**.

Falls die Systementropie steigt, steigt auch ihre Unordnung.

Die maximale Unordnung entspricht also einem Gleichgewichtszustand, in dem das System verbleibt, bis es von Außenkräften gezwungen wird, diesen Zustand zu verändern. Man spricht vom Zustand der maximalen Entropie. Entropie wird so zu einem „**Anzeiger der Entwicklung**“ im System und es ist ja deutlich, dass mit sinkender Entropie unsere Informationen über das System steigen.

4. Empirische Entropie

Zeigen wir jetzt die Möglichkeit, wie man die Entropie zur Bestimmung des Grades der Unumkehrbarkeit der bekannten Prozesse benutzen kann und wie man an Hand der Veränderung Schlüsse über die Übergangsrichtung zwischen zwei Systemzuständen ziehen kann.

Wir beschreiben ein isoliertes System mit idealem Gas, in dem ein adiabatischer Prozess zwischen den Gleichgewichtszuständen S und S' in der Richtung I irreversibel und zwischen S und S'' in der Richtung II reversibel verläuft (Abb. 5).

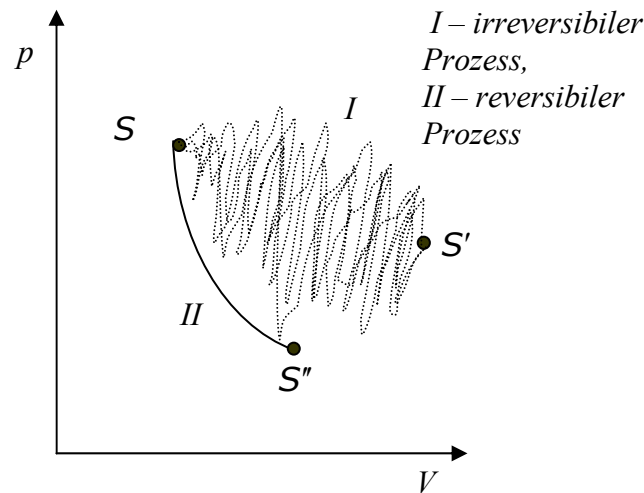


Abb. 5
Zum Begriff empirische
Entropie

Im Laufe des irreversiblen Prozesses *I* werden Druck, Temperatur und Volumen sehr schnell verändert – das System ist immer im Gleichgewicht. Wir können also diesen Prozess grafisch nicht abbilden. Beim reversiblen Prozess *II* haben wir diese Möglichkeit, aber nur mit Systemgleichgewichtszustand am Anfang *S* und am Ende *S'* (die ungleichgewichtigen Zustände zwischen ihnen werden im Feld zwischen den gestrichelten Linien abgebildet).

Aus dem Entropiepostulat ergibt sich, dass beim irreversiblen Prozess im isolierten System die Systementropie steigt. Bei dem reversiblen Prozess kommt es zu keiner Veränderung. Es ist also klar, dass wir an Hand der Entropiegröße in den jeweiligen gleichgewichtigen Systemzuständen über die gegenseitige Erreichbarkeit oder Unerreichbarkeit dieser Zustände entscheiden können. Bevor wir versuchen, die Frage zu beantworten, in welche Richtung sich das von uns betrachtete isolierte System zwischen den Zuständen *S'* und *S''* (Abb. 6) **willkürlich** entwickeln wird, analysieren wir die möglichen Varianten der Erreichbarkeit beider Zustände. Verwenden wir zuerst eine allgemeine Bezeichnung für zwei gleichgewichtige Zustände *A* und *B*.

Falls wir der Systementropie im Zustand *A* den Wert σ_1 und im Zustand *B* den Wert σ_2 zu teilen, dann gilt laut Postulat der Entropie:

$\sigma_1 < \sigma_2$, falls Zustand *B* adiabatisch ist, erreichbar vom Zustand *A*, aber nicht umgekehrt (symbolisch: $A \rightarrow B$),

$\sigma_1 > \sigma_2$, falls Zustand *B* adiabatisch ist, nicht erreichbar vom Zustand *A*, aber umgekehrt schon ($A \leftarrow B$),

$\sigma_1 = \sigma_2$, falls Zustand *B* adiabatisch ist, erreichbar vom Zustand *A* und umgekehrt ($A \leftrightarrow B$).

So können wir auch die gleichgewichtigen Zustände des isolierten Systems vom Abb. 5 beziffern. Weil der Übergang zwischen *S* und *S'* unumkehrbar und zwischen *S* und *S''* umkehrbar ist, gilt:

$$\sigma_1 < \sigma_2, \text{ falls } S \rightarrow S', \quad (5a)$$

$$\sigma_1 = \sigma_3, \text{ falls } S \leftrightarrow S''. \quad (5b)$$

Suchen wir jetzt die Antwort auf unsere ursprüngliche Frage: In welcher Richtung würde der Prozess zwischen den Zuständen *S'* und *S''* willkürlich verlaufen (Abb. 6)?

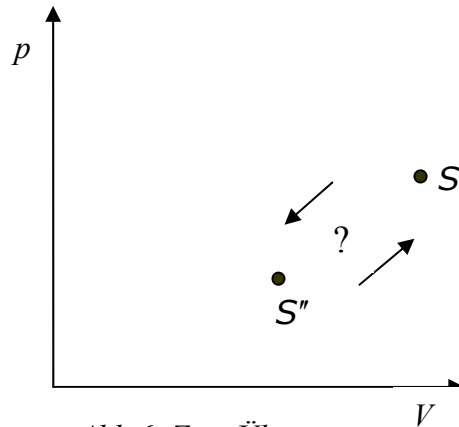


Abb.6: Zum Übergang
zwischen Zuständen
 S' und S''

Weil $\sigma_1 < \sigma_2$ und $\sigma_1 = \sigma_3$, muss gelten, dass $\sigma_3 < \sigma_2$ ist; das entspricht

$$\sigma_2 > \sigma_3, \text{ falls } S' \leftarrow S'' \quad (6a)$$

und ist äquivalent

$$\sigma_3 < \sigma_2, \text{ falls } S'' \rightarrow S'. \quad (6b)$$

Es ist klar, dass der Prozess, der willkürlich zwischen den beiden Zuständen verlaufen würde, nicht umkehrbar wird, weil die Werte der empirischen Entropie in beiden Zuständen verschieden sind. An Hand des Postulats über Entropie und an Hand (6a), (6b) ergibt sich, dass sich das System willkürlich vom Zustand S'' in den Zustand S' entwickeln kann, also dass der Zustand S' von S'' adiabatisch erreichbar ist.

Falls wir also die Entropiewerte in den einzelnen Gleichgewichtszuständen eines beliebigen isolierten Systems kennen, können wir laut ihrer Größe und laut dem Postulat über die Entropie entscheiden, woher und wohin der Prozess verläuft:

- Entropieveränderungen zwischen den einzelnen Systemzuständen beschreiben wir mit Hilfe einer Folge $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$, die den Entropiewerten in den einzelnen Zuständen entspricht.
- Die Folge $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$, wird als eine sichere thermodynamische Zustandscharakteristik betrachtet („thermodynamisches Zustandsgewicht“) und wir nennen sie Werte **der empirischen Entropie**.
- Ähnlich wie bei der Einführung der empirischen Temperatur, wo aus der Parität der Temperaturen das gegenseitige thermodynamische Gleichgewicht resultiert, gilt auch hier, dass von der Parität der Werte σ die **gegenseitige adiabatische Erreichbarkeit** der Zustände im isolierten System resultiert.
- Vom Unterschied der Werte σ kann man auf **die Übergangsrichtung** zwischen den beiden Systemzuständen schließen: bei der Ungleichheit der σ kann der Prozess im adiabatisch isolierten System **willkürlich** nur in der Richtung hin zum **größeren** Entropiewert verlaufen.

5. Entropieproduktion in der ungleichgewichtigen Thermodynamik

Das thermodynamische Gleichgewicht ist in der Welt in der wir leben ein idealer Begriff oder ein Ausnahmezustand. Reale Prozesse sind ungleichgewichtig und irreversibel – Prozesse in der Erdatmosphäre, in Ozeanen und Meeren, beeinflusst von der sich wandelnden Sonneneinstrahlung (heftige Erwärmung und Verdichtung der Luftschicht, Abschmelzen der Gletscher) oder Prozesse in lebenden Systemen (Fotosynthese, Stoffwechsel) usw. Im Unterschied zur klassischen Thermodynamik wird für die Beschreibung dieser ungleichgewichtigen

Systeme auch die Größe Zeit wichtig. Zu den Grundcharakteristika der irreversiblen Prozesse, die es ermöglichen, die Systementwicklung über der Zeit zu beobachten, gehört vor allem die zeitliche Veränderung der Entropie. Einem modernen Formalismus zufolge [2] kann man sie als Summe zweier Komponenten, die ganz unterschiedliche physikalische Bedeutung haben, charakterisieren:

$$\frac{dS}{d\tau} = \frac{d_e S}{d\tau} + \frac{d_i S}{d\tau}, \quad (7)$$

wo $\frac{d_e S}{d\tau}$ die zeitliche Veränderung der Systementropie darstellt, die den Austausch (Energie,

Partikel) mit der **Umbgebung** betrifft, während $\frac{d_i S}{d\tau}$ mit den irreversiblen Prozessen **inner-**

halb des Systems (unkompensierte Verluste) zusammenhängt. Das zweite Glied der rechten Seite von (7) nennen wir **Entropieproduktion** σ und aus den Grundregeln der linearen Thermodynamik ([2]) ergibt sich, dass man es als Summe der thermodynamischen Kräfte F_k und Flüsse J_k beschreiben kann:

$$\sigma = \frac{d_i S}{d\tau} = \sum_k F_k \cdot J_k > 0. \quad (8)$$

Die Ungleichheit in (8) stellt eine allgemeine Beschreibung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik dar: der Entropieanstieg äußert sich durch die unumkehrbaren Veränderungen im Systeminneren und entspricht der willkürlichen Systementwicklung. Um eine Vorstellung über die Termini – thermodynamische Kraft und Fluss – zu gewinnen und ihre Entstehung zu verstehen, nennen wir folgendes Beispiel.

Gegeben sei ein Leiter, durch den ein konstanter elektrischer Strom I fließt. Nach einer Weile stellen wir fest, dass der Leiter warm wird. Die entstandene Joule-Wärme verteilt sich im Raum, es handelt sich um einen irreversiblen Prozess. Die von dem elektrischen Feld geleistete Arbeit wird in die Bewegungsenergie der chaotischen Atombewegungen (Moleküle) des Leiters umgewandelt – also in die Wärme. Anders gesagt – die frei beweglichen, geladenen Partikel geben die Energie ihrer gerichteten Bewegung an die Partikel ab, die in einer kontinuierlichen Gleichgewichtslage im Gitter gebunden sind und so ihre Schwingungsenergie steigern.

Unter den erwähnten Bedingungen kann man die verteilte (dissipierte) Joule-Wärme ΔQ_J auf folgende Weise formulieren:

$$\Delta Q_J = I \cdot U \cdot \Delta\tau, \quad (9)$$

wobei U die elektrische Spannung am Leiter ist und I der durchgehende Strom innerhalb der Zeit $\Delta\tau$.

Die in Wärme umgewandelte und im Raum verteilte Energiemenge (in einem bestimmten Zeitintervall) bestimmt die zeitliche Veränderung der Systementropie, also die Entropieproduktion. Aus der Gleichgewichtsthermodynamik ist bekannt, dass man die Veränderung ΔS der Systementropie mittels $\frac{Q}{T}$ abschätzen kann. Die zeitliche Veränderung der Entropie σ (Entropieproduktion) können wir dann vom Wärmeanteil Q , verteilt in der Zeit $\Delta\tau$ und der Temperatur T , bei der dieser irreversible Prozess verlief, ableiten:

$$\sigma = \frac{1}{T} \cdot \frac{\Delta Q_J}{\Delta\tau} = \frac{I \cdot U}{T}. \quad (10)$$

Laut (8) beschreiben wir jetzt die Entropieproduktion als Summe der thermodynamischen Kraft und des thermodynamischen Flusses. Unter Fluss versteht man in diesem Fall den elektrischen Strom I , die entsprechende thermodynamische Kraft ist der Quotient $\frac{U}{T}$.

In der Umgebung des thermodynamischen Gleichgewichts nehmen wir an, dass der thermodynamische Fluss zur thermodynamischen Kraft proportional ist. Bestimmen wir jetzt den Proportionalitätskoeffizienten α :

$$I = \alpha \cdot \frac{U}{T}. \quad (11)$$

Ergänzen wir nun $U = I \cdot R$, muss der Koeffizient α folgender Gleichung entsprechen:

$$\alpha = \frac{T}{R}. \quad (12)$$

Wir haben also eine lineare Relation zwischen der thermodynamischen Kraft und dem Strom gewonnen. Es wird deutlich, dass diese Relationen mit den schon bekannten Gesetzen übereinstimmen, wie z.B. beim Ohmschen-Gesetz³.

6. Fazit

Mit den Grundkenntnissen der Molekülphysik und Thermodynamik kommen die Schüler im ersten Halbjahr des zweiten Jahrgangs des vierjährigen Gymnasiums „in Berührung“. Beim Studium der Stoffeigenschaften verwenden sie sowohl die statistische als auch die thermodynamische Methode. Meiner Meinung nach ist es also gerecht, den Begriff Entropie in die Thermodynamik der Mittelschule⁴ einzuführen und zwar in der Kombination der oben erwähnten Schritte:

- Begriffe wie Irreversibilität (Unumkehrbarkeit), System-Unordnung und die neue Größe Entropie (als Funktion der Zustandswahrscheinlichkeit) kann man in die Einführung in die Stoffstruktur einreihen. Die Schüler meistern auf Grund der einfachen statistischen Überlegungen die Begriffe des gleichgewichtigen Systemzustands. Mit Hilfe der Beispiele aus der Wahrscheinlichkeitstheorie, erwähnt in drittem Teil dieses Beitrages, können sich die Schüler auch eine Vorstellung über den Begriff Entropie als Systemunordnungsmaß machen.
- Die Einführung der Entropie als Zustandsfunktion könnte der Analyse des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik folgen. Die Betonung sollte auf der Verwendung der Eigenschaften der empirischen Entropie liegen (siehe im vierten Teil des Beitrages). Die Studenten sollten an Hand der Entropieveränderung im System entscheiden können, ob es sich um einen reversiblen oder irreversiblen Prozess handelt und sollten auch die Richtung des irreversiblen Prozesses bestimmen können. So würden Sie die Funktion der Entropie als einen „Anzeiger“ der Systementwicklung beim irreversiblen Prozess begreifen.
- Mit der modernen Vorgehensweise zur irreversiblen Thermodynamik (Entropieproduktion, thermodynamische Flüsse und Kräfte,) könnten die Schüler im Rahmen eines Wahlunterrichts „in Berührung“ kommen, den sie im vierten Jahrgang wählen. Die Themen könnte man um Anwendungen dieser Vorgehensweise auf lebendige Systeme, die in [2] erwähnt sind, erweitern, und so von der Idealisierung der klassischen „Thermostatik“ zur heutigen Auffassung der Thermodynamik von ungleichgewichtigen Prozessen näher

³ Ähnlich ist z.B. Prozess der Gas- oder Flüssigkeitsdiffusion: Ein Partikelfluss aus dem Gebiet der höheren Konzentration in ein Gebiet mit niedrigerer Konzentration verursacht die Produktion von Entropie und ihre Formulierung mit Hilfe von thermodynamischen Flüssen und Kräften führt zum Fick'schen-Gesetz der Diffusion.

⁴ Vor allem im Rahmen des Thermodynamikunterrichts an den acht- und vierjährigen Gymnasien mit naturwissenschaftlicher Orientierung.

kommen. Es käme dabei auch zur Verstärkung der Fachbeziehungen: Physik – Chemie – Biologie.

Literaturquellen:

- [1] Halliday D., Resnick R., Walker J.: *Fyzika*. PROMETHEUS a VUTIUM, Praha a Brno 2000.
- [2] Prigogine I., Kondepudi D.: *Modern Thermodynamics*. John Wiley & Sons, Chichester 1998.
- [3] Svoboda E., Bakule R.: *Molekulová fyzika*. Academia, Praha 1992.

Computerunterstützung im Astronomieunterricht und bei den astronomischen Wettbewerben

Miroslav Randa, Pädagogische Fakultät ZČU, Plzeň*

Astronomie ist wahrscheinlich die älteste wissenschaftliche Disziplin. Trotzdem gehört sie zu den wissenschaftlichen Disziplinen, die sich intensiv entwickeln. Auch wenn ihre Mathematisierung mit der Physik vergleichbar ist und Astronomie die physikalischen Theorien zur Erklärung der Weltraumphänomene verwendet, wurde Astronomie nicht zu einer von der Öffentlichkeit vernachlässigten oder sogar verstoßenen Wissenschaft wie Physik (vgl. z.B. [1–4]) oder Chemie. Es gibt sicher mehrere Ursachen. Eine davon ist wahrscheinlich eine Art emotionaler Ladung, die bei der Betrachtung des Nachthimmels, des Weltraums und kosmischer Objekte auftaucht, unverzichtbar ist das ergreifende ästhetische Erlebnis bei der Betrachtung der Fotografien von Nebeln, Galaxien und verschiedener Objekte im Sonnensystem. Vergessen darf man aber auch nicht das menschliche Verlangen nach der Erklärung der Entstehung (eventuell des Untergangs) menschlicher Existenz auf der Erde und die Möglichkeiten des Lebens außerhalb der Erde. Bei uns könnte eine weitere Ursache darin liegen, dass die Astronomie von den häufigen Unterrichtsreformen an den Schulen nicht betroffen war.

Unversiegliches Interesse für Astronomie beeinflusst sehr stark die kontinuierliche Entwicklung der Beobachtungstechnik, was uns jeden Tag neue astronomische Daten, schöne Bilder und Animationen liefert. Diese werden von den kosmischen Sonden oder von den ständig weiterentwickelten und größeren kosmischen Teleskopen übertragen. Bedeutend ist auch die Entwicklung der Computertechnik, die zur Qualitätsverbesserung der Bilderaufnahmen (inkl. Ausgleich der Atmosphärenschwingung (seeing) und anderer Einflüsse mit Hilfe der aktiven und adaptiven Optik) und zur schnelleren Übertragung der Informationen in der ganzen Welt beiträgt.

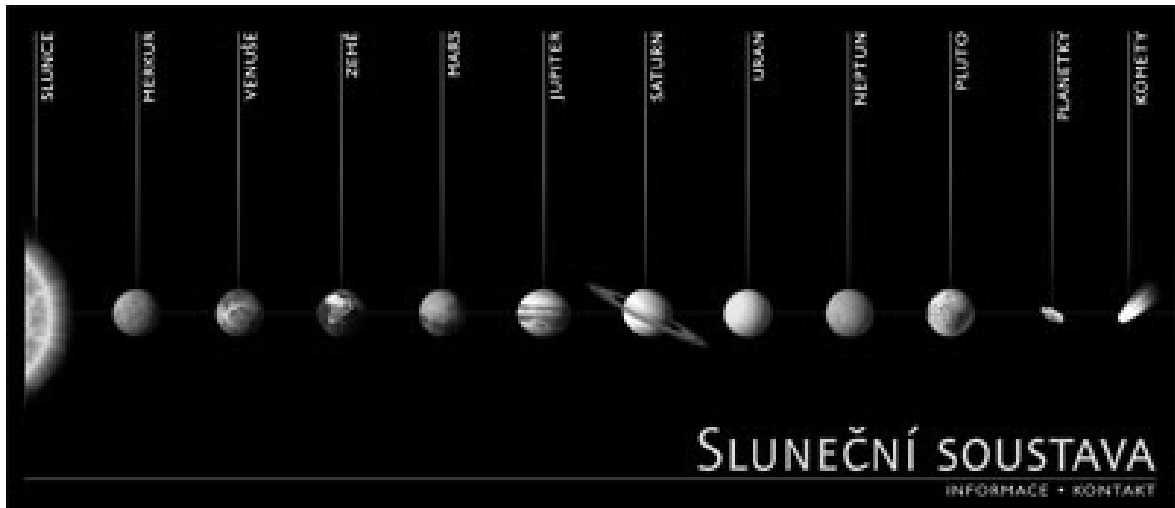
Dies unterstützt den Astronomieunterricht, weil er für die Schüler und Studenten interessant und voll von Neuigkeiten ist. Für den Lehrer ist es aber schwieriger, weil solcher Unterricht eine häufige Aktualisierung des Lehrstoffs verlangt und fordert eine Verwendung multimedialer Mittel in einem immer größeren Maß. Der Lehrer kann sich wie in den anderen Disziplinen (inkl. vieler Physik-Teilgebiete) nicht auf Literatur zurückgreifen, da die Astronomielehrbücher und Scripten ziemlich schnell veralten. Außerdem ermöglichen die „Papierpublikationen“ nur eine begrenzte Anwendung der Farbbilder in den Unterrichtstexten (Preis und Verfügbarkeit des Buches). Videoaufnahmen und Animationen gewinnen leichter das Interesse als ein Text oder statische (schwarz-weiße) Bilder.

* RNDr. Miroslav Randa, Ph.D., randam@kof.zcu.cz

1. Astronomische Webseiten

Astronomie auf astro.pef.zcu.cz

Sonnensystem



Nebel, Sternhaufen, Galaxien



Abb. 1 Titelseite der astronomischen Webseiten auf astro.pef.zcu.cz

Ich habe in den Jahren 1999–2002 im Rahmen des erfolgreichen Projekts FRVS ein Team gebildet und geführt, das ein einzigartiges System tschechischer Webseiten ([5]) auf dem Server der Pädagogischen Fakultät in Pilsen (in Zusammenarbeit mit Dozent RNDr. Martin Šolc, CSc. aus Prag, Dozent RNDr. Vladimír Štefl aus Brünn und einer Studentengruppe) erstellte (Abb.1). Die Webseiten widmen sich dem Sonnensystem, Galaxien, Nebeln und den Sternhaufen. Zurzeit beträgt der Umfang dieser Seiten fast 3 GB in ca. 2000 html Files (in diese Anzahl rechnet man nicht die weiteren 9000 Seiten ein, die dynamisch mit Hilfe von php generiert werden). Eine ausführliche Statistik befindet sich in Tabelle 1:

Tabelle 1: Statistik der Seiten *astro.pef.zcu.cz*

Texte		2 082	24 MB	1 %
*.htm	17	611 044 B =	597 kB =	1 MB 2 %
*.html	1 875	7 320 548 B =	7 149 kB =	7 MB 29 %
*.txt	190	17 628 965 B =	17 216 kB =	17 MB 69 %
Animationen		224	1 286 MB	48 %
*.avi	42	361 087 999 B =	352 625 kB =	344 MB 27 %
*.mpg	76	476 556 601 B =	465 387 kB =	454 MB 35 %
*.mov	43	206 747 106 B =	201 901 kB =	197 MB 15 %
*.mpeg	53	256 578 702 B =	250 565 kB =	245 MB 19 %
*.qt	9	47 815 980 B =	46 695 kB =	46 MB 4 %
Bilder		13 230	1 218 MB	45 %
*.jpg	9 593	859 917 364 B =	839 763 kB =	820 MB 67 %
*.gif	3 617	319 338 499 B =	311 854 kB =	305 MB 25 %
*.tiff	8	93 567 640 B =	91 375 kB =	89 MB 7 %
*.jpeg	2	22 604 B =	22 kB =	0 MB 0 %
*.bmp	10	3 914 100 B =	3 822 kB =	4 MB 0 %
Sonstiges		500	149 MB	6 %
zusammen		16 036	2 678 MB	

Die Seiten werden oft besucht und das nicht nur von der Tschechischen Republik aus, sondern auch vom Ausland. Im Laufe des Jahres 2002 ist die Anzahl der Besucher gestiegen, wie man in Tabelle 2 sieht. Die Qualität der Seiten ist unumstritten, sie werden in der nächsten Zeit (zur Zeit läuft die technische Vorbereitung) vom Server der Tschechischen astronomischen Gesellschaft übernommen ([6]). Auch eine der wichtigsten Internetsuchmaschinen, Google ([7]), präsentiert nach Eingeben von „Sonnensystem“ unsere Seiten an der ersten Stelle. Eine ausführliche Statistik der Besucherhäufigkeit vom Januar 2002 bis zum Februar 2003 ist in der Tabelle 2 (die tatsächliche Besucheranzahl ist noch höher als erwähnt, weil z.B. an den Schulen unter einer IP Adresse mehrere Benutzer ins Internet kommen):

Tabelle 2: Besucherstatistik der Seiten *astro.pef.zcu.cz*

Monat	Hits	Bytes	Besucher
Januar 2002	22 046	480 239 334	681 
Februar 2002	18 608	274 357 156	391 
März 2002	25 587	297 233 791	520 
April 2002	114 239	1 098 280 718	676 
Mai 2002	92 685	1 285 521 095	1 045 
Juni 2002	80 749	787 362 523	1 211 
Juli 2002	37 648	871 023 436	1 186 
August 2002	34 086	801 605 087	1 474 

September 2002	61 502	2 020 256 070	1 959	
Oktober 2002	138 844	1 738 365 736	1 924	
November 2002	156 530	3 421 683 835	1 716	
Dezember 2002	139 070	1 852 136 505	1 941	
Januar 2003	171 074	4 126 136 646	2 722	
Februar 2003	153 068	4 875 787 262	2 702	

Hits: Gesamtanzahl der vom Server angeforderten Dateien

Bytes: Übertragene Datenmenge

Besucher: (Annähernde) Anzahl der tatsächlichen individuellen Besucher

Ein vorbereitetes Aufbauprojekt wird diese Seiten ergänzen und erweitern. Neue Seiten beinhalten Informationen über Sterne und ihre Grundcharakteristika, Entstehung, Entwicklung und Endstadien der Sternentwicklung und auch über veränderliche Sterne. Diese Seiten werden dann zusammen mit den Seiten der Brünner Universität, die den astronomischen Aufgaben ([8]) gewidmet sind, eine Grundlage für den elektronischen multimedialen Unterrichtstext für Schüler und Studenten, aber auch für weitere Interessenten sein. Vorteile des Projektes bestehen in der ständigen Aktualisierung der Informationen durch die Teammitglieder, für die die Arbeit an den Internetseiten (und Astronomie selbst) zum Steckenpferd wurde.

2. Verwendung der PowerPoint Präsentationen

Die Internetseiten haben eine große Bedeutung für das Selbststudium, das Ergänzen der Unterrichtkenntnisse, die Unterstützung des Fernstudiums oder bei der Suche nach den Informationen über astronomische Objekte. Für den eigenen Unterricht sind sie aber nicht bestimmt. Die Internetseiten sind grundsätzlich für jeden Besucher bestimmt und deswegen sind die Informationen auf diesen Seiten von unterschiedlichem Niveau, in qualitativer und quantitativer Hinsicht. Es wird angenommen, dass der Besucher nur die Teile auswählt, die für ihn interessant und nutzbar sind.

Für den eigenen Unterricht haben eine größere Bedeutung die monothematisch bearbeiteten multimedialen Präsentationen, erstellt mit dem Programm PowerPoint. Sie ermöglichen einen komplexen und methodisch bearbeiteten „Gang“ durch die einzelnen Themen und können an Hand des Zuhörerniveaus in ihrer Methode und Form angepasst werden. Dabei werden die Vorteile der Computerbearbeitung genutzt. In den letzten Jahren habe ich auf verschiedenen Niveau folgende Präsentationen vorbereitet:

- Einführung in die Astronomie
- Planeten des Sonnensystems
- Terrestrische Planeten
- Riesenplaneten
- Saturnmonde
- Extrasolare Planeten
- „Heimat- und Fremdplaneten“
- Kleine Objekte im Sonnensystem
- Planetoide im Sonnensystem
- Eros – ein weiterer von einer Sonde erforschter Planetoid
- Treibhauseffekt
- Sonne



- Sonne und die planetarischen Nebel
- Nebel, Sternhaufen, Galaxien
- Galaxien gestern, heute (und morgen)
- Quellen der Gammastrahlung in der Galaxie
- Kosmologie 1
- Reliktstrahlung
- Kosmologie gestern und heute
- SN 1997ff bzw. alles ist anders?
- Elementarteilchen

Die multimedialen Präsentationen habe ich für den Astronomieunterricht für die Physikstudenten an der pädagogischen Fakultät, für die Studenten der anderen Fächer der 1. Stufe, für das Seniorenstudium und für die Studenten der Mittelschulen usw. erstellt.

Literatur:

- [1] Arons A. B.: *Cesta k přírodovědné gramotnosti*. Školská fyzika **VII**, č. 3 (2001) 61, přeloženo z anglického originálu: Arons A. B.: *Achieving Scientific Literacy*. Deadalus, Spring 1983.
- [2] Lacina A.: *Modernizace přípravy učitelů fyziky – důvody, způsoby, výsledky*. Ve: Randa M.: *Moderní trendy ve výuce fyziky (Sborník z konference – Srní 2003)*. Plzeň 2003, str. 25.
- [3] Kepka J.: *Výuka fyziky po roce 2000*. Ve: Demjančuk N., Pinc Z.: *Výchova a vzdělání ve věku techniky (Sborník z konference)*. FHS ZČU, Plzeň 2000, str. 186.
- [4] Kepka, J.: *Úspěšnost žáků základní školy ve fyzikální olympiádě*. Ve: Rauner K.: *Fyzika v devítileté základní škole (Sborník z konference – Rybník 1997)*. Praha 1988, str. 25.
- [5] <<http://astro.pef.zcu.cz>> *Astronomie* (česky).
- [6] <<http://www.astro.cz>> *Česká astronomická společnost* (česky).
- [7] <<http://www.google.com>> *Google* (anglicky).
- [8] <<http://www.physics.muni.cz/astrolohy/>> *Úlohy z astrofyziky* (česky).
- [9] Štefl V., Krtička J.: *Úlohy z astrofyziky*. MU, Brno 2000.
- [10] Petřík J., Vrbík V.: *Mikropočítač ve výuce fyziky na Pedagogické fakultě v Plzni*. Matematika a fyzika ve škole **21**, č. 2 (1990), s. 119.
- [11] Vrbík V.: *Příspěvek k nasazení počítačů ve škole*. Komenský **114**, č. 8 (1990), s. 479.

Physik – Computertechnik mit Elektronik

Masterstudium für Lehrer als weitere Stufe nach dem Bachelorstudium

Stach Vojtěch, Pädagogische Fakultät der Südböhmischen Universität, České Budějovice*

Das neu akkreditierte Masterstudium für Grundschullehrer an der pädagogischen Fakultät der Südböhmischen Universität in Budweis entstand aus der Notwendigkeit der Verbindung vom nichtpädagogischen Studienfach Mess- und Computertechnik (MVT) mit dem Masterstudium für das Lehrfach Physik – Computertechnik mit Elektronik (F-VTE) als eine Form des dreijährigen Masterstudiums.

Dieses Studium ist auch für die Absolventen der technisch orientierten Bachelorstudienprogramme wie z.B. im Fach 2616R Elektronik und Informatik, in dem unser Bachelorstudium MVT akkreditiert ist, bestimmt.

Die MVT – Absolventen mussten die pädagogische Kombination F-VTE studieren, die an der pädagogischen Fakultät der Südböhmischen Universität als selbstständiges Fach auch akkreditiert ist und das ab dem ersten Jahrgang. Sie mussten mit großer Administrative (Anerkennung der schon absolvierten Fächer) kämpfen. Für die Absolventen des Bachelorstudiums aus den anderen Universitäten war dieser Weg fast unrealisierbar.

Jetzt ist eine neue Möglichkeit entstanden, das nichtpädagogische Studienfach Mess- und Computertechnik (MVT) mit dem Masterstudium für Grundschullehrer zu verbinden. Dieses Studium reagiert auf das Vorhaben des Schulungsministeriums, die qualifizierte Lehrerstruktur auf dem Gebiet der Informatik und Computertechnik zu verstärken.

Die Absolventen werden vor allem als Grundschullehrer arbeiten, oder werden an den integrierten Schulen oder niedrigeren Stufen der mehrjährigen Gymnasien tätig. Daneben können sie auch an Hand der vorher absolvierten Spezialisierung (Bachelorstudium) auch als selbständige Techniker und PC-Operatoren in den Labors oder Forschungsinstituten, an den Hochschulen und natürlich auch in der industriellen Praxis mit der obengenannten Zielrichtung arbeiten.

Nach dem Absolvieren des Aufbaustudiums muss der Student folgende Bedingungen erfüllen:

- 190 Kreditpunkte in der vorgeschriebenen Struktur:
Fachkombination – 116 Pflichtkredite, 3 Wahlkredite, d.h. zusammen 119 Kredite
fachbegleitende Fächer – 46 Pflichtkredite, 7 Wahlkredite, d.h. zusammen 53 Kredite
Wahlfächer – 18 Kredite
- Praxis an der Grundschule im Unterricht der Fachkombination – 4 Wochen
- Ablegen der staatlichen Abschlussprüfung inkl. Verteidigung der Diplomarbeit.

Konkrete Unterrichtspläne für bc. MVT, Physik, Computertechnik mit Elektronik werden anschließend erwähnt. Begleitende Fächer, die pädagogisch – psychologischen Disziplinen, findet man unter www.kf.pf.jcu.cz.

* Doc. RNDr. Vojtěch Stach, CSc., stach@pf.jcu.cz

Studienpläne:

Bachelorstudium: **MESS- UND COMPUTERTECHNIK**

Gesamtlimit: 180 Kredite

Pflichtfächer: **174** Kredite

Wahlfächer (an allen Lehrstühlen): **6** Kredite

Pflichtfächer:

Abk.	Fach	Kredit-Anzahl	Unterr.-Umfang	Abschluss	Empfehl. Jhrg. Sem.
TFYB1	Technische Physik I. – Mechanik, Molekularphysik und Thermik +	5	3+1	U, P	1 WS
AMAB1	Angewandte Mathematik I. +	5	2+2	U, P	1 WS
KTE/ TDOB	Technische Dokumentation	3	2+1	U	1 WS
KIN/ PGP1	Programmiersprache Pascal I.	6	2+2	U, P	1 WS
ZFMB1	Messen in der Physik I. +	2	0+1	U	1 WS
ANJB1	Englisch I.	3	0+2	U	1 WS
KPS/ PSA	Angewandte Psychologie	3	1+1	U	1 WS
		(27)			
KTE/ TMEB	Technische Mathematik	3	2+1	U	1 SS
TEFB2	Technische Physik II. – Elektrizität und Magnetismus	5	3+1	U, P	1 SS
AMAB2	Angewandte Mathematik II.	5	2+2	U, P	1 SS
KIN/ PGP2	Programmiersprache Pascal II.	6	2+2	U, P (mündlich)	1 SS
ZFMB2	Messen in der Physik II.	2	0+2	U	1 SS
VTF	Computertechnik für Physiker	2	0+1	U	1 SS
ZFMB3	Messen in der Physik III. – Elektrizität und Magnetismus	2	0+2	U	1 SS
ANJB2	Englisch II.	4	0+2	U, P	1 SS
		(29)			
TEFB3	Technische Physik III. – Schwingungen, Oszillation und Optik	5	3+1	U, P	2 WS
SVEB1	Statistische Auswertung der Experimentaldaten I.	2	1+1	U	2 WS
PRP1	Computerprinzipien I.	3	2+1	U	2 WS
EKAB1	Elektronik I.	4	3+1	U	2 WS
KFY/ ETEB-00	Elektrotechnik	7	4+1	U, P	2 WS
		(21)			
TEFB4	Technische Physik IV. – Atom-, Kern- und Subkernphysik	5	2+1	U, P	2 SS
ZFMB4	Messen in der Physik IV. – Schwingungen, Oszillation und Optik	3	0+2	U	2 SS
SVEB2	Statistische Auswertung der Experimentaldaten II.	3	1+1	U, P	2 SS
PRP2	Computerprinzipien II.	4	2+1	U, P	2 SS
EKA2	Elektronik II.	4	2+1	U, P	2 SS
		(18)			
KFY/ PMPB-00	Prinzipien und Systeme der Messtechnik	4	2+1	U, P	3 WS
SPM1	Spezialisiertes Messen I. – Atom- und Kernphysik	3	0+2	U	3 WS
AUT1	Automatisierung und Steuerung I.	3	2+1	U	3 WS
UZE	Angewandte Elektronik und Computertechnik	5	2+1	U, P (mündlich)	3 WS
PREB	Praktika – Elektronik	3	0+2	U	3 WS
TZV	Technologie der Vakuumherzeugung	4	2+1	U, P (mündlich)	3 WS
KIN/ TUPB	Technische Wartung der Computertechnik	3	0+2	U	3 WS
BAP1	Bachelor-Abschlussarbeit I.	4	1+0	U	3 WS

		(29)			
BPŘB	Sicherheitsvorschriften	4	2+1	U, P (schriftlich)	3 SS
AUT2	Automatisierung und Steuerung II.	5	2+1	U, P (mündlich)	3 SS
EMAB	Ökonomie und Marketing	4	2+1	U, P (mündlich)	3 SS
SPM2	Spezielles Messen II. – Optische und elektronische Messmethoden	3	0+2	U	3 SS
PRXB	Praxis	17	4 Wochen	U	3 WS
BAP2	Bachelor-Abschlussarbeit II.	8	1+0	U	3 SS
SZZB	Staatliche Abschlussprüfung	0	0+0	SZZ	3 SS
		(41)			

zusammen: 165 Kredite

Wahlpflichtige Fächer:

Teil A:

min. 9 Kredite

Abk.	Fach	Kredit-Anzahl	Unterr.-Umfang	Abschluss	Empfehl. Jhrg. Sem.
MLB	MATLAB	3	1+1	U, P (mündlich)	WS
JAE	Kernphysik	3	2+0	U, P (mündlich)	WS
AFY	Angewandte Physik	3	2+0	U, P (mündlich)	SS
DĚF	Physikgeschichte	2	0+1	U	WS
KIN/ WWW1	Produktion der WWW-Seiten I.	2	0+2	U	WS
MPF3	Mathematik für Physik III.	4	2+1	U, P	2SS

Wahlfächer:

Abk.	Fach	Kredit-Anzahl	Unterr.-Umfang	Abschluss	Empfehl. Jhrg. Sem.
KIN/ITT	Informationstechnologien - Test	1	0+0	U	1
FPL	Physik der Feststoffe	4	2+0	U, P (mündlich)	2 SS
TTS	Technologie der gedruckten Leitungen	4	1+2	U, P (mündlich)	4 SS
KFY/RŽP-00	Radioaktivität in der Umwelt	4	2+0	P (mündlich)	3 SS
KFY/ PLA	Plasmaphysik	4	2+1	U, P (mündlich)	WS
AVT	Audiovisuelle Technik	4	2+1	U, P (mündlich)	4 SS

Aufbaustudium der Physik – Computertechnik mit Elektronik

Fachkombination **Physik für Grundschulen**

Pflichtfächer:

zusammen: 60 Kredite

Abk.	Fach	Kredit-Anzahl	Unterr.-Umfang	Abschluss	Empfehl. Jhrg. Sem.
OFY1	Allgemeine Physik I. – Mechanik +	7	3+2	U, P	1 WS
OFY5	Allgemeine Physik V. – Schwingungen, Oszillation und Optik	7	3+2	U, P	1 WS
		(14)			
OFY2	Allgemeine Physik II. – Thermik und Molekularphysik	4	2+1	U, P	1 SS
OFY3	Allgemeine Physik III. – Elektrizität	5	3+1	U, P	1 SS

Moderne Trends in der Physiklehrvorbereitung

FPL	Physik der Feststoffe	4	2+0	U, P (mündlich)	1 SS
		(13)			
DFY1	Physikdidaktik I.	3	1+1	U	2 WS
TFY 1	Theoretische Physik I. – theoretische Mechanik	5	2+1	U, P	2 WS
OFY4	Allgemeine Physik IV. – Magnetismus	5	3+1	U, P	2 WS
		(13)			
PŠPZ1	Praktika – Schulexperimente I.	2	0+2	U	2 SS
DFYZ2	Physikdidaktik II.	4	1+2	U, P	2 SS
TFY 2	Theoretische Physik II. – Feld-Theorie und Relativitätstheorie	5	3+1	U, P	2 SS
		(11)			
PŠPZ2	Praktika – Schulexperimente II.	3	0+3	U	3 WS
AST	Astronomie	4	1+1	U, P	3 WS
DFY3	Physikdidaktik III.	2	0+1	U	3 WS
SZZ	Staatliche Abschlussprüfung	0	0+0	SZZ	3 WS/SS
		(9)			

Zusammen: 60 Kredite

Fachkombination: **COMPUTERTECHNIK MIT ELEKTRONIK FÜR MITTELSCHULEN**

Pflichtfächer:

zusammen: 56 Kredite

Abk.	Fach	Kredit-Anzahl	Unterr.-Umfang	Abschluss	Empfehl. Jhrg. Sem.
KMA/ DIM1	Diskrete Mathematik I.	6	2+2	U, P	1 WS
KIN/ TEA	Theorie der Endautomaten	4	2+1	U, P	1 WS
KIN/ DBS1	Datenbanksysteme I.	6	2+2	U, P	1 WS
		(16)			
KIN/ ADSZ	Algorithmen und Datenstrukturen	4	2+0	U, P	1 SS
KIN/ DBS2	Datenbanksysteme II.	3	0+2	U	1 SS
KIN/ OPSZ	Operationssysteme	5	2+1	U, P	1 SS
KFY/ TTS	Technologie der gedruckten Leitungen	4	1+2	U, P (mündlich)	1 SS
		(16)			
KIN/ DIV1	Informatik- und Computerdidaktik I.	2	1+1	U	2 WS
KIN/ LOS	Lokale Netzwerke	5	2+2	U, P	2 WS
KFY/ EST	Elektronische Elemente und Technologien	4	2+1	U, P	2 WS
		(11)			
KIN/ DIV2	Informatik- und Computerdidaktik II.	3	0+2	U, P (mündlich)	2 SS
KFY/ AVT	Audiovisuelle Technik	4	2+1	U, P (mündlich)	2 SS
		(7)			
KFY/ MPT	Mikroprozessorentchnik	4	2+1	U, P	3 WS
KFY/ DEL	Elektronikdidaktik mit Computertechnik	2	1+1	U	3 WS
KFY/ SZZ	Staatliche Abschlussprüfung	0	0+0	SZZ	3 WS/SS
		(6)			

zusammen: 56 Kredite

Wahlpflichtige Fächer in der Fachkombination (Physik, Computertechnik): min. 3 Kredite

Abk.	Fach	Kredit-Anzahl	Unterr.-Umfang	Abschluss	Empfehl. Jhrg. Sem.
KFY/AFY	Angewandte Physik	3	2+0	U, P (mündlich)	2 SS
KFY/PPV	Computerunterstützter Unterricht	2	0+2	U	2 WS
KFY/MPF 3	Mathematik für Physiker III	4	2+1	U, P	2 SS
KFY/MLB	MATLAB	3	1+1	U, P (mündlich)	3 WS
KFY/ EZŠ	Elektronik an der Grundschule	2	0+2	U	2 SS
KFY/ PLA	Plasmaphysik	4	2+1	U, P (mündlich)	3 WS

Wahlfächer in der Fachkombination (Physik, Computertechnik): Zusammen: 18 Kredite

Abk.	Fach	Kredit-Anzahl	Unterr.-Umfang	Abschluss	Empfehl. Jhrg. Sem.
KFY/RŽP-00	Radioaktivität in der Umwelt	4	2+0	P (mündlich)	2 WS
KIN/ ACS	Datenbanksystem ACCESS	2	0+2	U	SS
KIN/ ASPZ1	Assistentenpraxis I	2	0+2	U	WS
KIN/ ASPZ2	Assistentenpraxis II	2	0+2	U	SS
KIN/ DIS1	Diplomseminar I.	6	1+0 Konsultationen	U	2 SS
KIN/ DIS2	Diplomseminar II.	12	1+0 Konsultationen	U	3 WS/SS
KFY/ DIS1	Diplomseminar I.	6	1+0 Konsultationen	U	2 SS
KFY/ DIS2	Diplomseminar II.	12	1+0 Konsultationen	U	3 WS/SS

U = Unterschrift

P = Prüfung

Fortbildung von Physik Lehrern **(Erfahrungen aus der MFF UK Prag)**

Emanuel Svoboda, MFF UK, Praha*

Zurzeit existiert (leider) kein integriertes System der Lehrerfortbildung. Es fehlt eine einheitliche Konzeption (seit 1976!), eine gezielte Orientierung am professionellen Fortbildungsbereich und gesetzliche Rahmenbedingungen einer Fortbildung wurden auch noch nicht festgesetzt. Bisher wurde die ursprünglich vorgelegte berufliche Laufbahnordnung nicht bewilligt und es ist kein neuer Vorschlag vorhanden, der aus der Sicht der Lehrer die nötige Motivation zur Fortbildung anregen würde.

Zum Glück geschieht im Bereich der Physik ziemlich viel, was diesen tristen Zustand mindert. Es finden Seminare und Konferenzen von Physik Lehrern (z.B. Ideenmesse der Physik Lehrer, bisher 7-mal), sog. Sommerschulen, fachorientierte Vorlesungen oft mit physikalischen Experimenten statt. An diesen Aktionen beteiligen sich Fakultäten (Physik Lehrerfortbildung), die Sektion für Pädagogik JCMF, Pädagogische Zentren in der Zusammenarbeit mit den Hochschulen und weitere Institutionen.

Auf Grund der Erfahrungen mit diesen Aktivitäten ist vor wenigen Jahren auf dem Lehrstuhl für Physikdidaktik MFF UK Prag **ein integriertes Zertifikatskurs-Programm (1 Semester)** für interessierte Physik Lehrer (Grund- und Mittelschule) entstanden. Dieses Programm hat folgende Themen gleich stark behandelt:

- a) Veränderungen im Physikunterricht und dabei entstandene Ergänzung der Fachkenntnisse und Fähigkeiten der Physik Lehrer
- b) Kontakt mit der Physik als einem wissenschaftlichen Fach, die experimentellen Methoden der Arbeit inbegriffen
- c) Computerunterstützung im Physikunterricht in Verbindung mit einem Real-Experiment
- d) Pädagogisch – psychologische Aspekte zur Arbeit eines Physik Lehrers

Ziel des Zertifikatskurses war das Angebot eines konkreten und gut realisierbaren Programms, das von den aktuellen Bedürfnissen der Physik Lehrer ausgeht. Wichtig war auch die zeitliche und inhaltliche Optimierung aus der Sicht der Arbeitsbedingungen an einer Hochschule und aus der Sicht der aktuellen Arbeitsbelastung der Lehrer.

Zum ersten Mal fand der Kurs am Lehrstuhl für Physikdidaktik MFF im Wintersemester 97/98 statt und das an je zwei parallelen Terminen für Mittelschullehrer (2 x 24 Lehrer) und an je zwei parallelen Terminen für Grundschullehrer (auch 2 x 24 Lehrer). Diese Kurse wurden von finanziellen Drittmitteln (Grantprojekte) und von den Teilnehmern (Schuledirektorenfonds für die Fortbildung der Lehrer) bezahlt. Auf Grund des großen Erfolgs und auf Grund einer langen Interessentenliste von Physik Lehrern (Grund- und Mittelschule) haben wir die Kurse mit dem gleichen Inhalt im darauffolgenden Sommersemester und im Wintersemester 98/99 wiederholt.

Wir haben auf Grund der zahlreichen Wünsche der Absolventen dieses Zertifikatskurses eine Fortsetzung geplant, konnten aber kein neues Projektmittel einwerben, obwohl wir den Erfolg dieses Kurses und auch die neuen konkreten Praxisanforderungen klar und verständlich dokumentiert haben.

* Prof. RNDr. Emanuel Svoboda, CSc., emanuel.svoboda@mff.cuni.cz

Kurs für Grundschulen – Programm:

A. Physikdidaktik

<i>Ausgewählte Experimente an der Schule</i>	4 Stunden
<i>Heuristische Methoden im Physikunterricht</i>	2 Stunden
<i>Computerunterstützter Physikunterricht</i>	6 Stunden (ganztätiges Programm)

B. Physik

<i>Meteorologie</i>	2 Stunden
<i>Kernphysik</i>	2 Stunden
<i>Astronomie</i>	2 Stunden

C. Pädagogik – Psychologie

<i>Drogenabhängigkeit</i>	2 Stunden
<i>Kommunikation Lehrer – Schüler</i>	2 Stunden
<i>Spezifische Störungen beim Lernen</i>	2 Stunden

Kurs für Mittelschulen – Programm:

A. Physikdidaktik

<i>Physikalische Experimente an der Schule</i>	6 Stunden
<i>Computerunterstützter Physikunterricht</i>	6 Stunden (ganztätiges Programm)

B. Physik

<i>Von den Kristallen zu den Quantenstrukturen</i>	2 Stunden
<i>Kernphysik</i>	2 Stunden
<i>Astronomie</i>	2 Stunden

C. Pädagogik – Psychologie

<i>Drogenabhängigkeit</i>	2 Stunden
<i>Soziale Fähigkeiten des Lehrers</i>	2 Stunden
<i>Esotherik aus der Physikersicht</i>	2 Stunden

Am Ende des Kurses haben die erfolgreichen Absolventen vom MFF UK ein Zertifikat erhalten, das vom Prodekan der Fakultät und von Lehrstuhlleiter unterzeichnet war. Dieses Zertifikat kann den Schuldirektoren für die Bewertung der jeweiligen Lehrkraft dienen.

Wir haben einen Fragenbogen verfasst und diesen an die Teilnehmer verteilt, um ihre Bemerkungen zum Verlauf und zum Inhalt des Kurses, Vorschläge zur allgemeinen und konzeptuellen Verbesserung der Fortbildungsveranstaltung zu erhalten.

Fazit:

A. Grundschule

1. Für die inhaltliche Erweiterung des Kurses waren 17 % der Teilnehmer, 83 % der Teilnehmer hielten den ursprünglichen Umfang des Kurses für ausreichend.
2. Bewertung des Inhaltes der einzelnen Teile des Kurses:

Thema	sehr nützlich %	Nützlich %	weniger nützlich %
<i>Fachphysik</i>	58,5	36,6	4,9
<i>Physikdidaktik</i>	66,0	34,0	0
<i>Computerunterstützter Physikunterricht</i>	70,7	29,3	0
<i>pädagogisch-psychologische Aspekte</i>	34,0	63,5	2,5

3. Bewertung des fachlichen Niveaus der einzelnen Teile des Kurses:

Thema	ausgezeichnet %	sehr gut %	unzureichend %
<i>Fachphysik</i>	80,5	19,5	0
<i>Physikdidaktik</i>	78,0	22,0	0
<i>Computerunterstützter Physikunterricht</i>	87,8	12,2	0
<i>pädagogisch-psychologische Aspekte</i>	58,5	41,5	2,5

B. Mittelschule

1. Für die inhaltliche Erweiterung des Kurses war 43 % der Teilnehmer, 57 % der Teilnehmer hielten den ursprünglichen Umfang des Kurses für ausreichend.

2. Bewertung des Inhaltes der einzelnen Teile des Kurses:

Thema	sehr nützlich %	nützlich %	weniger nützlich %
<i>Fachphysik</i>	52,5	45,0	2,5
<i>Physikdidaktik</i>	87,8	12,2	0
<i>Computerunterstützter Physikunterricht</i>	60,0	40,0	0
<i>pädagogisch-psychologische Aspekte</i>	33,0	64,0	3,0

3. Bewertung des fachlichen Niveaus der einzelnen Teile des Kurses:

Thema	ausgezeichnet %	sehr gut %	unzureichend %
<i>Fachphysik</i>	81,0	16,0	3,0
<i>Physikdidaktik</i>	100,0	0	0
<i>Computerunterstützter Physikunterricht</i>	82,5	17,5	0
<i>pädagogisch-psychologische Aspekte</i>	64,0	33,0	3,0

An Hand der Tabellenauswertung kann festgestellt werden, dass der Zertifikatkurs von den Lehrern der Mittel- und Grundschulen positiv bewertet wird, die Lehrer waren mit dem Inhalt und mit dem fachlichen Niveau der einzelnen Teile des Kurses zufrieden. Die Lehrer haben mit großem Elan gearbeitet, haben ihre Erfahrungen untereinander und mit den Dozenten ausgetauscht und die verteilten schriftlichen Unterlagen hoch geschätzt. Viele von ihnen kehrten an die Hochschule zurück, wo sie ihr Studium absolviert hatten. Sie konnten vergleichen, was sich in der Ausbildung der Physiklehrer verändert hat. Es wurde viel über das Programm der Fortbildung diskutiert. Das alles hat die ganze Kursatmosphäre sehr positiv beeinflusst.

Im Rahmen des Entwicklungsprogramms des MSMT (tschech. Schulwesenministerium) haben wir im Wintersemester 02/03 **einen Fortbildungszyklus für Physiklehrer an der Grundschule** veranstaltet. Wir halten die Veranstaltung solcher Kurse zur Zeit wegen einer mangelnden Anzahl der Physiklehrer an den Grundschulen für sehr wichtig.

Das Programm dieses Kurses war vor allem der Didaktik gewidmet und hatte einen theoretischen und praktischen Teil:

A. Theoretischer Teil

- | | |
|---|-------------|
| 1. Unterrichtsziele | 4 Stunden |
| 2. Methoden des Physikunterrichts | 7 Stunden |
| 3. Didaktische Funktion der Experimente im Physikunterricht | (2 Stunden) |
| 4. Didaktik des Lösens von Aufgaben | 4 Stunden |
| 5. Wissensüberprüfung | 4 Stunden |

Ein Aspekt dieses theoretischen Teils war an eine genügende Anzahl konkreter Aufgaben zu den einzelnen didaktischen Themen (z.B. konkrete Beispiele zu den Zielen des Physikunterrichts an der Grundschule, Beispiele der Problemlösung, konkrete Formen der heuristischen Methode, Schülerergebnisse bei der Bearbeitung von Projekten, Analyse konkreter Aufgaben, die für die Schüler einer Grundschule geeignet sind, Beispiele für Musterprüfungen usw.) gelegt.

B. Praktischer Teil

6. Frontale Arbeit, 4 Stunden
7. Experimente mit einfachen Hilfsmitteln, 2 Stunden
8. Praktikum zu Schulexperimenten, 4 Stunden (Arbeit zu zweit)
9. Mikrobeiträge der Lehrer mit anschließender Analyse, 8 Stunden (Bedingung war die Verwendung passender Experimente)

An der Kursrealisation nahmen drei Mitarbeiter des Lehrstuhls für Physikdidaktik und zwei erfahrene Physiklehrer einer Grundschule teil.

Am Ende des Kurses hatten die Lehrer drei Tage für die Ausarbeitung einer **Seminararbeit**. Das Thema der Seminararbeit war die Ausarbeitung von mindestens fünf Unterrichtsstunden zur Physik. Hierzu gehörte jeweils auch eine didaktische Analyse des Lehrstoffes, die spezifischen Ziele mussten ganz klar mit Hilfe der Taxonomie der kognitiven, operativen und Wertziele spezifiziert werden. Die Vorbereitung musste so bearbeitet werden, dass die Verwendung der aktiven Unterrichtsmethoden deutlich wurde. Betont war auch die experimentelle Seite im Unterricht (Einsatz von Demonstrationsexperimenten, Schülerversuchen etc.). Man sollte auch die Fragen und Aufgaben klar formulieren. Fazit: Die Lehrer sollten das verwenden, was sie im Laufe des Kurses erfahren haben. Jede Seminararbeit wurde bewertet, die didaktische Analyse war dann ein Teil der Abschlussauswertung des Kurses.

Am Kursende (Gesamtumfang 42 Stunden) haben die erfolgreichen Absolventen von MFF UK ein Zertifikat erhalten, das vom Prodekan und vom Kursleiter signiert war.

Auch in diesem zweiten Fall haben die Lehrer den ganzen Kurs positiv bewertet, der theoretische und der praktische Teil konnten die Erwartungen erfüllen. Die Lehrer haben auch die zur Verfügung gestellten Studienunterlagen wie z.B. zu den Unterrichtszielen, Unterrichtsmethoden (inkl. Ideen für Projekte) positiv bewertet. Es ist gelungen, eine gute Arbeitsgruppe zu bilden, deren Mitglieder kontinuierlich Erfahrungen aus ihren Schulen ausgetauscht haben. Die insgesamt gute Arbeitsatmosphäre wurde vor allem im Laufe der Mikrobeiträge deutlich.

Was kann man zum Abschluss sagen? Beide Veranstaltungen (und ähnlich auch die weiteren Aktivitäten, z.B. eine Ideenmesse der Physiklehrer) haben gezeigt, dass die Physiklehrer sowohl an den Grundschulen als auch an den Mittelschulen ein großes Interesse an der Fortbildung haben und die gewonnenen Kontakte mit den Dozenten des Lehrstuhls für Physikdidaktik und mit anderen Lehrern der Fakultät hoch schätzen. Auf der anderen Seite haben diese Veranstaltungen bewiesen, dass der Lehrstuhl (bzw. die Fakultät) genug Erfahrungen, personelle und organisatorischen Möglichkeiten zur Realisierung von ähnlichen Kursen hat. Genau solche Möglichkeiten haben auch die anderen Fakultäten, die Lehrer ausbilden. Weitere Fortbildungsveranstaltungen für Physiklehrer können ohne Probleme an diesen Fakultäten stattfinden, wobei diese Fakultäten vom Schulwesenministerium der Tschechischen Republik finanziell unterstützt werden.

Astrophysik in Aufgaben von heute

Vladimír Štefl*, Naturwissenschaftliche Fakultät MU, Brno

In der tschechischen Literatur existieren umfangreiche und gut bearbeitete physikalische Aufgabensammlungen zum Üben. Im Fall der Astrophysik ist die Lage nicht so günstig. Die letzte altbewährte Aufgabensammlung vor allem aus der Astronomie und nur teilweise aus der Astrophysik war das Lehrbuch für Hochschulen Šíroký, J., Šíroká, M.: **Základy astronomie v příkladech** ([1]), herausgegeben zum letzten Mal im Jahre 1973.

Seit dieser Zeit kam es im Fach Astrophysik zu einer rapiden wissenschaftlichen Entwicklung. Es ist natürlich nötig, die künftigen Grund- und Mittelschullehrer mit diesen neuen Informationen bekannt zu machen. Deswegen wurde in Brunn die Hochschulsammlung: Štefl, V., Krtička, J.: **Úlohy z astrofyziky** ([2]) für den Unterricht der Physiklehrer an der naturwissenschaftlichen und pädagogischen Fakultät MU zusammengefasst. Anschließend wurden die **Astrophysikalischen Aufgaben** in die Hypertext – Version unter der Adresse <http://www.physics.muni.cz/astroulohy/> ([3]) umgesetzt. Hier wurde der Text aus dem Skriptum Štefl, V.: **Vybrané kapitoly z astrofyziky** ([4]) und im Weiteren auch manche Kapitel aus dem Hochschullehrbuch Vanýsek, V.: **Základy astronomie a astrofyziky** ([5]) entnommen.

In der Sammlung befinden sich über 260 Aufgaben, davon ca. die Hälfte aus der ausländischen Literatur. Die andere Hälfte umfasst bereits vorhandene Aufgaben. Die ersten neun Kapitel wurden von V. Štefl, das 10. Kapitel mit Computerthemen wurde von J. Krtička zusammengefasst. Die Aufgaben beinhalten auch Bildmaterial, wo sowohl kosmische Objekte und Phänomene, die das Zentralthema der Aufgaben sind, als auch Graphen und Tabellen verschiedener und zu den Aufgaben bezogener Zusammenhänge abgebildet sind. In das Kapitel der astrophysikalischen Konstanten und Gesetze wurde ein Verweis auf einen Rechner eingebaut, der die Berechnungen ermöglicht.

Aufteilung der Sammlung:

1. Strahlung
2. Grundlagen der Stern-Spektroskopie
3. Das Innere der Sterne
4. Atmosphären von Sternen
5. Doppelsterne
6. Spätstadien der Sternentwicklung, Novae, Supernovae
7. Endstadien der Sternentwicklung
8. Sterne und interstellare Materie
9. Extragalaktische Astronomie
10. Aufgaben zur Lösung mit dem Computer
11. Astronomische und physikalische Konstanten, Gesetze, Berechnungen
12. Literatur

Neben den klassischen Themen beinhaltet die Sammlung auch neue Themen, die sich mit der Problematik der Sternwinde, Gravitationslinsen, Energiequellen (Novae und Supernovae), weißen Zwergen und Neutronensternen, Strahlung binärer Pulsare, Übertragung der Masse bei sich nahen Doppelsternen, den Kernen der aktiver Galaxien usw. beschäftigen.

Der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben ist verschieden, von den leichten, bestimmt für das Bachelorstudium der Astrophysik, bis zu den mittelschwierigen Aufgaben, bestimmt für das Lehrerfach Physik. In der Sammlung finden wir auch komplizierte Aufgaben, die für das Masterstudium oder sogar für das Doktorstudium in Astrophysik bestimmt sind.

* Doc. RNDr. Vladimír Štefl, CSc., stefl@astro.sci.muni.cz

Zu einer Aufgabe steht auch jeweils die Lösung mit einem kurzen Kommentar bereit. Zur Unterstützung des selbstständigen Bearbeitens durch die Studenten wurde die Lösung nicht direkt bei der jeweiligen Aufgabe eingefügt. Damit hängt die Lösung vor allem von den Kenntnissen und Fähigkeiten der Studenten ab. Es ist wichtig, dass sich die Studenten erst nach eigener Arbeit von der richtigen Vorgehensweise und von den richtigen numerischen Werten überzeugen können.

In der Sammlung befinden sich verschiedene Typen von Aufgaben; zum Überprüfen der Kenntnisse aber auch zum Lösen von Problemen, die kompliziertere Fähigkeiten und eigene Einsicht verlangen. Z.B. die Übung 9.7, in der die Studenten die Entfernung der Galaxie M 100 feststellen sollen. In dieser Aufgabe wird in einer Modellform das astrophysikalische Schlüsselerperiment, durchgeführt mittels Hubble-Space-Telescope (HST), reproduziert, und so die Arbeit der Astrophysiker simuliert. Aus dem grafischen dargestellten Zusammenhang zwischen der beobachteten Sterngröße und der Pulsperiode der klassischen Cepheiden-Sterne wird m_y festgestellt. Dann wird M_y und anschließend auch die Entfernung r berechnet. Auch Aufgabe 9.4, bei der die Studenten die Frage beantworten sollen, welche Emissionslinien zur Festlegung des Quasars mit der Rotverschiebung $z = 2,5$ verwendet wurden, erfordert eine Problemlösung.

Auch wenn manche Aufgaben abstrakt und schwierig sind, kann man sich bei der Lösung auf den natürlichen kognitiven Wissensdurst der Studenten verlassen, der die innere Motivation zur Problemlösung steigert. Auch um die Motivation zu steigern, wurden in der Sammlung attraktive Themen erwähnt wie z.B. Ausstrahlung der Gravitationswellen eines binären Pulsars, Energiequellen in der Supernova 1987 A, schwarze Löcher in den Galaxiekernen usw.

Bei diesen und ähnlichen Objekten treffen die Studenten auf die extreme Werte der physikalischen Größen, was für die Astrophysik als wissenschaftliche Disziplin typisch ist. Sie beschäftigt sich mit den entfernten kosmischen Objekten von großem Ausmaß mit physikalischen Bedingungen, die in unseren Labors nicht simulierbar sind. Bei den Berechnungen mit den extremen Werten kommt es bei den Studenten zu einer „Erweiterung“ ihrer physikalischen Vorstellungen. Innerhalb der Aufgaben werden **Ausmaßintervalle** von 10^{-15} m (Atomkerne) bis zu 10^{23} m (Durchschnitt unserer Systemgalaxie), **Massen** von 10^{-35} kg (Obergrenze der Ruhemasse von Neutrinos) bis zu 10^{43} kg (Masse unserer Systemgalaxie), **Dichten** von 10^{-23} kg $\cdot$ m³ (zwischen-galaktische Weiten) bis zu 10^{17} kg $\cdot$ m³ (Zentraldichte der Neutronsterne), **Temperaturen** von 2,7 K (Hintergrundstrahlung) bis zu 10^{10} K (Zentraltemperatur im Inneren eines Sterns in den letzten Entwicklungsstadien), **Energien** von 10^{-24} J (Photonenergie bei $\lambda = 0,21$ m) bis zu 10^{43} J (ausgestrahlte Supernovaeenergie im Laufe der Explosion), **Strahlungsleistungen** von 10^{-3} W (Staubkorn bei einer Temperatur von 20 K) bis zu 10^{40} W (Quasar) verwendet.

Auf Grund der allgemein verbreiteten Internetzugänge kann diese Aufgabensammlung zu einer Verbesserung in der Ausbildung der Physikstudenten an den Hochschulen in der Tschechischen Republik beitragen.

Literaturliste:

- [1] Šíroký J., Šíroková M.: *Základy astronomie v příkladech*. SPN, Praha 1973.
- [2] Štefl V., Krtička J.: *Úlohy z astrofyziky*. MU, Brno 2000.
- [3] Štefl V., Korčáková D., Krtička J.: *Úlohy z astrofyziky*.
- [4] <http://www.physics.muni.cz/astroulohy/>
- [5] Štefl V.: *Vybrané kapitoly z astrofyziky*. UJEP, Brno 1985.
- [6] Vanýsek V.: *Základy astronomie a astrofyziky*. Academia, Praha 1980.

Physiklehrbücher für die Grundschule und computerunterstützter Unterricht

Jiří Tesař, Pädagogische Fakultät, Südböhmische Universität, České Budějovice*

Zurzeit existieren in der Tschechischen Republik mehrere Grundschullehrbücher für Physik, die vom Schulwesenministerium für den Unterricht zugelassen sind. Dies garantiert, dass diese Lehrbücher in der Übereinstimmung mit einem vom Schulwesenministerium genehmigten Lehrplan sind. Es handelt sich meistens um das Programm „Grundschule“, manche der Lehrbücher sind auch für untere Gymnasienstufen. In vielen Fällen unterscheidet sich aber die im Untertitel erwähnte Bestimmung vom Zeugnis des Schulwesenministeriums. Den Physiklehrern stehen also folgende Lehrbücher zur Verfügung:

Autor:	Lehrbuch:	Bestimmung:
Kolářová, R., Bohuněk, J.	Physik für 6.–9. Klasse Grundschule	Grundschule
Macháček, M.	Physik für Grundschulen und Gymnasien 6.–9.	Grundschule und mehrjährige Gymnasien
Rojko, M. a kol.	Physik rund um uns herum I.–IV.	Grundschule
Jáchim, F., Tesař, J.	Physik für 6.–9. Klasse Grundschule	Grundschule
Lustigová, Z.	Physik I., II.	Grundschule

Alle erwähnten Lehrbücher entsprechen der Zeit ihrer Verfassung und tragen die Handschrift ihrer Autoren.

Die Lehrbücher der Autoren Kolářová, Bohuněk sind eigentlich überarbeitete und angepasste Lehrbücher, die man bei uns ab den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts verwendete. Diese Lehrbücher entsprechen genau dem Programm „Grundschule“, einer Widerspiegelung der ursprünglichen Lehrbücher des letzten Viertels des vorigen Jahrhunderts. Die heutigen Lehrbücher sind nicht mehr in einen Theorie- und Praxisteil getrennt und wurden um das Lehrbuch für die 9. Klasse der Grundschule erweitert. Die letzte Auflage berücksichtigt die Anmerkungen aus den Reihen der Lehrer zu den alten Lehrbüchern („zu abstrakt“, „weit von der Praxis entfernt“, etc.). Die grafische Bearbeitung entspricht dem Niveau der heutigen Zeit.

Das Lehrbuch von M. Macháček entstand als eine Reaktion auf die am Ende des vorigen Jahrhunderts verwendeten Physiklehrbücher. Am Anfang stand das Lehrbuch für die 7. Klasse, es folgten Lehrbücher für 6. und 8. Klasse und nach der gesetzlichen Festlegung der neunjährigen Schulpflicht auch ein Lehrbuch für die 9. Klasse. Diese Bücher beinhalten viel Praxisbezogenes, Leitfäden zu einfachen Experimenten und historische Bemerkungen. Die grafische Bearbeitung ist aber nüchtern und für die Schüler nicht sehr motivierend.

Die Lehrbücher von M. Rojko & Co. entstand in der 2. Hälfte der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts. Dieses Buch ist einzigartig und schöpft aus den Ideen der Waldorf-Schulen – es beginnt mit Akustik und Optik und kommt allmählich zu den weiteren Teilen der Physik. Die Gestaltung ist curricular, d.h. die Studenten treffen mehrmals auf den jeweiligen Stoff, aber immer eine „Etagé“ höher. Das Buch unterstützt die schöpferischen Schüleraktivitäten und ist an der praktischen Anwendung des Lehrstoffes orientiert. Das grafische Niveau dieser Lehrbücher ist sehr hoch und es werden viele schöne physikbezogene Bilder beigelegt. Dieses Set beinhaltet zwei Lehrbücherversionen: eine für Lehrer und eine für Schüler – im Lehrbuch für Lehrer findet man auch methodische Bemerkungen, die auf interdisziplinäre Zusammenhänge und didaktische Probleme hinweisen.

Die Lehrbücher der Autoren Jáchim, Tesař sind um die Wende vom 20. zum 21. Jahrhundert entstanden. Neben den grundlegenden Lehrbüchern für die 6.–9. Klasse beinhaltet dieses Set auch das Lehrbuch „Physikseminar und -Praktikum für die zweite Stufe der Grundschule“. Im Druck ist momentan noch „Physik für die Grundschule – Aufgabensammlung“ als Er-

* PaedDr. Jiří Tesař, Dr., raset@pf.jcu.cz

gänzung dieser Lehrbücher. Die Lehrbücher haben oft gegenüber dem erwähnten Programm „Grundschule“ eine teilweise abweichende Lehrstoffgestaltung, um den Lehrstoff zeitlich besser zu verteilen und mit der Mathematik nicht zeitlich zu kollidieren. Die Kapitel „Historische Bemerkungen“ und „Etwas mehr“ sind für die Studenten mit Sonderinteresse an Physik bestimmt. Die grafische Bearbeitung dieser Lehrbücher ist gut, witzige Zeichnungen unterstützen die Schülermotivation.

In den Lehrbüchern von Z. Lustigova ist der Physiklehrstoff in zwei Bände geteilt. Diese Lehrbücher sind wie die anderen oben genannten in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts entstanden und man kann sie als „untraditionell“ bezeichnen. Die quantitativen Aufgaben werden hier nicht gelöst und man konzentriert sich vor allem auf den qualitativen Unterricht, also auf physikalische Gesetze und Phänomene. Die grafische Gestaltung dieser Lehrbücher kann man mit der bei M. Macháček vergleichen, es gibt nur Strichzeichnungen. Diese Lehrbücher beinhalten an Textenden keine Fragen und Aufgaben zum Durchüben des bearbeiteten Lehrstoffes.

Den heutigen Alltag können wir als Zeit der „Computerisierung“ bezeichnen. Denken wir darüber nach, wie sich diese Tatsache im Physikunterricht an der Grundschule widerspiegelt und wie die verschiedenen Lehrbücher damit fertig werden. Zuerst müssen aber zwei Grundbegriffe erwähnt werden:

Computergesteuerter Unterricht nennt man Unterricht, wo die Hauptrolle ein Computerprogramm spielt. Der Schüler oder Student wird mit genauen Anweisungen geführt, die er am Bildschirm sieht. Je nach Programmqualität ist es ihm möglich, an Hand seines Niveaus schneller oder bei Problemen auch langsamer mit Hilfe der Erklärungen und Vorführungen voranzuschreiten. Den computergesteuerten Unterricht können wir in zwei Kategorien teilen, neuer Lehrstoff bzw. Wiederholung oder Kenntnisfeststellung der Schüler. Die Ära, in der der Computer als Allheilmittel galt, ist vorbei, weil der Kontakt zwischen Lehrer und Schüler unersetzbar ist und die Grundlage der allgemeinen Erziehung darstellt.

Computerunterstützter Unterricht – der Computer wird wie in unserem Alltag zu einem technologischen Element, nicht aber zu einem dominanten Faktor wie beim computergesteuerten Unterricht. Der Computer wird dort eingesetzt, wo wir an unüberwindliche Hindernisse stoßen (gefährliche Experimente, zu hohe Kosten, keine direkte Beobachtung möglich, Zeitaspekte, mangelhafte Ausstattung an der Schule usw.), oder dort, wo wir ihn zur Informationsbeschaffung bzw. Präzisions- oder Mittel zur Darstellung oder Anwendung des jeweiligen Phänomens einsetzen.

Wie berücksichtigen die neuen Lehrbücher den Computereinsatz im Alltag? Die meisten Lehrbücher verwenden die Bilder und Grafiken des Computerprogramms. So z.B. beim Lehrstoff über Akustik im Lehrbuch von Z. Lustigová. Man verwendet hier viele „heruntergeladene“ Grafiken (Modell- und Messprogramm „ISES“) -vergisst dabei aber die Möglichkeiten und Vorteile des Programms zu erwähnen. Im Lehrbuch von M. Rojko und Co., Teil Optik (Farbraum, Farblehre) erwähnt man die Entstehung des Farbpunktes am Computerbildschirm. Auch ziemlich viele Grafiken wurden in diesem Lehrbuch in ihrer Urform mit MS-EXCEL erstellt. Ähnlich ist die Lage auch hier; es werden keine passenden Schulprogramme für Physik erwähnt. Daraus ergibt sich, dass in diesen Lehrbüchern Schüler und Lehrer nicht zielstrebig zur Verwendung der Computertechnik im Physikunterricht angehalten werden. Die Verwendung des Computers im Unterricht oder bei der Vorbereitung zu Hause beruht meist auf Eigeninitiative oder -interesse. Das Gleiche gilt auch für die Lehrbücher von Kolářová, Bohuněk. Auch die Lehrbücher von M. Macháček erwähnen angesichts ihrer Erscheinungszeit keine Verwendung der Computer im Physikunterricht an der Grundschule. Die Verwendung der Computer im Physikunterricht ist hingegen einer der Schwerpunkte in den Lehrbüchern von Jáchim – Tesař. Neben Bildern und Grafiken, bei denen man deutlich erkennen kann, dass sie mit Hilfe von Computerprogrammen entstanden sind, befindet sich in allen Teilen,

bei denen es möglich und sinnvoll ist, eine Bemerkung über die Verwendung der Computertechnik. Die Kinder und Schüler werden angehalten, diese zu benutzen. Die Autoren weisen die Lehrbuchbenutzer auf das Programm FAMULUS und andere Programme wie MS-EXCEL oder COREL DRAW hin. Es folgen nun einige konkrete Beispiele:

Lehrbuch – Physik für 7. Klasse der Grundschule

- Bewegungslehre: Bemerkung über die Möglichkeit zur grafischen Darstellung (MS-EXCEL) bzw. zur Simulation der Bewegungen mit Hilfe des Programms FAMULUS.
- Optik: Farbmischung mit grafisch orientierten Programme. Modellbeispiele zu Linsen, Programm FAMULUS; gegenseitige Lage von Gegenstand und Linse, Einfluss auf die Bildeigenschaften.
- Struktur der Materie: Simulationsmöglichkeit chaotischer Partikelbewegungen mit FAMULUS

Lehrbuch – Physik für 8. Klasse der Grundschule

- Gesetz über die Erhaltung der Energie – Hinweis auf die Reibungsverluste – Modellsimulation (Ballabsprung) – FAMULUS

Lehrbuch – Physik für 9. Klasse der Grundschule

- Schwingungen: Hinweis auf FAMULUS, Bemerkung zu MS-EXCEL
- Akustik: FAMULUS – Computer als Frequenzgenerator
- Übersicht zu interessanten physikbezogenen Internetadressen

Lehrbuch – Seminar und Praktikum für die 2. Stufe der Grundschule

- Bei einem kennzeichnenden Icon mit dem Titel „Suchen sie die Angaben oder Fachkenntnisse außerhalb des Lehrbuches“ werden die Schüler an das Internet verwiesen; Themenbeispiele: Autos, Scanner, Drucker oder Monitore, Kraftwerke, Ökologie usw.

Aufgabensammlung Physik für die 2. Stufe der Grundschule

Die einzelnen Kapitel beinhalten folgende Rubriken: „Verwende PC, bearbeite mit Hilfe des PC“; diese Aufgaben sind für die Arbeit mit dem PC bestimmt (Vorlage, Inhalt).

- Bewegungslehre: Tabellenkalkulation und grafische Darstellung, Umrechnung von Einheiten...
- Optik: Farbmischung, Gegenseitige Lage von Gegenstand und Linse, Einfluss auf die Bildeigenschaften.
- Energie: Funktionale Abhängigkeiten $E_{\text{pot}} = f(h)$, $E_{\text{kin}} = f(v)$.
- Elektrizität: Funktionale Abhängigkeiten $R = f(S, l)$ bei einem Draht, Abhängigkeit: Widerstand in einer Schaltung, ...
- Wärme: Einheiten °C und K, Graphen (spezifische Wärme, Schmelzwärme, Siedetemperatur verschiedener Stoffe, Zusammenhang von Temperatur und Zeit beim Erwärmen von Körpern, ...)
- Akustik: Reziproke Werte λ und f , elektromagnetische Schwingung, Anhängigkeit: Schallgeschwindigkeit – Temperatur, Simulation zu Schwingungen.
- Astronomie: Bebilderte Einordnung von Planeten nach Größe, Masse, Entfernung von der Sonne, ...

Wie man an Hand der oben durchgeführten Analyse der Lehrbücher sehen kann, ist der computerunterstützte Physikunterricht an der Grundschule nur wenig im Unterbewusstsein der Lehrer verankert. Die beste Möglichkeit der Verbreitung dieser Unterrichtsmethode bieten

die didaktischen Physikseminare in der Ausbildung der künftigen Physiklehrer bzw. spezielle Kurse zur „Fortbildung der Physiklehrer“.

Eine große Lücke bei der Verwendung der Computer im Unterricht ist der Mangel an die entsprechender Software. Dies hat sich in der letzten Zeit verbessert. Es kam eine sehr gute Software der Firma LANGMaster auf den Markt, die vor allem durch ihre Produktion der Unterrichtsoftware für die humanistischen Fächer (Fremdsprachen) bekannt ist.

Die Unterrichtsoftware „Škola hrou“ – Physik und „Dobrodružství poznání“ beinhalten fast das ganze Spektrum der Physik, das an den Grundschulen und Mittelschulen behandelt wird. Dank ihrer multimedialen Aufbereitung (Ton, Animationen, Videosequenzen, praktische Beispiele, historische Bemerkungen, ...) sind diese Programme für Schüler attraktiv und motivierend. Jedes Kapitel wird mit Tests beendet, die den Schülern und dem Lehrer eine Rückkopplung bieten und so ermöglichen, das Tempo dem momentanen Kenntnisniveau der Schüler anzupassen.

Die Philosophie dieser Programme ermöglicht ihre Verwendung nicht nur im computergesteuerten Unterricht (für diejenigen Schüler, die am vom Lehrer geführten Unterricht nicht teilnehmen konnten oder für die an der Physik überdurchschnittlich interessierten Schüler, die ihre Kenntnisse weiter vertiefen wollen), sondern auch für den computerunterstützten Unterricht (als Ergänzung; Lehrstoff wird unkonventionell präsentiert und wirkt stark motivierend). Ein weiteres, passendes Programm für den Physikunterricht ist das multimediale „Zebra pro školy – Fyzika“ aus der Firma Zebra-Systems, das aber mit dem oben erwähnten Programmen (LANGMaster) nicht konkurrieren kann. Die Bedienung ist zwar einfacher – einzelne Themen sind als Fenster eines imaginären Schulgebäudes abgebildet – die technische Bearbeitung, Ton, Animationen und Computereffekte sind qualitativ aber nicht so gut.

In der heutigen Zeit, wo der Physikunterricht zusammen mit dem Deutschunterricht als die am wenigsten attraktiven Fächer gelten, bietet uns die Verwendung der multimedialen Unterrichtsmittel die Möglichkeit, das Interesse für Physik zu steigern. Für einen solchen Unterricht muss man aber auch die Lehrer ausbilden. Auch eine Neuverfassung entsprechender didaktischer Texte, bei der die Verwendung einzelner Programme im Zusammenhang mit den jeweiligen Lehrbüchern konkretisiert wird, wäre wünschenswert.

Ziel dieses Artikels war es, den aktuellen Stand des Einsatzes von Computertechnik im Physikunterricht aufzuzeigen, so wie er sich aus der Analyse einzelner Physiklehrbücher für die Grundschule ergibt. Darüber hinaus soll mit diesem Artikel eine der Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie man Physikunterricht attraktiver machen kann, um zu erreichen, dass der Physikunterricht von den Schülern positiv betrachtet und für die Praxis wichtig gehalten wird.

Schlüsselwörter:

Physiklehrbuch für die Grundschule, computergesteuerter und -unterstützter Unterricht, Lehrstoffpräsentation mit Hilfe von Computern, Programme zur Unterstützung des Physikunterrichts an der Grundschule, Internet.

Abstract:

Analyse der Lehrbuch-Reihen, die in der Tschech. Republik verwendet werden. Konkrete Hinweise auf den Einsatz der Computertechnik in den Physiklehrbüchern der Grundschule. Beispiele passender Programme für den „computerunterstützten Physikunterricht an der Grundschule“.

Wie sollte man die Physiklehrer ausbilden, um seine künftigen Schüler für sein Lehrfach gewinnen zu können?

Ivo Volf, Universität Hradec Králové*

Die aktuelle Situation im Physikunterricht an den Grund- und Mittelschulen ist nicht gerade rosig. In den 90-er Jahren des vergangenen Jahrhunderts kam es in der Ausbildung zu vielen grundsätzlichen Veränderungen, wobei es zu einer Auflockerung der Festlegungen der Stundentafeln und Lehrpläne in unserem Schulwesen kam. Die gesetzlichen Vorschriften ermöglichten gegenüber den vorigen Jahren eine größere Freiheit bei der Abgrenzung der Studienpläne und das auch inhaltlich (nicht nur im Physikunterricht). Auf der anderen Seite hat sich gegenüber den Jahren davor die Kreativität der Lehrer deutlich entwickelt, die neue Unterrichtsmethoden und -mittel suchen. Der grundsätzliche Nachteil dessen ist eine erhebliche Verringerung der Anzahl verpflichtender Physikunterrichtsstunden an den Grund- und Mittelschulen. An den Grundschulen beträgt der Pflichtteil des Physikunterrichts 6 Stunden pro Woche, d.h. 200 Unterrichtsstunden gesamt pro Schuljahr (die Erweiterung um die 9. Klasse an der Grundschule hatte also bezüglich des Umfangs des Physikunterrichts keine Auswirkung). Auch an den Fachmittelschulen kam es zu keiner Veränderung, 4 Stunden pro Woche, gesamt also ca. 130 Stunden. An den Gymnasien kam es im Gegensatz dazu zu einer deutlichen Absenkung. Früher waren es in einer naturwissenschaftlichen Klasse 12–13 Stunden pro Woche und 8 Stunden in einer geisteswissenschaftlichen Klasse. Heute umfasst der verpflichtende Physikunterricht zusammen 6 Stunden pro Woche, gesamt also ca. 200 Unterrichtsstunden. Diese Tatsache führt die Lehrer zu einem „Schnellunterricht“, zum Abbau der physikalischen Laborarbeiten, zum Abbau der Experimente und der entsprechenden Anwendungen, die den praktischen Sinn des Physikunterrichts erläutern sollten und auch große Bedeutung für die Entwicklung der Naturwissenschaften haben. Es bleibt ganz einfach keine Zeit für die Physikgeschichte, für das „Erleben“ der neuen Kenntnisse direkt im Unterricht. Ganz einfach alles, was früher aus der Physik eine interessante Naturwissenschaft mit praktischem „Erlebnis“ gemacht hat, findet im heutigen Physikunterricht keinen Platz. Damit zusammenhängend ist auch die Anzahl der potenziellen Interessenten für Physik gesunken, die nach dem anfänglichen „Erwachen“ des Interesses für Physik bereit waren, ihre Mühe und Freizeit zu investieren. Die Situation an den Schulen ist anders als vor 30–40 Jahren, weil sich auch die Umgebung der Schule verändert hat. Lasst uns sehen, wie sich die Ausbildung der künftigen Lehrer im Zusammenhang mit der neuen Situation verändert hat.

Als ich vor ca. einem halben Jahr meinen Vortrag für diese Konferenz geplant habe, entschied ich, dass ich nicht nur konkrete Fakten erwähne, sondern auch (besonders) meine Gefühle und Einsichten, die allmählich in meiner Seele gereift sind. In diesem Jahr ist es schon 35 Jahre her, als ich aus einer Mittelschule zu einer Hochschule „wechselte“, damals zur Pädagogischen Hochschule in Hradec Králové. Genau so lange befasste ich mich tiefer mit der didaktischen Problematik in der Physik. Ich hatte auch Glück in meinem Leben, ich konnte an der Mittelschule in den mathematisch-naturwissenschaftlich und geisteswissenschaftlich orientierten Klassen unterrichten. Bis heute unterrichte ich an einer Mittelschule, um die frische Inspiration für die Lösung der didaktischen Probleme zu finden. Meine ganze pädagogische Laufbahn lang habe ich mit den Schülern an den Grund- und Mittelschulen gearbeitet, die tiefere Interessen für Physik und Mathematik im Rahmen der fachlichen Wettbewerbe geäußert haben. Ich habe auch Schüler mit sehr geringem Interesse getroffen, die eine negative Einstellung zu Physik hatten. Ich hatte auch die Gelegenheit, mit den besten Mittelschulstudenten zu

* Prof. RNDr. Ivo Volf, CSc., ivo.volf@uhk.cz

arbeiten, die jedes Jahr an den Gipfelwettkämpfen teilnehmen. Es ist ja sonnenklar, dass die wichtigsten Schritte in der Ausbildung der künftigen Physiklehrer zu unternehmen sind.

1. Veränderung der Ziele im Physikunterricht

Als ich begann, an einer Mittelschule (es war eine Schule vom Typ des heutigen Gymnasiums) zu unterrichten, war es eine Tradition, den Schüler zur Erfassung der physikalischen Grundlagen vorzubereiten, was auch das Hauptziel im Physikunterricht war. Der damalige Student sollte so vorbereitet werden, dass er die fundamentale der Physik so begreifen kann, um damit sinnvoll an einer naturwissenschaftlichen oder technischen Hochschule weiter studieren zu können. Gleichzeitig sind aber auch Untersuchungen erschienen, die betont haben, dass die Entwicklung der physikalischen Wissenschaft voran schreitet, der Unterricht aber ein paar Jahre oder Jahrzehnte dahinter zurück bleibt. In den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden an einer Mittelschule Inhalte gelehrt, die einhundert Jahre oder noch älter waren. Im Rahmen einer Untersuchung haben wir uns daher mit den Methoden der Physik und des Physikunterrichts befasst, als die Lage günstiger war. Die meisten Methoden der Fachwissenschaft Physik konnte man in den Physikunterricht hinein projizieren. Es ist allgemein bekannt, dass das physikalische Gesamtwissen – aus der heutigen Sicht eine gewisse Datenbank – kontinuierlich ergänzt und so ständig verändert wird, die Methoden der Gewinnung und Verwendung der physikalischen Kenntnisse aber sind dagegen meist von längerer Gültigkeit.

In den 80er Jahren wurde aktuell, dass die Physik die Bildung des (physikalischen) Weltbilds fördert. Die Welt wird mit Hilfe physikalischer Einheiten beschrieben, wir suchen darunter die Zusammenhänge, die zur Formulierung physikalischer Gesetze führen, die wir dann auf der einen Seite zu Theorien verbinden und auf der anderen Seite in der Praxis anwenden. Die Physik an den Schulen steht am Anfang dieses Weges. Weil die physikalischen Gesetze eine breite Gültigkeit haben, kann man sie auf dem breiten Feld von technischen und naturwissenschaftlichen Fachgebieten verwenden. In seinen technischen Anwendungen umfassen die Gesetze der Physik auch eine Reihe der Fächer der breiten Gesellschaft. Diese Ideen wurden ausführlich in einer fundamentalen Arbeit von Prof. Brockmeyer und Prof. Kotasek erfasst, die am Anfang der modernen tschechoslowakischen Physikdidaktik als einer wissenschaftlichen Disziplin standen: sie haben konsequent das fachwissenschaftliche und fachdidaktische System der Physik getrennt.

Später, vor allem bei der Analyse der Lösungen physikalischer Aufgaben, die sich besonders bei der Lösung zunächst nichtphysikalischer Probleme ergaben, habe ich die Vollendung dieser Ideen begriffen. Physik bildet ein gewisses Modell der Realität, und das sowohl auf dem Niveau der physikalischen Fachwissenschaft als auch auf dem Niveau der Schulphysik. Diese beiden Niveaus unterscheiden sich grundsätzlich durch den Inhalt der Kenntnisse und die mathematischen Methoden, die man bei der Bearbeitung der Informationen verwendet. Das jeweilige, von der Physik erschaffene Weltbild hat heute mehrere Ebenen, inkl. der sog. modernen Physik. Es muss bei der Erziehung der jungen Generation mitwirken. Um viele der Maschinen und Apparate zu verstehen, die man in einer zivilisierten Gesellschaft verwendet, benötigt man solide physikalische Kenntnisse, die von bestimmten Fertigkeiten (über die Gewinnung und Verwendung dieser Kenntnisse) begleitet werden. Eine solche Konzeption des Physikunterrichts (im Vergleich zu der vor 30 Jahren) wird anders sein als das Bisherige.

Eine der Beschreibungen bzw. Interpretationen einer solchen Konzeption bevorzugt die Methoden der physikalischen Erkenntnis, und die sich daraus ergebende Schaffung eines physikalischen Wissenskonstrukts im weitesten Sinne. Der Lehrer muss dann die Methodik des Gruppenunterrichts beherrschen. Die Kenntnisstruktur wird zwar unsystematisch und langsam gebildet, aber die Schüler kommen mit der Methode der Gewinnung neuer Kenntnisse und der Verwendung bei der Lösung der Probleme zurecht (sog. Forschungstätigkeit).

Die zweite Beschreibung bzw. Interpretation betont die Systematik der physikalischen Erkenntnisse, die allmähliche Strukturbildung, die dann eine Lösung vieler konkreten Fälle ermöglicht. Die Schüler lösen Aufgaben verschiedener Art, wobei die physikalischen Kenntnisse grundlegend bleiben. Die für den Unterricht geplante Zeit wird dann zum Großteil für diese Tätigkeiten verwendet. Für die Bildung von Fertigkeiten bleibt manchmal keine Zeit.

Dabei weiß jeder Lehrer, dass es im Physikunterricht zum Gleichgewicht zwischen Methodik und reiner Wissensvermittlung kommen muss. Jede Unter- oder Überschätzung der jeweiligen Komponente kann zu Komplikationen führen.

2. Physik in der Erziehung der Schüler an der Grund- und Mittelschule

Mit den physikalischen Kenntnissen und auch mit der Beschreibung der umliegenden Welt, die wir in den Bereich der physikalischen Erkennung einreihen, setzt sich das Kind implizit im Laufe der ganzen Vorschul- und Schulerziehung auseinander. Am Anfang geht es um eine unsystematische Tätigkeit, die nicht von der Schule und auch nicht von den Eltern gesteuert wird. Das Kind absolviert eine Periode der „Fragestellungen“ (3–5 Jahre), wobei es meist keine genügenden Antworten bekommt. Die Eltern haben in den meisten Fällen keine Zeit und auch keine naturwissenschaftliche Ausbildung, im Programm des Kindergartens sind diese Inhalte nicht vorgesehen. So geht also die erste Chance verloren, bei der wir die Kinder für Physik gewinnen hätten können.

In diesem Jahr sind genau 25 Jahre seit der offiziellen Einordnung der physikalischen Erkenntnisse in die Naturkunde der 1. Stufe der Grundschule vergangen. Nach einer Reihe pädagogischer Versuche (veranstaltet von JCMF) ist der physikalische Teil der Naturkunde im 3. und 4. Jahrgang der Grundschule aufgetaucht und das in großem Umfang. Es wurden Lehrbücher, methodische Handbücher und weitere Hilfsmittel verfasst, die Vorbereitung der Lehrer wurde in die Studienpläne der Lehrerfortbildung eingegliedert. Die in diese Problematik investierten Geldmittel sollten zur Verbesserung des Verhältnisses Grundschulschüler – Physikkenntnisse dienen.

Physik als selbständiges Fach ist in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts in allen Schulreformen im Umfang von 6–8 Unterrichtsstunden pro Woche eingeführt worden. Viele Kräfte und Geldmittel hat man in den 80-er Jahren in die Vorbereitung der Lehrbücher und Lehrhilfsmittel investiert und man kann sagen, dass der Unterricht gut abgesichert war. In den 90-er Jahren sind neue Lehrbücher für Lehrer und Schüler erschienen, die zu einem besseren Verhältnis zwischen den Schülern und der Physik geführt haben. Auch wenn die Journalisten behauptet haben, dass die Schüler ihr Interesse für Physik verlieren. Die durchgeführten Umfragen haben dies nicht bestätigt. Der Schwierigkeitsgrad und das Interesse an der Physik lagen in der Skalenmitte.

Im fachlichen Schulwesen verläuft schon seit Jahren der Kampf um die Position der Physik. Auch wenn man allgemein sagt, dass die Mathematik und Physik die theoretische Grundlage für fast alle technischen Disziplinen sind, kämpft die Physik als eine allgemein bildende Disziplin jede Stunde ums Überleben. Auf der anderen Seite finden wir die Physik in allen technischen Lehrfächern (technische Mechanik, Festigkeit und Elastizität, Elektrotechnik). Im Physikunterricht geht man von allgemeineren Prinzipien aus, die das theoretische System der Erkenntnis bilden. Sie werden auf die einzelnen technischen Phänomene angewendet. In den technisch-theoretischen Fächern ist die Physik der Ausgangspunkt, der auf der Basis der gesamten Erkenntnis nicht geklärt wird, aber die Schüler werden zur Lösung vieler konkreter Probleme geführt, auf die der Aufgabenlöser treffen kann. Einige Beispiele: Trägheitsmoment, Erhaltungssätze u.a. Neulich wurde es mir wieder im Zusammenhang mit den Rahmenbildungsprogrammen für die Fachmittelschulen deutlich.

Bei der Ausbildung an Gymnasien ist die Vorbereitung der Studenten auf das Studium an verschiedenen Hochschultypen als Ziel gesetzt. Weil die Physik (mit Verwendung der Ma-

thematik) die künftigen Hochschulstudenten auf das Begreifen der physikalischen Modelle der Realität vorbereitet, gehört eine gute Vorbereitung an der Mittelschule zu einer notwendigen Voraussetzung für das Studium an einer Hochschule mit naturwissenschaftlicher oder technischer Fachrichtung. Deswegen sollte der gestärkte Unterricht der mathematischen und naturwissenschaftlichen Fächer erhalten werden (wie es früher in den spezialisierten naturwissenschaftlichen Klassen war). Physik hat aber auch einen allgemein bildenden Charakter; auch den geisteswissenschaftlich – orientierten Mittelschulstudenten bietet sie eine andere kognitive Dimension als der vertiefte Unterricht der geisteswissenschaftlichen Disziplinen; sie weißt vor allem auf kausale Zusammenhänge und auf die Möglichkeiten der Quantifizierung der Phänomene in den verschiedenen Erkenntnisgebieten hin. Deswegen sollte man bestimmte Minimalumfänge für den Unterricht (schätze so 8 Stunden pro Woche) und für den Unterrichtsstoff festlegen. Es ist notwendig, zwei Schwierigkeitsniveaus im Physikunterricht zu wählen – Unterricht für die Physikinteressierten, die physikalische Kenntnisse weiter verwenden werden und meistens zur Physik und Anwendungen der Physik ein positives Verhältnis haben, und weiterhin Unterricht für diejenigen, die ihre Interessen bisher nicht geäußert haben (wie man es im Ausland macht).

Physik als ein Lehrfach ist ziemlich anspruchsvoll und wird nicht immer fachlich unterrichtet (damit meine ich nicht nur die „Papierqualifikation“ – Diplom, sondern die Position des Lehrers, der auch die nichtinteressierten Studenten gewinnen kann oder mindestens den Physikunterricht nicht „verderben“ kann). Physik hängt eng mit der mathematischen Vorbereitung zusammen, um die gewählten Modelle zu verstehen. Dem Schulunterricht steht nicht nur das Wort oder Versuch des Lehrers zur Verfügung; heute existiert eine Reihe interessanter Hilfsmittel, siehe Fernsehen oder Internet. Der Lehrer kann nicht dagegen kämpfen, da hat er keine Chance. Er kann sie bei den Schülern für die Weckung von Interesse für den Physikunterricht benutzen.

3. Aktuelle Ausbildungssituation der Physiklehrer

Es ist ja notwendig, ganz offen zu sagen, dass die Interessen für das Physikstudium mäßig ist. Für das Physikstudium entscheiden sich nicht die besten Studenten. Die meisten davon wiederum führen das Studium nicht zu Ende, laufen zu lukrativeren Fächern über, oder führen zwar das Studium zu Ende, werden aber nicht Lehrer – die Absolventen müssen so viele Hindernisse meistern und so viele Disziplinen beherrschen, dass sie dann allgemein „verwendbar“ sind. Es muss aber auch erwähnt werden, wo die Probleme liegen, damit die Vorbereitung der Lehrer verbessert werden kann.

Die Ausbildung der künftigen Lehrer erfolgt in mehreren Dimensionen. Der Physiklehrer ist vor allem Lehrer der bestimmten Stufe im Ausbildungssystem. So muss er eine allgemeine pädagogisch – psychologische Ausbildung absolvieren. Diese wird aber manchmal nicht mit entsprechendem Anwendungsbezug im entsprechenden Fach (in unserem Fall Physik) durchgeführt, weil diese Aufgabe der allgemeinen und speziellen Physikdidaktik zukommt. Die pädagogischen und psychologischen Kenntnisse werden angesichts der konkreten Verwendung dem Studenten fremd, oft werden in den Seminargruppen gemeinsame Probleme von den Studenten verschiedener Fächer gelöst.

Weiter müssen wir den künftigen Physiklehrer mit den Kenntnissen und Fertigkeiten des sogenannten Physikfundaments „ausrüsten“, die zum „Brot“ seiner künftigen Fachtätigkeit werden. Im Rahmen dieser Kenntnisse wiederholt, sortiert und vertieft der Student seine Mittelschulausbildung, findet neue Zusammenhänge, bildet mittels Verwendung der sogenannten höheren Mathematik neue mathematische Modelle. Damit hängt auch die Lösung vieler physikalischer Probleme zusammen, die er mit seiner Mittelschulausrüstung nicht meistern könnte. Ein Teil davon ist auch ein fundamentales, mehrere Semester dauerndes Physikpraktikum – Physik ist eine experimentelle Disziplin, die für die Auswertung der mit Experimenten oder

Beobachtung gewonnenen Ergebnisse ausdrücklich die Mathematik braucht. Wir vergessen aber oft, dass gerade der Unterrichtstil in diesen Hochschuldisziplinen grundsätzlich die folgende praktische Tätigkeit des Physiklehrers beeinflusst. Deswegen sollten die Vortragenden und die Seminarleiter nicht nur das Inhaltliche, sondern auch die verwendeten methodischen Konzepte betonen. Neben den heute schon klassischen Lehrbüchern der Physik für Lehrer (Hlavicka: Physik für pädagogische Fakultäten, Fuka – Havelka: Elektrizität und Magnetismus) steht uns eine hervorragende Übersetzung des amerikanischen Lehrbuches „Physik“ zur Verfügung. Diese Literatur berücksichtigt nicht nur das Begreifen der physikalischen Phänomene und Prozesse, sondern auch ihre Behandlung im praktischen Physikunterricht an der Schule. Es fehlt uns eine gleichstrukturierte Aufgabensammlung, die für die Lösung der Aufgaben nicht Mittelschulmethoden erfordert.

Die dritte Dimension stellen die Kenntnisse der theoretischen Physik dar. Ehrlich gesagt, die Hochschulstudenten wissen aus eigener Praxis genau, dass der Lehrer aus einzelnen, in dieser Gruppe zu findenden Inhalte nur einen winzigen Teil in der Praxis verwendet. Sie haben aber für das tiefere Begreifen der physikalischen Problematik einen allgemein bildenden, aufklärenden Sinn. Besonders auf dem Gebiet der theoretischen Physik haben aber die künftigen Lehrer die größten Probleme. Die sogenannten Fundamente der Physik sind für sie genügend konkret und sie sind sich ihrer Nützlichkeit bewusst. Das Begreifen der theoretischen Kenntnisse erfordert eine Eindringung in die Tiefe des Wissens und das schafft nicht jeder Student. Und so „lernt“ der Student für die Prüfung, es bleibt ihm aber nicht genug Kraft, alle gelösten Probleme richtig zu durchdenken, alle Zusammenhänge, die Schönheit und Nützlichkeit jeder studierten Disziplin zu finden.

Und endlich die vierte Dimension – die fachdidaktische Betrachtung der Physik, wie sie der Lehrer für seine pädagogische Tätigkeit braucht. Hierher gehören die allgemein didaktischen Probleme, die mit der Verbindung der pädagogischen und psychologischen Probleme mit den konkreten Unterrichtsinhalten der Physik an den Schulen zusammenhängen. Weiter sind es Probleme der Darstellung, Vermittlung einzelner Kapitel der Schulphysik und ihrer Anwendungen. Hierzu müssen Bereiche wie die spezielle Physikdidaktik, die Schulpraktika, die Methodik der Lösung von Physikaufgaben, pädagogische Praxis und alle weiteren praktischen Tätigkeiten, die wir im Physikstudium der künftigen Lehrer einsetzen, betrachtet werden.

Keine von diesen Dimensionen kann man vernachlässigen. Alle erfordern einen Einsatz in dem Bewusstsein, dass wir im Laufe des Studiums zukünftige Physiklehrer ausbilden.

4. Möglichkeiten der verbesserten Lehrerausbildung im Rahmen der geltenden Studienprogramme

Aus den erwähnten Überlegungen ergibt sich, dass das Studium der Physiklehrer in Übereinstimmung mit allen Dimensionen verlaufen muss, dies aber logisch mit verschiedener Akzentsetzung auf die einzelnen Komponenten der Vorbereitung. Wir erwähnen nur kurz einige Ergebnisse, auf die ich bei der allmählichen Verbesserung des Studiums gestoßen bin.

- a) Der erste Schritt, den man für die Verbesserung des Verhältnisses der Schüler zur Physik unternehmen muss, ist die Verbesserung ihrer Einstellung bereits in der ersten Stufe der Grundschule. Deswegen haben wir am Lehrstuhl für Physik der Ausbildung der Lehrer im Fach Naturkundeunterricht große Aufmerksamkeit geschenkt. Aktuell haben wir den Unterricht im Umfang von drei Semestern vorbereitet. Zuerst wird die Interpretation von Phänomene, die in den Lehrbüchern stehen, und ihre didaktischen Aspekte betrachtet. Es folgt die Tätigkeit im Rahmen der Naturkunde. Wir verfassen ganz neue Lehrfächer: Wir lehren die Kinder Beobachten und Denken, Wir lehren die Kinder Denken und Vorsehen. Hier orientieren sich die Studenten an die schöpferisch – methodische Tätigkeit beim Experimentieren in der Klasse.

- b) Der zweite Schritt ist die Möglichkeit, den Hochschulstudenten der Physik auf mehreren Niveaus anzubieten, den Inhalt und die Methodik des Physikfundaments zu wiederholen. Dies haben wir mit Hilfe von zwei Methoden unterrichtet. Die Studenten müssen im Laufe des 6. Semesters eine komplexe Prüfung in Physik ablegen. Diese Prüfung besteht aus einem mündlichen und einem schriftlichen Teil; in der Klausurarbeit richten sich die Studenten auf die Erklärung der fundamentalen und einfachen physikalischen Phänomene. Im mündlichen Teil sollten die Studenten die Kenntnisse und Fähigkeiten aus verschiedenen „Gebieten“ der Physik integrieren und dabei die Stellung des Experiments und auch der mathematischen Betrachtung bei der Entwicklung eines physikalischen Modells zeigen können. In anderen Zusammenhängen müssen sie diese Verbindungen bei der Vorbereitung auf die Staatsprüfung anwenden können, wobei die Kenntnisse mit den Ergebnissen des Studiums anderer Gebiete der theoretischen Physik verbunden werden.
- c) Der dritte Schritt beruht auf der richtigen Wahl der physikalischen Probleme, die wir den Studenten im Rahmen der Seminare oder Seminaraufgaben vorlegen. Wir wählen deswegen sowohl einfachere Aufgaben – der Physikstudent erfährt dabei gleichzeitig etwas über Themen, die er in seiner künftigen pädagogischen Tätigkeit mit seinen Schülern behandeln kann, als auch die komplizierteren Aufgaben, um die physikalischen Kenntnisse zu vertiefen. Der Student muss sich im Laufe des Studiums davon überzeugen, dass es notwendig ist, in den Bereichen der (Fundamental-) Physik Modelle verschiedener Schwierigkeit zu bilden. Unsere Lehrstuhlmitglieder verfassen zu jedem Fach der (Fundamental-) Physik eine eigene Auswahl der grundlegenden Aufgaben, die dann den Studenten im Rahmen ihrer Seminartätigkeit vorgelegt wird. Diese Unterlagen bekommen die Studenten in schriftlicher Form und sie stehen auch im Internet jedem zur Verfügung. Die Sammlungen enthalten bestimmte Aufgaben für einzelne Seminare; außerdem sind auch Aufgaben für die Vorbereitung und Aufgaben für die Bearbeitung zu Hause (bisher haben wir die Sammlungen: Mechanik, Thermik, Optik, Elektrizität und Magnetismus).
- d) Vor ein paar Jahren ist es uns gelungen, in den Studienplan ein Zwei-Semester-Unterrichtsfach „Methodik der Lösung physikalischer Aufgaben“ einzugliedern. Als Unterlagen wurden folgende Publikationen verfasst:
- Volf, I.: Methodik der Aufgabenlösung im Physikunterricht an der Grundschule
 - Volf, I.: Methodik der Aufgabenlösung in der Mittelschulphysik
 - Volf, I.: Methodik der Aufgabenlösung in der Mittelschulphysik (Arbeitsheft)
 - Volf, I.: Methodik der Aufgabenlösung in der Grundschulphysik (Arbeitsheft)
 - Volf, I.: Physik rund um uns herum
 - Hubernak, J.: Gelöste Aufgaben – Elektrizität und Magnetismus (Arbeitsheft)
 - Hubernak, J. und Studenten: Komplexe Aufgaben
 - Hubernak, J.: Computer im Physikunterricht an der Grund- und Mittelschule
- Das Seminar ermöglicht die Übung zur Lösung schwierigerer Aufgaben, die an der Grund- und Mittelschule vorkommen. Die Studenten sind verpflichtet, alle Aufgaben zu lösen (im Seminar oder zu Hause). Die Fertigkeit beim Lösen der Aufgaben unterstützt das Selbstbewusstsein der Studenten und künftigen Physiklehrer, und auch die Sicherheit des folgenden Physikunterricht wird hierdurch unterstützt.
- e) Sehr wichtig ist das Experimentieren der Studenten. Laborexperimente oder Versuche in der Schule begleiten die Physikstudenten ganze 8 Semester lang, und das kontinuierlich ab dem Laborpraktikum, wo die Studenten die einfacheren, vorgeschriebenen Experimente laut Anleitung durchführen, bis zu den Schulversuchen, die die Studenten allein planen und vor ihren Kollegen in einer Modellsituation mit entsprechender Erklärung durchführen müssen. So lernen die Studenten die Verbindung theoretischer Kenntnisse

und Experimente kennen. Sie sollten dabei auch die Forderung nach der Behandlung realer Alltagsphänomene im Physikunterricht für die Praxis übernehmen.

- f) Ziemlich wichtig in der Vorbereitung der künftigen Physiklehrer ist auch die allgemeine und spezielle Physikdidaktik, die psychologische und pädagogische Gesichtspunkte mit dem Fach Physik verbindet. Neben dem laufenden und üblichen Inhalt macht man die Studenten mit den Schulunterrichtssystemen in verschiedenen europäischen Ländern bekannt; es wird mit den Lehrbüchern und verschiedenen Hilfsmitteln gearbeitet, z.B. Hilfsmittel für die Organisation der selbstständigen Arbeit der Schüler an den Grund- und Mittelschulen, Arbeitsbogen, Tests usw. Physikdidaktik begleitet die Studenten vier Semester lang (6.–9. Semester).
- g) Sehr wichtig für das Physikstudium ist der historische Hinblick auf die Entwicklung der physikalischen Erkenntnis. Am Ende des Studiums, an dem die Studenten die Fundamente der Physik beherrschen, wird den Studenten das Fach Geschichte und Philosophie der Physik im Gesamtumfang von 42 Unterrichtsstunden angeboten. An den ausgewählten Beispielen werden die Entwicklung und gegenseitige Beeinflussung von Physik und Philosophie demonstriert. Physik wird nicht als Komplex der Lehrsätze und Formeln betrachtet, sondern als Bestandteil der menschlichen Kultur, Bestandteil des Erbes vorangegangener Generationen. So wird die physikalische Erkenntnis den Menschen und Metaphysikern näher gebracht. Die Lehrer werden kontinuierlich mit interessanten tatsachenorientierten Unterlagen ausgestattet, die es ermöglichen, die Kenntnisse interessanter zu unterrichten. Dies wirkt motivierend.
- h) Die Physik bietet uns passende Mittel zur Simulation der Realität. Dies offenbart sich an allen Gebieten des Hochschulstudiums. Die Studenten werden so „erzogen“, damit sie sich der Startbedingungen der Lösung jedes Problems bewusst werden können. Das ermöglicht es ihnen, als Lehrer zu vermitteln, dass eine Problemlösung immer in mehreren Ebenen erfolgt. Die Lösung geht von einfachen Voraussetzungen aus, die die Verwendung einfacher Zusammenhänge zwischen Größen ermöglicht. Wenn wir bei der Lösung die ganze Problematik näher analysieren, müssen wir immer mehr kompliziertere mathematische Mittel anwenden, die uns im Gegenzug aber eine genauere Lösung ermöglichen. Das muss aber der künftige Lehrer zuerst als Student verstehen. Daher verläuft die zyklische Konstruktion des Studienprogramms auch mit steigendem Schwierigkeitsgrad. Die Probleme werden erst in den Physikfundamenten mit Hilfe der Mittelschulmathematik gelöst, dann kommen Aspekte der mathematischen Analyse und die Lösung der Differentialgleichungen zum Wort. Daran knüpfen dann Aspekte aus der Sicht der theoretischen Disziplinen. Auf dem dritten Niveau wird die Problematik zugunsten des künftigen Physiklehrers an der Grund- oder Mittelschule bearbeitet und angepasst.
- i) Ein Teil der Physikdidaktik ist der Erziehungsproblematik gewidmet, vor allem der sog. Physikerziehung. Wir zeigen den Studenten, dass die Physik und vor allem ihre Anwendungen eine breite praktische Verwendung in verschiedenen naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Disziplinen und der Technik haben. Im Unterschied zur allgemeinen Begründung bei der Erziehung, z.B. in der Pädagogik, können wir im Rahmen der physikalischen Erkenntnis sehr konkret sein und das für dieses Begreifen notwendige Faktenwissen bereitstellen. So können wir die Notwendigkeit bei der Schülererziehung betreffend Naturschutz, Energieeinsparung, regenerativen Energiequellen usw. begründen. Die richtige Anwendung der Prinzipien von Laborexperimenten führt zum Lernen von Sorgfalt und Genauigkeit, Eigenschaften die man für verschiedene Berufe einfordert. Physik hilft auch bei der Berufsfindung und das vor allem durch ihre breite und grundlegende fachwissenschaftliche Ausrichtung.

5. Die neuen Wege zu einer besseren Ausbildung der Lehrer mit Hilfe der neu eingeführten Fächer (vgl. Erneuerung der Studienprogramme) ermöglichen es dem Lehrstuhl für Physik und Informatik, die an unserer Fakultät die Vorbereitung der Physiklehrer für Grund- und Mittelschulen sichern, die neuen fakultativen Fächer so einzuführen, dass man die gesteckten Ziele besser erreichen kann, die mit der „Ausstattung“ der Absolventen (inhaltlich und methodisch) und der Verbesserung der Beziehungen (Lehrer – Schüler) im Physikunterricht zusammenhängen. Grundsätzlich sind wir zwei Wege gegangen worden: 1. Weitere Motivation der Studenten (anschließend der Schüler) durch die Behandlung neuer physikalischer Anwendungen. Dazu wurden ins Studienprogramm integrierte Fächer eingeleitet, die wir später noch erwähnen. Darüber hinaus ist es uns gelungen, vor ein paar Jahren ein neues Fach – Betreuung der Physiktalente – einzugliedern, das auf der außerschulischen Initiative der Lehrstuhlmitglieder, die sich damit beschäftigen, beruht.

Der Lehrstuhl für Physik und Informatik ist auch im theoretischen Fach Biomechanik im Rahmen des Sportstudiums tätig. Es handelt sich dabei um eine zweisemestrige Veranstaltung (1V+1S, 1V+1S, zusammen 60 Stunden). Am Anfang werden die physikalischen Grundkenntnisse wiederholt und es werden praktische Anwendung der Physik im Sport behandelt. Innerhalb dieses Fachs wurden auch Internetseiten mit einer Aufgabensammlung zur Biomechanik veröffentlicht. Daran knüpft der Unterricht der weiteren Semester an, in denen man die einzelnen Sportarten und Sporttätigkeiten analysiert. Dabei werden allmählich die einfachen physikalischen Modelle gebildet, die die Vorgänge der entsprechenden Sportarten aus physikalischer Sicht erklären. Dieses Fach ist im Rahmen des Sportstudiums verpflichtend, es kann aber auch von Physikstudenten als Wahlfach studiert werden. Wir bereiten Studienunterlagen vor, die die biomechanischen und physiologischen Aspekte der Sportaktivitäten integrieren werden.

In das Physikstudium wurde auch das Fach Physik und Technik integriert, das den Studenten (nichttechnischer Fächer) ermöglicht, die Zusammenhänge zwischen Physik und den technischen Anwendungen zu verstehen. Es werden hier die wesentlichen Geräte und Anlagen und viele technische Tätigkeiten erläutert, auf die man im Alltag trifft. Zum besseren Begreifen dient das Scriptum von Hubernak, J. „Physik und Technik“, das in diesem Jahr neuverfasst wird (wahrscheinlich ein neuer Teil). Den Physiklehrern steht somit viel Material, das auf technischen Problemsituationen beruht, für den Physikunterricht zur Verfügung.

Schon seit vielen Jahren unterrichtet man am Lehrstuhl für Physik auch das Fach Musikakustik, das im ersten Zyklus im Anschluss an die Grundlagen der Physik – Schwingung und Wellen – eingefügt ist. An den Beispielen der Musikakustik wird gezeigt, wie die Töne in verschiedenen Musikinstrumenten entstehen, wie die Resonanzkörper und die weiteren speziellen Tonentstehungsräume, charakteristisch für die einzelnen Musikinstrumente, verwendet werden. Die Vorlesung ergänzen viele konkrete Experimente, die diesen Teil der Physik anschaulicher machen sollen. Dieses integrierte Fach wird vom Lehrstuhl für Physik nicht nur den Studenten der Physik sondern auch denen der Musik angeboten (bisher ist das Interesse allerdings sehr gering). Für die Unterrichtsunterstützung haben wir das Buch Podobsky, J. „Bummel durch Musikakustik I“ verfasst. Zwei weitere Teile sind in Vorbereitung.

Den Physikstudenten und auch den Biologiestudenten bietet der Lehrstuhl für Physik auch das Fach Biophysik für Lehrer an, das sehr viele motivierende Aspekte bietet (physikalische Modelle für die Biologie). Es ist ja bekannt, dass es gerade die Physik war, die geholfen hat, viele Phänomene zu begreifen, auf die man in der Biologie trifft. An konkreten Beispielen aus der Alltagswelt des Schülers (oder auch der Studenten) können wir die praktische Verwendung vieler physikalischer Erkenntnisse zeigen. Für die Unterstützung des Biophysikunterrichts wurde Ouhrabka, M. „Biologische Motivation im Physikunterricht“ verfasst. Diese Publikation wurde bisher noch nicht beendet, aber mit baldiger Erscheinung ist zu rechnen.

Viele integrierte Themen, die die Nutzbarkeit der Erkenntnisse der Physik zeigen, bietet uns die richtige Interpretation der Fächer Astrophysik und Kosmologie, Geophysik und Meteorologie. Auch hier spielen die physikalischen Modelle der umstehenden Phänomene eine große Rolle. Das verdeutlicht die Nützlichkeit der Kenntnisse, die die Schüler in der Schule gewinnen. Im Zusammenhang mit der laufenden Innovation der Studienprogramme müssen wir vor allem im Studium für Grundschullehrer auf die Rahmenbildungsprogramme reagieren, die ganz anders die zwischenfachlichen Verhältnisse betrachten; im Fach „Integrierte Naturkunde“ versuchen wir neue Wege der fachübergreifenden Verhältnisse zu finden, besonders zwischen Physik und Chemie, Physik und Geographie. Der Lehrer sollte auf den sog. Projektunterricht vorbereitet sein. Auch hier wartet auf uns viel interessante Arbeit. Die positiven Konsequenzen liegen in der „Ausrüstung zur Motivation“ der künftigen Lehrer, die dann Schüler besser für Physik gewinnen können.

Der zweite Schritt ist die Organisation des Faches „Betreuung der Physiktalente“. Dieses Fach wird den Studenten im 5.–7. Semester (zwei Semester – 1V+1S, 1V+1S) angeboten. Die Integration dieses Faches knüpft an die Arbeit der Lehrstuhlmitglieder im Bereich der „Physik-Olympiade“ und weiterer Wettbewerbe an. Mit dieser Problematik haben sich auch mehrere Projekte beschäftigt, die von unseren Lehrstuhlmitgliedern betreut waren. Die Ergebnisse wurden in diesem Jahr an alle Physiklehrstühle verschickt, die an der Ausbildung der Physiklehrer beteiligt sind und das nicht nur „ideologisch“ gesehen, sondern auch mit kompletter „Software“ für den Unterricht.

Damit der Absolvent des Physikstudiums seine Schüler für die weitere, außerschulische Tätigkeit gewinnen kann, muss er gründlich die Problematik um talentierte junge „Schulphysiker“ kennen. Dazu wurde eine methodische Grundlage: Volf, I.: „Was kann der Grundschul- oder Mittelschullehrer für junge talentierte Physiker unternehmen?“ geschaffen. Es wird hier die Arbeit im Rahmen der „Physik-Olympiade“ als eines nationalen und internationalen Wettbewerbes inklusive alle Arbeitsformen beschrieben. Dieser Wettbewerb stellt ein Konzept zur Arbeit mit physiktalentierter Jugend bereit, das auf Erfahrungen einer 44 Jahre lang andauernden Tätigkeit beruht. Im Weiteren werden die Grundinformationen über die weiteren internationalen Wettbewerbe veröffentlicht – „Turnier junger Physiker“ und „First Step to Nobel Prize in Physics“. In beiden Wettbewerben bin ich aktiv als Gutachter für Studentendarbeiten tätig.

Kurzfassung des Inhalts:

- Einführungsvorlesung: Formen der Betreuung der Physikinteressierten
- Populärwissenschaftliche Physikkliteratur
- Physik-Olympiade – Übersicht
- Studentexte und Jahrbücher
- Schule der jungen Physiker, kleine Bibliothek der Physik-Olympiaden
- Aufgaben für begabte Schüler
- Internationale Physik-Olympiaden
- Aufgaben für internationale Wettbewerbe
- Turnier junger Physiker (nationale und internationale Wettbewerbe)
- Berufliche Tätigkeit an der Mittelschule, First Step
- Physikaufgaben und Simulation der Realität
- Kreativität und Experimentieraufgaben für begabte Schüler
- Literatur für die Entfaltung der Hobbbytätigkeit
- Physik und Humor

Das zweite Semester wird den einzelnen Themen gewidmet. Der Student und künftige Lehrer sollte hier mit konkreten Motiven für seine Tätigkeit und mit motivierendem Material

ausgestattet werden. So kann er die Schüler fürs Physikstudium gewinnen und ihre Interesse oder Begabung weiter entfalten. Die Arbeit beruht auf der Lösung der physikalischen oder technischen Problemsituationen, die sich aus der Praxis ergeben. Alle Vorlesungen und Seminare sind mit konkreten Programmen ausgestattet, die den Studenten zur Verfügung stehen.

- Inhalt des Wettbewerbs „Archimediade“
- Physik und Geographie (Spielen rund um den Globus)
- Physik in der Nähe von Äquator und Pol
- Physik und Kosmonautik (Lösung einfacher Aufgaben)
- Physik auf dem kleinen Planeten (Lösung von Modellsituationen)
- Physik und Radfahren
- Physik und Skifahren
- Physik und Leichtathletik
- Physik und Lösung der Probleme (black box)
- Physik und die biologischen Probleme
- Physik und Umwelt (konkrete Aufgaben)
- Physik und Automobil
- Physik und Verkehr (inkl. Graphikon)
- Experimente zu Hause

Für die Arbeit in diesem Fach hat man in vorigen Jahren immer ausreichend Studenten gefunden, die mit vielen konkreten Themen ausgestattet wurden, die den Forderungen entsprechen, die wir uns in der Inschrift dieses Programms als Ziel gesetzt haben. Wichtig ist, dass wir im Zusammenhang mit unserer Tätigkeit den Studenten mehr als 40 Studientexte zur Verfügung gestellt haben, die für die Wettbewerbsteilnehmer im Rahmen der Olympiade verfasst wurden. Weiter wurden viele Studienunterlagen zur Verfügung gestellt, die im Zusammenhang mit der Lösung der Projekte erschienen sind. Ich möchte daran erinnern, dass wir diese Unterlagen inkl. Videoaufnahme aus einer physikalischen Olympiade an alle Lehrstühle verschickt haben, wodurch eine bessere Atmosphäre eines solchen Wettbewerbes geschaffen werden.

Zum Schluss möchten wir noch sagen, dass man das Verhältnis zwischen Physik und bildender Kunst nicht vergessen darf. Man darf auch das Verhältnis von Physik und Humor nicht vergessen. Für die Arbeit mit den Schülern können die Lehrer auch Kalender (Physikkalender, Mathematikkalender, Astronomenkalender) verwenden, die an einer Seite wichtige Angaben (Daten über Geburt oder Tod bekannter Physiker), an der anderen Seite dann humorvolle Zeichenanekdoten beinhalten. Bei der Gelegenheit des 10-jährigen Verlagjubiläums von MAFY, mit dem wir schon lange zusammenarbeiten, möchten wir noch in diesem Jahr das Buch Physik und Humor veröffentlichen.