

Neue Medien im Physikunterricht – Hilfe oder Hindernis?

Verfasser: OStR Claus Meyer-Bothling, LEU II/3, cmb@zum.de

Dies ist das Manuskript eines Artikel, der in „Lehren und Lernen“, Okt 2001 erschienen ist.

Die neuen Medien, Computer und Internet, stehen inzwischen an den meisten deutschen Schulen zur Verfügung. Im Unterricht werden sie jedoch nur in geringem Maße genutzt. Dafür gibt es natürlich technische und organisatorische Gründe, aber viel wichtiger scheint mir dies: Der pädagogische Wert des Medieneinsatzes, besonders in der Physik, ist durchaus umstritten. Nun sind zwar die neuen Medien nicht per se ein pädagogischer Gewinn für den Unterricht – der Erfolg hängt von vielen Faktoren ab -, ein großer Teil der Gegenargumente beruht aber auf Missverständnissen und auf ungenügender Kenntnis dessen, was heute möglich ist. In diesem Artikel will ich die wichtigsten Argumente aufgreifen und mit Schwerpunkt auf dem Physikunterricht die aktuellen Möglichkeiten darstellen.

1 Die Bedeutung der Frage

Ob neue Medien unserem Unterricht helfen können oder nicht, diese Frage kann heute nicht beiläufig gestellt werden. Es gibt genügend Gründe, mit dem Unterricht in Physik nicht zufrieden zu sein. Mögliche Wege zur seiner Verbesserung zu ignorieren wäre unter diesen Umständen nicht zu verantworten.

1.1 Kritik am Unterricht

Schulinterne Kritik am Unterricht kommt unübersehbar von den Schülerinnen und Schülern: Seit Ende der 80er Jahre entscheiden sie sich, wenn sie wählen können, deutlich seltener für das Fach Physik als vorher. Über die Motive dieser Kritik und ihren Inhalt kann man streiten, über ihre Existenz nicht.

In jüngster Zeit ist nun eine weitere, sehr deutliche Kritik hinzugekommen: Wie die TIMS-Studie zeigt, sind die Leistungen deutscher Schüler im weltweiten Vergleich in Mathematik und Naturwissenschaften allenfalls mittelmäßig. Die Ergebnisse der Studie sind differenziert und statistisch gut belegt. Das Max-Planck-Institut für Bildungsforschung Berlin fasst zusammen (meine Hervorhebung) [1]:

- Die Testleistung deutscher Schüler im Bereich der mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundbildung liegt *in der Gruppe vergleichbarer Länder im unteren Bereich*. ...
- Im internationalen Vergleich liegen die relativen Stärken der deutschen Schülerinnen und Schüler im Bereich der Naturwissenschaften im Umgang mit Aufgaben, die überwiegend vorfachliches Wissen oder nur elementare Fachkenntnisse verlangen. *Relative Schwächen werden insbesondere bei Aufgaben sichtbar, die das selbständige Anwenden von Gelerntem, die Übertragung in neue Kontexte oder ein flexibles Umstrukturieren von Problemkonstellationen erfordern*.

1.2 Pädagogische Forderungen

Unabhängig von den genannten Indikatoren, die vor allem die Wirkung unseres Unterrichts in Frage stellen, gibt es pädagogische Argumente, deren Kritik an der Methode ansetzt. Franz Weinert vom Max-Planck-Institut für psychologische Forschung München spricht von *intelligentem* Wissen als Voraussetzung für die Fähigkeit, selbständig Probleme zu lösen. Während die Gymnasien überwiegend lehrerzentrierte Unterweisung praktizieren, wodurch vor allem systematische, aber nicht flexibel nutzbare Kenntnisse produziert werden, fordert Weinert die Ergänzung durch schülerzentrierte Unterrichtsphasen, wie etwa Projektunterricht, in denen

das systematische Wissen in einen neuen Kontext gestellt, auf reale, nicht der Fachsystematik gehorchende Probleme angewandt, und dadurch zu intelligentem Wissen wird. [2]

Weinert fordert, das selbständige Lösen neuer Probleme bereits in den Unterrichtsgang zu integrieren, der damit sowohl Phasen systematischer Unterweisung als auch Phasen selbständigen, problemorientierten Lernens enthält.

1.3 Die Rolle neuer Medien

Vor diesem Hintergrund muss schon die Möglichkeit, dass neue Medien den Unterricht verbessern könnten, als Grund genügen, sich ernsthaft mit ihnen auseinander zu setzen. Mittlerweile wissen wir aber Genaueres: Als Ergebnis einiger Großprojekte sowie der Initiative vieler engagierter Lehrerinnen und Lehrer gibt es zahlreiche Berichte über erfolgreichen Medieneinsatz im Unterricht, bundesweit [3], sowie in Baden-Württemberg, wo in den letzten Jahren eine breite Erfahrungsbasis aufgebaut und dokumentiert wurde [4], [5], [6]. Auf Basis solcher Berichte können wir heute in vielen Bereichen differenziert angeben, welche Medien in welcher Art Einsatz welche pädagogischen Ziele fördern können. Aber der Unterricht bleibt dann nicht der gleiche. Man kann heute auch genauer sagen, welche Art von Unterricht geeignet ist, die potenziellen Vorteile der neuen Medien in konkreten pädagogischen Gewinn umzusetzen.

Die Berichte zeigen, dass der geeignete Einsatz enormen Gewinn bringen kann. Andererseits führt der Einsatz neuer Medien nicht automatisch zur Verbesserung des Unterrichts. Ihr Einsatz birgt nicht nur Chancen sondern auch Risiken, und nur bei Berücksichtigung beider lassen sich die Chancen optimal in pädagogische Erfolge umsetzen. Im Folgenden geht es um die im Moment interessantesten Formen pädagogisch sinnvollen Einsatzes im Physikunterricht.

2 Die Motivation stärken

2.1 Veröffentlichen für reales Publikum

Für Schülerinnen und Schüler ist es ungleich motivierender, ein Schauspiel, einen Bericht oder eine Ausstellung vor einem wirklichen Publikum zu präsentieren, als eine Übung für den Lehrer anzufertigen. Dies ist lange bekannt und wird auch pädagogisch genutzt, wenn etwa ein Theaterstück anschließend an die Erarbeitung im Unterricht öffentlich aufgeführt wird. Durch das Internet werden die Möglichkeiten, Ergebnisse des Unterrichts zu veröffentlichen, immens erweitert, sei es dass eine spezielle Zielgruppe, sei es dass die Allgemeinheit angesprochen werden soll. Ein Beispiel für eine erfolgreiche Veröffentlichung sind die Seiten des Friedrich-Schiller-Gymnasiums in Marbach zur Sonnenfinsternis 1999 [7]. Hier wird nicht nur auf ansprechende Weise ein Thema differenziert dargestellt, sondern die Projektgruppe hat einen Preis in einem Wettbewerb des Landesinstituts für Erziehung und Unterricht Stuttgart gewonnen [8], und der Fernsehsender NBC hat ihrem Projekt eine Sendung gewidmet. Ein weiteres Beispiel einer solchen Veröffentlichung ist die „Projektzeitung im Internet“ des Leibniz-Gymnasiums Stuttgart. Hier haben Schüler der Unterstufe mit großer Begeisterung über die Aktivitäten der Schule berichtet [9]. Die Industrie- und Handelskammer Stuttgart hat dieser Gruppe im Wettbewerb WebMit2000 einen Preis verliehen.

Zwar wird gelegentlich kritisiert, dass nicht alles, was veröffentlicht wird, auch lesenswert ist, aber gerade dies ist doch die pädagogisch wertvolle Erfahrung, die wir den Schülern bieten können. Den Erfolg, die Anerkennung durch das Publikum, muss man sich verdienen. Manchmal gelingt dies, und das gehört genauso dazu, wie der gelegentliche Misserfolg. Zudem bietet sich hier die Chance zur Medienreflexion: Im Internet etabliert sich ein neues Zeichensystem, das zumindest teilweise nach anderen rhetorischen Regeln funktioniert als die

herkömmliche Schriftkultur. Deshalb ist es notwendig, über wirksame Formen der Präsentation Erfahrung zu sammeln.

Im Übrigen zeigt sich hier beispielhaft, dass es nicht ausreicht, seine Gedanken zu formulieren. Um gehört zu werden, muss man sich auch aktiv dafür einsetzen, seine Darstellung bekannt zu machen. Diese Vermarktung bedarf einer eigenen Anstrengung, so müssen z. B. vor einer Theateraufführung Plakate ausgehängt werden, damit der Saal voll wird. Das Internet hat seine eigenen Techniken – die genannten Projektgruppen haben sie erfolgreich eingesetzt.

2.2 „Flüssige“ Manuskripte

Wenn die Schülerinnen und Schüler in selbständigen Lernphasen ihr Wissen strukturieren und schriftlich fixieren, dann ist das, was wir Lehrer zu sehen bekommen, bei der traditionellen Form des handgeschriebenen Aufsatzes in der Regel die endgültige Fassung. Liegt das Manuskript als Computerdatei vor, sind die Schüler eher bereit, nach der Besprechung mit der Lehrerin oder dem Lehrer an einer Verbesserung zu arbeiten, und dies in weiteren Schritten zu wiederholen. Die Leichtigkeit, mit der noch neue Gedanken angefügt, die Reihenfolge geändert oder Fehler beseitigt werden können, macht das nachträgliche Verbessern einer Darstellung zur Freude. Dies gilt entsprechend auch für multimediale Dokumente mit Text, Bild, Ton- und Filmsequenzen. Sie haben für Schüler umso mehr Reiz, als die Anforderung vielseitig ist, wenn sich sprachliche, grafische und musikalische Talente in einem gemeinsamen Werk entfalten können. Dazu einige Beispiele:

- Physik und andere Fächer, Klasse 11, Referatsserie Unser Weltbild [10],
- Naturphänomene, Klasse 6, Projekt Sterne [11]
- Mathematik, Klasse 10, Projekt Mathematik und Wirklichkeit [12]
- Fachübergreifend, Klassen 5-6, Elektronisches Herbarium [13]

In den ersten drei Beispielen wurde ein Hauptthema untergliedert, von kleinen Gruppen schriftlich bearbeitet, mündlich vorgetragen und schriftlich ausgearbeitet. Im vierten, an einer Hauptschule, wurde die reale Erfahrung mit der virtuellen Darstellung kombiniert: Die Schüler haben unter Anleitung des Försters einen Waldlehrpfad angelegt und parallel in einem elektronischen Herbarium die Entwicklungsstadien der Pflanzen in Text und Bild dokumentiert.

3 Betrifft der Unterricht die Wirklichkeit?

3.1 Der Mechanikunterricht

Es ist ein besonderes Problem des gegenwärtigen Physikunterrichtes, dass wir die Schüler anscheinend nicht nachhaltig überzeugen, dass die Experimente und Modelle des Unterrichts ihre Wirklichkeit „da draußen“ betreffen. Eine Reihe von Untersuchungen hat gezeigt, dass trotz unserer Bemühungen, die Newtonschen Gesetze zu vermitteln, Schüler weiter an die aristotelische Bewegungslehre glauben [14]. Für uns Physiklehrer ist das ein besonderes Problem, denn gerade dies ist ja unser zentraler Anspruch: dass Physik die Wirklichkeit beschreibt und erklärt. In der Mechanik ist der Widerspruch besonders unangenehm, weil man sich gerade in diesem Gebiet viel Mühe gegeben hat, den Unterricht zu verbessern: Die ursprüngliche Rollenfahrbahn der sechziger Jahre, bei der ein beschleunigt rollender Wagen mit mechanischen Schaltern eine Stoppuhr betätigt, wurde zuerst mit Lichtschranken verfeinert. Später wurde die Reibung durch eine Luftkissenbahn verringert. In jüngster Zeit ist nun auch die Registrierung der Messwerte so weit automatisiert, dass Schüler nicht einmal mehr die Werte selbst ablesen müssen – diese werden gleich von einem angeschlossenen Rechner registriert und als Schaubild ausgegeben. So elegant diese Experimente sind, so unpädagogisch sind sie leider auch, denn hier wird nicht der Lern-, sondern der Messprozess verfeinert. Neue Medien haben Anteil daran, in dieser Form des Einsatzes leider auf Kosten der Schülerbeteiligung: Sie

werden in die Rolle abseits stehender Beobachter gedrängt, die am Messprozess keinen Anteil haben.

Es hat indessen Versuche gegeben, die Schüler wieder zu beteiligen, und den Messprozess direkter zu machen: Die elegante, geradlinig-gleichförmige Bewegung eines Messwagens auf dem Labortisch wird ersetzt durch die rohen, realen Bewegungen eines Radfahrers, einer Straßenbahn, eines Autos im Straßenverkehr. Die automatisch ablaufende Auswertung wird ersetzt durch die Messung per Hand: die Schüler bestimmen selbst die Positionen und Zeiten mit Stoppuhr und Meterstab. Dies ist ein für sie überzeugender Versuch, *ihre* Realität wissenschaftlich zu erfassen, und sie sind selbst darin involviert. Das Messverfahren ist allerdings umständlich, ungenau und lässt sich nur auf relativ langsame Bewegungsvorgänge anwenden.

3.2 Reale oder virtuelle Erfahrung?

Beide Ansätze haben ihre Anhänger, wobei aber – allein genommen - beide zu kurz greifen, denn um die Krise des heutigen Physikunterrichtes zu überwinden brauchen wir beide: Die ungenaue aber direkte Messung in realen, den Schülern vertrauten Situationen ist notwendig, um sie zu überzeugen, dass es um ihre eigene Welt geht. Die präzise Bestätigung der Gesetze mit modernen Mitteln ist notwendig, um sie zu überzeugen, dass es nicht nur um den kleinen Ausschnitt der Welt geht, der direkter Messung zugänglich ist, sondern um die Wirklichkeit in ihrer ganzen Komplexität.

Mit einem Mechanikkurs, der beide Elemente vereinigt, würden wir uns anhand einfacher Bewegungen möglichst früh die Beteiligung der Schüler sichern und den Bezug zu ihrer Realität herstellen. Nach einer Verfeinerung des theoretischen Hintergrundes mit Hilfe von Laborversuchen würde der Unterricht auch wieder zur Realität zurückkehren. Nun aber werden bei komplexen Bewegungen aus Sport, Technik etc. überwiegend automatisierte Messungen verwendet. Gerade Unterrichtsphasen außerhalb des Klassenzimmers eignen sich besonders gut für Projekte, in denen die Schüler selbständig Bewegungsvorgänge untersuchen und ihre Ergebnisse mündlich und schriftlich darstellen. (Geeignete neue Methoden werden weiter unten erklärt.)

Ganz analog zur Mechanik wird die Frage nach dem Einsatz neuer Medien auch in der Elektronik manchmal auf das Dilemma verkürzt: Soll in einer gegebenen Unterrichtszeit ein elektronischer Schaltkreis entweder real zusammengebaut oder am Bildschirm simuliert werden? Die überzeugende Lösung wäre hier ein Zirkelpraktikum mit mehreren Versuchen und einigen zusätzlichen Simulationen. Für die Simulation besonders geeignet sind solche Schaltkreise, die aufgrund verschiedener Kriterien (z.B. Preis und Verfügbarkeit der Bauteile) ohnehin nicht im Unterricht gebaut werden können. Wenn die Simulation nicht anstelle von, sondern anschließend an die Erfahrung eingesetzt wird, dient sie der Erweiterung des Horizontes und unterstützt somit die pädagogischen Ziele.

Die Kunst des Unterrichtens besteht in der passenden Mischung von klassischen Experimenten und Simulationen am Rechner. Praktika mit nur herkömmlichen Experimenten lassen die Chance aus, mit Hilfe neuer Medien die Abstraktion weiter zu treiben als bisher möglich. Zu viele zu frühe Simulationen, die nicht auf ausreichender praktischer Erfahrung aufbauen, können für die Schüler keinen Bezug auf die Realität und damit auch keine Relevanz haben. Erfolgreicher Einsatz neuer Medien setzt voraus, dass einerseits die Bezüge zur Wirklichkeit wesentlicher Teil des Unterrichts sind, und dass andererseits die innere Beteiligung der Schüler durch geeignete Wahl der Unterrichtsmethode gepflegt wird.

4 Den Themenbereich ausweiten

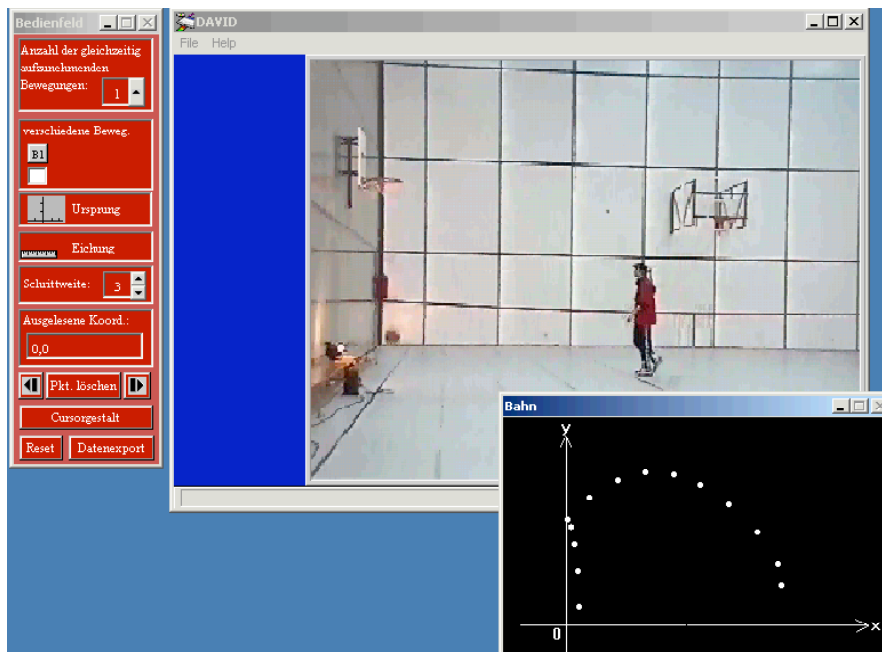
Je mehr Bereiche der Erfahrungswelt wir im Unterricht behandeln, desto eher überzeugen wir auch die Schüler von unserem Anspruch, dass der Physikunterricht ihre Wirklichkeit beschreibt und erklärt. Hier ermöglichen die neuen Medien ganz erhebliche Erweiterungen und Vertiefungen des Unterrichtsgebietes.

4.1 Simulation unmöglicher Experimente

Aus unterschiedlichen Gründen ist es in vielen Bereichen nicht möglich, die Wirklichkeit direkt zu erleben. Dennoch bieten Simulationen manchmal einen Zugang. Beispiele sind: Elektronenbeugung am Doppelspalt [15], Besichtigung der Sonnenoberfläche [16], Besichtigung eines Kernreaktors, Spaziergang in einer Raumstation.

4.2 Komplexe Bewegungen auswerten

Einen wichtigen Zugang bietet die digitale Videoanalyse. Zwar ist die quantitative Analyse von Videofilmen nicht prinzipiell neu, denn mit analogen Filmen, Standbildschaltung und Lineal geht es auch, aber seitdem in den 90er Jahren verschiedene Programme zur digitalen Videoanalyse



Videoanalyse eines Wurfes beim Basketball: Der Nutzer klickt die Positionen des Balles im Videobild einzeln an. Die zugehörigen Bahnpunkte werden im Koordinatensystem angezeigt. Ihre Koordinaten stehen für weitere Berechnungen zur Verfügung. (Programm: DAVID)

Manche Programme werden mit einer Fülle passender Filmsequenzen ausgeliefert. Die Themen reichen vom Weitsprung über den Kopftreffer eines Boxers, Fußballschüsse, Salto am Reck, Fallversuch auf dem Mond, Flug einer rotierenden Holzplatte bis hin zum Galopp eines Pferdes.

Obwohl der Einsatz solcher Programme eine gewisse Einarbeitung voraussetzt, lohnt sich der Einsatz, denn der Themenbereich, der für schulische Experimente zugänglich ist, wird durch digitale Videoanalyse radikal erweitert. Zurzeit ist dies häufig ein indirekter Zugang, wenn man auf mitgelieferte Videosequenzen angewiesen ist, in absehbarer Zeit aber wird sogar die

entwickelt wurden, steht auch Schulen die Möglichkeit offen, komplexe mechanische Bewegungen bequem und gleichzeitig genau auszuwerten. Solche Programme ermöglichen die Bewegungsanalyse beliebiger, vom Nutzer ausgewählter Punkte aus den Filmen. So lässt sich der schiefe Wurf eines Balles untersuchen, aber auch die Beschleunigungen und damit die Kräfte bei einem Boxkampf lassen sich quantitativ bestimmen, was mit traditionellen Methoden sehr schwierig wäre. Einen guten Überblick zu diesem Arbeitsgebiet bietet Hilscher [17].

Herstellung eigener digitaler Videos für Schulen realisierbar sein. Dann werden sich alle Schritte, von der ursprünglichen Bewegung über die Filmaufnahme bis hin zur Auswertung, im Unterricht kontrollieren lassen. Dieses Gebiet ist gut geeignet für projektartiges, selbständiges Arbeiten kleiner Schülergruppen.

4.3 Allgemeine Veränderungen verstehen

Wenn es nicht speziell um Ortsveränderungen, sondern um Veränderungen aller möglichen Größen geht, sind Differenzialgleichungen das übliche Instrument mathematischer Darstellung. Damit betreten wir ein Gebiet, das unser gewohntes Schulniveau deutlich übersteigt, wobei die Schwierigkeit nicht so sehr in der Darstellung der Zusammenhänge, sondern vor allem in den unübersichtlichen Lösungsverfahren für Differenzialgleichungen liegt. Modellbildungssysteme bieten hier eine neue Möglichkeit, die Zusammenhänge darzustellen. Sie bietet den Vorteil, dass sich das Verhalten der untersuchten Größen durch numerische Näherung bestimmen lässt, also ohne exakte Lösung. Der Nutzer muss sich nicht um die Lösung kümmern und kann sich ganz auf die Darstellung der physikalischen Zusammenhänge konzentrieren. Rettich beschreibt [18], wie er den Flug einer Wasserrakete unter Berücksichtigung von Massenabnahme und Luftreibung für die Behandlung im Unterricht zugänglich macht. Das im Unterricht entwickelte Modell wurde anschließend durch Vergleich mit dem Experiment überprüft. Vergleichsparameter war die Flughöhe der Rakete, was in diesem Fall für einige Spannung sorgte: Der Flug fand im Treppenhaus der Schule statt – bei starker Abweichung nach oben hätte die Rakete das Glastach durchschlagen.

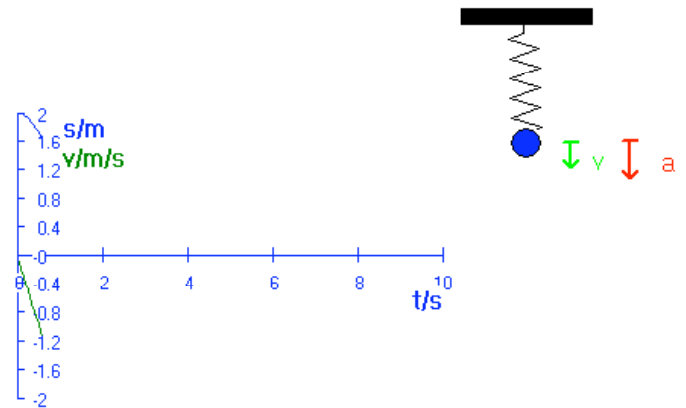
Der Einsatz von Modellbildungssystemen erweitert den Themenbereich, der im Unterricht behandelt werden kann, und ermöglicht gleichzeitig tieferes Verständnis. Einsetzbar sind Modellbildungssysteme in allen Bereichen, die traditionell mit Differenzialgleichungen beschrieben werden, also auch außerhalb der Mechanik. Berühmtes Beispiel ist das Räuber-Beute-Modell der Biologie, entwickelt wurden die Systeme für Anwendungen in der Wirtschaft.

5 Erweiterte Didaktik

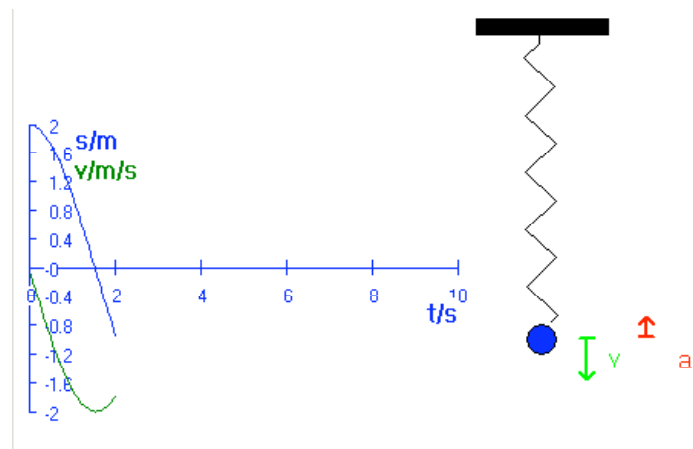
5.1 Intuitives Verständnis stärken

Wenn wir die Schüler von der Gültigkeit physikalischer Modelle wirklich überzeugen wollen, reichen rationale Argumente nicht aus. Für ein tiefergehendes Verständnis ist es notwendig, dass nicht nur der Intellekt sondern auch die Intuition angesprochen wird. Gerade bei schwierigen Themen, wie etwa der funktionalen Abhängigkeit zwischen Momentangeschwindigkeit und Beschleunigung beim Federpendel wird der intuitive Zugang leider in der Regel vernachlässigt. Der langfristige Lernerfolg ist dadurch gering. Das vielseitig einsetzbare Werkzeug PAKMA (Physik Aktiv Messen, Modellieren, Analyse, Animation), das am Lehrstuhl für Didaktik der Physik der Universität

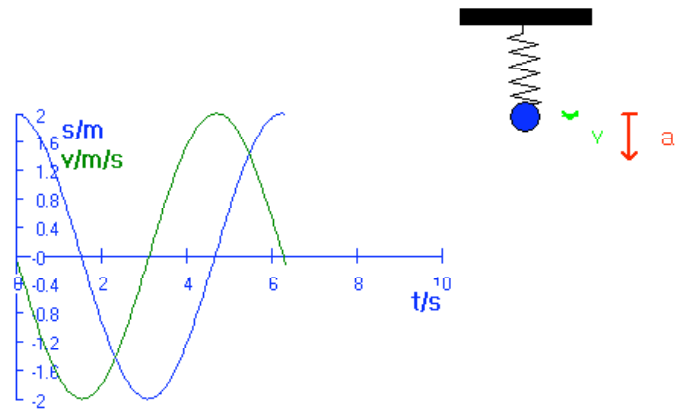
Claus Meyer-Bothling, LEU II/3



Phasen einer simulierten Pendelschwingung mit PAKMA. Die reale Schwingung kann simultan ablaufen. Die Diagramme werden automatisch aufgezeichnet: (1) v nimmt zu, a nimmt ab.



Würzburg entwickelt wurde, eröffnet hier ganz neue Möglichkeiten. PAKMA ist ein offenes Softwaresystem mit vielen Einsatzmöglichkeiten. Ein Schwerpunkt ist dabei, Versuchsabläufe (also nicht nur Messwerte) zu den verschiedensten physikalischen Fragestellungen mit dem Computer darzustellen. So kann beispielsweise die Schwingung eines Federpendels parallel zum realen Experiment auf dem Bildschirm dargestellt werden, dies gelingt durch bewegte Animationselemente, die dann z.B. auch Geschwindigkeit, Beschleunigung und Kräfte als Vektoren anzeigen. In der Reproduktion können Versuchsabläufe anhand der registrierten Versuchsdaten auf dem Bildschirm wiedergegeben, auch in Zeitlupe betrachtet und in einer Abfolge von Standbildern detailliert analysiert werden.



(3) Oberer Umkehrpunkt: v ist Null, a ist am größten.

Mit der multimedialen Darstellung solcher Abhängigkeiten kann das intuitive Erfassen der Dynamik entspannt und wirksam eingeübt werden. Blaschke zeigt, dass mit entsprechenden Übungen, die auf dem Programm PAKMA basieren, nachweisbare Lernerfolge möglich sind [19].

5.2 Aktuelle und authentische Informationen

Wenn es auf aktuelle und authentische Information ankommt, ersetzt das Internet nicht die anderen Informationsquellen, aber es ergänzt sie ganz wesentlich und ist ihnen in mancher Hinsicht sogar überlegen: Neue Bilder des Hubble Weltraumteleskops lassen sich bei der NASA abrufen [20]. Die Daten zur globalen Temperaturverteilung werden am Deutschen Klimarechenzentrum in grafischer, leicht verständlicher Form bereitgestellt [21].

5.3 Weltweite Kooperation

Die Begegnung zwischen Kulturen und das Lernen fremder Sprachen kann bei Kontakten durch E-Mail, Videokonferenzen etc. intensiver und direkter gepflegt werden als mit dem klassischen Briefwechsel. Durch solche Aktivitäten bereiten wir die Schüler aber auch auf die heutige Praxis der Forschung vor. In einem Beispiel aus der Astronomie wurde simultan von verschiedenen Orten der Erde ein Foto des Mondes aufgenommen. Anschließend wurden die Aufnahmen per E-Mail ausgetauscht. Wenn man die Fotos auf gleichen Maßstab bringt und übereinander legt, wird die parallaktische Verschiebung des Mondes aufgrund der verschiedenen Blickwinkel messbar. Daraus wurde die Mondentfernung bestimmt [22].

6 Allgemeine Fragen

6.1 Die Unterrichtsmethode

Abgesehen von den pädagogischen Forderungen nach Projektarbeit hat auch der Einsatz neuer Medien Einfluss auf die Unterrichtsform: Wenn eine ganze Schulklasse auf die Ausgabe eines einzelnen Rechners wartet, kann das Versagen nur eines Gliedes in der Bedingungskette erhebliche Auswirkungen auf die Motivation der Klasse haben. Nimmt die Unterrichtsplanung Rücksicht auf solche Risiken, kann die negative Wirkung leichter aufgefangen werden. Eine Möglichkeit, das Risiko klein zu halten, ist Gruppenunterricht, in dem kleine Schülergruppen selbstverantwortlich und methodisch flexibel ein vorgegebenes Ziel verfolgen. Zudem ist es selbst bei stabilen Systemen oft frustrierend, wenn eine große Zuschauergruppe den

Navigationsentscheidungen eines einzelnen Nutzers passiv ausgeliefert ist. In kleinen Gruppen tritt dieser Effekt wesentlich schwächer auf, zumal hier leichter die Rollen getauscht werden können. Weil die Arbeit mit Computern in schülerzentrierten Arbeitsformen wesentlich leichter fällt, als im herkömmlichen Unterricht, erfüllen die neuen Medien gewissermaßen die Funktion eines pädagogischen Katalysators.

6.2 Die Informationsflut

Wenn Schüler im Internet recherchieren, erfahren sie oft, dass die Recherche weniger einem Nachschlagen im Lexikon sondern mehr einer frustrierenden Suche nach der Nadel im Heuhaufen gleicht. Das Risiko der Frustration kann aber reduziert werden, wenn der Lehrer je nach Suchauftrag geeignete Seiten vorher auswählt und als Startpunkte anbietet – oder sogar vorschreibt. Es gibt Sammlungen geeigneter Startpunkte, besonders erwähnenswert die Zentrale für Unterrichtsmedien im Internet (ZUM [23]). Die Schüler verlieren damit nicht ihre Selbstständigkeit, haben aber verlässliche Ausgangspunkte für eine Suche, die bei Bedarf auf das ungeprüfte Internet erweitert werden kann.

7 Ergebnis

Ich hoffe gezeigt zu haben, dass die neuen Medien zur Verbesserung des Unterrichts in Physik nicht nur einen Beitrag leisten können, sondern dass zeitgemäßer Unterricht nicht auf sie verzichten kann. Wie das Praktikum eine wichtige Funktion erfüllt, indem es die Unterrichtsinhalte auf Erfahrung gründet, so erfüllen die neuen Medien ebenso wichtige Funktionen, wenn sie an geeigneter Stelle in geeigneter Weise eingesetzt werden. Dies geschieht natürlich nicht von selbst: die veränderten Möglichkeiten kennen zu lernen, zu prüfen, und in konkreten Unterricht umzusetzen, kostet viel Zeit und Mühe. Die beteiligten Lehrer wissen das nur zu gut.

Literatur

Bei den zitierten Internetadressen habe ich das Datum der letzten Aktualisierung genannt. Wo dies nicht zu ermitteln war, habe ich stattdessen angegeben, wann ich mich zuletzt von der Existenz der Seite überzeugt habe.

[1] Jürgen Baumert et al.: Schülerleistungen in Mathematik und den Naturwissenschaften am Ende der Sekundarstufe II im internationalen Vergleich.

(www.mpib-berlin.mpg.de/TIMSS_III/Zusammenfassung.htm) Mai 1998

[2] Franz E. Weinert: Weiterentwicklung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Stuttgart, Kultusministerium Baden-Württemberg 1999

[3] Schulen ans Netz, die gemeinsame Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und der Deutschen Telekom AG.

(www.san-ev.de/docs/schulenberichten.asp?RubrikID=155), Januar 2001

[4] R. Bayer, J. Grund, L. Keuneke, C. Meyer-Bothling (Hg.): Unterrichten mit multimedialer Lernsoftware. Stuttgart, Landesinstitut für Erziehung und Unterricht, Heft C306, Juni 2000

[5] Volker Mielke (Hg.): Innovative Schulprojekte – Beispiele aus der ersten Förderrunde. Stuttgart, Landesinstitut für Erziehung und Unterricht, Heft C305, August 1999

[6] Die „Medienoffensive Schule“ Baden-Württemberg

(www.km.bwl.de/pdf/medienoffensive.pdf), Mai 2000

[7] Bärbel Petersen, Alexander Schäfer: Rund um die Sonne – ein Projekt der Klassen 9d und 9e des Friedrich-Schiller-Gymnasiums Marbach.

(www.fsg-marbach.lb.bw.schule.de/projekte/sofi99) Juli 1999

[8] Claus Meyer-Bothling: Wettbewerb „Sonnenseiten der Schule“.

(www.leu.bw.schule.de/allg/usofi/projekte.htm) August 1999

- [9] Claus Meyer-Bothling, Harald Schmidt: Projektzeitung im Internet. (www.leibniz.s.schule-bw.de -> Projekttage 2000) Juli 2000
- [10] Claus Meyer-Bothling: Unser Weltbild – ein Projekt der Klassenstufe 11 in: Hartmut Köhler, Claus Meyer-Bothling: Weltentwürfe. Stuttgart, Landesinstitut für Erziehung und Unterricht, Heft FTh9, Juli 1995
- [11] Sigmar Kühnle: Projekt „Sterne“ der Klasse 6c. (www.hariolf-gymnasium.de/projekte/sterne6c) Mai 2000
- [12] Georg Prüfer-Schönfelder, Thomas Becker: Mathematik und Wirklichkeit – ein Projekt der Klasse 10b. (www.eag.aa.schule-bw.de/PROJEKTE/MUW)
- [13] B. Nosek, Bitterwolf, E.Häseler: Elektronisches Herbarium, Seiten 24-25 in: [4]
- [14] Dieter Heuer, Thomas Wilhelm: Aristoteles siegt noch immer über Newton – unzulängliches Dynamikverstehen in Klasse 11. MNU 50 (1997) 5, Seiten 280-285
- [15] Klaus Muthsam: Der quantenmechanische Doppelspaltversuch. (www.physik.uni-muenchen.de/didaktik/Computer/computer.htm) März 2001
- [16] Calvin J. Hamilton: Ansichten des Sonnensystems. (www.planetscapes.com/solar/germ/sohopr2.htm) März 2001
- [17] Helmut Hilscher: Videoeinsatz in der Lehre. Physik in der Schule 38 (2000) 3, Seiten 193-200
- [18] Mathias Rettich: Anwendung von MODUS auf ausgewählte Probleme der Himmelsmechanik in Klasse 11. Tübingen, Staatliches Seminar für Schulpädagogik 1997
- [19] Kurt Blaschke, Dieter Heuer: Dynamik-Lernen mit multimedial-experimentell unterstütztem Werkstatt-Unterricht. Physik in der Schule 38 (2000) 2, Seiten 86-91
- [20] Space Telescope Science Institute (opposite.stsci.edu/pubinfo) März 2001
- [21] Deutsches Klimarechenzentrum. (www.dkrz.de) März 2001
- [22] Bernd Huhn: Messung der Mondentfernung. (www.zum.de/Faecher/A/BW/lpe3/modontfernung.htm) Januar 2001
- [23] Zentrale für Unterrichtsmedien im Internet. (www.zum.de), April 2001