

physik multimedial – multimediale Selbstlerneinheit „Schwingungen und Wellen“

Lydia Murmann⁺, Marisela Bohne⁺, Peter Ryder⁺, Helmut Schottmüller*

Universität Bremen, ⁺ Fachbereich Physik/Elektrotechnik, Institut für Festkörperphysik,
* Fachbereich Mathematik/Informatik, Institut für Softwareergonomie und Informationsmanagement,
Bibliothekstraße, D-28359 Bremen

Kurzfassung

Im Beitrag wird die Konzeption von studienbegleitenden multimedialen Selbstlerneinheiten im Projekt „Physik Multimedial“ anhand des aktuell entwickelten Prototypen zum Thema „Schwingungen und Wellen“ vorgestellt. Das von uns entwickelte Angebot richtet sich an Studierende verschiedener Hauptfächer (z.B. Biologie, E- & I-Technik, Geologie oder Medizin), die Physik im Nebenfach studieren. Es handelt sich also um eine heterogene Zielgruppe. Das Angebot zeichnet sich neben multimedialen Elementen dadurch aus, dass Praxisbeispiele aus den jeweiligen Hauptfächern herangezogen werden um physikalische Standardthemen der meisten Präsenzveranstaltungen zu veranschaulichen bzw. zu erarbeiten. Der Schwerpunkt der Darstellung betrifft die differenzierenden Navigationsoptionen in einem linear angelegten Konzept.

1. Einleitung

Selbstlerneinheiten im Projekt *physik multimedial* [1] werden für eine sehr heterogene Zielgruppe entwickelt. Es handelt sich um Studierende, die an verschiedenen Hochschulen unterschiedliche Hauptfächer studieren, wobei ihnen gemeinsam ist, dass sie verpflichtend Physik im Nebenfach studieren.

Die Spannweite der Präsenzlehreangebote sowie die Vorkenntnisse, Interessen und Bedürfnisse der Studierenden unterscheiden sich daher immens von den Lehrangeboten und Lernenden, die Physik im Hauptfach studieren. Allein an den fünf Partnerhochschulen in *physik multimedial* (Universitäten Bremen, Hamburg, Greifswald, Oldenburg und Rostock) werden 21 verschiedene Physikveranstaltungen für Nebenfachstudierende angeboten, die Bio-, Ingenieur-, Geowissenschaften, Chemie, Medizin oder Pharmazie im Hauptfach studieren und mit breit streuenden physikalischen Vorkenntnissen in die Physikveranstaltungen kommen. Die Lehrveranstaltungen der Präsenzlehre variieren ebenfalls in zeitlichem Umfang und inhaltlicher Schwerpunktsetzung erheblich (siehe Beitrag von Petri & Schecker [2] in diesem Band).

Eine solche Zielgruppe fordert ein thematisch modulares Angebot an ergänzenden Lernmaterialien, die individuellen Bedürfnissen entsprechend flexibel genutzt werden können, geradezu heraus. Idealerweise sollten diese Materialien sowohl zur Kompensation von Eingangsdefiziten als auch zur gezielten Vertiefung dienen können. Sie werden netzwerkfähig und mit Standardbrowsern abrufbar sein.

2. Selbstlerneinheiten in *physik multimedial*

Merkmale der Selbstlerneinheiten, die auf flexible Nutzungsvarianten abzielen sind die folgenden:

- Sie werden als thematisch abgegrenzte Module mit überschaubarer Bearbeitungsdauer entwi-

ckelt, z.B. „Schwingungen und Wellen“ oder „Fehlerrechnung“.

- Es werden flexible Navigationsoptionen angeboten, die sowohl lineares Durcharbeiten als auch gezielten Zugriff auf ausgewählte Inhalte erlauben. Einen linearen Verlauf anzubieten, erachten wir für wichtig, um für die mit der Sachstruktur nicht vertrauten Studierenden die zusätzliche kognitive Last der Inhaltsauswahl während der Erarbeitung der Physik zu minimieren. Gezielte Zugriffsmöglichkeiten sind insbesondere sinnvoll, um weniger oder spezifisch interessierten Nebenfachstudierenden Nachschlagemöglichkeiten z.B. zur Prüfungsvorbereitung zu bieten.
- Optionale Vertiefungen und Ergänzungen innerhalb der Module sind entlang eines linearen Weges im Hinblick auf den Mathematisierungsgrad, den Umfang der Inhalte oder seine Anwendungen in Hauptfächern der Studierenden realisiert.
- Annotationsmöglichkeiten für DozentInnen werden zu einzelnen Kapiteln und Themen einer Lerneinheit angeboten. Je nach Wichtigkeit für ihre Lehrveranstaltung und/oder bestimmte Hauptfächer (ggf. auch innerhalb derselben Lehrveranstaltung) können Lehrende abgestuft nach „notwendig“, „empfohlen“, „zusätzlich wählbar“ auf jeder Seite ein entsprechendes Icon setzen, um den Lernenden veranstaltungsbezogene Orientierung zu bieten. Diese Idee greifen wir aus der Lernumgebung „Lilienthal – Physik für die Pilotenausbildung auf (vgl. Zajonc 2001). Ein zusätzliches datenbankgestütztes Informations- und Materialangebot für DozentInnen wird in *physik multimedial* als Dozentenmodul entwickelt [3].
- Bezogen auf unterschiedliche Hauptfächer der Studierenden findet eine Kontextualisierung der

Physik in - soweit möglich – alternativen Pfaden statt.

- Entlang des linearen Navigationspfades und am Ende der Selbstlerneinheiten werden Selbsttestaufgaben mit Lösungen angeboten, sodass die Lernenden ihr erarbeitetes Wissen anwenden und überprüfen können. In Entwicklung befindet sich in *physik multimedial* außerdem ein datenbankgestütztes Aufgabenmanagement-System für die Nebenfachlehre [4].

Im Folgenden werden die hier skizzierten Eigenschaften an Hand von Beispielen aus der aktuell entwickelten Selbstlerneinheit „Schwingungen und Wellen“ konkretisiert. Im Vordergrund steht die Darstellung des differenzierenden Navigationskonzeptes, das in enger Zusammenarbeit mit L. Hucke, Fachhochschule Gelsenkirchen, und in Anlehnung an das Konzept der Infophysik entstanden ist [5].

3. Flexible Navigationsoptionen entlang eines linearen Pfades am Beispiel der SLE „Schwingungen und Wellen“

Den Lernenden werden sowohl ein lineares Durcharbeiten der Selbstlerneinheit, über „Schwingungen“ im ersten Teil und „Wellen“ im zweiten Teil, als auch gezielte Zugriffe auf Inhaltsabschnitte und Volltextsuchen ermöglicht. Gezielte Zugriffe sind über ein Inhaltsverzeichnis am Beginn der Einheit und insbesondere über eine von jeder Seite mit einem Mausklick auf die Navigationsleiste erreichbare Inhaltsübersicht (coursemap) sowie Suchfunktionen möglich. Ebenfalls in der Navigationsleiste befinden sich Schaltflächen zum Blättern, die entlang der linearen Struktur der Selbstlerneinheit Seiten von ca. einer Bildschirmgröße austauschen. Zu inhaltlich verwandten Themen bzw. Abschnitten innerhalb der Selbstlerneinheiten oder in anderen Modulen wird hingewiesen, wobei auf direkte Hyperlinks bewusst verzichtet wird, um den Effekt des „lost in hyperspace“ zu vermeiden.

Grundkonzept: Zweiteilung der Seiten

Das Grundkonzept der Darstellung beruht auf einer Zweiteilung der Seiteninhalte in einem Hauptstrang auf der linken Seite und einem Ergänzungs- und Vertiefungsstrang mit optionalen Angeboten auf der rechten Seite. Wir greifen damit eine Idee aus der Lernumgebung „Lilienthal – Physik für die Pilotenausbildung“ auf (Zajonc 2001) [6].

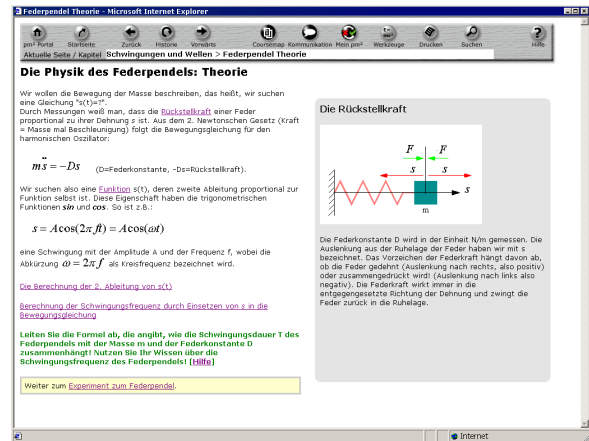


Abb.1: Zweigeteilter Aufbau der Seiteninhalte

Während im linken Bereich der Seite die wesentlichen Inhalte in Textform darstellt sind, beziehen Elemente im rechten Bereich sich vertiefend, ergänzend und erläuternd auf diese Inhalte.

Dieser Aufbau erfüllt in Selbstlerneinheiten aus *physik multimedial* die Funktion des kompakten Haupttext im linken Seitenbereich als Bezugspunkt präsent zu halten, während im rechten Seitenbereich wählbare Ergänzungen und Vertiefungen eingeblen-det werden können.

Austauschen rechter Seiteninhalte

Im Falle der Seite „Das Federpendel – Theorie“ aus der SLE „Schwingungen und Wellen“ sind links die Zusammenhänge zwischen der Bewegungsgleichung des Federpendels, eine Lösungsfunktion und die physikalischen Parameter des Federpendels nachzulesen. Auf der rechten Seite erscheint zunächst automatisch eine beschriftete Skizze des Federpendels.

Durch Anklicken von Hyperlinks im Text des Hauptstrangs wird diese Skizze ausgetauscht.

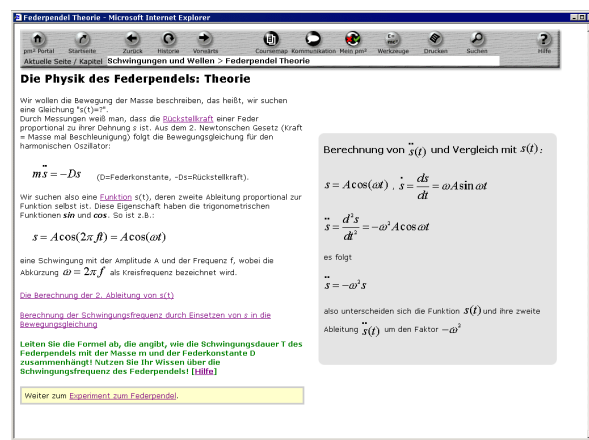


Abb.2: Austauschen rechter Seiten über Hyperlinks im Hauptstrang

Angeboten werden auf der gegebenen Seite „die Funktion $s(t)$ “, „die Berechnung der zweiten Ableitung der Auslenkung des Federpendels“, die „Berechnung der Schwingungsfrequenz durch Einsetzen der Lösung in die Bewegungsgleichung“ und eine Aufgabe, die ebenfalls für Hilfe und Lösung auf den rechten Seitenbereich verweist.

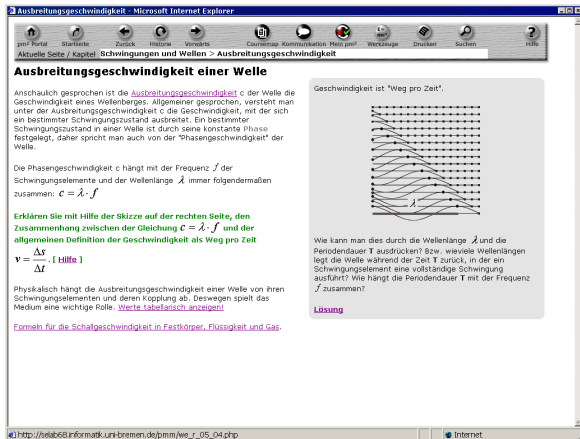


Abb. 3a: Im linken Seitenbereich ist **Hilfe** angewählt, rechts wird die **Lösung** angeboten

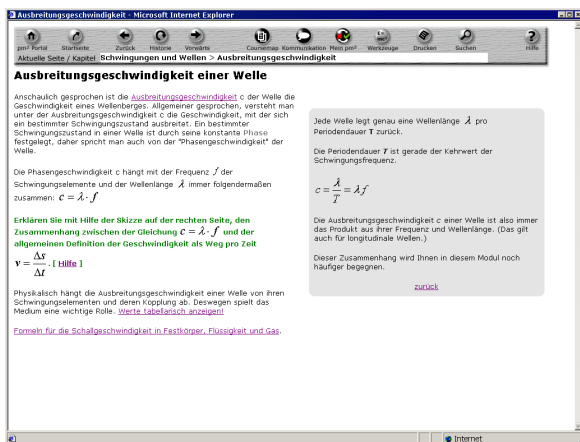


Abb. 3b: Zweite Ebene innerhalb des rechten Seitenbereichs gewählt

Das Austauschen rechter Seiten geschieht also einerseits durch Klicks im linken Textteil der Seite, andererseits sind manche Ergänzungen auf der rechten Seite bis zu drei Ebenen tief und erlauben eine weiterführende Beschäftigung mit der jeweiligen Fragestellung durch Blättern innerhalb dieses Bereichs.

Ergänzungen und Vertiefungen

Neben den bisher beispielhaft dargestellten Ergänzungs- und Vertiefungsangeboten

- Visualisierungen (Skizzen, Animationen, Filme)

- Mathematische Vertiefung (entweder weiterführende Ergänzung oder ausführlichere Darstellung)

- kurze Aufgaben, Hilfen, Lösungen

werden auf anderen Seiten der SLE „Schwingungen und Wellen“ im rechten Bereich

- interaktive Simulationen

- Tonbeispiele

- optionale Textinformation (z.B. Anwendungsbeispiele für bestimmte Hauptfächer)

- Querverweise (z.B. Websites zum Thema, Querverweise innerhalb der Selbstlerneinheit oder zu anderen Selbstlerneinheiten)

angeboten.

Das Konzept erlaubt es, die rechten Seitenbereiche beim Durcharbeiten der SLE zu vernachlässigen und bei entsprechend guten Vorkenntnissen die wesentlichen physikalischen Konzepte des jeweiligen Themas der Selbstlerneinheit durch ausschließliches Durcharbeiten des Hauptstrangs zu erfassen. Rechts erscheint dann lediglich zu jeder linken (Text-) Seite die erste verlinkte Skizze oder Animation (s. Abb. 1).

Alternative Reihenfolge im linearen Konzept

Während es in „Schwingungen und Wellen“ immer möglich ist durch Blättern weiterzukommen, bieten wir in einigen Fällen eine Wahl der Reihenfolge an. Das lineare Navigationskonzept, im Sinne des Blätterns von der ersten bis zur letzten Seite, bietet den Vorteil die Lernenden kognitiv zu entlasten, manche Festlegung einer Reihenfolge ist aber weder inhaltlich noch didaktisch erforderlich. In bestimmten Fällen kann es sogar sinnvoll sein zwischen Lernangeboten hin- und herzuspringen, um sie kognitiv aufeinander zu beziehen. So wird zum Federpendel neben der bereits angeführten Theorieseite eine interaktive Simulation als Experiment zum Federpendel angeboten.

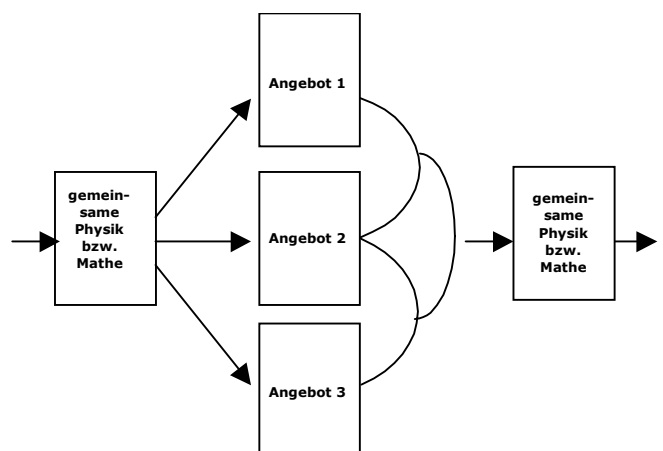


Abb. 4: Wahl der Reihenfolge zwischen zwei Seiten

Die Entscheidung welche der beiden Seiten zuerst angezeigt werden soll, liegt bei der/dem Studierenden. Unabhängig davon welche Wahl getroffen wurde, wird am Ende der jeweiligen Seite explizit auf die andere per Hyperlink verwiesen (sofern sie noch nicht besucht wurde, wird sie ohnehin durch Blättern erreicht). Hier ist ein wiederholter Wechsel zwischen beiden Seiten didaktisch sinnvoll und wird durch das Navigationsangebot nahegelegt.

Hauptfachbezüge

In der Selbstlerneinheit „Schwingungen und Wellen“ wird die Erzeugung von Schall sowohl an Hand des zirpenden Grashüpfers, der menschlichen Stimme als auch eines Lautsprechers erläutert. Während hierfür vergleichsweise kurze Darstellungen alternativ (oder bei für Interessierte nacheinander) im rechten Seitenbereich angezeigt werden, erfordern komplexere Anwendungsbeispiele mehr Raum um sinnvoll dargestellt werden zu können. In diesen Fällen haben wir uns für alternative lineare Pfade entschieden. Die Lernenden bekommen auf einer Auswahlseite mehrere Kontexte angeboten, in denen sie jeweils das selbe physikalische Thema erarbeiten können. Dies ist in „Schwingungen und Wellen“ für die Erklärung des Dopplereffektes bei bewegtem Reflektor realisiert, der einen hohen Anwendungsbezug in verschiedenen Hauptfächern hat.

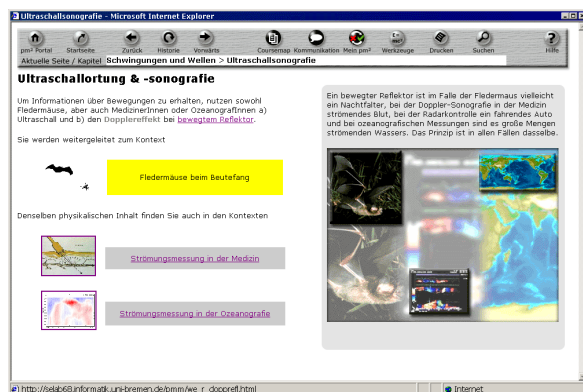


Abb. 5: Auswahlseite für alternative Pfade

Alternativ gewählt werden können die Kontexte „Beutefang der Fledermaus“, „Dopplersonografie in der Medizin“ oder „Dopplersonografie in der Ozeanografie“. Denkbar, aber bislang nicht realisiert ist eine automatische Nutzerführung, die aufgrund den Benutzerdaten zum Hauptfach eine Empfehlung generiert. Der jeweils zu erarbeitende physikalische Inhalt ist in den alternativen Strängen der selbe.

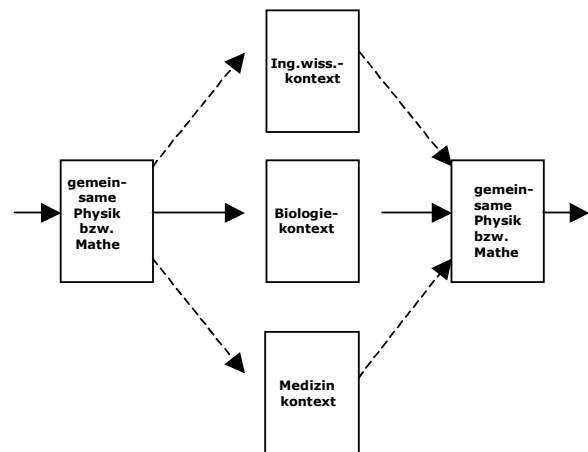


Abb. 6: Alternative Pfade mit Hauptfachbezug



Abb. 7: Einführungsseite eines hauptfachbezogenen Pfades (hier Medizin)

Inhaltliche Hauptfachbezüge erfüllen insbesondere die Funktion, den Studierenden die Beziehung der Physik zu Fragestellungen, Problemen und Anwendungen ihres Hauptfaches aufzuzeigen. Sie sollen also sowohl vernetztes Lernen fördern als auch motivierende Wirkung entfalten. Selbstlerneinheiten zur Physik können jedoch weder die Erarbeitung von Hauptfachinhalten vorwegnehmen noch deren Kenntnis voraussetzen. Insofern werden Bezüge zu den verschiedenen Hauptfächern primär in der Skizzierung von Anwendungsgebieten bestehen oder hauptfachspezifische Fragestellungen und Problemen anreißen, zu deren Bearbeitung der angebotene physikalische Inhalt Beiträge leisten kann. Ebenfalls bieten sich diese Kontexte dafür an anwendungsbezogene Aufgaben zu stellen.

Im genannten Beispielfall gelangen die Lernenden nach einer kontextspezifischen Einführungsseite (Abb. 5) auf eine allen Pfaden gemeinsame Physikseite zum „Dopplereffekt beim bewegten Reflektor“ und von dort zu einer Aufgabe, die sie auffordert die Gleichungen für den „bewegten Empfänger“ und den „bewegten Sender“ zur Berechnung der Doppler-Frequenzverschiebung im jeweiligen Anwendungskontext zu nutzen.

Schnelle Helfer – Glossare vor Ort

Ist ein Begriff einmal eingeführt, kann er als bekannt vorausgesetzt werden. Wer ihn kennt, möchte insbesondere am Bildschirm nicht mit wiederholten Erläuterungen behelligt werden. Die Vorkenntnisse der Studierenden im Nebenfachstudium Physik differieren allerdings erheblich. Denjenigen Lernenden, die eine kurze Auffrischung zu bereits eingeführten physikalischen Begriffen oder Gleichungen brauchen, soll jedoch das Suchen im Text bzw. den Aufruf der über die Navigationsleiste verfügbaren Glossare erspart werden. Zu diesem Zweck gibt es pop-up Glossare für Begriffe und Formeln.

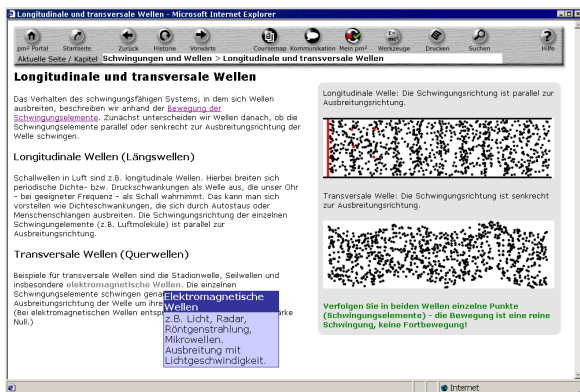


Abb. 8: Glossar als schnelle Erinnerung

Die pop-up-Erläuterung zu Begriffen wird einige Male nach der Einführung eines Begriffs angeboten und legt sich über den restlichen Text, solange der Mauscursor auf dem Begriff verweilt. Der Formelglossar wird in derselben Weise kurze wiederholende Kommentare zur Verfügung stellen. Ein Mausklick ist weder erforderlich um die Erläuterung aufzurufen, noch um sie auszublenden.

4. Ausblick

Die Selbstlerneinheit „Schwingungen und Wellen“ wird zurzeit als Prototyp für weitere Selbstlerneinheiten in *physik multimedial* entwickelt. Eine Erprobung mit Studierenden ist für das Sommersemester 2002 geplant. Auszüge aus „Schwingungen und Wellen“ können Sie unter <http://selab68.informatik.uni-bremen.de/dpg/> besuchen. Sie sollten dafür vorläufig den Internet Explorer ab Version 5.5 nutzen.

5. Referenzen

- [1] *physik multimedial*: Lehr- und Lernmodule für das Studium der Physik als Nebenfach
<http://www.physik-multimedial.de>
- [2] Petri, Jürgen & Schecker, Horst (2002): *physik multimedial – Lehr- und Lernmodule für das Studium der Physik als Nebenfach: Erhebungen zu den Rahmenbedingungen bei Studierenden und Dozenten*. In diesem Tagungsband.

- [3] Romanovskis, Tomass & Rackwitz, Richard (2002). Dozentenmodul. In diesem Tagungsband.
- [4] Wurm, Andreas; Schick Dagmar & Schick (2002). Aufgabenmanagement-System für die Nebenfachlehre. In diesem Tagungsband.
- [5] <http://vfh.informatik.fh-ge.de/public/index.html>
- [6] Zajonc, R. (2001): Physikmodule für eine hypermediale Lernumgebung - Konzeption und Realisierung eines Fernlernkurses und Untersuchung des Nutzerverhaltens anhand der Pilotenausbildung. Dissertation, Berlin: Humboldt-Universität.