

Bettina Peitz, Jacob Stübig (Hrsg.)

# Internet- und multimedial gestützte Lehre an Hochschulen: Beispiele und Transfer

Aus den BMBF-Leitprojekten  
„Vernetztes Studium – Chemie“ und  
„Virtuelle Fachhochschule“

Mit zwei CD-ROMs



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

*Ex libris*

Dieter Kannemann  
Professor, Dr. rer. nat.  
Dipl.-Phys. et -Ing.

Lit 423



Virtuelle  
Fachhochschule

Bundesinstitut  
für Berufsbildung **BiBB**

- ▶ Forschen
- ▶ Beraten
- ▶ Zukunft gestalten

# Inhaltsverzeichnis

Prof. Dr. Helmut Pütz	
Editorial .....	3
Christoph Ehrenberg, Dr. Peter Krause	
Vorwort .....	7
Jacob Stübig	
Die Leitprojekte des BMBF im Bereich der internetbasierten Hochschullehre .....	9
 <b>Leitprojekt „Vernetztes Studium – Chemie“</b>	
Prof. Dr. Alfred Maelicke	
Vernetztes Studium – Chemie: E-Learning in einer Erfahrungswissenschaft .....	16
Dr. Markus Schraa, Nico de Jong, Prof. Dr. Volker Schubert	
Grundlagen der Quantenmechanik .....	29
Bert Xylander, Dr. Clemens Bruhn, Prof. Dr. Dirk Steinborn	
Über ein multimediales Lehrmaterial zur Symmetrie der Molekülstrukturen .....	34
Dr. Carsten Biele, Prof. Dr. Gregor Fels	
Die Rolle des Molecular Modelings bei der Entwicklung von Neuraminidase-Inhibitoren .....	40
Dr. Manuela Reichert, Arbeitskreis Prof. Dr. Günther Gauglitz	
Kinetik .....	45
Prof. Dr. Dieter Ziessow	
Vernetztes Studium – Chemie: Physikalische Chemie .....	51
Dr. Lothar Kürz, Dr. Katharina Hemschemeier, Arbeitskreis Prof. Dr. Alfred Maelicke	
Moleküle des Lebens – (fast) zum Anfassen .....	59
Dr. Cynthia Nagel-Ogric, Arbeitskreis Prof. Dr. Oskar Nuyken	
Industrielle Herstellung von Vitamin A und Provitamin A .....	66
Ralf Moros, Frank Luft, Prof. Dr. Helmut Papp, W. R. Bailey	
VIPRATECH – Einsatz ferngesteuerter Experimente im Praktikum Technische Chemie .....	72

Dr. Astrid Zürn, Dr. Silvia Paasch, Dr. Stefan Thiele, Prof. Dr. Reiner Salzer Das instrumentell-analytische Praktikum – effektiv vorbereitet durch multimedial unterstütztes Lernen .....	79
Oliver Göbwein, Michael Suleder, Prof. Dr. Dieter Heuer Multimediale Lernmodule zur Physik .....	88
Richard Huber, Vera Münch, Prof. Dr. René Deplanque Technologieplattform und Datenbanken .....	99
<b>Leitprojekt „Virtuelle Fachhochschule“</b>	
Prof. Dr.-Ing. Rolf Granow E-Learning und Strukturwandel an Hochschulen .....	104
Prof. Dr. Dieter Hannemann Die Physik der realen und virtuellen Welten – Online-Didaktik .....	118
Prof. Dr. Friedhelm Mündemann OSMI – Der Online-Studiengang Medieninformatik an der FH Brandenburg: Erfahrungen aus dem Studienbetrieb .....	141
Jost-Peter Kania, Stefan Müller Vom Skript zum multimedialen Online-Studienmodul .....	154
Kornelia Lenz, Arne Welsch Fertigungstechnik via Internet .....	166
Prof. Dr.-Ing. Peter Kühn, Monika Hansen Fertigungstechnik .....	179
Traute Heinemann Das Modul „Elektrotechnik für Wirtschaftsingenieurwesen“ ....	190
Prof. Dr. Wolfgang Mauersberger, Claus Frerichs, Thorsten Lübben, Stefan Fischer Multimediatechnik – ein Modul für den Online-Studiengang Medieninformatik .....	200
<b>Nachhaltigkeit von E-Learning an Hochschulen</b>	
Bettina Peitz Mitarbeiterqualifikationen als nachhaltige Qualitätssicherung für E-Learning an Hochschulen .....	212
Autorenverzeichnis .....	225

# Die Physik der realen und virtuellen Welten - Online-Didaktik

Prof. Dr. Dieter Hannemann

Im Rahmen des Bundesleitprojektes Virtuelle Fachhochschule<sup>1</sup> (1999 bis 2004, 22 Mio€) haben zehn Fachhochschulen und zwei Universitäten gemeinsam zwei Online-Studiengänge entwickelt. Der Autor ist Vizegesamtleiter und Mitglied im Teilvorhaben Struktur und Organisation. Für den Online-Studiengang Medieninformatik wurden vom Autor – zusammen mit einem Entwickler-Team<sup>2</sup> – zwei Lernmodule *InfoPhysik* entwickelt, die jeweils einen Umfang von 5 Kreditpunkten (entsprechend einer WorkLoad von 150 Arbeitsstunden) haben. Dieser Artikel beschreibt das organisatorische Umfeld des Studiengangs und damit auch das Umfeld für die InfoPhysik-Module. Das Fach InfoPhysik – als Physik der realen und virtuellen Welten – wird in seinem didaktisch, methodischen Aufbau beschrieben und insbesondere auf die spezifischen Belange der Online-Lehre eingegangen. Auf der Begleit-CD oder unter [www.DieterHannemann.de](http://www.DieterHannemann.de) kann man die hier beschriebenen Beispiele ausprobieren und zusätzliche Informationen gewinnen.

## 1. Studiengangsorganisation

Projekt und Regelbetrieb

Der Online-Studiengang  
Medieninformatik

Der Lernraum

Betreuungskonzept

## 2. InfoPhysik Online

Leitgedanken

Arbeitszeitbemessung

Präsenzveranstaltungen

Strukturierung des Lernstoffs

Lerneinheiten

## 3. Navigationskonzept

Der Navigator

Lost in Cyberspace?

Erwartungskonformität

## 4. Online-Lernmaterial

Virtuelle Welten

Simulationen und  
Animationen

Multimediale Elemente

Literatur

## 1. Studiengangsorganisation

### Projekt und Regelbetrieb

Das Bild 1 zeigt links die Aufteilung des Bundesleitprojektes in seine Teilvorhaben und zusätzlich – am Beispiel des Online-Studiengangs Medieninformatik – die Unterteilung in Arbeitspakete. In den Studiengängen entsprechen die Arbeitspakete einzelnen Fächern. Die beteiligten Hochschulen haben zu Beginn des Projektes einen Kooperationsvertrag abgeschlossen, der vor allem vorsieht, dass man sich die Projektergebnisse – allem voran die Studienmaterialien – gegenseitig zur Verfügung stellt.

Die rechte Seite von Bild 1 zeigt die Struktur des sog. Hochschulverbundes, der den Regelbetrieb organisiert und sicherstellt. Dieser Verbund besteht aus den projektbeteiligten Hochschulen, die

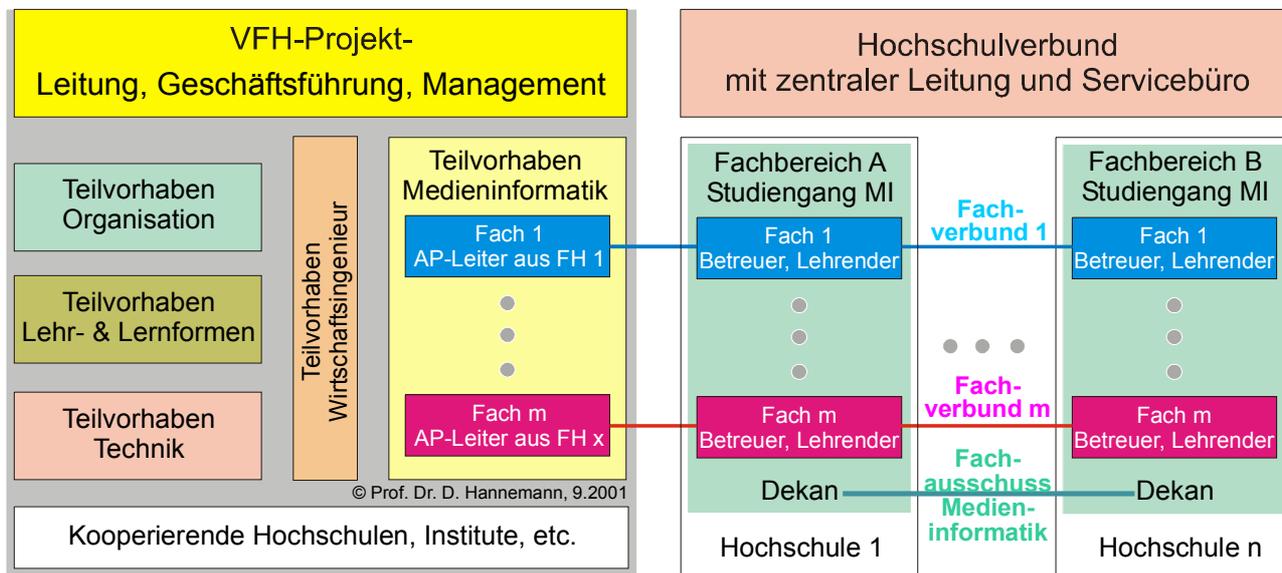
<sup>1</sup> Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung



Projektträger: Bundesinstitut für berufliche Bildung **BiBB**

<sup>2</sup> Lorenz Hucke, Franz Bachmann, Frank Rossol und Studierende der Medieninformatik

einen der Online-Studiengänge anbieten. In jeder dieser Hochschulen gibt es einen Fachvertreter (Professor oder Lehrbeauftragter) für jedes Fach des Studiengangs. Sie haben die Fach- und Prüfungsverantwortung in den jeweiligen Hochschulen und führen die Präsenzveranstaltungen durch (20% Präsenzveranstaltungen in jedem Online-Studiengang, meistens an Samstagen).



**Bild 1:** Das Projekt und der Hochschulverbund (VFH = Virtuelle Fachhochschule, AP-Leiter = Arbeitspaketleiter = fachverantwortlicher Professor = Fachverbandsleiter. Siehe auch Bild 4.)

Die Fachvertreter aus den einzelnen Hochschulen bilden zusammen einen sog. Fachverbund mit regelmäßigen Treffen – real oder per Videokonferenz – zur Feinabstimmung der Lehrinhalte und zur Klärung organisatorischer Fragen. Die Dekane, der den Studiengang anbietenden Fachbereiche, bilden zusammen den sog. Fachausschuss. Dieser übernimmt die Aufgaben eines Fachbereiches bzw. eines Studiengangsausschusses.

Die Klausuren werden im Fachverbund abgestimmt und an allen Hochschulen mit gleichem Inhalt und zur selben Zeit geschrieben.

### Der Online-Studiengang Medieninformatik

Zentrale Elemente der neuen konsekutiven Studiengänge sind die Modularisierung und ein Kreditpunktesystem (ECTS) [16]. Des Weiteren hat die Kultusministerkonferenz (KMK) die folgenden Vorgaben für die Arbeitsbelastung der Studierenden gemacht:

*„In der Regel werden pro Studienjahr 60 Leistungspunkte vergeben, d.h. 30 pro Semester. Auf der Grundlage des Beschlusses der Kultusministerkonferenz vom 24.10.1997 wird für einen Leistungspunkt eine Arbeitsbelastung (work load) des Studierenden im Präsenz- und Selbststudium von 30 Stunden angenommen. Die gesamte Arbeitsbelastung darf im Semester einschließlich der vorlesungsfreien Zeit 900 Stunden oder im Studienjahr 1800 Stunden nicht überschreiten.“*

Der Online-Studiengang Medieninformatik (Bild 2) setzt diese Vorgaben um. Das Studium ist konsequent modularisiert und jedes Modul impliziert einen studentischen Aufwand von 5 Kreditpunkten entsprechend 150 Zeitstunden (nicht Unterrichtsstunden). Der Bachelor-Studiengang wird seit dem Wintersemester 2001/02 an sechs Hochschulen des Verbundes angeboten und wurde bereits durch die Akkreditierungsagentur für Studiengänge der Ingenieurwissenschaft, der Informatik, der Naturwissenschaft und Mathematik (www.asiin.de) akkreditiert. Er trägt somit das Qualitätssiegel des deutschen Akkreditierungsrates.

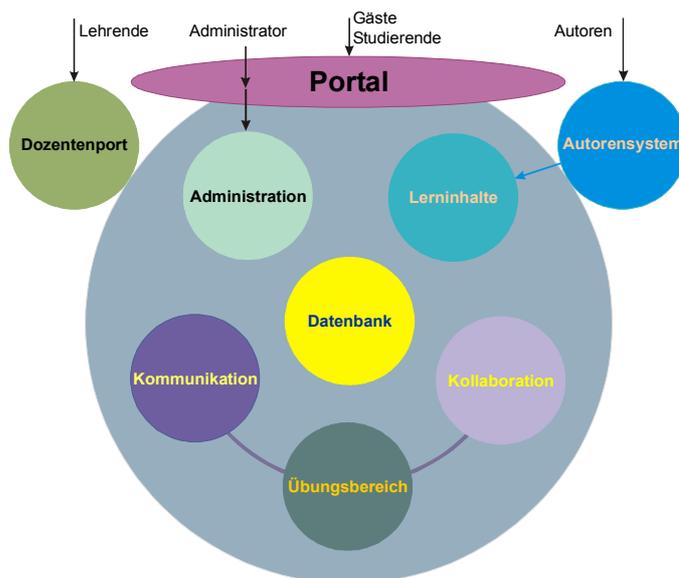
Virtuelle Fachhochschule Prof. Dr. D. Hannemann 1.4.03		Studiengang MEDIENINFORMATIK												cps Pkt Σ							
		Bachelor						Master													
		1. Sem		2. Sem		3. Sem		4. Sem		5. Sem		6. Sem			1. Sem		2. Sem		3. Sem		4. Sem
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
1	Mathematik	5	5	5										5							20
2	InfoPhysik + Naturwissenschaft	5		5										5							15
3	Informatik	5	5	5	5	5	5	5	5						5	5	5	5			55
4	Mediendesign	5				5								5			5				20
5	Medientechnik					5		5	5					5	5	5					30
6	BWL, Medien-Wirtschaft, -Recht					5				5											20
	Technisches Englisch			5																	
7	Computergrafik							5							5						10
8	Mensch-Computer-Kommunikation			5											5						10
9	Kommunikationstechnik & Netze							5							5	5					20
10	Software-Technik & Projektmanagement					5								5			5				15
11	Wahlpflichtfach								5		5						5	5			20
12	Projektseminar + Praxisprojekt								5	15											20
13	Abschlussarbeit																			30	45
Kreditpunkte		30		30		30		30		30		30		30		30		30		300	
Summe der Kreditpunkte		180										120						300			
Start:		WS01	SS02	WS02	SS03	WS03	SS04	WS04	SS05	WS05	SS06										

**Bild 2:** Curriculum des Online-Studiengangs Medieninformatik (Grobstruktur)

Das Curriculum dieses Studiengangs basiert auf dem eines gleichnamigen Präsenzstudiengangs den der Autor an der FH Gelsenkirchen entwickelt und eingeführt hat. Der Bachelor-Studiengang umfasst 6 Semester Regelstudienzeit für Vollzeitstudierende mit insgesamt 180 Kreditpunkten. Darin enthalten sind 15 Kreditpunkte für ein Praxisprojekt und 15 Kreditpunkte für die Abschlussarbeit. Ein Online-Studium ist für Berufstätige von besonderem Interesse. Diese können ihre Belastung durch das Studium auf einen größeren Zeitraum verteilen, d.h. sie machen ein Teilzeitstudium. Die Arbeitsbelastung durch ein Vollzeitstudium von ca. 900 Stunden pro Halbjahr kann man dann z.B. auf ein ganzes Jahr verteilen.

**Der Lernraum**

Als Lernraum bezeichnet man im Wesentlichen ein Computerprogramm – oder eine Gruppe von Programmen – die es gestatten, das Lernangebot über das Internet den „Kunden“ (Studenten, Weiterzubildende) zugänglich zu machen. Manchmal können auch noch spezielle technische Einrichtungen hinzu kommen, wie z.B. eine Videokamera (WebCam) und ein Mikrofon. Es gibt hauptsächlich drei unterschiedliche Sichten auf diesen Lernraum: 1. als Lehrer bzw. Autor, 2. als Verwalter, 3. als Studierender [14].



**Bild 3:** Funktionen eines Lernraumes

Jede der drei Nutzergruppen hat ein anderes Anliegen, andere Berechtigungen beim Zugriff auf den Lernraum und andere technische Möglichkeiten und Notwendigkeiten.

Im Bild 3 sind die wesentlichen Funktionen und Möglichkeiten dargestellt: Über ein Portal können die Studierenden auf die Lerninhalte zugreifen, die die Autoren dort abgelegt haben. Für die Lehrenden kann es einen speziellen Zugang zu den Inhalten des Lernraumes geben (Dozentenport). Ein besonders wichtiger Bereich ist der, welcher Hilfsmittel (Tools) für die Kommunikation und Kollaboration zur Verfügung stellt. Dies schließt vor allem auch den Übungsbetrieb ein.

Im VFH-Projekt wurden 1999 die am Markt etablierten Lernraumsysteme evaluiert und Usability-Tests unterzogen. Dies hatte zum Ergebnis, dass das Lernraumsystem Blackboard eingesetzt wurde. Parallel dazu hat der Autor in Gelsenkirchen mit dem OpenSource-System ‚ET-Online‘ von Prof. Kaderali (FernUni-Hagen) experimentiert. Hintergrund dieser Aktivitäten war die Überlegung, dass ein proprietäres System leicht zu Abhängigkeiten führen kann und der spätere Umstieg auf ein anderes System evtl. mit viel Aufwand verbunden ist. Weiterhin verursacht die Lizenzierung des Blackboard-Systems erhebliche Kosten.

Wenn man in Deutschland die jährlichen Kosten für Lernraumlizenzen und die einmaligen Beträge, die zur Entwicklung alternativer Systeme bereits ausgegeben wurden, zusammengefasst hätte, dann hätte man damit die stetige Entwicklung mehrerer OpenSource-Systeme im Hochschulbereich finanzieren können.

**Betreuungskonzept**

Die Betreuung in einem Online-Studiengang ist von besonderer Bedeutung, da nicht alle Studierenden Autodidakten sind. Innerhalb der VFH wird ein dreistufiges Betreuungskonzept favorisiert (Bild 4).

	Fachverbandsmitglied	Mentoren	Tutoren
Professoren	X	X	
Lehrbeauftragte	X	X	
Wiss. Mitarbeiter		X	
Student. Hilfskräfte			X
Wesentliche Aufgaben	Fach- und Prüfungsverantwortung	Online-Betreuung Praktikumsbetreuung	Online-Betreuung

**Bild 4:** Zuordnung der Betreuungsaufgaben

Der **Fachverbund** besteht aus Professoren oder Lehrbeauftragten mit Prüfungsberechtigung, welche die inhaltliche Verantwortung tragen und die Präsenzveranstaltungen durchführen.

Die **Mentoren** sind Personen mit abgeschlossener Hochschulausbildung, welche die Verantwortung für die Online-Betreuung übernehmen sowie die Präsenzveranstaltungen vorbereiten und mit betreuen.

Die **Tutoren** sind Studenten aus höheren Semestern, die insbesondere die Online-Betreuung durchführen.

Bei der Online-Betreuung (siehe Tabelle im Bild 4) werden vor allem studentische Hilfskräfte und wissenschaftliche Mitarbeiter eingesetzt. Bei der asynchronen Betreuung (per eMail) insbesondere die studentischen Hilfskräfte und bei synchronen Betreuungsformen (Chat: textlich oder per Audio) wissenschaftliche Mitarbeiter, Lehrbeauftragte oder Professoren.

Eine Bilanz des Personaleinsatzes zeigt, dass bei einem Online-Studiengang der in der beschriebenen Art organisiert und durchgeführt wird, weniger Professuren benötigt werden, dafür aber mehr Mitarbeiterstellen. Eine detaillierte Berechnung kann auf der WebSite des Autors im Bereich ‚VR Virtual > Virtuelle Hochschulen‘ eingesehen werden [15].

## 2. InfoPhysik Online

### Leitgedanken

Anders als in vielen anderen Studiengängen, bei denen das physikalische Grundlagenwissen verkümmert oder gar ganz entfallen ist, wurde in dem Online-Studiengang Medieninformatik Wert darauf gelegt, dass die Studierenden eine solide naturwissenschaftliche Basis für ihre spätere Berufstätigkeit und für den lebenslangen Selbstlernprozess bekommen. Diskussionen auf der Ebene der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) belegen, dass auch Studierende in höheren Semestern - und erst recht Jungakademiker - erkennen, dass solide Grundlagen für den beruflichen Lebensweg wichtiger sind als zu viele konkrete Anwendungsfächer, deren Inhalte nach kurzer Zeit überholt sind.

InfoPhysik, die Physik der realen und virtuellen Welten, als Fach im Online-Studiengang Medieninformatik besteht aus zwei Modulen mit jeweils 5 Kreditpunkten (Bild 2). Mit diesem Kurs soll Studierenden der (Medien-)Informatik physikalisches Grundlagenwissen vermittelt werden. Die Lernenden sollen die Rolle der Physik als grundlegend für die gesamte Naturwissenschaft und Technik verstehen und sich eine physikalische bzw. naturwissenschaftlich-logische Denkweise aneignen. Dabei sollen die Lernenden auch die Grundzüge wissenschaftlichen Vorgehens verstehen und erlernen. Damit soll der Zugang zu dem naturwissenschaftlichen Weltbild, auf dem unsere Gesellschaft und insbesondere auch das Gebiet der Informatik beruht, erleichtert werden. Außerdem soll die Motivation, sich mit über das reine Fachgebiet der Informatik hinausgehenden Zusammenhängen zu befassen, gestärkt werden.

Im Hinblick auf ihr spezielles Fachgebiet sollen die Studierenden die physikalischen Grundgesetze erlernen. Damit werden sie in die Lage versetzt, die wahrgenommene Realität zu beschreiben und zu verstehen und virtuelle Realitäten zu gestalten. Ferner sollen die begrifflichen und physikalisch-theoretischen Grundlagen und Zusammenhänge erlernt werden. Dies ist erforderlich, um die späteren (Medien-)Informatiker in die Lage zu versetzen, Zusammenhänge, die über reines Fachwissen hinausgehen, zu verstehen und neuere technische Entwicklungen einordnen, verfolgen und mitgestalten zu können. Insbesondere sollen die Verbindungen zwischen grundlegenden physikalischen Zusammenhängen und ihren Anwendungen in der Welt der Medien, der Technik und der Informatik herausgestellt werden. Dies ist Grundlage dafür, dass die Studierenden ihren späteren Aufgaben gewachsen sind.

Zusätzlich zu den klassischen Teilgebieten der Physik – von der Mechanik bis zur Atomphysik – beinhaltet die InfoPhysik Lerneinheiten die beschreiben, wie man dreidimensionale virtuelle Welten im Computer modellieren kann. Hierzu erlernen die Studierenden die Szenenbeschreibungssprache VRML (*Virtual Reality Markup Language*). Dieses einfache Werkzeug zur Erschaffung künstlicher Welten kann von den Studierenden mit wenig Lernaufwand schnell eingesetzt werden [17]. Hierdurch wird folgendes erreicht:

- Eine Motivationssteigerung für die Physik mit gleichzeitigem Übungseffekt im Umgang mit Hilfsmitteln und Methoden der Informatik.
- Da mittels VRML eine analytische aber anschauliche Beschreibung von Objekten erfolgt, wird hierdurch auch die logische Denkweise und die Herangehensweise an physikalische Problemstellungen gefördert.
- Die Anwendung physikalischer Gesetze bei der Modellierung von Bewegungsabläufen oder der Schall- und Lichtausbreitung in einer virtuellen Welt stellt eine gute Übung dar und zeigt die Bedeutung der Physik auch für dieses Fachgebiet.

## Arbeitszeitbemessung

Das Fach InfoPhysik hat zwei Module, wobei das erste Modul im Präsenzstudiengang aus 3 Vorlesungsstunden und einer Übungsstunde pro Woche besteht. Das zweite Modul beinhaltet zusätzlich ein Praktikum (2 SWS<sup>3</sup> Vorlesung + 1 SWS Übung + 1 SWS Praktikum). Dadurch, dass der Autor das Fach im Präsenzstudiengang und im Online-Studiengang anbietet, war es vergleichsweise leicht, die Bearbeitungszeiten für die Onlinematerialien festzulegen. Die Tabelle in Bild 5 zeigt eine Aufteilung der studentischen WorkLoad des zweiten Moduls [13].

**Bild 5:** WorkLoad-Aufteilung des zweiten Moduls der InfoPhysik mit fünf Kreditpunkten (cp), welches hier in etwa einer Semesterwochenstundenanzahl von vier entspricht.

Art	SWS	cp	Lehrstunden	Studierendenstunden	Anteil
Lehrinhalte Online	2	2,5	24 h	75 h	50%
Übungen Online	0,5	1,5	6 h	23 h	12,5%
Übung in Präsenz	0,5	1,5	6 h	22 h	12,5%
Praktikum Präsenz	0,6	1	7 h	20 h	15%
Praktikum virtuell	0,4	1	5 h	10 h	10%
Summen	4	5	48 h	150 h	100%

Der Begriff ‚Lehrstunden‘ im Bild 5 bezieht sich auf den Präsenzstudiengang, bei dem sich z.B. aus 2 SWS und 16 Wochen pro Semester 24 Stunden Präsenzzeit ergeben – wenn man berücksichtigt, dass eine Lehrveranstaltungsstunde 45 min dauert ( $2 \text{ Std/Woche} * 16 \text{ Wochen} * 45 \text{ min/Std} * 1 \text{ h}/60 \text{ min} = 24 \text{ h}$ ). Die ‚Studierendenstunden‘ errechnen sich aus der Anzahl der Kreditpunkte: z.B.  $2,5 \text{ cp} * 30 \text{ h/cp} = 75 \text{ h}$ . Für einen Präsenzstudierenden bedeutet das, dass zu den 24 Präsenzstunden noch ca. 51 Stunden Vor- und Nachbereitungszeit hinzu gerechnet werden müssen. Die Online-Studierenden dagegen müssen im Mittel die vollen 75 Stunden zur Bearbeitung des Studienmaterials ansetzen. Um das ganze Modul InfoPhysik-2 zu bearbeiten, kommen dann noch die Stunden für die Bearbeitung der Übungsaufgaben und das Praktikum hinzu.

## Präsenzveranstaltungen

Die Präsenzveranstaltungen finden zwei- bis dreimal im Semester an Samstagen statt, damit die überwiegend berufstätigen Studierenden daran teilnehmen können. Die Durchführung obliegt den einzelnen beteiligten Hochschulen, bei denen die Studierenden eingeschrieben sind. Gemäß Bild 5 sind im zweiten Modul insgesamt 13 Präsenzstunden vorgesehen, dies entspricht einem Anteil von 27%. Im ersten Modul ist der Präsenzanteil entsprechend geringer, so dass im Mittel mit 20% Präsenzanteil zu rechnen ist. Zur Vor- und Nachbereitung der Präsenzveranstaltungen sind – wie in einem Präsenzstudiengang – weitere 29 Stunden anzusetzen. Die Summe ergibt dann die 42 Stunden die in etwa 1,4 Kreditpunkten entsprechen.

Beim ersten Modul werden in den Präsenzveranstaltungen vor allem Übungsaufgaben gelöst und Fragen zum Lernstoff besprochen. Das zweite Modul enthält zusätzlich ein **Praktikum**, welches im Wesentlichen aus Computersimulationen besteht. Für den ersten Teil des Praktikums hat der Springer Verlag erlaubt, dass man an die Studierenden vier physikalische Simulationsprogramme kostenlos abgeben darf (aus der Simulationssammlung ‚Albert‘). Hierdurch können die Studierenden die Simulationsexperimente zu Hause am Computer vorbereiten und dann beim Präsenztermin vorführen und sich den Fragen des Tutors stellen. Einige Hochschulen bieten den Studierenden auf freiwilliger Basis an, das eine oder andere Experiment im Hochschullabor auch real durchführen zu können. Der zweite Praktikumsteil besteht darin, eigene physikalische Simulationen für eine dreidimensionale virtuelle Welt zu erzeugen. Die notwendigen Voraussetzungen dazu sind Bestandteil der beiden InfoPhysik-Module: Erlernen der Programmierung virtueller Welten.

<sup>3</sup> 1 SWS = 1 Semesterwochenstunde = 45 min pro Woche

Betreut werden diese Präsenzveranstaltungen durch die Professoren und Lehrbeauftragten an den beteiligten Hochschulen. Diese sind gleichzeitig Mitglieder im Fachverbund InfoPhysik, wodurch eine weitgehende Abstimmung über die Inhalte und Vorgehensweisen gewährleistet ist. Auch die Klausuren, die an einem übereinstimmenden Präsenztermin an allen Hochschulen stattfinden, werden über den Fachverbund koordiniert und gleichlautend angeboten.

### Strukturierung des Lernstoffs

Zur Strukturierung des Lernstoffs wurden die Module in Lerneinheiten unterteilt. Das Modul 1 besteht z.B. aus 29 Lerneinheiten, die auf fünf Kapitel aufgeteilt sind. Daraus ergibt sich die Inhaltsstruktur in Bild 6. Die Haupteinteilung bilden die Kapitel, welche teilweise noch durch Unterkapitel weiter gegliedert sind. Darunter sind dann die Lerneinheiten mit einer zweistelligen Nummerierung. Wenn man im Inhaltsverzeichnis mit der Maus auf eine Lerneinheitsüberschrift kommt, öffnet sich ein weiteres Fenster, in dem die einzelnen (HTML-)Seiten dieser Lerneinheit aufgelistet sind (Bild 6: Lerneinheit ‚1.6 VRML-Grundlagen‘ mit den Seiten 1.6.1 bis 1.6.10).

**Bild 6:** Inhaltsstruktur der InfoPhysik

Beim ersten Entwurf des Moduls wurde auf eine Nummerierung verzichtet, um das exploratorische Lernen zu fördern. Es hat sich jedoch gezeigt, dass dies kein gutes Konzept war: Bei den begleitenden Evaluationen durch die Präsenzstudierenden kam die Kritik, dass

man sich ohne eine Nummerierung schwerer in dem Online-Lernmaterial zurecht findet und vor allem auch im Austausch mit anderen Studierenden keine guten Möglichkeiten hat, auf die entsprechenden Stellen zu verweisen. Auch ein Usability-Test mit Studierenden der TFH-Berlin kam zum selben Ergebnis. Dieser Kritik schlossen sich die Ergonomen im Projekt an und verfügten in dem durch eine Arbeitsgruppe erstellten ‚Styleguide‘, dass generell eine Nummerierung zur Strukturierung des Stoffes unerlässlich ist. Deshalb wurde in einer Überarbeitung die oben beschriebene Nummerierung nachträglich eingeführt – entgegen der Lehrmeinung einiger Didaktiker.

### Lerneinheiten

Die Lerneinheiten sind durchgehend zweiseitig aufgebaut (Bild 10 und Bild 18). Die linke Spalte enthält immer den Hauptlerntext und die rechte Spalte die Bilder und Ergänzungen. Jede Lerneinheit beginnt mit einer Startseite, auf der nach einer Einführung die Lernziele definiert sind, die ungefähre Bearbeitungsdauer angegeben ist und die verlinkten Überschriften der folgenden Seiten dieser Lerneinheit aufgelistet sind. Die Bearbeitungsdauer wurde durch Vergleich mit dem Präsenzstudiengang ermittelt. Die dann folgenden Seiten enthalten das Lernmaterial. Beendet wird jede Lerneinheit durch die sog. Abschlussseite. Diese enthält eine Zusammenfassung, Kontrollfragen, Zusatzaufgaben und einen Link zur nächsten Lerneinheit.

Beim Modul 1 besteht jede Lerneinheit im Mittel aus 6 bis 7 HTML-Seiten, (in Summe 183 Seiten) und jede Seite hat nochmals ca. 1 bis 2 Zusatzfenster (zusätzlich ca. 237 Seiten). Insgesamt wurden

Inhaltsverzeichnis	
<b>0</b>	<a href="#">Wichtige Lernhinweise</a>
	0.1 <a href="#">Wie nutze ich das Lernangebot erfolgreich?</a>
<b>1</b>	<a href="#">Einführung</a> <span style="float: right;">Kapitel</span>
	Allgemeines <span style="float: right;">Unterkapitel</span>
	1.1 <a href="#">Physik und Naturwissenschaft</a> <span style="float: right;">Lerneinheit</span>
	1.2 <a href="#">Mathematische Grundlagen</a>
	1.3 <a href="#">Information</a>
	Virtuelle Realität
	1.4 <a href="#">Einführung</a>
	1.5 <a href="#">3D-Welten</a>
	1.6 <a href="#">VRML-Grundlagen</a> <span style="float: right;">Seiten einer Lerneinheit</span>
	1.6.1 Start
	1.6.2 Beispiel Würfel
	1.6.3 Aufbau einer 3D-Szene
	1.6.4 Beispiel Quader verschieben
	1.6.5 Maßeinheiten und Koordinatensystem
	1.6.6 Instanziierung mit DEF und USE
	1.6.7 Flächen
	1.6.8 Tunneln (Teleportation, Beamen)
	1.6.9 Prototyping
	1.6.10 VRML-Spezifikationen Teil 1
	Kraft und Masse
	2.5 <a href="#">Kräfte</a>
	2.6 <a href="#">Gewicht und Gravitation</a>
<b>2</b>	<a href="#">Mechanik und virtuelle</a>
	2.1 <a href="#">Geschwindigkeit</a>
	2.2 <a href="#">Translation</a>
	2.3 <a href="#">Rotation</a>
	2.4 <a href="#">Bewegung in virtu</a>

die folgenden Medien eingefügt: 370 Formeln, 300 Bilder, 50 Videos, 30 Animationen bzw. Simulationen, 16 Virtuelle Welten.

Die Zusatzfenster enthalten vor allem Ergänzungen – wie z.B. Formelableitungen oder weiterführende Informationen – und Lösungen zu den Übungsaufgaben.

Neben den Zusatzfenstern – die vor allem größere Ergänzungen etc. enthalten – wurde noch die von Windows bekannte Technik implementiert, dass man bei bestimmten, gekennzeichneten Begriffen Erklärungen und Hinweise in einem kleinen temporären Fenster erhält, wenn man mit dem Mauszeiger diesen Begriff überstreicht.

**Bild 7:** Aufgabenlösung programmiert mittels Flash

Bei den *Übungsaufgaben* wurde in jeder Lerneinheit ein dreistufiges System realisiert: Innerhalb der Lerneinheiten gibt es bei jeder Aufgabe Links zu den kompletten Lösungen. Diese wurden teilweise in Flash programmiert und können dann schrittweise interaktiv bearbeitet werden (Bild 7).

**Bild 8:** Aufgabenverzeichnis

Die Abschlussseiten enthalten weitere Übungsaufgaben und sog. Ergänzungsaufgaben. Hierbei werden jedoch durch einen entsprechenden Link nur die Ergebnisse ‚preisgegeben‘, der genaue Lösungsweg soll bei den Präsenzveranstaltungen erarbeitet oder besprochen werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Studierenden die Aufgaben vorher bearbeitet haben und teilweise auch in der Lage sind, diese in der Präsenzveranstaltung vorzurechnen. Über den Navigator (Bild 11) kann man jederzeit auf alle Aufgaben zugreifen (Bild 8).

**Die Lösung der Bewegungsgleichung**

Benutzen Sie die Pfeile, um die Herleitung schrittweise zu erschließen

Die mögliche Lösungsgleichung  $s = s_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$  und ihre 2. Ableitung sollen zur Probe in die Differentialgleichung eingesetzt werden. Die Ableitungen lauten:

1. Ableitung:  $\dot{s} = \frac{ds}{dt} = s_0 \omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

---

**Aufgabenverzeichnis**

Alle Aufgaben, sortiert nach Lerneinheiten.

[1.2](#) | [1.6](#) | [2.1](#) | [2.2](#) | [2.3](#) | [2.4](#) | [2.5](#) | [2.6](#) | [2.7](#) | [2.8](#) | [2.9](#) | [2.10](#) | [2.11](#) | [2.12](#) | [2.13](#) | [3.1](#) | [3.2](#) | [4.1](#) | [4.2](#) | [4.3](#) | [5.1](#) | [5.2](#) | [5.3](#) | [5.4](#) | [5.5](#)

---

**Lerneinheit 3.2 Wärmeenergie**

Wenn Sie auf einen Link klicken, wird die entsprechende Seite im Hauptfenster geladen.

[Aufgabe 3.2-1](#)

[Aufgabe 3.2-2](#)

[Übungsaufgabe 3.2-3](#)

### 3. Navigationskonzept

Die neuen Medien gestatten es, die Lernmaterialien sehr vielfältig zu gestalten, die Darstellungsformen zu variieren und die Lernelemente in unterschiedliche Kontexte zu stellen. Authentische Materialien sind leicht einzubinden und Simulationen und Animationen der unterschiedlichsten Art machen es möglich, den Lernstoff vielseitig und anregend darzubieten. Auch die Selbststeuerung und das Bewusstmachen des Lernprozesses lässt sich mit den neuen Medien befördern. Doch wie lassen sich diese Ziele erreichen? Denn Lernende navigieren nicht automatisch selbstgesteuert und frei. Wie kann man der Gefahr des Lost in hyperspace or cyberspace begegnen? Wie kann man die kognitive Überlastung des Beginners durch zu viele Repräsentationen, Kontexte und Perspektiven vermeiden? Denn wenn andere Einflüsse die zu erwartenden hypermedialen Effekte überdecken, dann wird das Ziel eines effektiveren Lernens nicht erreicht. (Scaffolding [24]).

Zur effektiven Lernerunterstützung wurden vor allem ein ‚Navigator‘ und eine sog ‚CourseMap‘ entwickelt. Weiterhin wurden im Verlauf des Entwicklungsprozesses Evaluationen und Usability-Tests durchgeführt und die Ergebnisse in den Entwicklungsprozess zurückgekoppelt.

**Bild 9:** Startseite der InfoPhysik



Doch wie startet ein Studierender mit einem Online-Lernmodul der InfoPhysik? Welche technische Ausrüstung braucht er oder sie? Ein Multimedia-PC mit Tonausgabe, das ist die notwendige Hardware. Bei der Software wurden das Betriebssystem Windows und dominant der InternetExplorer zugrunde gelegt. Weiterhin werden noch einige kostenlose Pugins benötigt: Flash, MediaPlayer, Java und der CosmoPlayer für die Darstellung der Virtual-Reality-Szenen.

Damit ein Studierender leicht starten kann, wird ihm oder ihr beim Start eines Lernmoduls die in Bild 9 dargestellte Startseite mit vielen Hilfsfunktionen angeboten, z.B.:

• Systemeinstellungen überprüfen • Technische Voraussetzungen • Lernhinweise • Formelsammlung • Verzeichnisse • Filmdownload, etc.

- Systemeinstellungen überprüfen
- Technische Voraussetzungen
- Lernhinweise
- Formelsammlung
- Verzeichnisse
- Filmdownload, etc.

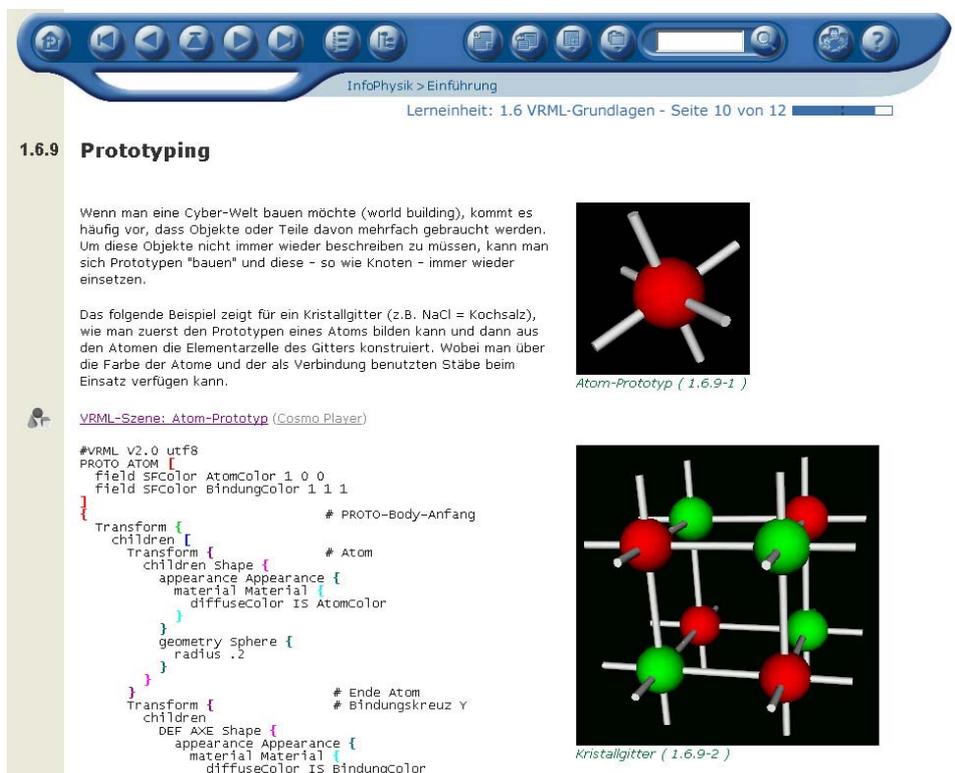
Vor allem kann man dann automatisch prüfen lassen, ob der PC alle Voraussetzungen erfüllt um mit dem Lernmodul effizient arbeiten zu können. Weiterhin kann man wählen, ob man beim erneuten Start sofort zu der zuletzt besuchten Seite gesprungen werden soll.

### Der Navigator

Der von uns entwickelte sog. Navigator (obere Leiste im Bild 10) ist nach dem Start eines Lernmoduls immer sichtbar und gestattet es, vor- und zurück zu ‚blättern‘. Auf jeder Seite erscheint dann die Gliederungsnummer (dreistellig) und der Titel dieser Seite.

**Bild 10:** Navigator und Teil einer Lerneinheit

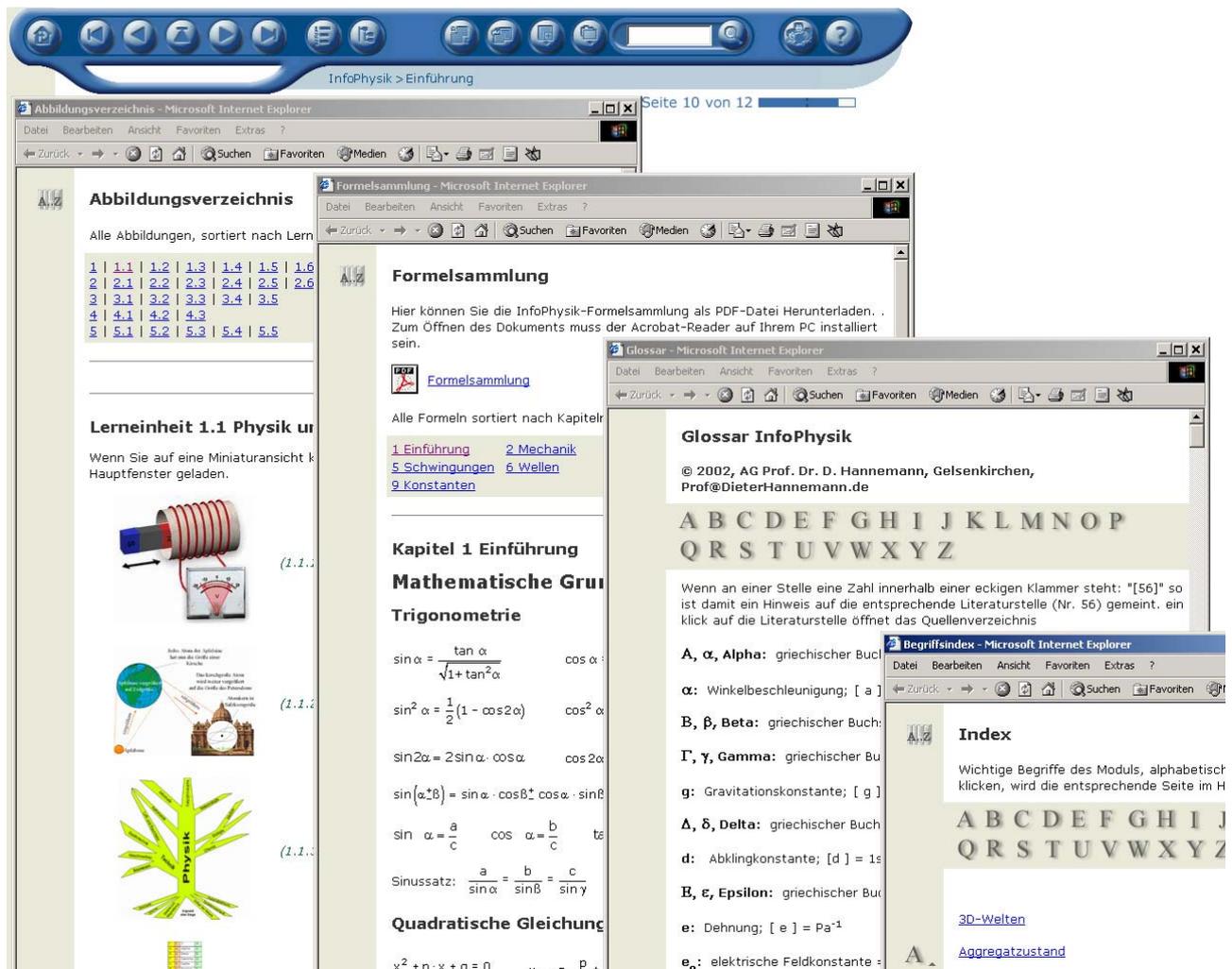
Die Navigatorleiste selbst gibt die Nummer (zweistellig) und den Titel der Lerneinheit an, gefolgt von der relativen Seitennummer und einem Fortschrittsbalken: Bild 10 zeigt die Seite 10 von 12 in der Lerneinheit VRML-Grundlagen.



Weiterhin enthält der Navigator viele Funktionen die beim Lernen nützlich sind:

- Zurück zur Startseite
- Zum Inhaltsverzeichnis
- Aufruf der Coursemap (siehe unten)
- Suche
- Hilfe
- Zum Index
- Zum Glossar
- Zusatzmaterial (Bild 11)
  - Legende
  - Links
  - Formelsammlung
- Zu den Verzeichnissen (Bild 11)
  - Abbildungsverzeichnis
  - Aufgabenverzeichnis (Bild 8)
  - Literaturverzeichnis
  - Quellenverzeichnis
- Kommunikationsbereich

In den Bildern 8 und 11 sind einige der Zusatzangebote exemplarisch dargestellt.



**Bild 11:** Zusatzmaterial und Verzeichnisse

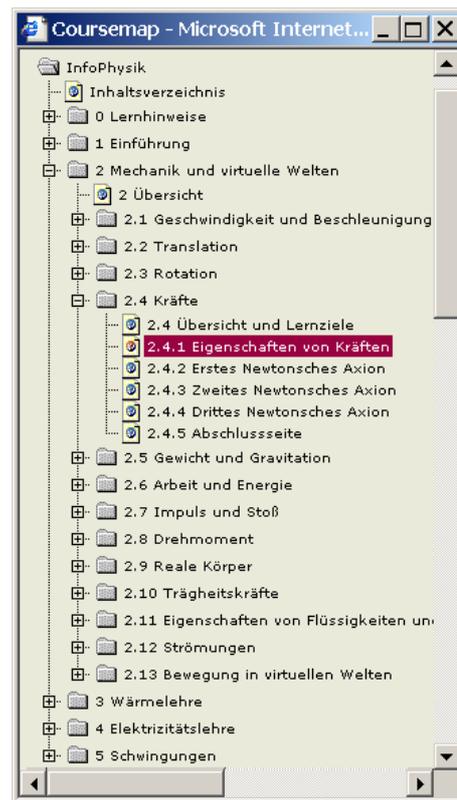
## Lost in Cyberspace?

Wie oben beschrieben wurde, kann man anhand des Navigators immer genau feststellen, wo man sich in dem Lernmodul befindet und wenn man einen Überblick haben möchte, kann man schnell ins Inhaltsverzeichnis gelangen. Damit man aber nicht erst ins Inhaltsverzeichnis wechseln muss, um einen Gesamtüberblick zu bekommen, wurde noch ein weiteres Hilfsmittel entwickelt um dem ‚Verirren in der Hyperwelt‘ entgegen zu wirken.

Dieses Hilfsmittel, die sog. Coursemap, stellt eine wichtig Navigationsmöglichkeit dar und kann in einem Zusatzfenster ständig geöffnet bleiben (Bild 12). Sie gestattet es - wie im Windows-Explorer - zu den einzelnen Seiten hin zu springen. Auch wenn eine andere Navigationsmöglichkeit genutzt wird, so zeigt die Coursemap immer an, wo man sich gerade befindet.

**Bild 12:** Navigationshilfe ‚Coursemap‘

Dieses mehrschichtige Navigationskonzept zur Vermeidung des Effektes: ‚Lost in Cyberspace‘ hat sich bewährt.



## Erwartungskonformität

Ein großer Vorteil beim Arbeiten mit Hypertexten besteht vor allem in der Möglichkeit der Verlinkung. Doch gerade dann, wenn man dieses Hilfsmittel unkritisch anwendet, kann man sich schnell im Hyperspace verirren. Zwar kann man dann im Allgemeinen über den ‚Zurück-Knopf‘ im Browser wieder auf die Ausgangsseite gelangen, doch ist dieser Weg manchmal recht aufwendig, insbesondere wenn er häufig beschriftet werden muss. Deshalb wurde in den Lerneinheiten der InfoPhysik am linken Rand ein grauer Streifen eingefügt (Bild 10). Dieser Streifen enthält jedes Mal ein spezielles Icon, wenn rechts daneben im Text ein Link vorkommt. Auf diese Weise wird erreicht, dass ein Studierender immer weiß, was ihn erwartet, wenn er einem Link folgt.

**Bild 13:** Die Legende enthält auch die Bedeutung der Icons

Das Bild 13 zeigt die über den Navigator aufrufbare Legende. In ihr wird auch beschrieben, welche Bedeutung den einzelnen Icons zukommt. Wenn z.B. am linken Rand das Film-Symbol erscheint, so weiß man, dass der MediaPlayer erforderlich ist, um den Film abzuspielen (Bild 18). Weiterhin wird angegeben, wie groß die Filmdatei ist und welchen Namen sie hat. Diese Informationen wurden eingeführt um den Studierenden (1) zu signalisieren, wie lange der Download dieser Datei evtl. dauern kann und (2) dass man sich diese Filmdatei evtl. auch direkt von der eigenen Festplatte aus ansehen kann, wenn man den angebotenen Download aller Filme wahrgenommen hat.

**Legende**

Nachfolgend werden die benutzten Symbole und Auszeichnungen beschrieben

**Symbole**

 **Aufgabe**

 Film  
(Größe: 112 KB, Datei: undefined, [Media Player](#))

 [Audiokommentar](#)

 Herleitung oder Ergänzung

 VRML-Szene ([Cosmo Player](#))

 Applet oder Animation

 Vorwissen oder Vertiefung

 [externer Link](#)

**Auszeichnungen**

Tooltip

**Hervorhebung**

[VRML-Befehle](#)

que11texte

## 4. Online-Lernmaterial

Simulationen bzw. Animationen – vor allem auch interaktiv – und andere multimediale Elemente können hilfreich sein, um den Studierenden physikalische Vorgänge näher zu bringen und das Verständnis zu fördern. In jedem Einzelfall muss entschieden werden, ob man mit entsprechenden Elementen diesem Ziel näher kommt. Denn manchmal kann man auch erleben, dass mit einem unreflektierten Überangebot an solchen multimedialen Elementen zwar vielleicht der Spieltrieb befriedigt wird, der didaktische Nutzen jedoch nicht messbar ist. Auch eine zu stark ausgeprägte ‚Technikverliebtheit‘ beim Autor kann zu solch einem Überangebot führen.

Im Folgenden werden exemplarisch einige multimediale Elemente beschrieben, die in den Modulen der InfoPhysik Anwendung finden. Viele der unten dargestellten Beispiele stehen auf der WebSite des Autors zum ausprobieren bereit: <http://DieterHannemann.de> > Lehre > InfoPhysik > Demo. Oder direkt: <http://194.94.127.15/Lehre/infophysik/IP-WBT-Demo/infophysik.html>

Wie bereits oben erwähnt wurde, bietet der Autor im Präsenzstudiengang Medieninformatik – den er an der FH Gelsenkirchen entwickelt hat – ebenfalls zwei Lehrveranstaltungen zur InfoPhysik an. Sie entsprechen exakt den beiden hier vorgestellten Lernmodulen. Die Präsenzstudierenden erhalten einen Zugang zu dem Online-Lernmaterial, wenn sie vorher eine Erklärung unterschrieben haben, dass sie das Urheberrecht achten und an niemanden die Zugangsdaten weitergeben. Diese Erklärung ist vor allem auch deshalb nötig, weil die Studierenden im Online-Studiengang pro Modul 65€ Medienbezugsgebühr zahlen müssen. Diese Einnahmen – zusammen mit den Einnahmen aus Lizenzen und Kooperationen – sind nötig, um die Lernmodule pflegen und weiterentwickeln zu können.

Nur die Präsenz-Studierenden des jeweiligen Autors eines Lernmoduls dürfen die Lernmodule z.Zt. kostenlos benutzen.

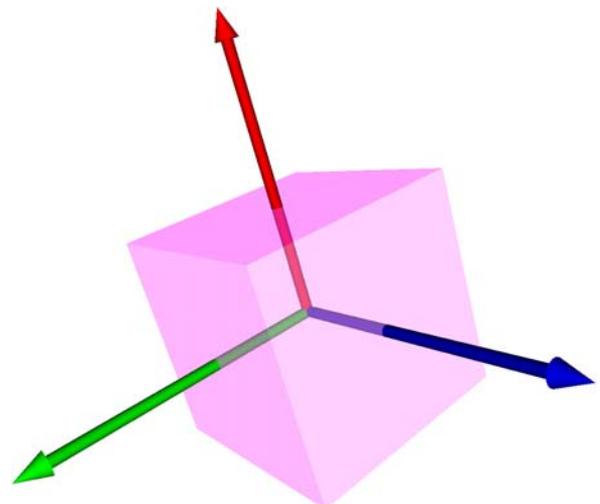
### Virtuelle Welten

Die Präsenz-Studierenden erlernen in der zweiten Semesterwoche die Grundzüge der Szenenbeschreibungssprache VRML (virtual reality modeling language, oft ausgesprochen wie Wörmel). Mit Hilfe einfacher Anweisungen – die als Text in eine Datei geschrieben werden – lassen sich auf der Basis vordefinierter Körper etc. dreidimensionale Welten erschaffen. Die Dateien müssen die Erweiterung .wrl (world) haben und werden von einem Plug-In (z.B. dem CosmoPlayer) innerhalb eines Internetbrowsers ausgeführt. Die Idee von VRML ist auch, Räume durch Hyperlinks im Internet untereinander zu verbinden, so dass mehrere Benutzer gleichzeitig in diesen Räumen agieren können. Auf diese Weise kann ein riesiger Raum entstehen (Cyberspace), bei dem man durch „Tunnel“ von einem Ort zu einem anderen springen kann.

#### **Bild 14:** Koordinatensystem im Würfel

Innerhalb der InfoPhysik wird diese Szenenbeschreibungssprache benutzt, um Virtuelle Welten zu erschaffen, in denen die physikalischen Gesetze voll zur Anwendung kommen. Dies ist wichtig, um bei einem Besucher dieser Welten einen möglichst realen Eindruck zu erzeugen. Schon kleine Verletzungen der physikalischen Realität verringern den Realitätseindruck dieser Welten. Beispiele:

- Anwendung der Fallgesetze, Beschleunigungsverhalten, Trägheit, Elastische Eigenschaften



von Körpern: z.B. Stoß, Verformung, etc.

- Schallausbreitung, Reflexion, Raumklang, etc. Die Einbindung von Schallobjekten steigert den Realitätsbezug virtueller Szenen erheblich. Z.B. durch Hintergrundgeräusche wie Straßenlärm, Meeresrauschen, Regen, etc. oder getriggerte Schalleffekte wie z.B. die Betätigung eines Schalters, der Stoß gegen eine Wand, das Öffnen einer Tür. Der Mensch ist in der Lage, über die dreidimensionale Schallwahrnehmung die Lage, Richtung, Geschwindigkeit und in etwa auch die Entfernung von Schallquellen zu ermitteln. Auch lassen sich dadurch Ereignisse außerhalb des Sichtbereiches wahrnehmen und einordnen.
- Lichtausbreitung, Reflexion, Transparenz, Absorption, etc. Unterschiedliche Eigenschaften von Lichtquellen.

Wie die Seite einer Lerneinheit zum Thema Virtual Reality aussehen kann, wurde bereits im Bild 10 gezeigt. Das Bild 14 zeigt die Realisierung einer Aufgabe durch die Studierenden. Neben der Erlernung des ‚Handwerkzeugs‘ wird durch solche Aufgaben das räumliche Vorstellungsvermögen geschult. Dies ist zum Verständnis vieler Phänomene der Physik, aber auch für das Fach Computergrafik im Studiengang Medieninformatik sehr wichtig.

### Simulationen und Animationen

Die Begriffe Simulation und Animation werden häufig synonym gebraucht. Eine Animation bedeutet in Naturwissenschaft und Technik meistens die Darstellung des Ablaufs einer Simulation. Wichtig ist jedoch der Unterschied, ob eine Simulation/Animation nur abläuft oder ob sie **interaktiv** beeinflusst werden kann. Simulationen und Animationen können in der Physik-Lehre parallel zu realen Experimenten eingesetzt werden. In der Vorlesung nutzt der Autor beide Möglichkeiten parallel. Für die Online-Studierenden werden entsprechend sowohl Filme von Experimenten (Bild 18) als auch computergenerierte Simulationen und interaktive Animationen eingesetzt. Insbesondere die interaktiven Animationen haben den Vorteil, dass die Studierenden selbst tätig werden können.

**Bild 15:** Maya-Simulation einer Schwingung und einer Kreisbewegung

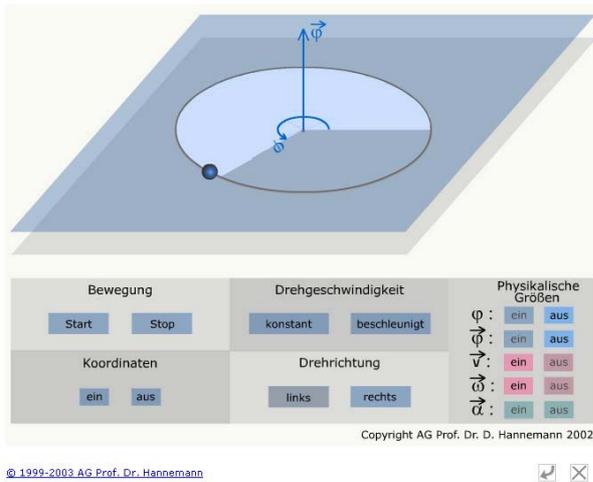
Zur Erzeugung von Simulationen wurde u.a. das Programm Maya eingesetzt, ein Programm, mit dem auch Kinofilme erzeugt werden. Das Bild 15 zeigt ein solches Beispiel, bei dem der synchrone Verlauf einer Drehbewegung und einer Federschwingung simuliert wird.



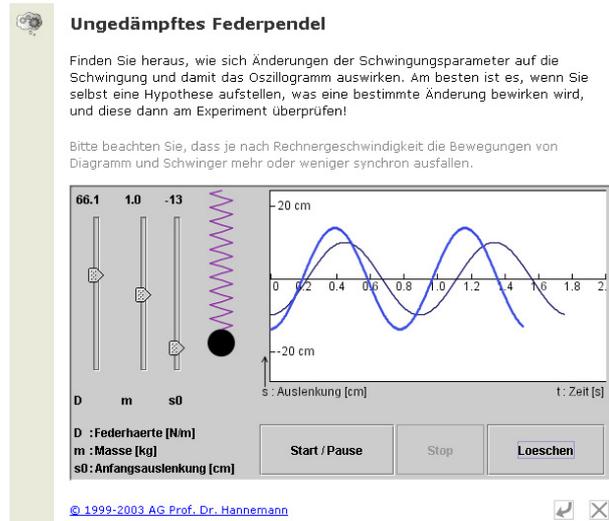
Weiterhin arbeiten wir mit der Simulationssammlung, die unter dem Namen ‚Albert‘ vom Springer-Verlag angeboten wird. Sie enthält 43 einzelne Simulationsprogramme zu allen Gebieten der Physik. Mit jedem dieser Programme kann man umfangreiche Simulationen durchführen. Es lassen sich viele Parameter verändern und die Ergebnisse sind vielschichtig und unterschiedlich darstellbar: Anzeigeelemente, Grafen, 3D-Darstellungen. Vier dieser Programme werden auch in dem begleitenden Praktikum im zweiten Modul der InfoPhysik eingesetzt.

Zur Erstellung interaktiver Animationen wurden sowohl das Programm Flash als auch Java eingesetzt. Das Bild 16 zeigt eine aufwendige Animation zu allen relevanten Größen der Drehbewegung; sie wurde mit Flash programmiert. Es lassen sich alle Größen verändern und man kann dann das

Ergebnis studieren. Im Bild 17 ist ein Java-Applet zum Thema Federschwingungen dargestellt. Die drei relevanten Größen lassen sich über Schieberegler verändern und nach dem Start wird ein Graf geschrieben, der den Schwingungsverlauf wiedergibt.



**Bild 16:** Interaktive Flash-Animation zum experimentieren mit den Größen der Rotation



**Bild 17:** Java-Applet zum experimentieren mit dem Federpendel

**Multimediale Elemente**

Die in die Lerneinheiten eingebundenen multimedialen Elemente sind sehr vielfältig. Neben den bereits beschriebenen Virtuellen Welten, Simulationen und Animationen kommen auch noch Filme, Audio, Quiz, etc. zum Einsatz.

Filme insbesondere – so wie schon oben beschrieben – um physikalische Vorgänge darzustellen.

Audio vor allem in Form von Sprache zur Erklärung von Sachverhalten, Bildern und um die Aussprache von Fachwörtern einzustudieren. Alle Tondokumente liegen auch in schriftlicher Form vor und können ausgedruckt werden (Bild 18).

**3.1.2 Wärmeausdehnung**

Auf dieser Seite: [Ausdehnung fester und flüssiger Körper](#) | [Ausdehnung der Gase](#) | [Absolute Temperatur](#)

**Ausdehnung fester und flüssiger Körper**

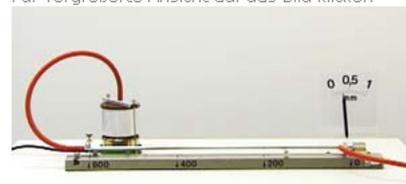
Wie ein Versuch mit einem Dilatometer zeigt, ist die Längenänderung  $\Delta l$  eines Rohres proportional zur Ausgangslänge  $l_0$  und zur Temperaturänderung  $\Delta \vartheta$ . Die momentane Länge  $l$  ist dann  $l_0 + \Delta l$ .

Film: [Versuch mit einem Dilatometer](#)  
(Größe: 5,33 MB, Datei: 0305dilatometer.wmv, [Media Player](#))



[Dilatometer](#)

Für vergrößerte Ansicht auf das Bild klicken



Dilatometer (3.1.2-1)

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta \vartheta$$

$$l = l_0 (1 + \alpha \Delta \vartheta)$$

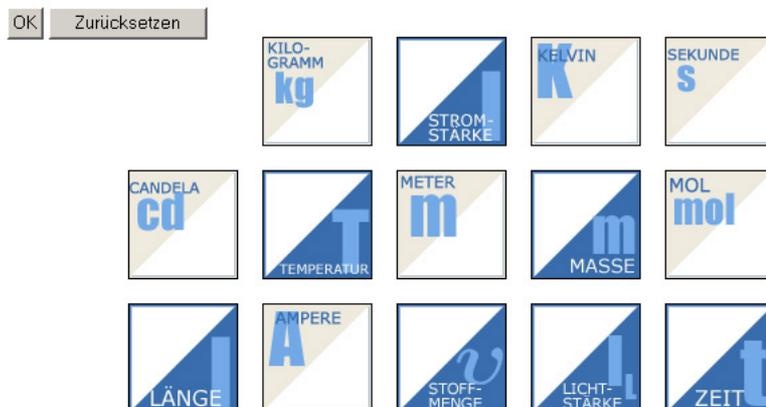
**Bild 18:** Beispiel für die Einbindung multimedialer Elemente (Film und Ton)

Weiterhin wurden an einigen Stellen spielerische Aufgaben eingebaut, um die Lust am Lernen zu fördern. Beim Puzzel in Bild 19 sollen physikalische Größen und Einheiten richtig zusammenge-

führt werden. Die Einheiten-Quadrate sollen mit Hilfe der Maus auf die richtigen Größen-Quadrate geschoben werden.

### Einheiten - Größen - Puzzle

Ordnen Sie den physikalischen Größen (Puzzle mit blauem Hintergrund) die zugehörigen Basisgrößen zu. Nach der Zuordnung drücken Sie den "OK-Button" um Ihre Zuordnungen beurteilen zu lassen.



© 1999-2003 AG Prof. Dr. Hannemann



**Bild 19:** Beispiel für ein Puzzle

## Literatur

Die meisten Veröffentlichungen des Autors stehen auf der WebSite <http://DieterHannemann.de> zum download bereit.

- [1] **BLACKBOARD INC.:** <http://www.blackboard.com>
- [2] **S. BRITAIN, O. LIBER:** 'A Framework for Pedagogical Evaluation of Virtual Learning Environments' <http://www.jtap.ac.uk/reports/htm/jtap-041.html>
- [3] **BMBF-Projekte:** 'Neue Medien in der Bildung' <http://www.gmd.de/PT-NMB>
- [4] **BLK** (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung). <http://www.studieren-im-netz.de>
- [5] **J. COOPER:** Educational MUVE Links. <http://pages.ivillage.com/cp/edmoo/>
- [6] **D. HANNEMANN:** "InfoPhysik-Demos" <http://194.94.127.15/Lehre/infophysik/IP-WBT-Demo/infophysik.html>
- [7] **D. HANNEMANN:** 'Die Virtuelle Fachhochschule VFH', in DeLFI 2003: Die 1. e-Learning Fachtagung Informatik, GI-Edition, Lecture Notes in Informatics, ISBN 3-88579-366-0, Technische Universität München, 16.-18.9.2003
- [8] **D. HANNEMANN:** 'Die Virtuelle Fachhochschule', auf dem 'Forum Hochschullehre' an der FH Bielefeld, 9.4.2003. Buchveröffentlichung in 'Blickpunkt Hochschuldidaktik' in Vorbereitung.
- [9] **D. HANNEMANN:** 'Die Virtuelle Fachhochschule', auf dem 1. Workshop 'Grundfragen multimedialer Lehre' an der Universität Potsdam, 10.-11.3.2003. Buchveröffentlichung in Vorbereitung.
- [10] **D. HANNEMANN:** 'Virtuelle Hochschule', Ringvorlesung Technische Universität Berlin, eLearning in der Experimentalphysik, Wintersemester 2002/03, Buchveröffentlichung in Vorbereitung
- [11] **D. HANNEMANN:** 'eLearning in virtuellen Hochschulen' LIMPACT5, Zeitschrift der Leitprojekte des BMBF, ISSN 1439-8079, 2002.

- [12] **D. HANNEMANN:** ‚Technik des Online-Studiums‘ im Tagungsband zum Symposium: ‚Bildung Online - Die Virtuelle Fachhochschule‘ Berlin, 23.4.2002, Herausgeber: Bundesleitprojekt Virtuelle Fachhochschule, c/o FH Lübeck, Stephensonstr. 3, 23562 Lübeck.
- [13] **D. HANNEMANN:** ‚Zeitbemessung in Studiengängen‘, 2001, <http://DieterHannemann.de>
- [14] **D. HANNEMANN, M. DREYER:** ‚Virtuelle Lernräume im Internet‘, MNU **54/1**, S. 14-18, Dümmler, Bonn, 2001
- [15] **D. HANNEMANN:** ‚Virtuelle Hochschulen‘, in: ‚UICEE: Global Journal on Engineering Education‘, Vol.5, Nr.3, p.299-310, Melbourne 2001, ISSN 1328-3154.
- [16] **D. HANNEMANN:** ‚Grundsätze und Empfehlungen zum Aufbau und zur Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen‘. Februar 2001, <http://DieterHannemann.de>
- [17] **D. HANNEMANN:** ‚Modellierung virtueller 3D-Welten für das Internet‘, MNU **53** Nr 2, S. 77-83, Dümmler, Bonn, 1.3.2000
- [18] **D. HANNEMANN:** ‚Hochschullehre über das Internet: multimedial‘ Fachtagung: ‚Ingenieur- und -Weiterbildung in der Zukunft‘ an der TFH Berlin vom 9. bis 10.11.2000. Veröffentlicht unter: <http://www.maschbau-studium.de>.
- [19] **D. HANNEMANN:** ‚Standards zur Akkreditierung von Studiengängen der Informatik an deutschen Hochschulen‘, Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik 29. Juni 2000.
- [20] **D. HANNEMANN:** ‚Physik für Studierende der Technik und Informatik‘ ISBN 3-920088-50-6, 1998.
- [21] **D. HANNEMANN, ET AL:** ‚Studienführer Mikroinformatik und Medieninformatik‘ Studienjahr 1997/98, FH GE, D-45877 Gelsenkirchen.
- [22] **B. LANDON, R. BRUCE - A. HARBY:** ‚A comparative analysis of online educational delivery applications‘. <http://www.ctt.bc.ca/landonline/>
- [23] **B. WEIDENMANN:** ‚Lernen im Internet‘. <http://www.unibw-muenchen.de/campus/SOWI/s71amapa/>
- [24] **J. C. WINNIPS:** ‚Scaffolding-by-Design: A Model for WWW-based Learner Support‘. <http://scaffolding.edte.utwente.nl/>, 2001
- [25] **J. R. SCHOENING:** IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC). <http://ltsc.ieee.org>

Der Autor ist Vizegesamtprojektleiter im Bundesleitprojekt Virtuelle Fachhochschule, Bundesvorsitzender des Fachbereichstags Informatik und Stellv. Vorsitzender der Akkreditierungskommission 1 der ASIIN

Er war einziger Prorektor im Gründungsrektorat der FH Gelsenkirchen von 1992 bis 1998 und hat 1993 den Fachbereich Informatik gegründet und bis 2000 als Gründungsdekan/Dekan geleitet. Im Themenbereich Multimedia in der Lehre, bzw. eLearning ist er in weiteren Projekten tätig: ‚Physik Multimedial‘ ([www.physik-multimedial.de](http://www.physik-multimedial.de)), MEDIN (Multimediales Fernstudium Medizinische Informatik, [www.medin.info](http://www.medin.info)).



<http://DieterHannemann.de>

[Prof@DieterHannemann.de](mailto:Prof@DieterHannemann.de)

Auf der WebSite des Autors findet man unter „Veröffentlichungen“ weitere Artikel zu den hier behandelten Themen.