

## Ziele und Akzeptanzprobleme von E-Learning- und Web-2.0-Elementen in der Hochschullehre: eine Atomphysikvorlesung als Beispiel

J. Enders\*

\*Institut für Kernphysik, Technische Universität Darmstadt, Schlossgartenstraße 9, D-64289 Darmstadt, enders@ikp.tu-darmstadt.de

### Kurzfassung

Es werden E-Learning-Elemente vorgestellt, die im Rahmen der Vorlesung *Physik IV* für Studierende im Bachelor-Studiengang Physik im Sommer 2010 an der TU Darmstadt erprobt wurden. Zu dem Konzept gehörte auch das Erstellen von Wiki-Beiträgen in Kleingruppen, was auf einer Moodle-Lernplattform realisiert wurde. Neben Beispielen für die von den Studierenden erstellten Beiträge werden auch Evaluationsergebnisse präsentiert, die eine kritische Haltung der Studierenden gegenüber E-Learning-Elementen in der Hochschullehre im Fach Physik aufzeigen.

### 1. Einleitung

Entwicklungen in der Informationstechnologie und der Bologna-Prozess sind dabei, die Hochschullehre in Physik nachhaltig zu beeinflussen. Noch vor gut 10 Jahren waren wissenschaftliche Informationen nicht so kurzfristig und umfangreich verfügbar, wie dies nun über das Internet möglich ist, waren Studierende und Lehrende nicht so intensiv vernetzt. Curricula und Lehrgestaltung der Hochschullehre orientierten sich vornehmlich an allgemein für wichtig erklärten Inhalten.

Die informationstechnischen Entwicklungen lassen erwarten, dass sich auch das Studierverhalten verändern wird und so scheint es folgerichtig, den Einsatz von „neuen Medien“ in der Hochschullehre zu erproben. Dies schließt zusätzlich abrufbare Informationen ebenso ein wie die Verwendung von Plattformen für einen intensiven Austausch. Zur Einführung vgl. z.B. [1].

Auf der anderen Seite wird im Rahmen des Bologna-Prozesses bei der Konzeption von Studiengängen der Bezug zur Berufswelt betont (Employability, z.B. [2]). Dieser Bezug geht einher mit einer Kodifizierung der Lernergebnisse und Kompetenzen zusätzlich zu den Inhalten (vgl. z.B. [3]). Eine derartige Umorientierung erfordert nun, dass – z.T. berufsrelevante – Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen im Rahmen der Lehrveranstaltungen vermittelt und auch abgeprüft werden sollten.

Die genannten Überlegungen führten dazu, dass die im Sommersemester 2010 abgehaltene Lehrveranstaltung *Physik IV* an der TU Darmstadt mit E-Learning-Elementen ergänzt wurde. Dieser Beitrag beschreibt die Erfahrungen mit den im Folgenden skizzierten Bausteinen und stellt Evaluationsergebnisse dazu vor.

Die Lehrveranstaltung *Physik IV* an der TU Darmstadt wird jedes Sommersemester für Physikstudierende im Bachelor-Studiengang Physik angeboten. Darüber hinaus sind ca. 15 % der Teilnehmenden

Lehramtsstudierende und ca. 5 % Studierende mit Hauptfach Mathematik und Nebenfach Experimentalphysik. Für die Bachelorstudierenden in Physik und die Studierenden für das Lehramt an Gymnasien ist *Physik IV* eine Pflichtveranstaltung. Sie gehört zum Zyklus der Experimentalphysik und behandelt die Phänomene und Grundlagen der Quantenphysik (Schwarzkörperstrahlung, Photoeffekt, Comptoneffekt, Teilchen-Welle-Dualismus, Wellenfunktionen, Heisenberg'sche Ungleichungen, Motivation der Schrödinger-Theorie), ihre ausführliche Anwendung auf atomare Systeme (Wasserstoffatom, Feinstruktur, Zeeman- und Stark-Effekt, Mehrelektronenatome) sowie eine kurze Einführung in die Struktur der Materie (Bindung, Moleküle, kristalline Festkörper, Kerne und Teilchen). Die Veranstaltung wird als vierstündige Vorlesung mit zweistündigen Übungen angeboten.

Als zusätzliche E-Learning-Elemente wurden *Video Lectures* realisiert und Online-Übungsaufgaben angeboten, die jeweils in den Abschnitten 2 und 3 diskutiert werden. Mit diesen Komponenten sollten die neuen Medien erprobt werden, um den informationstechnischen Entwicklungen Rechnung zu tragen. Gleichzeitig zielt die Maßnahme der Online-Übungen auf eine Verbesserung der Lernsituation in bestimmten Kompetenzfeldern ab.

Wegen des Einsatzes neuer Medien und ihrer Einbindung in das Lehr-/Lernkonzept wurde für Physik IV im Vorfeld der Veranstaltung beim E-Learning-Center der TU Darmstadt das sog. E-Learning-Label [4] beantragt und erteilt, das als Werkzeug zur Qualitätsentwicklung elektronischer Lehre dienen soll und mit einer Evaluation der Veranstaltung nach Ende der Vorlesungszeit einhergeht. Für die Veranstaltung wurde bei der zentral vom Hochschulrechenzentrum der TU Darmstadt betriebenen Instanz des Learning-Management-Systems Moodle [5] ein Kurs eingerichtet.

## 2. Video Lectures

### 2.1. Vorüberlegungen und Konzept

Vorlesungen stellen im universitären Alltag ein bestimmendes Merkmal der Wissensvermittlung dar. In Experimentalphysikvorlesungen werden zur Veranschaulichung der Phänomene Demonstrationsexperimente vorgeführt, die die persönliche Präsentationsform noch verstärken. Video-Aufzeichnungen sollten deshalb ein geeignetes Werkzeug sein, um diese Aspekte zu konservieren und für die Studierenden jederzeit verfügbar zu machen. Parallel zu einem Manuskript oder Lehrbuch kann eine Video-Aufzeichnung als allgemeine Dokumentation der Inhalte dienen, zur Nacharbeit der Studierenden oder zur Ergänzung, wenn die Präsenzveranstaltung nicht besucht werden konnte oder bestimmte Themenbereiche nur unzureichend verstanden wurden.

### 2.2. Realisierung

Eine unmittelbare Videoaufzeichnung der Vorlesung hingegen hat einige Nachteile: Demonstrationsexperimente können in der Regel nicht „live“ mit ausreichender Qualität eingebunden werden und müssten deshalb ohnehin separat aufgezeichnet werden. Bis vor kurzem war die Qualität der Aufzeichnungen noch relativ beschränkt, z.B. bei den an der TU Darmstadt zunächst üblichen Aufzeichnungen mit LECTURNITY. Eine Präsenzveranstaltung muss Zeit geben nicht nur für das Verständnis der Inhalte, sondern auch für die Verschriftlichung durch die Studierenden (Tafelanschrieb, Overhead-Projektor); beim Ansehen einer Veranstaltung entfällt dieser Schritt in der Regel, so dass die Präsentation oft langatmig ist.

Aus den genannten Gründen wurde das Material der Vorlesung inhaltlich gegliedert und separat von der Präsenzveranstaltung im leeren Hörsaal aufgezeichnet. Der Vortrag wurde vor allem von Präsentationsfolien begleitet, die die Inhalte visualisieren. Zusätzlich konnten einige Punkte an der Tafel entwickelt bzw. Tafelanschrieb vorbereitet werden. Demonstrationsexperimente wurden eingebunden, grafisch aufbereitet und aus dem Off kommentiert. Das Format erlaubte auch, Laborbesuche bei Arbeitsgruppen des Fachbereichs als thematisch passende Einheiten zu bestimmten Themenfeldern einzubinden. Ergänzend wurden Interviews mit Hochschullehrern geführt über die Grundlagen ihrer Arbeit, soweit diese in Bezug zum Thema standen.

Die Aufnahmen wurden in der Regel mit zwei Kamerapositionen aufgenommen, separat dazu der Ton. Nach der Aufnahme wurden die Vortragsabschnitte mit den Präsentationsfolien zusammengeschnitten, die Experimente und Laborbesuche eingefügt. Die Videos wurden parallel über die verwendete Moodle-Plattform verlinkt sowie auf der OpenLearn-Ware-Projektseite des E-Learning-Center der TU Darmstadt sowohl im Flash-Format als auch als mp4-Datei in HD-Qualität zugänglich gemacht.

### 2.3. Ergebnisse

Insgesamt wurden 17 Lehreinheiten produziert. Typische Längen liegen zwischen 25 und 40 Minuten, drei der im Folgenden als *Video Lectures* bezeichneten Aufzeichnungen waren über eine Stunde lang. Mit einer Gesamtzeit von ca. 14 Stunden kann festgestellt werden, dass gegenüber der Präsenzveranstaltung (ca. 37 Zeitstunden) eine deutliche Verdichtung erreicht werden konnte. Insgesamt wurden 20 Demonstrationsexperimente eingebunden. Ein Einleitungsvideo motiviert die Vorgehensweise und leitet die Studierenden an, die hohe Informationsdichte ggfs. zu unterbrechen. Drei separate Interviews ergänzen die *Video Lectures*.

Abbildung 1 zeigt Beispiele für Screenshots aus dem Portfolio der erstellten *Video Lectures*. Teilbild (a) illustriert ein Beispiel für einen Vortragsteil mit vorbereiteten Tafelbildern im Hintergrund. Das gewählte Format und die zur Verfügung stehenden Programme erlaubten keine einfache inhaltliche Gliederung, so dass als rudimentäre Orientierung in der Gesamtdatei regelmäßig eine Gliederung an der Seite eingeblendet wurde. Die inhaltliche Entwicklung des Materials erfolgte durch Diskussion von Präsentationsfolien, vgl. Abb. 1(b). Die weiteren Teilbilder (c) und (d) zeigen Beispiele für einen Laborbesuch mit Diskussion der vorliegenden Aufbauten sowie für ein eingebundenes Demonstrationsexperiment mit eingeblendetem Erläuterungstext.

Die *Video Lectures* zu einem bestimmten Thema waren typischerweise 2-3 Wochen nach der Behandlung dieses Bereichs in der Präsenzvorlesung online verfügbar. Eine frühere Einstellung konnte durch Verzögerungen in der Produktion leider nicht erreicht werden.

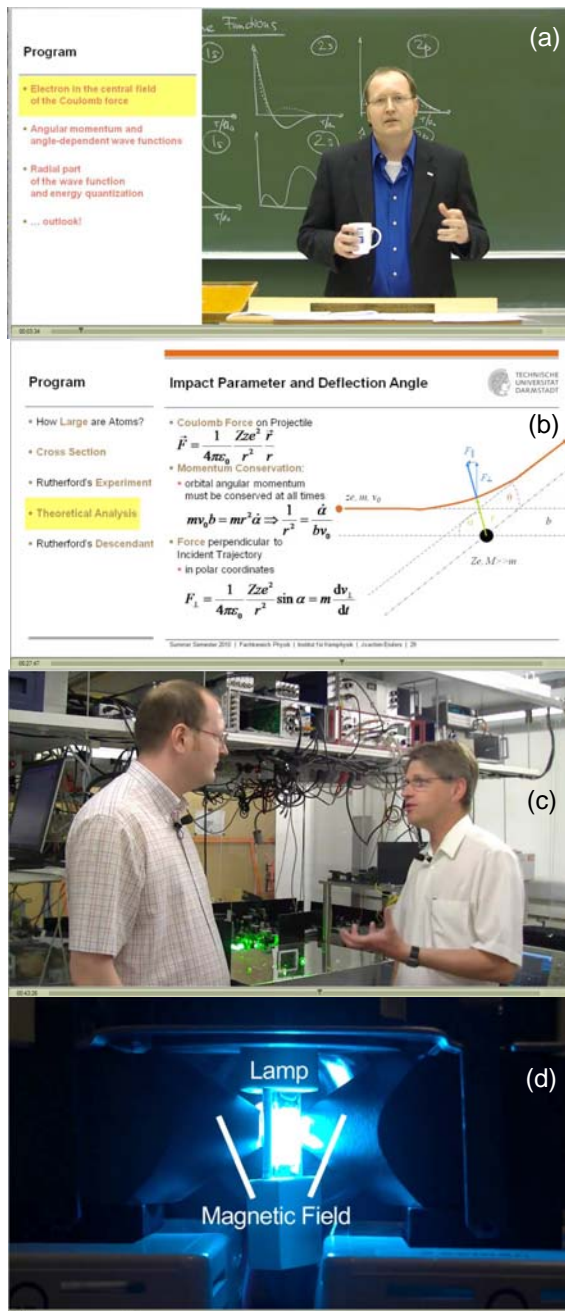
### 2.4. Nutzungsverhalten

Die vom E-Learning-Center vorgelegte Nutzungsstatistik belegt, dass die Studierenden vor allem im Mai 2010 – als ca. 3 oder 4 der *Video Lectures* erst verfügbar waren – die Präsentationen angesehen oder heruntergeladen haben. Danach fällt die Nutzungskurve ab und erholt sich auch nicht im Vorfeld des Klausurtermins, der Anfang August 2010 lag. Diese Beobachtung deckt sich mit Ergebnissen der Evaluation.

### 2.5. Evaluation

Am Fachbereich Physik der TU Darmstadt werden alle Lehrveranstaltungen evaluiert. Dies erfolgt – neben der Erfassung einiger grundständiger Daten – über einen quantitativ auszuwertenden Fragebogen mit einer fünfstufigen Skala, die an die Likert-Skala angelehnt ist. Zusätzlich erhalten die Studierenden einen separaten Bogen für freie Kommentare. Vorlesung und Übungen werden getrennt evaluiert, um den einzelnen Tutorinnen und Tutoren Rechnung zu tragen. Die Auswertung der quantitativen Bögen erfolgt durch die Fachschaft Physik, die Kommentarbögen gehen direkt an die Lehrenden und den

Studiendekan. Die Durchführung der Evaluation erfolgte im vorliegenden Fall nach ca. 2/3 der Präsenzveranstaltungen, also Anfang Juni 2010.



**Abb.1:** Beispiele für Screenshots der Video Lectures. (a) Moderation, mit vorbereitetem Tafelanschrieb, seitlich ein Inhaltsverzeichnis als Ersatz für eine Menüführung. (b) Erläuternde Präsentationsfolie. (c) Laborbesuch mit Diskussion. (d) Demonstrationsexperiment.

Um die zusätzlichen E-Learning-Elementen zu berücksichtigen, wurden ergänzende Fragen aufgenommen und auf dem Kommentarbogen ein ausdrücklicher Hinweis auf diesen Aspekt hinzugefügt. Die papiergestützte Evaluation fand in der Vorlesungsstunde statt, so dass 86 Datensätze zur Verfügung stehen; für die Übungen wurden insgesamt 60 Bögen zurückgegeben.

Zur Bewertung der *Video Lectures* wurden auf dem Vorlesungs-Evaluationsbogen zwei Aussagen ergänzt, zu denen die Studierenden auf der fünfstufigen Skala Stellung beziehen sollten, wobei die höchste Zustimmung dem Wert 1 entspricht. Diese lauteten (1) „Die Lehr-Videos unterstützen meinen Lernprozess“ und (2) „Die Qualität der Lehr-Videos ist hoch“. Tabelle 1 fasst die Ergebnisse aller quantitativen Evaluationsfragen zusammen, die hier diskutiert werden. Daraus ist ersichtlich, dass die Studierenden nach Aussage (2) die Qualität der erstellten *Video Lectures* schätzen, über die Auswirkung auf den individuellen Lernprozess aber geteilter Meinung sind. Die Bewertung der Qualität der *Video Lectures* wird auch durch die freien Kommentare gestützt, die in wenigen Fällen darauf verweisen.

Frage	Skala	Wert	Stdabw.	Antw.
(1)	1 – 5	2,8	1,3	42/86
(2)	1 – 5	1,9	1,0	38/86
(3)	6 – 1	2,4	2,1	5/6(V)
(4)	6 – 1	3,4	1,8	13/15(Ü)
	6 – 1	3,3	2,1	10/15(Ü)
(5)	1 – 5	4,4	0,7	34/60
(6)	1 – 5	3,3	1,2	40/60

**Tab. 1:** Zusammenstellung der Evaluationsergebnisse zu den *Video Lectures* (Aussagen (1) – (4)) und zu den Online-Übungen (Aussagen (5) und (6)). Die im Text erwähnten Aussagen wurden im Rahmen der Evaluationen des Fachbereichs ((1) und (2) sowie (5) und (6)) und der TU-E-Learning-Center ((3) und (4)) auf einer 5- bzw. 6-stufigen Skala zur Bewertung vorgelegt. Die beste Bewertung ist zuerst angeführt. Mittelwert und Standardabweichung sowie die Anzahl der abgegebenen Antworten (im Verhältnis zur Gesamtzahl abgegebener Fragebögen) sind überdies angegeben. Die Fragebögen des E-Learning-Center prüfen identische Aussagen für Übungen und Vorlesungen getrennt ab.

Die Evaluation durch das E-Learning-Center der TU Darmstadt erfolgte im Rahmen der Evaluationen des im Vorfeld vergebenen E-Learning-Labels für die Veranstaltung. Sie wurde rein online durchgeführt und erfolgte ab der letzten Woche der Lehrveranstaltungen. Der Fragenkatalog zielt vor allem zu Einschätzungen der Studierenden zum Lehr-/Lernszenario ab, er ist sehr umfangreich und verwendet für die quantitativen Aspekte eine sechsstufige Skala, wobei hier 6 den besten und 1 den schlechtesten Wert bezeichnet. Vorlesungen und Übungen werden getrennt abgefragt, wobei aber identische Fragensätze verwendet werden. Es ist deshalb bei den 6 ausgefüllten Online-Fragebögen zur Vorlesung und den 15 zu den Übungen nicht ohne Weiteres feststellbar, ob diese von denselben Studierenden stammten. In Tab. 1 werden die Antworten daher getrennt ausgewiesen.

Zu zwei Statements des Fragenkatalogs können direkte Bezüge zu den *Video Lectures* gesehen werden: (3) „Videoaufzeichnungen habe ich genutzt“ bzw. (4) „Die verschiedenen Darstellungsformen fand ich lernförderlich“. Wie die in Tab. 1 dargestellten Ergebnisse zeigen, haben die wenigen Studierenden, die an dieser Evaluation teilnahmen, auch nur zum Teil die *Video Lectures* genutzt und schätzen die Auswirkung der zusätzlichen Darstellungsform als nur begrenzt förderlich ein.

## 2.6. Fazit

Die *Video Lectures* sind als *Open Learn Ware* über die Webseite des E-Learning-Center der TU Darmstadt frei unter einer Creative-Commons-Lizenz verfügbar und können auch von außerhalb der TU Darmstadt abgerufen werden [6]. Eine Nachbearbeitung des Materials von acht *Video Lectures* ist vorgesehen. Die Präsentationen sollen hier in kleinere Einheiten von je 5-10 Minuten Länge zerlegt werden, um die fehlende Menüführung zu kompensieren und die Studierenden gezielt auf einzelne Themenabschnitte hinweisen zu können, insbesondere auch für Serviceveranstaltungen für Hörerinnen und Hörer anderer Fachbereiche. Eine nachhaltige Verwendung der *Video Lectures* zur Veranstaltung Physik IV mit Einbindung in das Lehrkonzept gestaltet sich schwierig, da die Veranstaltung jedes Jahr von einem anderen Dozenten angeboten wird und einige Lehrende eine nachlassende Beteiligung an den Präsenzveranstaltungen fürchten.

Ein Projektbericht über die Motivation, Umsetzung und Erfahrung mit der Aufzeichnung der *Video Lectures* für die Veranstaltung Physik IV wurde für das Förderprogramm TU Online angefertigt [7]. Er ist über die Internetseite des E-Learning-Centers der TU Darmstadt abrufbar.

## 3. Online-Übungen

### 3.1. Vorüberlegungen und Konzept

Die Kompetenzbeschreibungen der grundständigen Experimentalphysikvorlesungen an der TU Darmstadt definieren als Lernziele neben Kenntnissen der Inhalte die Fähigkeit, mathematisch-physikalische Ansätze zu formulieren und die Kenntnisse und Fertigkeiten auf Probleme anzuwenden. Diese Kompetenzen werden in der Regel in Vorlesung bzw. Übung vermittelt und eingeübt und können gut in einer Klausur abgeprüft werden. Die weiter definierten Ziele betreffen die Fähigkeit, die Erkenntnisse und Methoden kommunizieren sowie Methoden und Ergebnisse beurteilen zu können. Diese Kompetenzfelder können im Prinzip auch in Präsenz-Übungen eingeübt werden, was allerdings in der Praxis oft zu kurz kommt.

Die Kommunikation und Beurteilung von Sachverhalten sind aber wichtige Kompetenzen, die im späteren Berufsleben sowohl in Wissenschaft wie in Industrie wichtig sind. Dabei halten auch hier elekt-

ronische Kommunikationswerkzeuge Einzug: Wissenschaftliche Kollaborationen erarbeiten gemeinsam Veröffentlichung und industrielle Arbeitsgruppen dokumentieren Arbeitsergebnisse in steigendem Umfang elektronisch. Auf Wikis als Werkzeuge gemeinschaftlichen Lernens haben z.B. Cress und Kimmerle [8] hingewiesen. Das im Folgenden beschriebene Konzept verwendet daher Wikis.

### 3.2. Realisierung

Inspiziert durch einen Bericht von Zimmermann et al. [9] wurde daher folgendes Szenario realisiert: Auf der Moodle-Seite der Lehrveranstaltung wurden Wikis eingerichtet, die auf Gruppenebene bearbeitet werden sollten. Die Einteilung der Wiki-Gruppen entsprach dabei der Einteilung der wöchentlich stattfindenden Übungsgruppen. Die sechs Gruppen bestanden aus ca. 15-25 Studierenden. Auf diese Weise sollte die Möglichkeit gegeben werden, in den Übungsgruppen auch Probleme bei den Online-Übungen anzusprechen. Die wöchentlichen Übungen waren ansonsten geprägt von in der Übungsstunde (in der Gruppe) zu bearbeitenden Präsenzaufgaben sowie der Besprechung von Hausübungen vom Übungsblatt der Vorwoche. Die Studierenden erhielten im Abstand von 2-3 Wochen auf den verteilten und online verfügbaren Übungsblättern die Aufgabenstellungen für die Online-Übungen, ausgewählte Themenbereiche zusammenzufassen. Als Startpunkte für eine Recherche wurden Original- oder Übersichtsartikel oder auch Webseiten angegeben. Mit dieser Maßnahme sollten die Studierenden auch zu einem relativ frühen Zeitpunkt im Studium an wissenschaftliche Fachliteratur herangeführt bzw. auf Literaturrecherche vorbereitet werden.

Jede Übungsgruppe wurde zudem in zwei Untergruppen eingeteilt, die zunächst leicht unterschiedliche Aufgabenstellungen erhielten, die aber inhaltlich miteinander verbunden waren (z.B. Massenmessung von Ionen in Fallen und Massenmessung von Ionen in Speicherringen). Die Idee hierbei war es, dass die Untergruppen zunächst einen Entwurf für ihre Zusammenfassung des Themenfelds erstellen und dann nach ca. 1 Woche die jeweils andere Teilgruppe entweder Fragen zur Zusammenfassung formuliert oder selbständig Modifikationen am Text anbringt, so dass sich für beide Untergruppen optimierte Zusammenfassungen ergeben sollten. Die Hoffnung war, dass die Studierenden dadurch lernen, sich wissenschaftlich auch in der Schriftsprache auszutauschen. Für Fragen zu den Online-Übungen stand jeder Gruppe ein eigenes Gruppenforum zur Verfügung.

Studierenden, die sich an wenigstens vier der sechs Online-Übungsaufgaben durch Beiträge, Kommentare und Ergänzungen regelmäßig und aktiv beteiligten, wurde (in Übereinstimmung mit den Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt) eine Verbesserung der Modulnote um 1/3 Notenstufe in Aussicht gestellt. Qualitativ-inhaltlich wurden keine Anfor-

derungen gestellt. Dadurch sollte ein Anreiz zur Teilnahme an den Online-Übungen gegeben werden. Außerdem sollte eine Prüfungskomponente geschaffen werden, die auf die Kommunikations- und Beurteilungskompetenzen sensitiv ist, die mit den Online-Übungen gefördert werden sollten.

Nach Abschluss der Übungen wurden diese von den Übungsleiterinnen und -leitern durchgesehen und im Wiki ein Feedback zu der Bearbeitung der Aufgaben gegeben. Die Tutorinnen und Tutoren stellten auch die Teilnahmehäufigkeit der Studierenden am Ende des Semesters zusammen.

Ein weiterer Anreiz für die Teilnahme an den Online-Übungen war der Hinweis, dass sich eine Aufgabe in der Klausur an ein im Wiki zu bearbeitendes Themengebiet anlehnen würde. Studierende, die sich aktiv mit dem Thema durch die Erstellung eines Wikis auseinandergesetzt haben, könnten daher die Aufgabe schneller und besser verstehen bzw. bei der Bearbeitung auf schon bekanntes Wissen zurückgreifen.

### 3.3. Ergebnisse

Qualität und Quantität der Online-Übungen stellten sich sehr heterogen dar. Einige der Aufgaben wurden sehr sorgfältig bearbeitet, in einer Gruppe z.B. das Thema „Massenmessung mit Ionenfallen“ mit 11 eingebundenen Abbildungen und 16 Referenzen sowie einer guten inhaltlichen (und durch Links im Wiki umgesetzten) Gliederung. In anderen Teilgruppen wurden Aufgaben z.T. gar nicht bearbeitet. Vereinzelt fielen auch Wiki-Einträge auf, die wörtlich von Wikipedia kopiert worden waren, z.T. auch ohne Referenzierung dieser Quelle.

### 3.4. Nutzungsverhalten

Insgesamt beteiligten sich 24 Studierende an mindestens vier von sechs Online-Übungen. Davon erhielten 22 einen Notenbonus; zwei Studierende hatten zwar die erforderliche Leistung bei den Online-Übungen erbracht, die Klausur aber nicht bestanden. Insgesamt haben 94 Studierende an der Prüfung teilgenommen (107 Prüfungsanmeldungen). Zwei weitere Notenboni konnten bei der Nachklausur vergeben werden.

Dem gegenüber haben 43 Studierende nicht eine einzige Online-Übung bearbeitet. Insgesamt waren 133 Studierende im Moodle-Kurs registriert. Im zum Wiki-Bereich gehörenden Moodle-Forum wurden insgesamt im Semester 18 Einträge von Studierenden hinterlegt, überwiegend zu stilistischen Fragen. Fragen zur Organisation der Bearbeitung der Aufgaben sowie Diskussionen über die Inhalte der erstellten Wiki-Beiträge wurden nicht geführt.

### 3.5. Evaluation

Die relativ große Zahl an Studierenden, die die Teilnahme an den Online-Übungen „verweigert“ haben, ist ein erstes Anzeichen für die Einschätzung der Studierenden zu diesem Lehr-/Lernformat. Konkret

auf die Online-Übungen bezogen sich zwei Aussagen, die dem Fragebogen der Fachbereichs-Evaluation hinzugefügt wurden: (5) „Durch die Online-Übungen kann ich physikalische Sachverhalte besser ausdrücken“; (6) „Die Kommunikation mit anderen Studierenden und Tutoren bei den Online-Übungen war gut“. Die in Tab. 1 gezeigten Ergebnisse (die Gesamtzahl der Bögen für die Übungsevaluation (60) war geringer als bei der Vorlesung (86)) unterstreichen, dass die Studierenden das gewählte Format sehr kritisch sehen. Weiterhin wurden die Studierenden gebeten, die Zeit abzuschätzen, die sie in die Bearbeitung der Online-Übungen investiert haben. Aus den gegebenen Antwortmöglichkeiten lässt sich ein Mittelwert von 50 Minuten mit einer Standardabweichung von 35 Minuten abschätzen (43 von 60 Antworten).

Die freien Kommentare zu Online-Übungen fallen noch drastischer aus. Neben wenig aufschlussreichen Bemerkungen („nutzlos“, „nie benutzt“, „unsinnig“, „Scheiße“, „haben nur unnötig Zeit gekostet“ usw.) wird überdies deutlich, dass die Studierenden Schwierigkeiten mit der offenen Aufgabenstellung haben (z.B. „Aufgabenstellung unklar“) bzw. nicht in der Lage waren, die Aufgaben als Gruppe sinnvoll zu bearbeiten (z.B. „Gruppengröße zu groß“, „Gruppengröße zu klein“, „die Aufgaben sind zu umfangreich *und* werden von einzelnen bereits vollständig gelöst“).

Der Fragenkatalog der Evaluation des TU-Darmstadt-E-Learning-Center enthielt keine Aussagen, die sich direkt auf die Online-Übungen beziehen ließen. Die dort abgegebenen Kommentare waren eher allgemeiner Natur und spiegelten ansonsten die Aussagen der Evaluation durch den Fachbereich wider.

### 3.6. Fazit

Das Konzept wurde von den Studierenden nur zu einem kleinen Teil aufgenommen. Die Evaluation zeigt, dass die Studierenden nicht der Meinung sind, dabei fachliche oder überfachliche Kompetenzen erhalten zu haben. Mehrere Erklärungsansätze sind zur Deutung dieses Befunds möglich, z.B.:

1. Das Konzept wurde schlecht umgesetzt, etwa durch ungenaue Aufgabenstellung oder unzureichende Motivation. Eine Verbesserung der Akzeptanz wäre dann durch eine Verbesserung der Aufgabenstellung zu erreichen.

2. Die Doppelung des „klassischen“ Präsenz- und Hausübungsschemas mit den Online-Übungen ließ – trotz der Vergabe des Notenbonus über die Übungsleistungen bei den Online-Übungen – das Wiki-Format als entbehrliche Zusatzaufgabe erscheinen. Könnte diese Vermutung belegt werden, müsste man sich am ehesten entweder für ein „klassisches Format“ oder für Online-Übungen entscheiden.

3. Die Motivation für die Online-Übungen war niedrig, da es sich um eine Pflichtveranstaltung für die

meisten Studierenden handelte. Im Studienplan zeigt sich Physik IV als problematisch, da die Vorlesung in der Regel parallel zur Theorievorlesung in Quantenmechanik gehört wird, so dass für die Experimentalphysik keine ausreichenden theoretischen Werkzeuge zur Beschreibung der Phänomene zur Verfügung stehen. Dieser Argumentation folgend könnte das Online-Übungsformat in der bestehenden Form aber eventuell in Wahlvorlesungen oder anderen Veranstaltungen gewinnbringend eingesetzt werden, z.B. in fortgeschrittenen Vorlesungen.

4. Die teilnehmenden Studierenden waren in der Regel im 4. Fachsemester. In den vorausgegangenen drei Semestern des Studiums waren sie dabei im konkreten Fall keinen ähnlichen oder auch anderen E-Learning-Formaten ausgesetzt. Da die Mehrheit der Lehrenden am Fachbereich Physik E-Learning kritisch gegenübersteht, könnten die Studierenden im 4. Semester jeglichen Aktivitäten im E-Learning eine negative Voreinstellung entgegen bringen.

5. Die Rolle der Tutoren als Begleiter in den jeweiligen Übungsgruppen hat nicht auf die Online-Übungen ausgestrahlt. Hier hätten die Tutorinnen und Tutoren eine aktivere Rolle einnehmen müssen. Insbesondere hätten die Tutoren darauf hinwirken müssen, die Organisation der Bearbeitung der Online-Übungen besser zu begleiten. Dies würde bedeuten, dass für die Betreuung von „virtuellen Übungsgruppen“ zusätzliche Schulungsmaßnahmen erforderlich sind, die gezielt entwickelt werden müssen.

6. Der Anreiz eines Notenbonus ohne eine stärkere Verpflichtung in der Bearbeitung der Online-Übungen war nicht ausreichend für eine engagierte Teilnahme der Studierenden. Ebenso war der Hinweis auf die schnellere Bearbeitung einer einzelnen Klausuraufgabe für diejenigen, die sich aktiv mit dem Wiki auseinandergesetzt haben, nicht hinreichend als Motivation. Die Vorzüge der Online-Übungen könnten dann (nur) deutlich werden, wenn eine Teilnahme z.B. als Vorleistung für die Modulabschlussprüfung oder als alternatives Prüfungsformat eingesetzt würde.

Keiner der genannten Kritikpunkte ist a priori von der Hand zu weisen. Ziel muss es aber nach Auffassung des Autors sein, die Studierenden auf offene Aufgabenstellungen vorzubereiten und auch die Strukturen, in denen die Aufgaben zu bearbeiten sind, nicht von vornherein festzulegen. Daher darf der erste Punkt der Liste höchstens bei den ersten Übungsaufgaben eine Rolle spielen.

Der zweite Punkt der Liste stellt Lehr-/Lernformen, die man gemein hin als *Blended Learning* bezeichnet, meines Erachtens generell in Frage. Im Sinne der Kritik am Begriff *Blended Learning* etwa von Oliver und Trigwell [10] bedeutet dies etwa, dass (i) die verschiedenen Vermittlungswege nicht als einheitliches Lehrkonzept erscheinen bzw. dass (ii) die Studierenden Schwierigkeiten haben, in der vielfältigen medialen Umsetzung Aspekte derselben Lern-

aufgabe zu erkennen. Hier stellt sich – auch mit Blick auf Aspekt Nr. 4 der obigen Liste – die Frage, ob diese Schwierigkeit in Physik eventuell anders ausgeprägt sein könnte als in anderen Fächern oder Fachgruppen.

Zum fünften Punkt aus den Erklärungsversuchen ist anzumerken, dass die Übungsleiterinnen und –leiter an einer eintägigen Tutorenschulung teilgenommen haben, was zz. noch nicht die Regel für studentische Tutoren im Fachbereich Physik der TU Darmstadt ist. Die Schulung konnte allerdings keinen dedizierten Bezug auf die Lehr-/Lernsituation bei den Online-Übungen nehmen, da hier noch keine Erfahrungen vorlagen.

Seifert und Mitarbeiter [11] haben kürzlich Anreizsysteme für die Mitarbeit an Wiki-basierten Lehr-/Lernszenarien untersucht. Die drei dort untersuchten Formate zeigen (a. freiwillige Teilnahme ohne Anreiz; b. Notenbonus bei Ausarbeitung einer Vorlesung, wobei jeder Gruppe eine Vorlesung zugewiesen wird; c. Notenbonus bei Ausarbeitung einer wählbaren Vorlesung bzw. bei Überarbeitung von existierenden Ausarbeitungen) für die am stärksten festgelegte Struktur (b.) die höchste Teilnahmequote und für Gruppe c. besonders hohe Motivation (zeitlicher Einsatz), was die Autoren von Ref. [11] auf eine Zielvereinbarung mit den Studierenden zurückführen. Das hier aufgeführte Szenario zeichnet sich zum einen dadurch aus, dass eine größere Zahl an Aufgaben zu bewältigen waren, so dass mehr auf eine Wissensverbreiterung abgezielt wurde als auf das Vertiefen einer einzelnen Aufgabe, zum anderen war die Struktur weniger stark festgelegt. Die Erfahrung von Seifert et al. [11] belegen für Gruppe a keine Teilnahme am Wiki-Format, was frühere Befunde von Ebner und Mitarbeitern [12] bestätigt.

Mit Blick auf die generelle Haltung der Studierenden zu E-Learning sind weitere Testfragen hilfreich, die im folgenden Abschnitt besprochen werden. Die dort gezeigten Ergebnisse lassen zwar nicht den eindeutigen Schluss zu, dass die Studierenden negativ voreingenommen gegenüber E-Learning sind, mögen aber dazu geeignet sein, den Einsatz von E-Learning-Formaten in der Physik für die Zukunft besser einzuschätzen.

#### 4. Weitere Evaluationsergebnisse

Tabelle 2 zeigt eine Auswahl weiterer Fragen aus der Evaluation des Fachbereichs (Aussagen (7) – (11)) und des E-Learning-Centers der TU Darmstadt (Aussagen (12) – (18)), die allgemeine Aspekte des E-Learning betreffen. Die Ergebnisse müssen natürlich mit Bezug auf die konkreten E-Learning-Elemente der Veranstaltung Physik IV interpretiert werden, so dass eine mangelhafte Umsetzung des E-Learning-Konzepts auch auf allgemeine Aussagen auswirkt, bzw. dass die Aussagen sowohl auf die *Video Lectures* als auch auf die Online-Übungen bezogen werden können. Für die quantitative Ana-



lyse auf der 5- (Fachbereich) bzw. 6-stufigen Skala (E-Learning-Center) wurden die folgenden Aussagen zur Bewertung abgegeben:

(7) Moodle funktionierte zufrieden stellend. Das Ergebnis zeigt, dass die Studierenden gut mit der Plattform umgehen konnten, wenn ein großer Teil vermutlich nur Skripten, Übungen und Lösungsvorschläge dort herunter geladen hat.

(8) Foren sind nützlich zum Informationsaustausch. Entsprechend den Erwartungen aus der Nutzung des Forums in den Online-Übungen sind die Studierenden hier sehr kritisch.

(9) E-Learning erhöht die Kommunikation mit Tutoren und Kommilitoren. Auch dies wird sehr kritisch gesehen. Die bevorzugte Kommunikationsform ist offensichtlich auch hier durch den direkten persönlichen Kontakt gegeben.

(10) E-Learning ermöglicht neue Lehr- und Lernmöglichkeiten. Die Studierenden sind hier geteilter Meinung.

(11) E-Learning ermöglicht eine verbesserte Visualisierung und Erklärung von Inhalten. Auch diese Aussage sieht die Mehrheit der Antwortenden kritisch. Zu beachten ist, dass dieser Aspekt auch auf die *Video Lectures* bezogen werden kann, die ansonsten (s.o.) zumindest von der Qualität her gut beurteilt wurden.

(12) Das E-Learning-Angebot motivierte mich, aktiv an der Veranstaltung teilzunehmen und Aufgaben über das Mindestmaß hinaus anzugehen.

(13) Das Lernen und Arbeiten mit dem E-Learning-Angebot trug dazu bei, dass ich mich für meine Lern-/Arbeitsergebnisse voll verantwortlich fühle.

(14) Durch das E-Learning-Angebot konnte ich verschiedene Kommunikationsmöglichkeiten nutzen, um Informationen zu empfangen oder zu verteilen.

(15) Das E-Learning-Angebot erforderte oder förderte die Anwendung bzw. das Wiederholen von Veranstaltungsinhalten.

(16) Ich kann diese E-Learning-Veranstaltung weiterempfehlen.

(17) Beim Lernen/Arbeiten für diese Lehrveranstaltung habe ich von dem E-Learning-Angebot profitiert.

(18) Mein Lernerfolg ist mit dem E-Learning-Angebot größer als ohne.

Die freien Kommentare umfassten wenig hilfreiche Aussagen („nie benutzt“, „nervig“, „sinnlos“, „abschaffen“, „absolut unnötig“, „Nutzen des E-Learning-Angebots: keiner!“), in einem Einzelfall Lob („in der Physik bis jetzt einzigartig – kleine Startprobleme zu verzeihen – sehr hilfreich“) sowie das Einfordern einer strukturierten Herangehensweise („Die Planung hätte früher beginnen können, um eine noch bessere Umsetzung zu ermöglichen und den Studierenden auf mehreren Kanälen synchron zu erreichen, um ihm die Wahl zu lassen, auf welchem Weg er am effektivsten studiert“).

Frage	Skala	Wert	Stdabw.	Antw.
(7)	1 – 5	2,2	1,2	75/86
(8)	1 – 5	3,8	1,1	56/86
(9)	1 – 5	3,9	1,1	54/86
(10)	1 – 5	3,1	1,3	52/86
(11)	1 – 5	3,3	1,3	56/86
(12)	6 – 1	2,0	1,4	2/6(V)
	6 – 1	2,4	1,1	11/15(Ü)
(13)	6 – 1	3,0	2,8	2/6(V)
	6 – 1	3,0	1,7	12/15(Ü)
(14)	6 – 1	2,5	0,7	2/6(V)
	6 – 1	3,5	1,6	10/15(Ü)
(15)	6 – 1	2,0	1,4	2/6(V)
	6 – 1	3,5	1,9	13/15(Ü)
(16)	6 – 1	1,5	0,8	6/6(V)
	6 – 1	3,1	1,9	14/15(Ü)
(17)	6 – 1	2,0	1,6	6/6(V)
	6 – 1	2,8	1,7	14/15(Ü)
(18)	6 – 1	1,8	2,0	6/6(V)
	6 – 1	3,0	1,9	14/15(Ü)

**Tab. 2:** Zusammenstellung der Evaluationsergebnisse zu allgemeinen das E-Learning betreffenden Fragen. Die im Text erwähnten Aussagen (7) – (18) wurden im Rahmen der Evaluationen des Fachbereichs ((7) – (11)) und der TU-E-Learning-Center ((12) – (18)) auf einer 5- bzw. 6-stufigen Skala zur Bewertung vorgelegt. Die beste Bewertung ist zuerst angeführt. Mittelwert und Standardabweichung sowie die Anzahl der abgegebenen Antworten (im Verhältnis zur Gesamtzahl abgegebenen Fragebögen) sind überdies angegeben. Die Fragebögen des E-Learning-Center prüfen identische Aussagen für Übungen und Vorlesungen getrennt ab.

Andere Meinungen kritisierten ein Überangebot („Zu viele Angebote können irritieren. Wenn man eines nicht nutzt, hat man Angst, etwas zu verpassen.“) bzw. drücken aus, dass der PC nicht der Lernort der Wahl ist („Ich lerne nicht gerne am PC“, „ist schön für solche Leute, die gern am PC lernen“). Einige Studierende heben besonders den Bezug zur Physik heraus („In Physik erkenne ich hier keinen nennenswerten Verwendungszweck“, „E-Learning in Physik ist sinnlos“, „Wollten Sie mit der Veranstaltung beweisen, dass E-Learning für die Physik nichts bringt?“), was nahe legt, dass zumindest ein Teil der Studierenden durch die etablierten Lehr-/Lernschemata aus Schule und den vorangegangenen Hochschulsemestern eine Prägung erfahren haben. Eine Stimme drückt auch Skepsis hinsichtlich des angestrebten Lernziels (Kommunikationskompetenz) aus („Erlernen von Teamfähigkeit abseits des Computers wichtiger als Erstellen von Wikis – die wenigsten wissen, wie man richtig in Bibliotheken recherchiert“).

## 5. Schlussbemerkung und Ausblick

*Video Lectures* im demonstrierten Format mögen sinnvolle, hochwertige Lehr- und Lernmaterialien darstellen. Die gezielte Anfertigung derartiger Aufzeichnungen ist aber äußerst aufwendig und wahrscheinlich als Ergänzung für die Präsenzlehre nicht sinnvoll. Normale Vorlesungsaufnahmen minderer Qualität sind als Ersatz vermutlich ausreichend.

Wie z.B. bereits in Ref. [1] dargestellt, ist die Einbindung der Studierenden in Lehr-/Lernformate, die auf neue Medien setzen, von sehr großer Wichtigkeit. Dies sollte bei künftigen Versuchen konsequenter durchgeführt werden. Eine Begleitung von pädagogisch-didaktischer Seite ist hier wünschenswert. Diese Maßnahmen sind um so wichtiger, da vermutlich die Studierenden im Fach Physik durch ihre eigene Lernbiographie konventionelle Lehr-/Lernformen bevorzugen und eine negative Voreinstellung gegenüber neuen Medien zur Vermittlung von Inhalten und Kompetenzen mitbringen.

Die Einbindung muss – zumindest auf der Stufe großer Veranstaltungen im Bachelor-Bereich – mit klaren Strukturierungen und Hilfestellungen zur (Selbst-)Organisation einhergehen. Im Master-Bereich und bei kleineren Gruppen ist eine sinnvolle Absprache der Studierenden untereinander realistisch, aber viele der genannten Kommentare zielen darauf ab, dass die Studierenden der Veranstaltung Physik IV klarere Vorgaben wenigstens zu Beginn des Online-Übungsprozesses benötigt hätten.

## Danksagung

Bei der Erstellung der *Video Lectures* danke ich dem E-Learning-Center der TU Darmstadt für finanzielle Förderung (TU Online II und III) sowie besonders Frau E. Ehrich und Frau I. Wegmann für die Unterstützung und Bereitstellung von Kameras und Mikrofonen. Ich danke Frau A. Aktürk und Frau J. Sulinskaite (Kamera), Herrn V. Kederys (Ton), Herrn N. Neumann und Herrn F. Blatt (Schnitt und Demonstrationsexperimente) für die engagierte Umsetzung des Konzepts. Bei Aufbau und Aufnahme der Demonstrationsexperimente halfen Herr M. Dietz, Herr E. Kremser und Frau F. Müller. Für die Unterstützung bei Laborbesuchen und Interviews bin ich den Herren Kollegen Professoren G. Birkel, C. Fischer, F. Fujara, T. Halfmann, M. Roth, B. Stühn und T. Walther vom Fachbereich Physik der TU Darmstadt zu Dank verpflichtet.

Die Präsenz und Online-Übungen wurden geleitet von Frau A. Weber und den Herren T. Bahlo, M. Holl, A. Martin, T. Schösser und B. Zwicker, die im Rahmen eines vom Fachbereich Physik geförderten Projekts von Frau S. Frey vom Institut für Allgemeine Pädagogik und Berufspädagogik der TU Darmstadt begleitet wurden.

## 6. Literatur

- [1] Engbrink, D.; Keil-Slawik, R.; Selke, H. (1995): Lehren und Lernen mit interaktiven Medien. Bericht Nr. 45, Heinz-Nixdorf-Institut, <http://iug.uni-paderborn.de/rks/Publikationen/.1995/1995-ekss-hni.pdf> (Stand: 4/2011).
- [2] Schindler, G. (2004): Employability und Bachelor-Studiengänge – eine unpassende Verbindung. Beiträge zur Hochschulforschung, 26. Jahrgang, Nr. 4, S. 6-26.
- [3] Joint Quality Initiative (2004): Gemeinsame „Dublin Descriptors“ für Bachelor-, Master- und Promotionsabschlüsse, <http://www.jointquality.org/content/descriptors/DublinDeutsch.pdf> (Stand: 4/2011).
- [4] Sonnberger, J.; Bruder, R. (2009): Evaluation und Qualitätssicherung durch ein E-Learning-Label. In: Dittler, U. et al. (Hrsg.): E-Learning: Eine Zwischenbilanz. Medien in der Wissenschaft, Band 50, Waxmann-Verlag, Münster, S. 55-70.
- [5] <http://moodle.org> .
- [6] <http://www.openlearnware.tu-darmstadt.de> .
- [7] Enders, J. (2010): Projektbericht: Aufzeichnung von Lehr-Videos zur Veranstaltung Physik IV – TU-Online-Projekt im Sommersemester 2010, [http://www.e-learning.tu-darmstadt.de/media/elc/elearning/elearning\\_foerderung/tuonlineplus/vergangene\\_projekte/2010/projekberichte\\_ss10/tuonlineiii\\_projektbericht\\_enders\\_physik.pdf](http://www.e-learning.tu-darmstadt.de/media/elc/elearning/elearning_foerderung/tuonlineplus/vergangene_projekte/2010/projekberichte_ss10/tuonlineiii_projektbericht_enders_physik.pdf) (Stand 4/2011).
- [8] Cress, U.; Kimmerle, J. (2008): A systemic and cognitive view on collaborative knowledge building with wikis. In: International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, Bd. 3, Nr. 2, S. 105-122.
- [9] Zimmermann, T.; Hurtado, D.; Berther, M.; Winter, F. (2008): Dialog mit 200 Studierenden – geht das? Blended Learning in einer Vorlesung mit hoher Teilnehmerzahl. In: Das Hochschulwesen, 56. Jahrgang, Nr. 6, S. 179-185.
- [10] Oliver, M.; Trigwell, K. (2005): Can „Blended Learning“ be Redeemed? In: E-Learning, Bd. 2, Nr. 1, S. 17-26.
- [11] Seifert, S.; Krämer, J.; Mazarakis, A. (2010): Anreize zur Nutzung von Wikis in der Hochschullehre: Ergebnisse eines Pilotprojekts. In: Ziegler, J., Schmidt, A. (Hrsg.): Mensch und Computer 2010: 10. fachübergreifende Konferenz für interaktive und kooperative Medien. Interaktive Kulturen, Oldenbourg-Verlag, München, S. 179-188.
- [12] Ebner, M.; Kickmeier-Rust, M.; Holzinger, A. (2008): Utilizing Wiki-Systems in higher education classes: a chance for universal access? In: Universal Access in the Information Society, Bd. 7, S. 199-207.