



Konrad-Zuse-Zentrum
für Informationstechnik Berlin

Takustraße 7
D-14195 Berlin-Dahlem
Germany

MARTIN GRÖTSCHHEL UND JOACHIM LÜGGER

E-Learning and the Working Mathematician

Martin Grötschel und Joachim Lügger: E-Learning and the Working Mathematician



Martin Grötschel, Technische Universität, Zuse-Institut und MATHEON, Berlin, groetschel@zib.de und



Joachim Lügger, Zuse-Institut, Berlin, luegger@zib.de

Abstract

Eigentlich war der erste Autor nur zu einem Grußwort zur Tagung „GML² 2009 - Grundfragen Multi-medialen Lehrens und Lernens“ eingeladen. Aber wie es bei der Vorbereitung zu solchen „Auftritten“ manchmal so kommt, wurde daraus ein E-Learning-bezogener Vortrag, der – basierend auf Erfahrungen im Fach Mathematik – einen kritischen Blick auf die E-Learning-Szene in Deutschland wirft und diese mit entsprechenden Aktivitäten weltweit vergleicht. Dies ist die in seinen mathematischen Teilen gekürzte, in den E-Learning-Anteilen ein wenig erweiterte schriftliche Fassung des Vortrags.

Der Artikel stammt nicht von E-Learning-Spezialisten sondern von Personen, die sich seit fast zwanzig Jahren mit elektronischer Information und Kommunikation (kurz: luK) – insbesondere in der Mathematik – beschäftigen. Nach einer Definition von Michael Kerres kennzeichnet der Begriff E-Learning (electronic learning – elektronisch unterstütztes Lernen) alle Formen von Lernen, bei denen digitale Medien für die Präsentation und Distribution von Lernmaterialien und/oder zur Unterstützung zwischenmenschlicher Kommunikation zum Einsatz kommen, siehe z.B. <http://de.wikipedia.org/wiki/E-Learning>. luK und E-Learning haben nach dieser Begriffsbildung viele Berührungspunkte. Deswegen wagen wir es, unsere positiven und negativen Erfahrungen im Bereich luK in diesem Eröffnungsvortrag zu berichten, einige Entwicklungslinien zu vergleichen und eine eigene Kurzversion der Definition von E-Learning (besser E-Teaching and -Learning) voranzustellen: „Lehren und Lernen mit Unterstützung elektronischer Hilfsmittel“.

1 Die 1990er Jahre

Die Autoren dieses Beitrags outen sich gern als Personen, die für Forschung und Lehre große Hoffnungen auf die digitale Infrastruktur unserer Welt (Computer, Kommunikationsnetze, etc.) setzen. Trotz mancher Ernüchterung hat unsere Zuversicht generell nicht gelitten. Wir haben uns – zugegeben etwas naiv – um 1990 Spam Mail, Computerviren und Hacker-Attacken nicht vorstellen können. Wir glauben aber weiterhin, dass die Vorteile, die die globale Vernetzung digitaler Ressourcen bietet, die sichtbaren Nachteile deutlich überwiegen.

Die Autoren haben sich mit Fragen der elektronischen Informationsversorgung seit dem Beginn der 1990er Jahre beschäftigt. Das von ihnen geleitete Projekt „DMV-Fachinformation“, das 1992 startete und vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT, heute BMBF) gefördert wurde, war der Beginn einer intensiven Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten des Internets und seiner Dienste für Forschung und Lehre. Wir können es uns heute kaum vorstellen, aber seinerzeit war der Zugang zum Internet nur an wenigen Arbeitsplätzen vorhanden. Das BMFT-Projekt hatte das Ziel, PCs und Workstations (Laptops gab es damals kaum) auf den Schreibtisch der Mathematiker zu bringen, eine Anbindung an das Informationsnetz der jeweiligen Universität herzustellen und durch einen Zugang zur Datenbank MATH des Fachinformationszentrums Karlsruhe die Versorgung der mathematischen Arbeitsplätze mit elektronischer Fachinformation zu verbessern. Insgesamt 51 deutsche mathematische Fachbereiche haben sich damals erfolgreich beteiligt. Die geplanten Infrastrukturmaßnahmen wurden umgesetzt und haben die Arbeitsumgebungen nachhaltig verändert. Eine erste wichtige Lehre war jedoch: Elektronische Fachinformation ist mehr als der Zugang zum Netz und zu speziellen Datenbanken. Aus dem Projekt sind – undenkbar ohne den Siegeszug des World Wide Web – viele weitere Aktivitäten entstanden. Von einigen soll kurz berichtet werden.

Mitte der 1990er Jahre war Aufbruchsstimmung. Die wissenschaftlichen Fachgesellschaften (für die Mathematik die Deutsche Mathematiker-Vereinigung (DMV)) nahmen sich des Themenbereichs an und gründeten u. a. 1994 die IuK-Initiative, deren erster Sprecher der erste Autor war. Die Bundesregierung legte z. B. 1996 das Förderprogramm „Information als Rohstoff für Innovation“ auf und startete darunter 1997 u. a. das Förderkonzept „Globale Elektronische und Multimediale Informationssysteme“ (GLOBAL-INFO). Bis 2003 standen hierfür insgesamt rund 60 Mio. DM zur Verfügung, die der Schaffung innovativer Informationsstrukturen für Wissenschaftler dienen sollten. Die Pläne aller Beteiligten waren hochfliegend – auch unsere.

Übrigens, im GLOBAL-INFO-Steuerungskreis, dem der erste Autor angehörte, wurde damals bereits über E-Learning diskutiert. Ein Industrievertreter (dies war kein Einzelfall) verlangte u. a., dass Hochschullehrer standardisierte Vorlesungen entwickelten, die dann als Video-Vorlesungen (Video-Streaming war für Studenten aus finanziellen und technischen Gründen praktisch noch nicht verfügbar) in anderen Universitäten abgespielt werden könnten. Das Ziel hierbei sollte sein, die Hochschullehre, insbesondere in Massenfächern wie etwa „Mathematik für Ingenieure“, zu verbessern und zu vereinheitlichen. Seine Vorstellung war, dass ein „Top-Professor“ einmal eine „Top-Vorlesung“ hält, diese aufgezeichnet wird und an anderen Universitäten lediglich wissenschaftliche Mitarbeiter für die Begleitung der Video-Vorlesung erforderlich seien; auf diese Weise ließen sich seiner Meinung nach viele Professorenstellen einsparen und die Kosten für die Lehre erheblich reduzieren. (Wir halten das für Unsinn. Die „Top-Vorlesung“ auf Video oder sonstigem elektronischen Medium kann fraglos hilfreich sein, sie wird aber die persönliche Lehre nicht ersetzen können.)

2 Das Math-Net-Projekt, eigene Erfahrungen

Im Dezember 1996 erhielt das Konrad-Zuse-Zentrum (ZIB) die Zusage des DFN-Vereins und der Deutschen Telekom AG, in Kooperation mit acht mathematischen Fachbereichen mit dem systematischen Aufbau von Informationsdiensten für die Mathematik im Internet, dem *Math-Net*, beginnen zu können. Ziel des Math-Net-Projektes war, das Angebot digital vorliegender wissenschaftlicher Ergebnisse im Internet verfügbar zu machen. Das betraf insbesondere elektronische Publikationen, Software und Datensammlungen, Materialien zur Lehre, allgemeine und projektbezogene Informationen zur Forschung sowie digitale Serviceangebote. Dieses Material sollte über das World Wide Web und andere internationale Protokolle von der Mathematik für die Mathematik und (auch) für ihre Anwender – weltweit – bereitgestellt werden. Rückblickend betrachtet ist das Math-Net-Projekt ein Beispiel für große Ziele, erfolgreiche Umsetzung und – am Ende – für Scheitern. Die Gründe für das Scheitern von Math-Net sollten auch einigen der an E-Learning-Projekten Beteiligten zu denken geben.

Das Math-Net-Projekt hatte zunächst von 1997 bis 1999 eine erfolgreiche nationale Phase, in der viele mathematische Fachbereiche u. a. ihre Webpräsentationen zur Ermöglichung von Informationszusammenführung (Harvesting-Mechanismen) umstellten. Es gab z. B. eine (relativ) einheitliche Gestaltung der Webseiten, die aufgrund ihrer Strukturierung (Bereitstellung von Metadaten, Adress-Schemata) verschiedene Math-Net-Dienste (wie MPRESS, Persona Mathematica, ...) effizient unterstützten. MPRESS etwa ist ein (weiterhin funktionierender) Dienst, der zentral einen

absuchbaren Index von Preprints bereitstellt, welche in Preprint-Repositorien verteilt bei den beteiligten Institutionen gespeichert sind.

Da das Internet (im Prinzip) keine Grenzen kennt, legte der Erfolg in Deutschland nahe, die Idee der strukturierten Bereitstellung mathematischer Information auch international zu verfolgen. Die International Mathematical Union (IMU) stimmte unserem Vorschlag zu und verabschiedete im Jahre 2000 hierzu sogar eine *Math Net Charter*. Die Präambel der Charta lautet:

„In the spirit of the centuries-long tradition of open exchange within the mathematical community, this Charter describes an international effort to establish, maintain, and continue to develop a global electronic information and communication system for mathematics. This system, called Math-Net, is intended to organize and enhance the free flow of information within mathematics. The objective is to place efficient access to high quality mathematical information at the fingertips of the user. The use of Math-Net is free. Information in Math-Net is freely available whenever and wherever possible limited only by technical, legal, and privacy constraints. Math-Net is supported and fostered by individuals, mathematical organizations and institutions worldwide. Math-Net is organized under the aegis of the International Mathematical Union (IMU) and is steered by the IMU Committee on Electronic Information and Communication.”

In den „Principles“ der Charter wird die Struktur des Math-Net beschrieben: „Math-Net, from a technical point of view, is a structured, distributed, interoperable, user-friendly, and high quality electronic information and communication system. Math-Net is organized via a user-driven and not-for-profit activity open for all willing to provide mathematical information electronically. Math-Net is based on voluntary contributions of organizations or individuals.... Math-Net Members make their information resources electronically available in a standardized fashion. They have full responsibility for the quality, accuracy, timeliness, and appropriateness of the data they contribute. Math-Net Service Providers combine these data into services. These services aim at providing fast and well-structured access to the mathematical resources within Math-Net (and possibly beyond). Efforts will be made to facilitate participation in Math-Net for those who have limited financial means.”

Hier handelt es sich also um die Definition (innerhalb der Mathematik) von Open Access-Prinzipien – noch bevor dieser Begriff durch verschiedene Deklarationen öffentlichkeitswirksam geprägt wurde – und die Planung der Einführung von zugehörigen Mechanismen in weltweitem Rahmen. Die Open Access-Idee ist in der Mathematik stark verankert. Die durch das Math-Net vorgeschlagene Umsetzung wurde im „Rest der Welt“ trotz intensiver Werbung aber nicht goutiert. Das *Math-Net International* kam nicht in Gang; das in Deutschland bereits etablierte Math-Net hat sich inzwischen so gut wie „verflüchtigt“.

Was sind die Gründe dafür? Als Math-Net startete, existierte *Google* noch nicht. Zwar gab es schon einige allgemeine Suchmaschinen, aber bei der Suche nach mathematischer Information war die Ausbeute äußerst bescheiden. Math-Net wollte dies durch zwei Maßnahmen verbessern. Es regte dazu an, qualitativ hochwertige mathematische Angebote (Preprints, Personen-, Projekt- und Fachbereichsinformationen, Software, Lehrmaterialien, ...) ins Netz zu stellen. Derartige Aktivitäten (insbesondere Volltextangebote wissenschaftlicher Publikationen) wurden auch von anderen gefördert (z. B. arXiv) und waren erfolgreich, so dass sich heute mathematische Werke großen Umfangs im Netz befinden und an vielen Stellen der Welt mathematische Literatur (auch ältere aus vordigitaler Zeit eingescannt) kostenlos elektronisch angeboten wird. Der zweite Vorschlag kam nicht gut an. Alle Dokumente sollten so strukturiert und mit Metadaten versehen ins Netz gestellt werden, dass spezialisierte Dienste diese finden und absuchbar zusammenstellen können. Die strukturierte Verfügbarmachung hat keine Akzeptanz gefunden, weil sie für die Teilnehmer zu arbeitsaufwändig war. Es mussten ferner Absprachen zur Strukturierung getroffen werden. Das war mühevoll, denn die Erarbeitung von Standards und deren Bekanntmachungen benötigten Aktivisten. Im deutschen Math-Net-Projekt hat dies noch funktioniert, da die Partizipation an derartigen Maßnahmen eine BMBF-Förderbedingung war. Ohne finanzielle Förderung, und dazu noch in weltweitem Kontext, musste die personelle Infrastruktur aus Freiwilligen bestehen. Ein Projekt aufbauen macht Spaß, aber dies dann in den Dauerbetrieb zu überführen und zu erhalten, ist weniger reizvoll. Es gab zu wenig Freiwillige, und dann hatten nur wenige Lust, sich auch an Format-, Adress- und ähnliche Absprachen zu halten. Das Hauptargument gegen die strukturelle Bereitstellung „Aber es gibt doch Google!“ war einfach nicht zu entkräften. Google hatte inzwischen seinen Siegeszug angetreten.

Wir müssen auch zugeben, dass wir überhaupt nicht auf die Idee gekommen waren, das gesamte (mathematische) Internet im Volltext einzusammeln, zu indexieren und in eine zentrale Institution zu überführen, so wie das Google realisiert hat. Uns erschien so etwas technisch und finanziell kaum machbar. Wir waren ideologisch gegen Zentralisierung. Unser Ansatz war dezentral und basierte auf Metasuchmaschinen. Der „Preis der Dezentralisierung“ war jedoch, dass an den dezentral beteiligten Stellen (nicht unerhebliche) Arbeit verursacht wurde.

Das langsame Sterben von Math-Net wurde also durch zwei Faktoren verursacht: technischer Fortschritt (Google) und Überschätzung des Potentials freiwilliger dezentraler Mitarbeit (im Wesentlichen bürokratischer Art). Es gibt tatsächlich „community driven efforts“, die ausgezeichnet funktionieren (Linux, Wikipedia). Unserer Meinung nach liegt der Erfolg dieser Projekte darin, dass sie Eigeninitiative zulassen und Anerkennungsmechanismen (hauptsächlich durch die beteiligte Entwicklergemeinschaft) implementiert haben. Aus unserer Erfahrung ist das Hoffen auf freiwillige Mitarbeit an einer guten Sache selten ein nachhaltiges Prinzip. Das gilt insbesondere dann, wenn Teilnehmern kaum Möglichkeiten der Selbstverwirklichung oder beruflichen Anerkennung geboten werden. Auch wenn es viele „Gutmenschen“ gibt, sie haben häufig nicht nur ein Interessensgebiet und auch nur endlich viel Arbeitskapazität.

Besonders bei technisch komplexen Projekten, und das war das Math Net-Projekt, stellt sich die Frage, ob, wie und zu welchem Zeitpunkt man eine Entwicklung für eine breite akademische Zielgruppe öffnet, oder ob man sich auf eine kommerzielle Schiene begibt. Letzteres führt zu Fragen der Anlauffinanzierung und eines aussichtsreichen Business-Plans, der darauf hofft, dass für die gebotene Dienstleistung irgendjemand direkt bezahlen will. Letzteres scheint wenig erfolgversprechend, da offenbar inzwischen die Finanzierung von allgemeinen Internetdiensten vorwiegend über Werbung erfolgt. Was also ist zu tun, „wenn man die Welt mit etwas beglücken will“?

Wir haben darauf keine allgemeine Antwort und möchten auf dieser Tagung gern lernen, wie die Entwicklung in dieser Hinsicht im Bereich des E-Learning ist.

3 Lehre mit elektronischen Medien in der Mathematik, einige Beispiele

Die Mathematik hat erheblich zur Entwicklung von Computern und Kommunikationsnetzen beigetragen und profitiert umgekehrt enorm von diesen. Elektronische Medien können den Mathematikunterricht, das Verstehen von Mathematik und das Umgehen mit ihr signifikant unterstützen. Die praktische Nützlichkeit und Bedeutung von Mathematik wird vielfach erst durch die Implementation mathematischer Algorithmen und einen nutzerfreundlichen Zugang zu diesen sichtbar.

Beispiele für die Entwicklung von mathematischen Werkzeugen, die sowohl Einsatz in der Didaktik als auch in der mathematischen Forschung und in der praktischen Anwendung in anderen Wissenschaften fanden, sind die *Computeralgebra-Systeme*. Mit ihnen kann man z. B. die Funktionswerte „schwieriger“ Funktionen (wie trigonometrische Funktionen, Gamma- und Exponential-Funktionen) beliebig genau bestimmen, Ableitungen berechnen, symbolisch und numerisch integrieren, Matrizen invertieren, algebraische Ausdrücke vereinfachen und auch Funktionen und Daten in zwei oder drei Dimensionen graphisch darstellen. Das heute vermutlich bekannteste Computeralgebra-System ist *Mathematica*, aber auch *Derive*, *Maple* oder *MuPAD* haben große Nutzergruppen. Das ZIB hat sich über viele Jahre an der Entwicklung von *Reduce* beteiligt, das seit 1963 in der Entwicklung ist und Anfang 2009 der *public domain* übergeben wurde. Einige der Systeme sind inzwischen wichtige Bestandteile von Vorlesungen an Universitäten, sowohl in der reinen als auch angewandten Mathematik, sie werden bei der Ingenieurausbildung benutzt und haben (wie z. B. *Derive*) Eingang in den Schulunterricht gefunden.

Wichtige Werkzeuge in Ausbildung und Anwendung sind *Geometriesysteme*, die u. a. geometrische Konstruktionen (Dreiecke, Ellipsen, Rotationskörper, etc.) visuell veranschaulichen. Besonderer Beliebtheit erfreuen sich dynamische Geometriesysteme, die speziell für den Schulunterricht entwickelt wurden. Ein Beispiel hierfür ist das Programm *Cinderella*, das z. T. an FU und TU Berlin entstanden ist. Durch solche Codes werden geometrische Konstruktionen interaktiv veranschaulicht, man kann dabei spielerisch Zusammenhänge entdecken und Beweise „sehen“.

Eines der Hauptforschungsthemen des ZIB ist die Optimierung. In langjähriger Entwicklungsarbeit sind dabei hochwertige Computercodes entstanden, die als *ZIB Optimization Suite* der akademischen Gemeinschaft kostenlos im Quellcode zur Verfügung gestellt werden. Die Verfahren zur Lösung linearer und ganzzahliger Optimierungsprobleme dieser Suite (*Soplex* und *SCIP*) werden an vielen Universitäten in Vorlesungen und Übungen eingesetzt. Die Entwickler sind in letzter Zeit mit mehreren wissenschaftlichen Preisen ausgezeichnet worden.

Im September/Oktober 2009 findet z. B. im Rahmen der Berlin Mathematical School und des MATHEON der dreiwöchige Blockkurs *Combinatorial Optimization at Work* statt, an dem über 130 Doktoranden und fortgeschrittene Master-Studenten aus rund dreißig Ländern intensiv in der mathematischen Modellierung praktischer Anwendungen (mit dem Programm *Zimpl*) geschult werden. Die Kursteilnehmer lernen dabei (anwendungsgetrieben) die zugehörige mathematische Theorie und setzen ihr Wissen anschließend mit Soplex und SCIP in konkrete Rechnungen mit echten Industriedaten um. Der Blockkurs (drei Wochen, acht Stunden pro Tag) wird mit dem Einsatz vielfältiger elektronischer Medien unterrichtet und auf Video aufgezeichnet. Die Videos, ppt-Folien, Filme, etc. werden nach Vorlesungsende im ZIB bearbeitet, anschließend ins Internet gestellt und können dann (wenn die Bandbreite reicht) weltweit „nachgenutzt“ werden. Die Teilnehmer des Blockkurses dürfen die gesamte in der Vorlesung bereitgestellte und im ZIB entwickelte Software mit nach Hause nehmen.

Das MATHEON hat viele seiner Anwendungsprojekte in Kurzfilmen dargestellt, die insbesondere bei öffentlichen Auftritten, Vorträgen in Schulen, etc. einen optischen Eindruck von der Arbeit dieses DFG-Forschungszentrums vermitteln. Viele Filme sind ausschnittsweise in den verschiedensten Fernsehsendungen verwendet worden und tragen so zu einem besseren Verständnis mathematischer Forschung bei. Der erste Autor benutzt die Filme und zahlreiche Visualisierungsalgorithmen, die in den MATHEON- und ZIB-Projekten entstanden sind, in seinen Vorlesungen und Vorträgen.

Dies ist die Skizze eines sehr kleinen Ausschnitts aus dem engeren Arbeitsumfeld der Autoren, die zeigt, dass in der Forschung tätige Mathematiker (working mathematicians) – die neuen elektronischen Medien nutzend – sich mit E-Learning bezogenen Aktivitäten befassen. Sie sehen das oft selbst nicht in diesem Kontext, weil professionelle Didaktik nicht ihr Metier ist. Gleichwohl zählen wir die hier entstehenden Filme, Animationen, Computercodes, etc. zu wichtigen Beiträgen zum Lehren und Lernen mit elektronischen Hilfsmitteln.

4 Besondere Probleme der mathematischen Lehre

Der vorhergehende Abschnitt hört sich so an, als sei E-Learning *der* Standard in der mathematischen Ausbildung und als würde der Einsatz elektronischer Medien den mathematischen Unterricht durchdringen. Weit gefehlt. Es gibt große Probleme, die nicht verschwiegen werden sollten.

Zunächst einmal ist der Aufwand zum Einsatz elektronischer Medien sehr hoch. Für Spezialvorlesungen, die selten gehalten werden oder wegen anhaltenden wissenschaftlichen Fortschritts starken Veränderungen unterworfen sind, ist gar nicht denkbar, dass eine Einzelperson den Vorbereitungsaufwand leisten kann. Der erste Autor nutzt den Einsatz elektronischer Medien in seinen wiederkehrenden Standardvorlesungen des dreisemestrigen Zyklus *Algorithmische Diskrete Mathematik* an der TU Berlin nur an drei oder vier Vorlesungstagen eines Semesters. Der Grund ist, dass Filme aus einer vor zwei oder vier Jahren gehaltenen Vorlesung zum Teil veraltet sind und er neueste Resultate präsentieren möchte, Animationssoftware auf einem inzwischen angeschafften neuen Laptop nicht mehr läuft oder der neue Laptop mit der Maschinerie im Hörsaal nicht kompatibel ist. Das alles ist (im Prinzip) lösbar, aber jeder muss auch mit dem eigenen Zeitbudget haushalten. Trotz besser werdender Ausstattung der Hörsäle ist die Gefahr des Versagens von dabei eingesetzten technischen Geräten oder Software nicht gering. Die dadurch verlorene Zeit ist kaum aufzuholen, die Vorbereitung vergeudet. Aus Effizienzgründen und aus Zeitökonomie wird daher auf den (für sinnvoll gehaltenen) Medieneinsatz manchmal verzichtet. Der oben erwähnte Blockkurs ist eine Ausnahme. Hierbei wird eine Vielzahl von Mitarbeitern eingesetzt, die aus Drittmitteln bezahlt werden und die Vorlesung technisch und inhaltlich unterstützen. Im Rahmen des normalen Personal- und Finanzbudgets einer Universität ist so etwas kaum zu leisten.

Die Vorbereitung des Einsatzes elektronischer Medien kostet grundsätzlich erheblichen Aufwand. In der Mathematik kommt hinzu, dass wie unten (Ausschnitt aus einer Vorlesungsfolie) mit vielen Formeln gearbeitet werden muss.

$$\begin{aligned}
& \max \sum_{e \in E} c_e x_e, \text{ s.t. } \sum_{e \in F} x_e \leq r(F) \quad \forall F \subseteq E, x_e \geq 0 \quad \forall e \in E \\
& \geq \max \sum_{e \in E} c_e x_e, \text{ s.t. } \sum_{e \in F} x_e \leq r(F) \quad \forall F \subseteq E, x_e \geq 0 \quad \forall e \in E, x \text{ ganzzahlig} \\
& = c(I_{\text{opt}}) \geq c(I_{\text{greedy}}) = \sum_{i=1}^n (c_i - c_{i+1}) |I_{\text{greedy}} \cap E_i| \geq \sum_{i=1}^n (c_i - c_{i+1}) r_u(E_i) \\
& = \sum_{i=1}^n y_{E_i} r_u(E_i) \\
& \geq \min \sum_{F \subseteq E} y_F r_u(F), \text{ s.t. } \sum_{F \ni e} y_F \geq c_e \quad \forall e \in E, y_F \geq 0 \quad \forall F \subseteq E \\
& \geq q \min \sum_{F \subseteq E} y_F r(F), \text{ s.t. } \sum_{F \ni e} y_F \geq c_e \quad \forall e \in E, y_F \geq 0 \quad \forall F \subseteq E \\
& = q \max \sum_{e \in E} c_e x_e, \text{ s.t. } \sum_{e \in F} x_e \leq r(F) \quad \forall F \subseteq E, x_e \geq 0 \quad \forall e \in E \\
& \geq q \max \sum_{e \in E} c_e x_e, \text{ s.t. } \sum_{e \in F} x_e \leq r(F) \quad \forall F \subseteq E, x_e \geq 0 \quad \forall e \in E, x \text{ ganzzahlig} \\
& = q c(I_{\text{opt}})
\end{aligned}$$

Die Eingabe der Formeln ist mühsam und dazu noch eine große didaktische Herausforderung. In der üblichen „Tafelvorlesung“ wird man schon durch die beschränkte Geschwindigkeit des Schreibens mit Kreide gebremst. Bei PowerPoint oder ähnlichen Visualisierungssystemen gerät man in Gefahr, viel zu schnell vorzugehen und den Gedankengang einer Argumentationskette nur oberflächlich zu erläutern. Eigene Erfahrungen aus mathematischen „PowerPoint-Vorlesungen“ zeigen, dass viele Studierende sehr bald in einen „Kinomodus“ übergehen, sich berieseln lassen und weder mitdenken noch mitschreiben. Hier ist also zusätzliche ppt-Didaktik gefordert.

5 Hard- und Software

Man könnte einwenden, dass inzwischen auch an der TU Berlin E-Learning-Software bereitgestellt wird und dass damit bessere Lehr- und Lernumgebungen gegeben sind. Der erste Autor hat an mehreren Softwaredemonstrationen hierzu teilgenommen. Diese waren eher abschreckend. Der Vortragende kam selbst nicht ohne Unterstützung mit der Software zurecht. Einarbeitung in lokal entwickelte E-Learning-Software, die permanenter Pflege lokaler „Gurus“ bedarf, halten wir nicht für sinnvoll. Neben Zeitökonomie ist hier die Abhängigkeit von wenigen „Kennern“ ein wichtiger Gesichtspunkt. Wer hilft, wenn es brennt?

Natürlich hoffen wir, dass in nicht allzu ferner Zukunft eine gewisse Standardisierung vorhanden sein wird, aber noch wird sehr viel an lokalen Prototypen gewerkelt. Das Problem für die Nutzer (Lernende und Lehrende) wird noch größer, wenn neben der üblichen Hardware (Laptop, PC, Beamer) und Standard-Software (PowerPoint, PDF, Latex) speziell für E-Learning entwickelte Hardware verwendet werden soll. „E-Kreide“ und Ähnliches sind sehr hilfreich, aber wie viele Institutionen werden sich bei starken Budgetrestriktionen solche Dinge leisten können? Wer bezahlt Wartung und Pflege? Klar, diese Argumente gab es auch beim Aufkommen von PCs, aber wir sollten uns daran erinnern, wie schwierig die Einbindung dieser Geräte in den Unterricht war (und noch ist). Bei aller Euphorie bezüglich der positiven Aspekte des E-Learnings dürfen die „Anforderungen der realen Welt“ nicht außer Acht gelassen werden.

6 E-Learning-Angebote hierzulande

Wir sind natürlich keineswegs gegen E-Learning-Angebote, das Gegenteil ist der Fall. Wir sehen großes Potential insbesondere bei Massenvorlesungen, die in ähnlicher Form für eine große Hörerschaft regelmäßig wiederholt werden und bei denen die jeweils erforderliche Modernisierung des Lehrmaterials nur relativ geringen Umfang hat. Dies sind in der Mathematik einige der Grundvorlesungen (Lineare Algebra, Analysis) und Servicevorlesungen für andere Fächer. Die Autoren haben in letzter Zeit solche Vorlesungen nicht gehalten. Um uns einen Eindruck vom Stand der allgemeinen E-Learning-Entwicklung in diesem Bereich zu machen, haben wir im Internet nach

„Musterbeispielen“ gesucht. Wir haben jedoch bei der Vorbereitung zu dieser Tagung auf deutschen Webservern nur wenig gefunden, was öffentlich zugänglich ist. Es wird zwar von E-Learning-Vertretern verschiedentlich behauptet, dass an einigen deutschen Universitäten die Hälfte oder gar zwei Drittel aller Studenten aktive Nutzer der angebotenen E-Learning-Plattformen seien, aber was das wirklich bedeutet, konnten wir nicht ermitteln. Ebenso war es uns unmöglich nachzuprüfen, ob wirklich Tausende von Kursen verfügbar sind (nach Angaben der FU Berlin z. B. sind es dort etwa 1600 Kurse). Was wird da wirklich in welcher Form angeboten, und wie wird es genutzt? Es wäre schön, wenn man sich eigenständig ein „echtes“ Bild von den (ganz offensichtlich vorhandenen) Leistungen im E-Learning-Bereich machen könnte. E-Learning findet aber anscheinend hinter „E-Mauern“ statt.

Könnten nicht durch universitätsübergreifende und offene Zusammenarbeit deutliche Verbesserungen und rascherer Fortschritt erzielt werden? Geschieht das vielleicht sogar, nur der „unbedarfte Sucher“ merkt es nicht? Wir können wissenschaftliche Gründe für die Abgeschlossenheit nicht erkennen. Die modernen elektronischen Werkzeuge bieten für Zusammenarbeit, Austausch und Nachnutzung exzellente Möglichkeiten. Und Nachnutzung in der Lehre ist doch sehr üblich. So stehen etwa die Vorlesungsskripte des ersten Autors seit Jahren im Netz und werden auch an anderen Universitäten verwendet, Teile sind in die Skripte und Bücher anderer Kollegen eingeflossen. Dagegen ist nichts einzuwenden, wenn angemessen zitiert wird.

Die Ergebnisse unserer kleinen Recherche stehen in krassem Gegensatz zu öffentlichen Kundgebungen und Bekenntnissen. Am Tage des Vortrags war z. B. auf dem an der Freien Universität Berlin (FU) angesiedelten CeDiS-Server Folgendes zu *Open Access* zu finden:

1. *Zur Access-Politik der FU Berlin:* „Der Präsident der Freien Universität Berlin hat im Januar 2006 die "Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities" unterzeichnet. Im Sommer 2008 hat der Akademische Senat der Freien Universität zusätzlich eine Open-Access-Policy verabschiedet, in der die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen gebeten und ermutigt werden, die eigenen Arbeiten entweder über (universitäre oder disziplinäre) Dokumentenserver zugänglich zu machen oder in Open Access-Zeitschriften zu veröffentlichen.“
2. *Zu den Services des Center für Digitale Systeme:* „CeDiS unterhält eine Publikationsplattform für Wissenschaftler/innen und Einrichtungen innerhalb und außerhalb der Freien Universität Berlin. Es berät und unterstützt Herausgeber/innen oder Institutionen, die entweder bereits bestehende Printzeitschriften in ein elektronisches Format überführen oder eine Open-Access-Zeitschrift neu gründen wollen. Auskünfte zum universitären Dokumentenserver gibt die Universitätsbibliothek, die diesen vorhält und betreut.“

Zwar verfügt die FU Berlin inzwischen über einen Open Access-Server, der Geist der Open Access-Erklärung scheint jedoch nicht in alle Fachbereiche und zu allen Wissenschaftlern vorgedrungen zu sein. Das gilt insbesondere auch für die E-Learning-Angebote der FU, die auf der Plattform von *Blackboard* erstellt werden, einem E-Learning-System, das FU-weit eingesetzt und in Deutschland verbreitet ist. Hier dominiert die Abgeschlossenheit. Auch Publikationen hierzu werden kaum online verfügbar gemacht – wirklich schade und ganz gegen den öffentlich bekundeten Wunsch des FU-Senats. CeDiS kam als Nachbar des ZIB in den Focus, andere an dieser Tagung beteiligte Institutionen stehen dem Open Access-Gedanken jedoch kaum näher. Dass es im Bereich des E-Learning auch anders geht, zeigt der Inhalt des restlichen Teils dieser Arbeit.

7 Vom Wandel in der Gesellschaft

Wissen ist ein öffentliches Gut. Im Internet entstehen ständig neue Technologien, um Wissen zu nutzen, zu teilen und wiederzuverwenden. Schlagworte wie: Globalisierte Informations- und Wissensgesellschaft, Wissensexplosion, Informationsüberfluss und schnelle Wissensveralterung sind längst Gegenstand der öffentlichen Diskussion. Das Internet wirkt mit seinen neuen Technologien, dem World Wide Web, Google und Social Networks tief in alle Bereiche unserer Gesellschaft hinein, auch in Wissenschaft und Forschung. Die Internet-Revolution erfasst in diesen Tagen das Gebiet der Zeitungen, die weltweit um ihr Überleben kämpfen. Mit Wikis, Blogs, e-Portfolios und Podcasts entsteht eine neue Kultur der kollektiven Produktion, Verbreitung und Bewertung von Nachrichten und Wissen, die sich anders versteht, organisiert und finanziert.

Lebenslanges Lernen ist nicht mehr nur ein Schlagwort, sondern – immer öfter – Realität. Wer nicht mithält, läuft Gefahr, zurückzufallen. Autonomes Lernen rückt heute in den Mittelpunkt. Lebenslang Lernende sind auf freie Bildungs- und Forschungsressourcen angewiesen und erzeugen eine stark wachsende Nachfrage, die auf traditionellem Wege nur zum Teil befriedigt werden kann. Neue Komplexitäten im Bildungssektor, wie z. B. PISA, Bologna-Prozess und Exzellenz-Initiative, verstärken den Druck auf Lernende und Lehrende. So wächst das Bedürfnis, sich im Internet auszutauschen. Geben und Nehmen wird zum notwendigen, permanenten Prozess.

Veronika Hornung-Prähäuser¹, eine Protagonistin des Internet-gestützten Lernens in Österreich, formuliert die Anforderungen an Wissensressourcen im Bereich der Forschung und Lehre so:

- Zugang zu Inhalten für Lehrende & Lernende (auch zu Metadaten) lebenslang kostenlos
- Kostenlose Nutzung von Werkzeugen und Suchmaschinen. Gestaltung von Inhalten nach offenen Standards und Formaten
- Open Source Software, offene Schnittstellen, Möglichkeiten der Verbreitung von Diensten
- Eingebettet in die globale Infrastruktur (Internet, Web, Suchmaschinen, Social Networks)

Was in der globalen Wissensgesellschaft des Internet schon zum Standard geworden ist, erscheint aus der Perspektive des E-Learning im deutschsprachigen Raum noch als Vision. Dabei kann man es auch im Bereich des E-Learning besser machen, sofern man bereit ist, sich auf die offenen Kommunikations- und Kooperationstechnologien des modernen Web, gelegentlich auch Web 2.0 genannt, einzulassen.

8 Komponenten des selbstorganisierten Lernens und Lehrens

Die folgenden Kapitel diskutieren eine Auswahl – überwiegend internationaler – wichtiger und z. T. vorbildlicher Beispiele des E-Learning, wobei wir die Anwendung in den Vordergrund stellen, aus systematischen Gründen aber nach Technologien sortieren. Wir nennen hier nur die bekanntesten Typen:

- Wikis, Blogs, ... (Wikipedia, Wordpress ... und Google)
- Grassroot Videos (YouTube, ...)
- Podcasting (Apple's iPod, podcampus.de ...)
- Social Bookmarks, Social Tagging (del.ici.ous, ...)
- Social Networks

sowie Vorgänger und ältere Formen im Wissenschaftsbereich:

- Diskussionsforen, Mailinglisten und –archive, ...
- Open-Access-Server, Preprint-Server, ...
- Homepages, Web-Sites, ...

... und jeweils entsprechende Suchmaschinen. Google ist nur die bekannteste. Schlagen Sie bitte mittels Google in der Wikipedia nach, wenn Sie Erläuterungen zu den Systemen erhalten und technische Details wissen wollen. Wir ersparen uns mit wenigen Ausnahmen die Angabe entsprechender URLs.

9 Forschungs-Blogs und Wikis von Terence Tao

Terence Tao war ein Wunderkind. An seinem 12. Geburtstag hat er eine Medaille bei einer internationalen Mathematikolympiade gewonnen und ist damit der jüngste Medaillengewinner aller Zeiten. Heute ist Tao mit 34 Jahren eine der bekanntesten Persönlichkeiten der mathematischen Forschung. Im Jahre 2006 hat ihm die IMU eine Fields-Medaille verliehen, die in der Mathematik als eine dem Nobelpreis gleichwertige Auszeichnung angesehen wird.

¹ Veronika Hornung-Prähäuser et al.: *Eine Landkarte internetgestützten Lernens; In: dies. (Hrsg.), Selbstorganisiertes Lernen im Internet. Einblick in die Landschaft der webbasierten Bildungsinnovationen. Innsbruck: Studienverlag, S. 13-25*

Was Terence Tao über sich selbst schreibt, ist auf seiner Homepage² zu finden:

- I am a Professor at the Department of Mathematics, UCLA. I work in a number of mathematical areas, but primarily in harmonic analysis, PDE, geometric combinatorics, arithmetic combinatorics, analytic number theory, compressed sensing, and algebraic combinatorics. I am part of the Analysis Group here at UCLA, and also an editor or associate editor at several mathematical journals.
- Here are my [papers and preprints](#), my [books](#), my [research blog](#), and the [group blog on mathematics in Australia](#) that I administrate. I maintain a [harmonic analysis mailing list](#) and contribute to the [DispersiveWiki](#) project.
- I used to maintain a [harmonic analysis page for conferences and other links](#).

Terence Tao ist sich nicht zu schade, sich mit eigenen Beiträgen in die weitgehend anonyme Welt der Wikipedia einzureihen. Er überwindet jedoch die in Wikipedia sonst übliche Anonymität durch einen persönlichen Blog³, in dem er aktuelle Fortschritte seiner Forschungsarbeiten darstellt, verbreitet, kommentiert und kommentieren lässt. Er nutzt dafür das Blog-System „Wordpress“, bei dessen Entwurf eine schlichte und zugleich schöne Präsentationsform im Vordergrund stand. Die bei Wordpress eingesetzte technologische Basis (PHP, MySQL, Apache) ist *Open Source* und sehr weit verbreitet, gerade auch unter Mathematikern. Wordpress ist sehr einfach zu handhaben und auch ohne Kenntnisse des Programmierens durch eine Reihe von vorgefertigten Layouts und unzählige Plugins erweiterbar. Eines davon, das LaTeX-Plugin für den mathematischen Formelsatz, ist für Mathematiker von besonderem Interesse.

Der kommunikative Wert von Wordpress und anderen Blog-Systemen liegt in einem Satz von Funktionen, die wir als „Instant-Kommunikation“ bezeichnen möchten. In Wordpress formulierte Blogs werden sofort im Netz veröffentlicht. Solche Beiträge können von Lesern mittels RSS abonniert und über RSS-Syndication auch in anderen Web-Servern zusammengeführt werden. Gleichzeitig werden Wordpress.org und andere für Blogger wichtige Sammelplätze und Suchmaschinen für Blogs über neu erstellte Blogs informiert. Kooperationspartner, Studenten und andere Leser bleiben auf diese Weise immer über den aktuellen Stand der Diskussion seines Blogs informiert und können, sofern Terence Tao entsprechende Zugriffsrechte freigeschaltet hat, mit ihren Kommentaren unmittelbar in die Diskussion eingreifen. Das Blog-System sorgt durch die Erzeugung von permanent gültigen URLs für die langfristige Referenzierbarkeit der Blogbeiträge (*Permalinks*). Solche Links sind auch für universelle Suchmaschinen, wie Google und deren Nutzer von großem Wert.

Terence Tao unterstützt seine Partner, Studenten und andere Leser durch ein ausgefeiltes System von Klassifikationen und freie Stichworte (sogenannte *Tags*), die am Rande seines Blogs wohlintegriert in seiner Wordpress-Instanz mitgeführt werden (Tags in einer *WordCloud*). Externe Links in das „mathematische Umfeld“ seines Forschungs-Blogs im Internet liefern dem Leser ausgewählte Hinweise zu seinen Publikationen und Interessengebieten, die sich nicht allein auf die Mathematik beschränken. Sein zum Zeitpunkt der Niederschrift dieses Artikels aktueller Beitrag (vom 29. Mai 2009) behandelt „Google Wave“, das von Google für den Herbst diesen Jahres angekündigte neue Kooperations- und Kollaborationssystem, und demonstriert mit der Integration des entsprechenden Videos „Google Wave Developer Preview at Google I/O 2009“ zugleich die multimedialen Fähigkeiten von Wordpress. Natürlich kann Wordpress nicht nur YouTube-Videos integrieren, sondern auch Bilder und Grafiken bei Flickr und Google Images, Suchfenster zu Google Books und Google Scholar.

Terence Tao betreibt ein wohlstrukturiertes Ensemble von Blogs, Wikis und Mailinglisten, seine Homepage und seine Sammlung von eigenen Artikeln und Büchern sowie Links in das mathematische Umfeld auf hohem fachlichen Niveau, wobei er seine Partner, Leser und Studenten aktiv informiert und in die Diskussion einbezieht. Dabei betreibt er keine eigenen Server, sondern nutzt die im Internet vorhandenen Infrastrukturen und Mittel. Wir werden im nächsten Kapitel ein weiteres Beispiel einer offen geführten Diskussion mit Studenten sehen, das für den Bereich des E-Learning neue Wege aufzeigt.

² <http://www.math.ucla.edu/~tao/> besucht am 12.03.2009, einige URLs sind aus dem Text gelöscht.

³ <http://terrytao.wordpress.com/> zuletzt besucht am 09.06.2009

10 Graswurzel-Videos

Die Bezeichnung „Grassroot Videos“ und einige Beispiele haben wir aus dem „2008 Horizon Report“ des „New Media Consortium“ (NMC⁴) und der EDUCAUSE⁵ E-Learning-Initiative entnommen. Diese Kollaboration untersucht in jährlichen Abständen technologische Fortschritte im Bereich der neuen Medien und Technologien und bewertet sie, um daraus Perspektiven für die Zukunft des E-Learning zu gewinnen. Der Horizon-Report von 2008 fasst die Ergebnisse der letzten fünf Jahre zusammen. Er enthält eine Fülle von mustergültigen Beispielen für Internet-orientiertes Lernen und Lehren in freier und in institutsgebundener Kooperation.

Videos sind heute ubiquitär. Das Equipment ist in den letzten Jahren durch technische Fortschritte in der Digitalisierung sehr preiswert geworden. Es findet sich in der Hand von Amateuren und von Fachleuten: Lehrern, Wissenschaftlern, Musikern, Fachleuten der bildenden Künste, ... Diese Liste ist endlos. Jedermann kann heute Videos bei YouTube, Wikipedia und in Sammelplätzen für Blogs und thematische Web-Sites einbringen. Im Internet und dem modernen Web steht eine Vielfalt technischer Mittel zur Bearbeitung und Aufbereitung von Videos bereit, von Werkzeugen zum Schnitt über Verbesserungen des Videomaterials bis hin zur Aufbereitung für die Publikation in YouTube oder anderen Video-Servern. (Auch der erste Autor dieses Beitrags hat die bearbeitete Videoaufzeichnung eines seiner Vorträge (acatech-Festveranstaltung 2008) über YouTube verfügbar gemacht.)

Die neuen Techniken bilden fruchtbaren Boden für das Entstehen von Graswurzel-Initiativen. Diese wachsen im Vergleich zu traditionellen Organisationen von unten nach oben, manchmal auch gegen den Strich. YouTube-Videos gelangen in großer Zahl durch die Eigeninitiative einzelner Personen ins Netz. Ein mathematisches Video des DFG-Forschungszentrums MATHEON hat ein Lehrer und ehemaliges Mitglied des MATHEON für seine Schüler schon vor Jahren nach YouTube hochgeladen⁶, ohne dass dem MATHEON-Management dieses bewusst war. Suchen Sie einfach einmal bei YouTube nach „Matheon“. Bis heute hat das MATHEON keinen eigenen Bereich für Videos eingerichtet, obwohl es über eine große Zahl von Mathematik-Videos aus der aktuellen Forschung verfügt.

Videos eignen sich neben interaktiven Animationen außerordentlich gut, mathematische Verhältnisse lebendig zu vermitteln. Dies ist allerdings nicht immer einfach – nicht nur wegen der Mathematik, sondern noch mehr wegen des Schlüsselwortes „lebendig“. Dafür bedarf es mehr als nur Technologie; man benötigt ein didaktisches Konzept und eine „dramaturgische Idee“. Ein Beispiel ist das einfache Video zweier Mathematik-Professoren an der Universität von Minnesota, die eine 3-D-Animation eingesetzt und mit Musik unterlegt haben, um Möbius-Transformationen⁷ zu illustrieren. Es wurde mehr als 1.500.000-mal heruntergeladen, was einen großen Bedarf an fachlich interessanten Videos demonstriert – selbst aus der Mathematik.

Die Universität von Kalifornien, Berkeley, hat ihre Kurse und Mitschnitte von hochrangigen Veranstaltungen als YouTube-Kanäle⁸ eingerichtet, wodurch sie sich deutlich von dem sonst bei YouTube üblichen Pop-Material abgrenzt und eine eigene Identität (*Brand*) auf YouTube kreiert. Hier finden sich derzeit z. B. dutzende Videos zur Chemie, Biologie, Computer Science und zu Suchmaschinen. Eines davon zeigt einen Vortrag von Sergey Brin, Mathematiker und Miterfinder von Google's PageRank. Einen vergleichbaren YouTube-Kanal⁹ betreibt die Universität von Maryland, Baltimore County, ein typisches *Liberal Arts College*. Hier finden sich auch eine Reihe von Beiträgen aus dem Campus-Leben, die von Studenten produziert wurden, und Videos zu Themen, die man als Verbindung von Kunst und Wissenschaft bezeichnen kann. Manil Suri, Mathematik-Professor und Bestseller-Autor, spricht hier¹⁰ z. B. über „The Mathematics of Fiction“.

⁴ Das NMC ist ein internationales Non-Profit-Konsortium, an dem sich etwa 300 auf das Lernen fokussierende Institutionen beteiligen: <http://www.nmc.org/about>

⁵ EDUCAUSE is a nonprofit association whose mission is to advance higher education by promoting the intelligent use of information technology: <http://www.educause.edu/about>

⁶ <http://www.youtube.com/watch?v=GtHzbQsS2rl> Das MATHEON selbst ist unter www.matheon.de zu finden.

⁷ <http://www.youtube.com/watch?gl=CA&hl=en&v=JX3VmDgiFnY> „Moebius Transformations Revealed“

⁸ <http://www.youtube.com/ucberkeley>

⁹ <http://www.youtube.com/umbc>

¹⁰ http://www.youtube.com/watch?v=vbHTvA0Bans&feature=channel_page

Beiträge wie diese unterstützen nicht nur die Lehre vor Ort, sondern wirken weit darüber hinaus, im Grunde weltweit. Ob es sinnvoll ist, auch Kursmaterialien mit Übungen und Diskussionsbeiträgen von Studenten auf diese Weise zu veröffentlichen, ist ein offenes Problem. Alexandra Juhasz, Professorin für Medien am Pitzer College, Claremont, Kalifornien, hat diese Frage in zwei Kursen „Learning from YouTube“ (Herbst 2007 und Herbst 2008) zusammen mit den Studenten ihrer New Media-Klasse behandelt¹¹. Die Studenten haben ihre Videos eigenständig produziert und in einem YouTube-Channel zusammengeführt, dokumentiert und veröffentlicht. Alexandra Juhasz hat davon unabhängig das Experiment und die Ergebnisse der Studenten fortlaufend und freimütig in ihrem eigenen Wordpress Blog¹² kommentiert und, obwohl das abschließende Ergebnis für YouTube wenig schmeichelhaft ausfällt, handelt es sich doch um ein für die Lehre und E-Teaching nützliches Experiment.

11 Die Open Access-Strategie des MIT

Das MIT stellt der MIT-Community einen Video-Sharing-Server, MIT-Tech-TV¹³, für die Sammlung und Verbreitung von eigenen Video-Beiträgen aus Wissenschaft und Technologie kostenfrei zur Verfügung. Hochschullehrer und Studenten, Ehemalige und Förderer, Eltern und Schüler (ab 12 Jahren) erhalten damit die Möglichkeit, auch persönliche Beiträge aus dem thematischen Umfeld des MIT und dem gesellschaftlichen Leben am MIT öffentlich zu teilen und mit ihrer eigenen Homepage zu verbinden. Jeder, der über eine E-mail-Adresse des MIT verfügt, kann Videos auf diesen *Host*, der ein breites Spektrum von Video-Formaten unterstützt, hochladen und kostenfrei abspielen (*streamen*) lassen. Auf diese Weise wird das Lernen und Lehren bis in die Familien der MIT-Community hinein unterstützt, die regional und weit über die Region hinaus – weltweit – verteilt ist.

Das MIT setzt auf diese Weise neue Akzente für seine Open Access-Strategie, alle Kurse und Lehrveranstaltungen kostenfrei öffentlich zugänglich zu machen. Die MIT OpenCourseWare (OCW)¹⁴ ist eine Web-basierte Publikation des gesamten virtuellen Kurs-Contents des MIT: Videos und Podcasts von heute mehr als 1.800 Lehrveranstaltungen in 33 akademischen Disziplinen. Eine größere Zahl dieser Videos ist technisch mit einfachen Mitteln realisiert. Vollständigkeit und weite Erreichbarkeit ließen sich vielleicht nur auf diese Weise erzielen. Die OCW wurde im Jahre 2001 in der NY Times angekündigt. Die ersten Videos erschienen 2002.

Das gute Beispiel machte bald Schule. Forschungseinrichtungen, wie das *Mathematical Research Institute* (MSRI) in Berkeley, das schon in den 1990er Jahren Vorträge auf Video aufgezeichnet hat, zogen mit eigenen Video-Streaming-Servern nach. Auf dem Server des MSRI¹⁵, der im Jahre 2004 seinen Betrieb aufnahm, sind heute über 400 Videos von Lehrveranstaltungen der Mathematik und ihren Spezialgebieten abrufbar. Diese Videos werden langfristig vom Internet-Archiv archiviert. Auch die IMU, deren Webseiten vom ZIB bereitgestellt werden, macht inzwischen Videos verfügbar. Sie bietet die Videoaufzeichnungen der Plenarvorträge ihrer Weltkongresse (ICMs) an, beginnend mit dem ICM'98, der 1998 in Berlin stattfand. Darunter sind einige von vermutlich großem historischen Interesse wie der Vortrag von Andrew Wiles in Berlin über die Lösung der Fermat-Vermutung.

Die OCW des MIT war Ausgangspunkt und Vorbild für das OpenCourseWare Consortium¹⁶, eine Vereinigung von heute mehr als 200 Hochschulen und anderen Institutionen der höheren Bildung aus der ganzen Welt. Ziel ist, einen qualitativ hochwertigen, breiten und tiefen Bestand an offenem Content im Bildungsbereich zu erstellen und diesen weltweit zu teilen. Aus dem „About“:

„The mission of the OpenCourseWare Consortium is to advance education and empower people worldwide through *opencourseware*.“

Die Liste der teilnehmenden Institutionen umfasst 34 Länder. Deutschland ist nicht vertreten, was die Stellung des E-Learning in Deutschland zu charakterisieren scheint.

¹¹ <http://www.youtube.com/mediapraxisme>

¹² <http://en.wordpress.com/tag/learning-from-youtube/>

¹³ <http://techtv.mit.edu/>

¹⁴ <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/home/home/index.htm>

¹⁵ <http://www.archive.org/details/msri>

¹⁶ <http://www.ocwconsortium.org/>

12 Problemzonen des offenen Lernens

Das offene Lernen im Internet, etwa wie es bei Pitzer College betrieben wird, ist nicht unproblematisch. Sollen Lernprozesse im Web sichtbar sein? Wie steht es dann um den (Daten-) Schutz der beteiligten Studenten? Werden dadurch nicht Prüfungsmaterialien öffentlich zugänglich? Können Produkte des E-Learning – Videos, Audios, Podcasts, etc. – problemlos im Web global zugänglich gemacht werden? Open Content verträgt sich nicht mit dem traditionellen Copyright. Er muss eigens durch den Einsatz entsprechender Open Content-Lizenzen für die offene Nachnutzung „freigeschaltet“ werden. Wie steht es mit der Qualitätssicherung? Welcher Hochschullehrer, wir haben das bereits diskutiert, kann es sich leisten, den für die Produktion der Materialien zusätzlichen Aufwand zu erbringen? Anfangs steht dem, wie ebenfalls erläutert, auch eine Reihe von technischen Schwierigkeiten entgegen.

Dabei ist E-Learning mehr als „Medien-Technologie“. Der Server *e-teaching.org* führt allein für das Didaktische Design¹⁷ die Berücksichtigung folgender Punkte an:

- Konzeption
- Recherche
- Kommunikation
- Mediengestaltung
- Qualitätssicherung
- Theoretischer Hintergrund

Die Lernkurve für angehende Aktivisten des E-Learning ist steil. Neben der Verfügbarkeit von ausgezeichneten Lernmaterialien ist hohe Kompetenz in mehreren Disziplinen gefragt. Hinzu kommt, dass dem Einsatz der neuen Technologien in Deutschland eine Reihe von Hemmnissen entgegensteht¹⁸.

13 Ein Schlusswort

Die vorhergehenden Abschnitte mögen den Eindruck erwecken, dass wir auf den deutschen „E-Learnern“ „herumhacken“ wollen. Das Gegenteil ist der Fall. Wir haben mit dem offenen Bekenntnis eigener Fehler beim Aufbau der IuK-Infrastruktur für die Mathematik begonnen und die Fehler eingehend analysiert. Wir hoffen, dass die deutsche E-Learning Community aus diesen Fehlern lernen kann.

Wir wünschen uns mehr Offenheit, mehr allgemeine Sichtbarkeit des vorhandenen Materials (Open Access) und haben durch die vielen Beispiele, vornehmlich aus den USA, zeigen wollen, dass dies möglich ist. Wir wünschen uns Kooperation und Verständigung auf einfache allgemeine Standards, so dass der „working mathematician“ (und jeder andere Lehrende) von den E-Learning-Technologien ohne großen Zusatzaufwand Gebrauch machen kann, dass Handreichungen für die Nichtspezialisten entwickelt werden, die auch didaktische Hinweise und Anregungen geben, damit E-Learning einfach einzusetzen ist und auch wirklich attraktiv für die Lernenden wird. Wir sehen inzwischen das begrüßenswerte Aufkommen von Kursen wie „Online Lehre lernen“, die zeigen, wie man das Internet für die Lehre nutzen kann. Ob die (meistens geforderten) Teilnehmergebühren Anreiz oder Hinderungsgrund für eine Beschäftigung der Lehrenden mit E-Learning sind, muss sich zeigen. Dass die Unterstützung des Lehrens und Lernens mit elektronischen Hilfsmitteln zu einer deutlichen Verbesserung der Lehre führen kann, steht für uns außer Zweifel. Jedoch ist noch eine große Wegstrecke zurückzulegen, bis flächendeckend die hierfür erforderliche Qualität erreicht wird.

¹⁷ <http://www.e-teaching.org/didaktik/>

¹⁸ Birgit Gaiser: *Lehre im Web 2.0 – Didaktisches Flickwerk oder Triumph der Individualität?*
http://www.e-teaching.org/didaktik/kommunikation/08-09-12_Gaiser_Web_2.0.pdf

Vita

Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Martin Grötschel ist seit 1991 Mathematikprofessor an der TU Berlin und Vizepräsident des ZIB. Er studierte 1969-1973 in Bochum; Promotion (1977) und Habilitation (1981) erfolgten in Bonn. Von 1982 bis 1991 war er Professor an der Universität Augsburg, von 2002 bis 2008 Sprecher des Berliner DFG-Forschungszentrums MATHEON. Seine mathematischen Forschungsinteressen liegen in den Bereichen Diskrete Mathematik, Optimierung und Operations Research mit engen Verbindungen zur Informatik. Eines seiner speziellen Anliegen ist der Entwurf effizienter Verfahren zur Lösung schwieriger kombinatorischer Optimierungsprobleme der industriellen Praxis, u. a. in den Bereichen Telekommunikation, Chip Design, Energieverteilung, Produktionsplanung, Transport und Logistik, öffentlicher Verkehr. Er hat sich gleichfalls über viele Jahre mit Themen der elektronischen Information und Kommunikation sowie des Bibliothekswesens beschäftigt. Seine wissenschaftlichen Leistungen wurden mehrfach ausgezeichnet. Er ist u. a. Träger des Leibniz-, Beckurts-, von Neumann-, und Dantzig-Preises. Er ist Mitglied mehrerer Akademien und seit 2007 Generalsekretär der IMU. Weitergehende Informationen sind unter <http://www.zib.de/groetschel/> zu finden.

Joachim Lügger: war bis zum Sommer 2009 Leiter der Abteilung Wissenschaftliche Informationssysteme am Zuse-Institut Berlin und in dieser Eigenschaft u. a. Leiter der Zentrale des Kooperativen Bibliotheksverbundes Berlin-Brandenburg. Seine Forschungsinteressen liegen im Bereich der Internet-Informationssysteme und der neuen Technologien des World Wide Web. Zu den Schwerpunkten seiner Tätigkeit gehören Mathematische Informationssysteme und Suchmaschinen im Bereich der wissenschaftlichen Bibliotheken. Er geht im Herbst 2009 in den Ruhestand.