

Content Sharing bei elektronischen Assessments

Stefan Bisitz, Juliane Wenzel, Peter Riegler

Institut für Medieninformatik
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaft
Salzdahlumer Str. 46/48
38302 Wolfenbüttel
{st.bisitz, ju.wenzel, p.riegler}@ostfalia.de

Abstract: Die leichte Wiederverwendbarkeit elektronischer Lernobjekte gilt als Vorteil gegenüber traditionellen Formaten. Wir untersuchen im Kontext eines Projektes zur Erstellung elektronischer Assessments quantitativ, ob und in welchem Maße Lernobjektwiederverwendung Realität ist.

1 Einleitung

Content Sharing, die leichte Wiederverwendbarkeit und das Wiederverwenden von Inhalten, werden häufig als positive Merkmale von eLearning genannt. Ob diese Wiederverwendbarkeit tatsächlich Realität ist, kann durchaus angezweifelt werden. Nach mehr als einem Jahrzehnt der Erforschung und des Einsatzes elektronischer Lernobjekte werden für die Wiederverwendung grundlegende Aspekte wie Rechte- und Vermarktungsmodelle praktisch unvermindert diskutiert.

Es ist plausibel, dass die Wiederverwendung von Inhalten stark vom Anwendungskontext und rechtlichen und monetären Randbedingungen abhängt. Über die wesentlichen Parameter, die Wiederverwendung begünstigen, besteht weitestgehend Einigkeit [Li03]. Dennoch gibt es kaum Datenmaterial, das den Wiederverwendungsgrad elektronischer Lehrressourcen beschreibt.

Wir stellen in dieser Arbeit solches Datenmaterial und dessen quantitative Analyse vor. Das Datenmaterial entstammt dem Kontext elektronischer Assessments. Solche Assessments sind durch eine automatische Bewertung gekennzeichnet. Studierende bekommen dadurch praktisch sofortiges Feedback über ihren aktuellen Leistungsstand. Die besondere didaktische Wirksamkeit solcher elektronischer Lernobjekte, sofern sie für formative Assessments eingesetzt werden, wurde schon früh [No99] und inzwischen mehrfach belegt.

Das konkrete Datenmaterial entstammt einem zweijährigen Projekt, mit dem Ziel elektronische Assessments für typische Ingenieurmathematikveranstaltungen an deutschen Hochschulen zu erstellen. Dieses Projekt wird in Abschnitt 3 kurz vorgestellt. Technisch gesehen handelt es sich bei diesem Projekt um ein Teilprojekt der weltweit tätigen LON-CAPA-Initiative [Ko08]. Die für diese Arbeit wichtigen Aspekte der von LON-CAPA verwendeten verteilten Plattform werden in Abschnitt 2 beschrieben.

Abschnitt 4 analysiert entlang dreier Dimensionen die Wiederverwendung der im zugrundeliegenden Projekt geschaffenen elektronischen Ressourcen unter den Nutzern des LON-CAPA-Netzwerks. Abschnitt 5 fasst die Ergebnisse zusammen.

2 Content Sharing in LON-CAPA

LON-CAPA vernetzt derzeit mehr als 180 Bildungsinstitutionen wie Schulen und Hochschulen auf der ganzen Welt. Während die Mehrzahl der Nutzer in dem 1993 initiierten Verbund in den vergangenen Jahren vorwiegend aus Nordamerika kam, nimmt seit 2006 die Teilnehmerzahl gerade, aber nicht nur, in Europa stetig zu. Besonders Fachhochschulen in Deutschland erkennen den Mehrwert der Ressourcenteilung und schließen sich dem Netzwerk an. Gerade auch für Schulen mit meist knapper Kasse ist das reizvoll, denn die Nutzung der Software ist kostenlos und eine Wiederverwendung bereits vorhandener Inhalte möglich.

Jede LON-CAPA nutzende Institution hat üblicherweise einen eigenen Server. Alle Server sind untereinander über das Internet vernetzt. Dieses Servernetzwerk bildet die technische Grundlage zur gemeinsamen Nutzung der Lehrmaterialien. Besonders interessant ist dies für elektronische Übungsaufgaben mit automatischer Bewertung. Die Erstellung solcher Aufgaben ist aufwändig. Für einen sinnvollen Lehrbetrieb eines Schuljahres bzw. Semesters kommen etwa 50 bis 150 solcher Aufgaben in einem einzelnen Onlinekurs zum Einsatz. Bei Wiederverwendung bereits bestehender Aufgaben kann somit der nicht unerhebliche Gesamtaufwand zur Erstellung gespart werden. Somit ist es nicht verwunderlich, dass solche Aufgaben üblicherweise dem gesamten weltweiten Netzwerk zur Mitnutzung angeboten werden und das Interesse daran steigt.

LON-CAPA beruht auf dem Prinzip des gegenseitigen Gebens und Nehmens. Der ständig wachsende Pool besteht derzeit aus fast 150000 Übungsaufgaben und beinahe 350000 Ressourcen insgesamt, siehe auch Abb. 3. Ist eine Übungsaufgabe nicht im Pool vorhanden, so kann man mit den entsprechenden Berechtigungen den sogenannten Konstruktionsbereich zur Selbsterstellung dieser Aufgabe nutzen. Aus einer Vielzahl von Vorlagen können dort Aufgaben erstellt werden. Zum freien Editieren der XML-basierten Aufgaben stehen ein Texteditor sowie ein grafischer Editor zur Verfügung. Auch mehrsprachige Inhalte sind möglich. Ist die Aufgabe fertiggestellt und in der eingebauten Testumgebung auf korrekte Funktionstüchtigkeit geprüft worden, erfolgt die Übergabe aus dem lokalen Konstruktionsbereich in den internationalen Aufgabenpool. Sie steht dann sofort allen Lehrenden zur Mitnutzung bereit, sofern die Rechte entsprechend vergeben werden, was jedoch der Regelfall ist.

Die Lehrenden der verschiedenen Institutionen haben alle Zugriff auf diesen weltweiten Pool und bestücken mit den Inhalten ihre Onlinekurse. Die Kursinhalte können frei konfiguriert werden. Dabei spielt es keine Rolle, ob es passive Inhalte wie PDF-Dokumente von der eigenen Festplatte sind oder aktive Inhalte wie die automatisch bewerteten Übungsaufgaben aus dem LON-CAPA-Netzwerk. Das Auffinden solcher Aufgaben erfolgt entweder, indem die Aufgaben direkt aus dem hierarchisch aufgebauten weltweit verteilten Pool entnommen werden oder durch Verwendung einer Suchmaske, ganz ähnlich wie es Internetsuchmaschinen bieten. Es kann u.a. nach Thema oder Schlüsselwörtern gesucht werden. Weitere, ständig automatisiert aktuell gehaltene Kenndaten, wie beispielsweise Schwierigkeitsgrad oder Anzahl der bisherigen Nutzungen, helfen bei der Auswahl.

Die Lernenden greifen auf die Onlinekurse über einen üblichen Webbrowser zu. Je nach Einstellung des Kurses stehen unterschiedliche Zeitfenster zur Bearbeitung der verschiedenen Aufgaben offen. Anschließend kann der Lehrende anhand der Einreichungen das weitere Vorgehen für seine Lehrveranstaltung ableiten.

Sollte sich eine Aufgabe einmal als fehlerhaft herausstellen, können Lernende oder Lehrende den verantwortlichen Autor über ein netzwerkinternes Benachrichtigungssystem informieren. Dieser kann dann den Fehler beseitigen und die neue Version ins Netzwerk stellen. Diese Korrektur wird dann automatisch in alle Kurse im LON-CAPA-Netzwerk, die diese Aufgabe verwenden, durchgereicht.

3 Projekt eÜbungen

Übungen sind essentieller Bestandteil eines jeden Lernprozesses. Im Studium wird dieser Tatsache durch vorlesungsbegleitende Übungsveranstaltungen Rechenschaft getragen. Die Durchführung solcher Übungen ist für Lehrende jedoch häufig mit zusätzlichem personellem und zeitlichem Aufwand verbunden. Zudem verstehen viele Studierende Übungsveranstaltungen nicht als Gelegenheit, die Lernziele durch Üben zu festigen, sondern als Ort, wo Ihnen gezeigt wird, wie sie die Aufgaben lösen. Für den Lernprozess ist es jedoch wichtig, dass Lernende selbst aktiv Aufgaben lösen und schnelles Feedback über ihren momentanen Stand erhalten.

Rechnergestützte Aufgaben ermöglichen, aufgrund der automatisierten Bewertung durch den Computer, direktes Feedback für Lernende und Lehrende. Die Lehrenden erhalten dadurch den Vorteil, das weitere Fortfahren ihrer Lehrveranstaltung optimieren zu können. Sie können zeitnah auf Probleme ihrer Lernenden eingehen oder, bei offensichtlichem Verstehen des Lernstoffes, das nächste Thema angehen. Es ist im Vorlesungsbetrieb sehr effektiv, sagen zu können, „Ich habe heute morgen gesehen, dass viele von Ihnen Probleme mit ... haben.“

Natürlich lassen sie nicht alle sinnvollen Aufgabenstellungen durch computerbewertete Übungen ersetzen. Der Teil der Übungsveranstaltungen, der sich mit Konzepten und grundlegenden Berechnungen beschäftigt und somit leicht zu automatisieren ist, lässt sich jedoch gut ersetzen. Dadurch lässt sich Personal für die Besprechung komplexerer Aufgaben (Beweise, längere Berechnungen usw.) freistellen.

Einen weiteren Vorteil bieten die rechnergestützten Aufgaben durch die Möglichkeit der Randomisierung. Dies bedeutet, dass die Lernenden unterschiedliche Versionen einer Aufgabe bekommen (siehe Abb. 1). Blindes Kopieren der Lösung eines Mitlernenden ist somit nicht mehr möglich. Vielmehr werden die Lernenden angeregt, gemeinsam über die richtigen Lösungsstrategien zu diskutieren.



Abbildung 1: Zwei Versionen derselben computergestützten Aufgabe. Die untere Teilabbildung zeigt zudem einen Hinweis, der durch eine falsche Eingabe ausgelöst wurde.¹

Im Rahmen des zweijährigen ELAN III Projekts eÜbungen [Be09] haben Lehrende der Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven, der Fachhochschule Hannover und der Ostfalia Hochschule mit Unterstützung der Michigan State University (USA) ca. 1500 Übungsaufgaben aus dem Bereich der Mathematik entwickelt. Diese Aufgaben sind alle im LON-CAPA-Netzwerk frei verfügbar. Die Projektlaufzeit umspannte den Zeitraum von Mitte 2007 bis Mitte 2009.

Die erstellten Aufgaben sind insbesondere vielschichtig einsetzbar, da sie sich mit grundlegenden Konzepten der Mathematik beschäftigen. Diese werden nicht nur in den meisten Studiengängen sondern teilweise auch in der Sekundarstufe II benötigt. Potentiell können die Aufgaben also vielfach wiederverwendet werden.

¹ Siehe www.ostfalia.de/vita für weitere Aufgabenbeispiele.

4 Content Sharing in Zahlen

Der weltweit verteilte LON-CAPA-Ressourcenpool kann als zeitabhängiger gewichteter Digraph modelliert werden. Darin repräsentieren Autoren bzw. Dozenten Knoten, wobei in der Realität die meisten Autoren auch Dozenten sind (aber nicht umgekehrt). Das Gewicht einer Kante, die Dozent mit Autor verbindet, gibt an, wie viele Ressourcen der entsprechende Dozent bisher vom entsprechenden Autor genutzt hat. Mit Hilfe eines solchen Digraphs kann der Grad der Wiederverwendung der Ressourcen leicht charakterisiert werden. Sind die Gewichte der Kanten an einem Knoten typischerweise kleiner als die Anzahl der Ressourcen, die der zum Knoten korrespondierende Autor bereitgestellt hat, ist der Wiederverwendungsgrad der Ressourcen eher gering.

Wegen der großen Zahl von Autoren im LON-CAPA-Netzwerk – allein im Rahmen des Projektes eÜbungen waren fast 20 Autoren tätig – beschränken wir uns hier auf eine vereinfachte Analyse. Dazu gruppieren wir Autoren. Über die Gruppenzugehörigkeit wird entschieden, auf welchem Server im LON-CAPA Netzwerk die Autoren ihren Konstruktionsbereich haben. Die am Projekt eÜbungen beteiligten Autoren haben ihren Konstruktionsbereich auf einem von zwei Servern, die eigens für das Projekt in Betrieb genommen wurden und die wir im Folgenden mit N und W bezeichnen werden. Der W -Server wurde ausschließlich von Autoren einer der am Projekt beteiligten Hochschulen genutzt, der N -Server von den Autoren der beiden anderen Hochschulen. Alle anderen Autoren des LON-CAPA-Netzwerkes fassen wir in der Gruppe L zusammen.

	von L	von N	von W
nach L	93255	1	41
nach N	0	44	184
nach W	94	0	71

Tabelle 1: Ressourcenaustausch ein halbes Jahr nach Projektbeginn.

Tabelle 1 zeigt die Adjazenzmatrix für diese grobgranulare Netzwerkdarstellung mit den Knoten L , N und W nach dem ersten halben Jahr der Projektlaufzeit. Wie zu ersehen ist war zu Projektbeginn das Subnetzwerk bestehend aus den Gruppen N und W eher gering mit dem Restnetzwerk L vernetzt, während bereits viele Ressourcen von W in Kursen bei N eingebunden wurden.

Ein Jahr später hatte sich die Situation bereits grundlegend geändert, siehe Tabelle 2. Der Nutzungsgrad der von N und W bereitgestellten Ressourcen ist deutlich angewachsen. Insbesondere haben sich die Gruppen N und W zu Nettoimporteuren entwickelt. Die Dozenten der am Projekt beteiligten Hochschulen hatten also zwischenzeitlich vermehrt auf Ressourcen zurückgegriffen, die außerhalb des Projektes entwickelt wurden.

	von L	von N	von W
nach L	111869	39	241
nach N	525	205	518
nach W	2758	149	1004

Tabelle 2: Ressourcenaustausch eineinhalb Jahre nach Projektbeginn.

Zu diesem Zeitpunkt waren im Rahmen des Projektes ca. 1500 Aufgaben erstellt worden. Wie die Summe der Diagonalelemente von N und W in Tabelle 2 zeigt, wurden diese bis dahin nicht alle eingesetzt. Dies ist dadurch erklärbar, dass Dozenten ihre Kurse in der Regel zu Semesterbeginn vollständig mit Inhalten bestücken. Aufgaben, die danach entwickelt werden, kommen daher frühestens im nächsten Semester zum Einsatz.

Eine weitere Metrik zur Charakterisierung der Wiederverwendung der erstellten Inhalte ist die Zahl der Kurse, in denen eine bestimmte Ressource bisher eingesetzt wurde. Natürlich wird es immer Ressourcen geben, die bis dato noch nicht eingesetzt wurden, beispielsweise weil sie wie eben geschildert erst kürzlich entwickelt wurden. Auf der anderen Seite ist zu erwarten, dass die Ressourcen mit deutlich unterschiedlicher Häufigkeiten verwendet werden. Manche elektronischen Übungsaufgaben kommen aus hochspezialisierten Gebieten und werden daher nur selten zum Einsatz kommen. Andere Übungsaufgaben thematisieren elementare Konzepte und werden so häufiger eingesetzt werden. Mathematische Übungsaufgaben zur Integration beispielsweise können in Analysis-Veranstaltungen ebenso wie in grundlegenden Mechanik-Veranstaltungen zum Einsatz kommen. Daher ist es für eine Analyse der Wiederverwendung einzelner Ressourcen zweckmäßig, allen Ressourcen entsprechend ihrer Verwendungshäufigkeit einen Rang zuzuordnen. Die bis zu einem Stichtag am häufigsten verwendete Ressource bekommt so den Rang 1 zugewiesen, die zweithäufigste den Rang 2 usw.

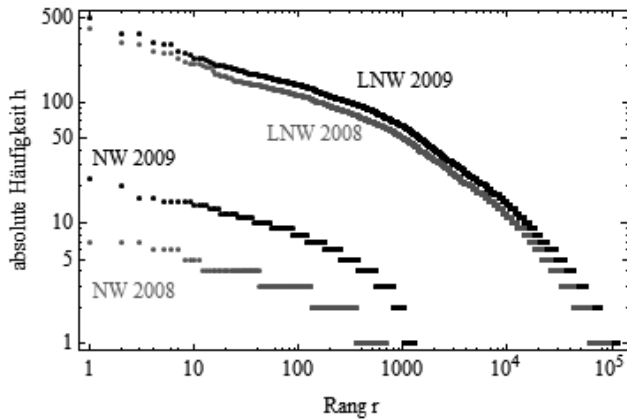


Abbildung 2: Verteilung der Verwendungshäufigkeit von Ressourcen im LON-CAPA-Netzwerk. Graue Datenpunkte spiegeln die Verwendungshäufigkeit nach einem halben Jahr der Projektlaufzeit des Projektes eÜbungen wider, schwarze die Verwendungshäufigkeit nach eineinhalb Jahren Projektlaufzeit. Das obere Kurvenpaar zeigt die Verteilung der Verwendungshäufigkeit aller LON-CAPA-Ressourcen (Gruppen L , N und W), das untere Kurvenpaar ausschließlich die des Projektes eÜbungen (N und W).

Abb. 2 zeigt die Häufigkeit der Wiederverwendung aller Ressourcen in Abhängigkeit ihres Ranges. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, hat die Wiederverwendungshäufigkeit für den gesamten LON-CAPA-Ressourcenpool eine charakteristische Verteilung, die praktisch zeitunabhängig ist. Diese Verteilung lässt sich gut durch ein Mandelbrot-Zipf-Gesetz [Ma62] beschreiben, d.h. für nicht allzu große Werte des Ranges r skaliert die Wiederverwendungshäufigkeit h in etwa wie $h \sim r^{-\alpha}$. Der charakteristische Exponent α hat für LON-CAPA in etwa den Wert $\log_{10} 2$. Das bedeutet, die im LON-CAPA-Netzwerk am häufigsten verwendete Ressource ($r=1$) wird etwa doppelt so häufig verwendet, wie die am zehnthäufigsten verwendete ($r=10$). Diese wiederum wird doppelt so häufig verwendet, wie die Ressource mit Rang 100.

Da die Anzahl der LON-CAPA-Ressourcen als Funktion der Zeit anwächst, impliziert dieses Skalengesetz, dass in einem festen Zeitintervall die Verwendungshäufigkeit unabhängig vom Rang um denselben Faktor wächst. Nimmt also die Verwendungshäufigkeit der Ressource mit $r=1$ in einem gegebenen Zeitintervall um den Faktor β zu, wird auch die Verwendungshäufigkeit der Ressource mit $r=10$ in etwa um den Faktor β zunehmen, wie deutlich an der Parallelverschiebung der Kurven in der doppellogarithmischen Darstellung in Abb. 2 zu sehen ist. Dies impliziert allerdings nicht, dass eine bestimmte Ressource zu allen Zeiten ihren Rang beibehält. Tatsächlich verändern Ressourcen im Laufe der Zeit ihren Rang.

Der beobachtete Zusammenhang zwischen Wiederverwendungshäufigkeit und Rang einer Ressource gilt auch für Unterstrukturen des LON-CAPA-Netzwerkes. Dies ist in Abb. 2 für die von Autoren der Server N und W bereitgestellten Ressourcen dargestellt. Diese Untermenge der LON-CAPA-Ressource genügt demselben Skalengesetz, wie die Gesamtheit aller Ressourcen, mit dem einzigen Unterschied, dass der zeitliche Skalierungsfaktor β deutlich größer ist. Dieser Unterschied erscheint plausibel, da bei Wachstumsprozessen, die potentiell Sättigungseffekten unterliegen, das zeitliche Wachstum allmählich geringer wird. Derzeit sind die von eÜbungen bereitgestellten Ressourcen recht neu, während die insgesamt in LON-CAPA verwendeten im Mittel deutlich älter sind.

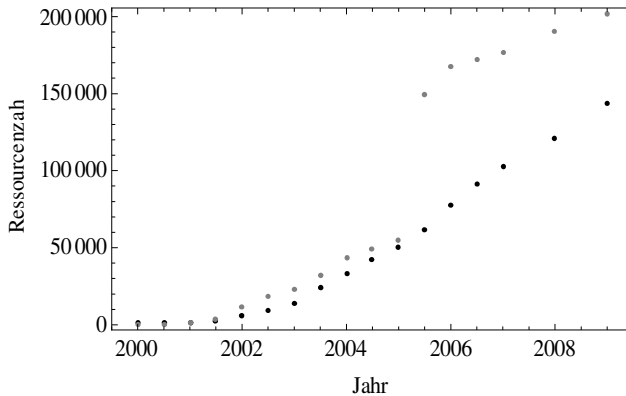


Abbildung 3: Zeitliche Entwicklung der Anzahl der Übungsaufgaben (schwarz) und anderer Ressourcen (grau) im LON-CAPA-Netzwerk.

Zuletzt analysieren wir das Wachstum der Anzahl der Ressourcen als Funktion der Zeit. Die Daten des Projektes eÜbungen sind dazu allerdings ungeeignet, weil sie nur zwei Zeitpunkte im Jahresabstand beinhalten. Daher greifen wir hier auf die zeitliche Entwicklung der Ressourcenanzahl im gesamten LON-CAPA-Netzwerk zurück. Abb. 3 zeigt die entsprechenden Daten aufgesplittet nach elektronischen Übungsaufgaben und anderen Ressourcen (Bilder, Videos, nicht-interaktive Webseiten etc.). Wie zu erkennen ist, zeigt das bisherige Wachstum keine deutlichen Sättigungseffekte. In der bisherigen Vergangenheit kamen immer wieder neue Nutzer und neue Projekte zum Netzwerk hinzu und brachten teilweise neue Fachkontexte mit sich.

Wie ebenfalls aus Abb. 3 ersichtlich ist, beläuft sich die Zahl der elektronischen Übungsaufgaben, die während der Projektlaufzeit von eÜbungen (2007-2009) neu geschaffen wurde, auf ca. 40000. Die von eÜbungen geschaffenen Ressourcen stellen daher nur einen Bruchteil der in diesem Zeitraum neu entstandenen elektronischen Übungsaufgaben dar.

5 Zusammenfassung und Fazit

Wir haben am Beispiel des LON-CAPA-Ressourcenpools die häufig postulierte Wiederverwendung elektronischer Ressourcen nachgewiesen. Unsere Analyse zeigt charakteristische Strukturen, die bei der Wiederverwendung in einem Netzwerk von Lehrenden auftreten. Natürlich ist unklar, ob und wie die hier vorgestellten Resultate auch bei anderen Ressourcensammlungen gelten, was im Einzelnen zu untersuchen ist. Die hier aufgezeigten Strukturen treten jedoch auch in Netzwerken in anderen Kontexten auf, was die Universalität der Ergebnisse zumindest für ähnliche Rahmenbedingungen (großes Nutzernetzwerk, feingranulare Inhalte etc. [Li03]) plausibel erscheinen lässt.

Unsere Analyse bezog sich ausschließlich auf die Struktur der Inhaltswiederverwendung. Richtet man stattdessen den Blick auf die Nutzer, stellt sich LON-CAPA als soziales Netzwerk dar. Die Forschung des vergangenen Jahrzehnts hat sehr viele soziale Netzwerke als *small world*-Netzwerke [Wa98] identifiziert, also Netzwerke, in deren graphischer Repräsentation die meisten Knoten nicht miteinander verbunden sind und dennoch der kürzeste Abstand zwischen zwei Knoten gering ist. Untersuchungen über LON-CAPA an anderer Stelle [Ha09] lassen es plausibel erscheinen, dass das recht große Netzwerk der LON-CAPA-Nutzer eine solche *small world* ist.

Danksagung: Die Autoren danken G. Kortemeyer für die Bereitstellung der hier analysierten Daten und für die Unterstützung während des Projektes eÜbungen.

Literaturverzeichnis

- [Be09] Bellmer, S. et al.: Computerbewertete Übungen in mathematischen, technischen und naturwissenschaftlichen Grundlagenfächern. In (Appelrath H.-J., Schulze, L. Hrsg.): Auf dem Weg zu exzellentem E-Learning - Kooperation und Vernetzung der Hochschullehre in Niedersachsen, Waxmann, Münster, New York, München, Berlin, 2009.
- [Ma62] Mandelbrot, B.: On the theory of word frequencies and on related Markovian models of discourse. In (Jakobson, R. Hrsg.): Structure of Language and its Mathematical Aspects. Proceedings of Symposia in Applied Mathematics Vol XII, Providence, Rhode Island, American Mathematical Society, 1962.
- [Ha09] Han, P. et al.: Exposure and Support of Latent Social Networks Among Learning Object Repository Users, Journal of Universal Computer Science (J.UCS), Volume 14, Issue 10, 2008.
- [Ko08] Kortemeyer, G. et al.: Experiences using the open-source learning content management and assessment system LON-CAPA in introductory physics courses, Am. J. Phys. 76, 438-444 (2008).
- [Li03] Littlejohn, A. (Hrsg.): Reusing Online Resources: A Sustainable Approach to E-learning, Kogan Page, London.
- [No99] Novak, G. et al.: Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology, Benjamin Cummings, Upper Saddle River, 1999.
- [Wa98] Watts, D.J.; Strogatz, S.H.: Collective dynamics of 'small-world' networks, Nature 393, 1998.

